



**Peta Jalan  
Pengembangan Ekosistem Industri  
Kedirgantaraan Indonesia  
2022-2045**

# PETA JALAN EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN INDONESIA 2022-2045

## KEMENTERIAN PPN/BAPPENAS

- Amalia Adininggar Widyasanti
- Bambang Prijambodo
- Rudy S. Prawira
- Leonardo A.A. Teguh Sambodo
- Ikhwan Hakim
- Yogi Harsudiono
- Afaf Setia Ashari
- Adhitya Kusuma Ardana
- Imroatul Amalia
- Dea Kusuma Andhika
- Farah Anisa Setyawati
- Firdausy Yustiningsih
- Thaliya Wikapuspita
- Puguh Prastyoutomo
- Raja Aldo M. Manullang
- Dwi Mulyaningsih
- Rega Renata Abdullah
- Rima Riyanto

## GIZ INDONESIA - DIASPORA EXPERTS (DE)

- Zulazmi
- Makhdonal Anwar
- Imam Birowo
- Triyoga Waskito
- Bambang Suryo Darwanto
- Widjaja Sekar
- Riana Amretasari
- Prio Adhi Setiawan
- Muhammad Ridho
- Ridlo Akbar

## ITB

- Lavi Rizki Zuhul
- Yazdi Ibrahim Jenie
- Pramudita Satria Palar

## PEMANGKU KEPENTINGAN YANG MEMBERIKAN MASUKAN DALAM FOCUS GROUP DISCUSSIONS (FGD)

Kementerian Riset dan Teknologi/BRIN, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), Kementerian Perhubungan, Kementerian Perindustrian, Kementerian Koordinator Bidang Maritim dan Investasi, Kementerian BUMN, PT Dirgantara Indonesia (Persero), PT GMF AeroAsia (Tbk), PT Batam Aero Technic, PT Citilink Indonesia, Lion Air Group, Institut Teknologi Bandung (ITB), Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma (Unsurya), *Indonesia Aircraft and Component Manufacturer Association (INACOM)*, *Indonesia Aircraft Maintenance Services Association (IAMSA)*, *Indonesia National Air Carriers Association (INACA)*, *Aliansi Ground Handling Indonesia (AGHI)*, dan *Indonesia Aeronautical Engineering Center (IAEC)*, Ilham Akbar Habibie, Samudera Sukardi, Andi Alisjahbana, IPTN North America.



## KATA PENGANTAR

Dua puluh tujuh tahun lalu, Indonesia menjadi saksi penerbangan pertama pesawat N-250, Gatotkaca. Pesawat ini dirancang dan dibuat oleh talenta Indonesia. Ini adalah hasil akumulasi pengetahuan yang dibangun dari inisiasi pembangunan industri pesawat terbang di tahun 1960 di bawah kepemimpinan yang kuat oleh Bapak Prof. Dr.-Ing. Ir. H. Bacharuddin Jusuf Habibie, FREng, yang terus diperkuat melalui kolaborasi dengan mitra internasional dan lokal. Kemampuan ini terus dipelihara dan kerja sama juga terus diperkuat, meskipun menghadapi tantangan yang besar dengan adanya krisis moneter, krisis keuangan global, serta pandemi COVID-19.

Saat ini kita memiliki momentum untuk memperkuat industri kedirgantaraan di masa yang akan datang melalui pengembangan N219 yang dihasilkan dari kerja sama ekosistem industri kedirgantaraan yang mencakup industri pesawat terbang, industri komponen, lembaga riset dan lembaga Pendidikan, serta kementerian/ lembaga. Pengembangan N219 merupakan hal yang luar biasa karena akan menandai tipe pertama yang diproduksi dengan kandungan lokal lebih dari 40 persen. Kapasitas industri kedirgantaraan perlu terus diperkuat untuk menangani tantangan yang ada, sekaligus memanfaatkan peluang yang lebih terbuka di masa yang akan datang.

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas bersama Program Diaspora dan Migrasi (PMD) GIZ dan Institut Teknologi Bandung (ITB) mengupayakan konsolidasi ekosistem yang bisa memungkinkan peningkatan kapasitas industri kedirgantaraan melalui Peta Jalan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2022-2045. Peta Jalan ini diharapkan menjadi rujukan bagi pemangku kepentingan industri kedirgantaraan nasional untuk mendukung integrasi industri lokal, komersialisasi penelitian, desain dan pengembangan, pemenuhan standar kualitas, pertumbuhan pemain lokal baru dan industri pendukung, serta perluasan kapasitas berpartisipasi dalam rantai pasok global.

Hasil dari pelaksanaan Peta Jalan ini diharapkan dapat memungkinkan industri kedirgantaraan nasional untuk merespon kebutuhan konektivitas yang memfasilitasi pergerakan produk dan talenta yang efisien antarwilayah dan mendukung pembangunan daerah. Ekosistem yang semakin kuat juga diharapkan dapat mendukung industri kedirgantaraan nasional untuk siap berkolaborasi dengan mitra internasional untuk memanfaatkan pertumbuhan industri kedirgantaraan global yang diperkirakan akan tumbuh 6,8 persen per tahun dalam periode 2020-2030. Dalam konteks transformasi ekonomi, penguatan industri dan ekosistem industri kedirgantaraan nasional akan meningkatkan aktivitas bernilai tambah tinggi dengan hasil produk dan layanan dengan konten teknologi tinggi.

Besar harapan kami, Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2022-2045 dapat menjadi panduan pelaksanaan kebijakan pembangunan di bidang kedirgantaraan oleh berbagai pemangku kepentingan untuk mewujudkan industri dirgantara nasional yang berdaya saing, serta membawa kemajuan dan kesejahteraan bersama.

Jakarta, November 2022

Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional/  
Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional

**Suharso Monoarfa**



## RINGKASAN EKSEKUTIF



Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan yang kondusif dan berdaya saing dilakukan secara terfokus dan mendalam melalui pengembangan empat pilar industri kedirgantaraan yang dikelompokkan ke dalam produk dirgantara yang mencakup: (i) industri pesawat terbang; dan (ii) komponen dan rantai pasok; dan jasa dirgantara dan ekosistem pendukung yang mencakup: (iii) *maintenance, repair, overhaul* (MRO) dan jasa purna jual; dan (iv) jasa penerbangan dan kebandarudaraan.

### 1. Industri Pesawat Terbang

Pengembangan industri pesawat terbang disesuaikan dengan *value creation*, dengan dukungan investasi *Research Development, and Design* (RD&D) yang dilakukan bersama-sama dengan OEM/ Tier 1 atau negara dengan basis RD&D, dan manufaktur yang kuat sehingga diharapkan dapat meningkatkan efisiensi RD&D dan mempercepat komersialisasi. Pengembangan IPT pada tahap awal perlu difokuskan pada satu program pesawat terbang dan satu program *drone* melalui perolehan *Type Certificate* program N219 dan N219A, serta *flight simulator*. Pada periode berikutnya, program pengembangan pesawat dapat dilanjutkan pada tipe yang lebih besar, seperti dan *Large Cargo Drone*, CN235-220C/N245 dan R80. Pengembangan tipe-tipe pesawat ini dilakukan dengan prinsip-prinsip: (i) inisiasi *strategic partnership*; (ii) pertimbangan terhadap dinamika pasar global, potensi dan ketepatan waktu memasuki pasar serta tingkat persaingan dengan produsen global; (iii) kapasitas dan kapabilitas sumber daya industri dalam negeri; dan (iv) perkembangan teknologi, material dan konsep baru pada proses desain dan produksi. Adaptasi teknologi baru dilakukan secara berjenjang yang didukung pengembangan kemitraan RD&D dan pembangunan center of excellence. Langkah ini akan memungkinkan Indonesia untuk bisa menjadi produsen pesawat terbang berkapasitas <100 penumpang dengan teknologi mutakhir untuk mendukung konektivitas regional, pariwisata dan kebutuhan prioritas lainnya; menjadi produsen *flight simulator* dengan teknologi maju, menjadi produsen *Large Cargo Drone*; serta menjadi pengungkit daya saing industri komponen melalui penambahan produk dan tipe seri berbasis *original design* pada tahun 2045.

## 2. Pengembangan Komponen dan Rantai Pasok

Industri komponen dikembangkan pada tahap awal melalui penguatan peran dalam klasifikasi komponen *aerostructure* untuk menjadi bagian dari *Global Value Chain* (GVC) melalui kerja sama dengan OEM/Tier 1. Pengembangan komponen pesawat terbang diarahkan tidak lagi hanya mengandalkan program pengembangan pesawat produksi dalam negeri, namun perlu melibatkan *anchor company* OEM/Tier 1 global. Strategi ini dilengkapi dengan pembinaan pelaku usaha domestik untuk dapat meningkatkan kemampuannya memperoleh sertifikasi bertaraf internasional, serta partisipasi dan perannya dalam rantai pasok industri global. Target yang akan dicapai yaitu disini adalah untuk meningkatkan TKDN komponen pesawat terbang hingga 2X lipat serta meningkatkan *share* industri komponen pesawat global hingga 2% dari rantai pasok global.

## 3. Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO) dan Jasa Purna Jual

Pengembangan industri MRO domestik diharapkan dapat menjadi pendorong pengembangan pilar lain, seperti industri komponen atau unit komponen. Perluasan kerja sama strategis dengan OEM atau penyedia jasa MRO bertaraf internasional diperlukan untuk memperoleh pengalaman dan sertifikasi MRO untuk pekerjaan dengan nilai tambah yang tinggi. Ketentuan bahwa pesawat yang beroperasi di wilayah Indonesia melakukan *maintenance* pada perusahaan AMO/ MRO domestik dapat diberlakukan selama industri AMO/MRO domestik mampu memenuhi persyaratan dan standar sertifikasi, layanan, kualitas, harga dan waktu pengerjaan yang bersaing. Pengembangan iklim usaha dan iklim investasi jasa AMO/MRO dalam negeri dilakukan dengan penerapan regulasi yang akomodatif, salah satunya terkait dengan masa berlaku sertifikasi yang diharapkan lebih dari 2 tahun. Strategi ini nantinya diharapkan untuk dapat membuat industri AMO/MRO Indonesia mencapai daya serap pesawat yang beroperasi di wilayah Indonesia sebesar USD 2 miliar pada tahun 2045.

## 4. Jasa Penerbangan dan Kebandarudaraan

Perluasan rute, kapasitas bandara, serta penambahan fasilitas bandara akan mempengaruhi aktivitas transportasi udara sampai dengan beberapa tahun mendatang. Utilisasi fasilitas bandara milik pemerintah dapat ditingkatkan melalui pelibatan swasta dalam kerja sama operasional. Peningkatan kualitas layanan bandara dilaksanakan melalui penerapan teknologi dan digitalisasi. Infrastruktur penerbangan juga diperlukan untuk menyokong program pemerintah dalam memajukan sektor pariwisata dalam negeri dan turut meningkatkan konektivitas nasional termasuk di daerah terpencil, terluar, terisolir dan perbatasan. Pada tahun 2045, sebanyak 263 kota di Indonesia dan 135 kota di luar negeri diharapkan untuk dapat terkoneksi dengan ruang udara Indonesia serta infrastruktur yang ada akan mampu melayani peningkatan lalu lintas pesawat, penumpang dan kargo hingga 3x-4x lipat.

Pengembangan 4 pilar industri kedirgantaraan nasional yang efektif perlu didukung oleh enam misi yang memungkinkan penyediaan ekosistem yang kondusif dan berdaya saing. Enam misi tersebut yaitu:

### 1. Memperkuat Industri Pesawat Terbang, Komponen, dan Rantai Pasok Kedirgantaraan

Pengembangan produk IPT difokuskan pada percepatan komersialisasi N219, sertifikasi N219A, perluasan pasar *flight simulator*, serta fasilitasi kemitraan strategis untuk pengembangan N245 dan R80. Peningkatan kapasitas produksi dan pengelolaan produksi pesawat diperkuat dengan penerapan teknologi maju, kelengkapan dan keberterimaan sertifikasi berstandar internasional, serta integrasi dengan industri komponen dalam negeri. Pengembangan produk baru termasuk drone kargo skala besar dan diversifikasi tipe pesawat akan didukung dengan penggunaan material *aerostructure*, *avionics*, *system integrator* dan *engine* berteknologi maju.

### 2. Meningkatkan Kualitas Pendidikan dan Pelatihan SDM Kedirgantaraan

Pengembangan SDM dilakukan melalui kerja sama pendidikan tinggi dan vokasi dengan industri dan mitra global, perbaikan kurikulum yang disesuaikan dengan peta okupansi kebutuhan industri, dan perluasan sertifikasi kompetensi sehingga dapat berkompetisi di tingkat internasional. Pengembangan SDM kedirgantaraan juga diarahkan untuk mendukung RD&D, produksi komponen, jasa perbaikan, layanan transportasi udara dan kebandaraan, termasuk navigasi. Kemitraan pengembangan SDM dilakukan melalui pelatihan, dan pengembangan kurikulum dual vokasi, termasuk skema pemagangan (*internship* dan *apprenticeship*), *up-skilling* dan *reskilling*, serta penyiapan tenaga kerja dengan budaya kerja yang baik.

### **3. Meningkatkan Kualitas dan Relevansi Riset, Kerekayasaan, dan Rancang Bangun Kedirgantaraan**

Rangkaian aktivitas rancang bangun pesawat dilaksanakan melalui sinergi industri pesawat terbang dengan kluster industri komponen domestik untuk menciptakan ekosistem kedirgantaraan yang kuat di Indonesia dan meningkatkan kapasitas menjadi pemasok untuk Tier 1/OEM internasional. Kapasitas RD&D ditingkatkan melalui kemitraan strategis untuk membangun *engineering office* dan *center of excellence* yang akan memfasilitasi antara lain transfer pengetahuan, pengujian, inovasi material maju, dll. yang mendukung *original design* dan kemajuan industri komponen.

### **4. Meningkatkan Efektivitas Regulasi dan Tata Kelola Kelembagaan**

Pembentukan Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK) menjadi opsi strategis untuk meningkatkan sinkronisasi kebijakan kedirgantaraan antar pemangku kebijakan yang meliputi kementerian/lembaga, perwakilan industri, lembaga riset dan inovasi, lembaga pendidikan/pelatihan dan lembaga keuangan. Beberapa kebijakan yang menjadi fokus antara lain adalah pengembangan *strategic partnership* dengan mitra global untuk menjadikan industri kedirgantaraan Indonesia sebagai bagian dari rantai pasok global, serta mendukung *offset* pengembangan pesawat terbang untuk keperluan militer dan sipil/komersial.

### **5. Meningkatkan Ketersediaan dan Kualitas Infrastruktur Kedirgantaraan**

Penguatan infrastruktur pendukung industri kedirgantaraan ditujukan untuk (i) meningkatkan fasilitas fisik seperti bandara dan kelengkapannya; (ii) mengembangkan lokasi aktivitas kedirgantaraan secara terpadu (misalnya dalam bentuk *aerocity park/city*; (iii) menyelaraskan sertifikasi Indonesia dengan standar internasional dan inisiasi *mutual recognition* atas sertifikasi Indonesia; (iv) meningkatkan capaian sertifikasi pesawat dan komponen, jasa perbaikan, dan kompetensi SDM yang bertaraf internasional, serta (v) mengembangkan fasilitas laboratorium pengujian yang dibutuhkan oleh pelaku industri.

### **6. Meningkatkan Investasi, Kemitraan, dan Pendanaan**

Penciptaan ekosistem usaha dan investasi yang kondusif bisa dilakukan melalui strategi: (i) rekayasa dan rancang bangun secara mandiri; (ii) rekayasa dan rancang bangun, serta dukungan pendanaan bersama mitra, baik di dalam negeri maupun di luar negeri; (iii) pengembangan skema pendanaan inovatif yang secara khusus disesuaikan dengan kebutuhan industri kedirgantaraan; dan (iv) penarikan mitra dari negara yang menguasai teknologi tinggi untuk berinvestasi dan membangun kompetensi teknologi tinggi di Indonesia.

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
RINGKASAN EKSEKUTIF	III
DAFTAR ISI	VI
DAFTAR GAMBAR	X
DAFTAR TABEL	XII
DAFTAR SINGKATAN	XIV
1. PENDAHULUAN	1-19
1.1 TREN YANG MEMENGARUHI INDUSTRI KEDIRGANTARAAN GLOBAL	1-19
1.2 PROSPEK INDUSTRI KEDIRGANTARAAN DI INDONESIA	1-23
1.3 KERANGKA REGULASI DAN KEBIJAKAN UTAMA YANG MENDUKUNG INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	1-28
1.4 TUJUAN DAN RUANG LINGKUP	1-33
2. PEMBELAJARAN PENGEMBANGAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN DI NEGARA-NEGARA YANG SETARA (PEER COUNTRIES)	2-36
2.1 STUDI PERBANDINGAN (BENCHMARKING ANALYSIS)	2-36
2.2 MALAYSIA	2-36
2.2.1 STRATEGI PENGEMBANGAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	2-36
2.2.2 SKEMA INVESTASI DAN PEMBIAYAAN	2-38
2.3 SINGAPURA	2-39
2.4 FILIPINA	2-42
2.5 MAROKO	2-44
2.6 CHINA	2-45
2.7 INDIA	2-47
2.8 MEKSIKO	2-49
2.9 THAILAND	2-50
2.10 TURKIYE	2-53
2.11 RINGKASAN PERBANDINGAN STRATEGI BERBAGAI NEGARA	2-54
3. TECHNOLOGY FORESIGHT 2045 SEBAGAI PANDUAN PENGEMBANGAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	3-58
3.1 TECHNOLOGY FORESIGHT INDUSTRI PENERBANGAN INDONESIA 2045	3-58
3.2 INDUSTRI PESAWAT TERBANG	3-59

3.2.1	PESAWAT TERBANG BERAWAK	3-59
3.2.2	PESAWAT TERBANG NIRAWAK	3-61
3.3	INDUSTRI KOMPONEN	3-63
3.4	<i>MAINTENANCE, REPAIR, AND OVERHAUL (AMO/MRO)</i>	3-64
3.5	JASA PENERBANGAN & KEBANDARUDARAAN	3-65
4.	PETA JALAN PENGEMBANGAN EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	4-68
4.1	VISI DAN MISI PENGEMBANGAN EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	4-68
4.2	KOMITE KEBIJAKAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	4-79
4.3	PETA EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	4-82
5.	RENCANA PENGEMBANGAN INDUSTRI PESAWAT TERBANG ( <i>FIXED WING</i> ) DAN PESAWAT TERBANG NIRAWAK	5-85
5.1	PROTOKOL DALAM INDUSTRI PESAWAT TERBANG	5-85
5.2	POTENSI PASAR PESAWAT TERBANG GLOBAL	5-86
5.3	PERKEMBANGAN INDUSTRI PESAWAT TERBANG INDONESIA	5-87
5.3.1	N219	5-89
5.3.2	N219-AMFIBI (N219A)	5-91
5.3.3	N245	5-92
5.3.4	R80	5-95
5.3.5	PROYEKSI PRODUKSI DAN NILAI EKONOMI PESAWAT SAMPAI 2045	5-97
5.3.6	TANTANGAN PENGEMBANGAN	5-98
5.4	PERKEMBANGAN INDUSTRI PESAWAT TERBANG NIRAWAK	5-99
5.5	ADAPTASI TEKNOLOGI BARU	5-102
5.6	REKOMENDASI	5-103
5.6.1	PEMBENTUKAN EKOSISTEM PENDANAAN DAN KERJA SAMA	5-104
5.6.2	KERANGKA WAKTU PERENCANAAN, SERTIFIKASI PRODUKSI, DAN KOMERSIALISASI PESAWAT TERBANG	5-104
5.6.3	SKEMA PEMASARAN DAN METODE PENJUALAN	5-105
6.	RENCANA PENGEMBANGAN KOMPONEN DAN RANTAI PASOK INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	6-108
6.1	ALTERNATIF STRATEGI PENGEMBANGAN KOMPONEN PESAWAT DI INDONESIA	6-108
6.1.1	TREN TEKNOLOGI KOMPONEN PESAWAT TERBANG	6-108
6.1.2	POSISI PENGEMBANGAN KOMPONEN PESAWAT INDONESIA DI DUNIA	6-110
6.2	KAPASITAS PENGEMBANGAN KOMPONEN DI INDONESIA	6-119
6.2.1	POTENSI PENGEMBANGAN	6-119
6.2.2	TANTANGAN PENGEMBANGAN	6-125
6.3	REKOMENDASI	6-127
6.3.1	PENINGKATAN AKSES SERTIFIKASI BADAN USAHA	6-127
6.3.2	PENINGKATAN KERJA SAMA RANTAI PASOK DAN PEMASARAN SECARA KOLEKTIF	6-128
6.3.3	FOKUS PENGEMBANGAN KOMPONEN DAN EFISIENSI DISTRIBUSI	6-129

<b>7. MAINTENANCE, REPAIR AND OVERHAUL (MRO)</b>	<b>7-131</b>
<b>7.1 KONDISI PENGEMBANGAN AMO/MRO GLOBAL</b>	<b>7-131</b>
7.1.1 TREN INDUSTRI DAN TEKNOLOGI AMO/MRO	7-131
7.1.2 TREN PERMINTAAN PASAR AMO/MRO DUNIA	7-132
<b>7.2 KONDISI PENGEMBANGAN AMO/MRO DI INDONESIA</b>	<b>7-133</b>
7.2.1 POTENSI PENGEMBANGAN	7-133
7.2.2 TANTANGAN PENGEMBANGAN	7-136
7.2.3 REKOMENDASI	7-138
<b>8. JASA PENERBANGAN DAN KEBANDARUDARAAN</b>	<b>8-142</b>
<b>8.1 PROYEKSI JASA PENERBANGAN</b>	<b>8-142</b>
8.1.1 DATA DAN PROYEKSI RUTE INTERNASIONAL DAN DOMESTIK	8-142
8.1.2 DATA DAN PROYEKSI LALU LINTAS INTERNASIONAL DAN DOMESTIK	8-142
8.1.3 DATA PRODUKSI ANGKUTAN UDARA NIAGA BERJADWAL	8-145
8.1.4 DATA PANGSA PASAR BADAN USAHA ANGKUTAN UDARA NIAGA NASIONAL	8-146
8.1.5 DATA DAN PROYEKSI ANGKUTAN UDARA PERINTIS	8-147
8.1.6 SEKTOR PARIWISATA	8-149
<b>8.2 KONDISI KEBANDARUDARAAN INDONESIA</b>	<b>8-150</b>
8.2.1 DATA BANDAR UDARA	8-150
8.2.2 PENGELOLAAN GROUND HANDLING MELALUI KERJA SAMA PEMERINTAH DAN SWASTA	8-151
8.2.3 PENINGKATAN LAYANAN PENUMPANG MELALUI DIGITALISASI BANDAR UDARA	8-153
<b>8.3 TANTANGAN PENGEMBANGAN KEBANDARUDARAAN DAN JASA PENERBANGAN DI INDONESIA</b>	<b>8-154</b>
8.3.1 RENDAHNYA JUMLAH DAN KUALITAS OPERATOR	8-154
8.3.2 HARGA JASA PENERBANGAN KURANG KOMPETITIF	8-155
8.3.3 RENDAHNYA FASILITAS DAN LAYANAN BANDARA	8-155
8.3.4 RENDAHNYA TINGKAT LAYANAN KARGO	8-157
8.3.5 LAYANAN OPERASIONAL ANGKUTAN UDARA	8-159
<b>8.4 REKOMENDASI PENGEMBANGAN KEBANDARUDARAAN INDONESIA</b>	<b>8-162</b>
8.4.1 OPTIMASI FASILITAS BANDARA MELALUI SERTIFIKASI DAN TEKNOLOGI	8-162
8.4.2 INTEGRASI LAYANAN KEBANDARUDARAAN DAN JASA PENERBANGAN	8-163
8.4.3 PENINGKATAN DAYA SAING OPERASIONAL	8-163
<b>9. PENGEMBANGAN SDM, KEMITRAAN, PENDANAAN DAN INVESTASI</b>	<b>9-165</b>
<b>9.1 PERENCANAAN SUMBER DAYA MANUSIA UNTUK MENDUKUNG EKOSISTEM KEDIRGANTARAAN</b>	<b>9-165</b>
<b>9.2 KEBUTUHAN SERTIFIKASI PENUNJANG EKOSISTEM INDUSTRI DIRGANTARA</b>	<b>9-166</b>
<b>9.3 FASILITAS RISET, RANCANG BANGUN, DAN PENGUJIAN</b>	<b>9-168</b>
9.3.1 CONTOH IMPLEMENTASI KERJA SAMA RISET & PENGEMBANGAN	9-169
9.3.2 POTENSI KERJA SAMA RISET, REKAYASA, DAN RANCANG BANGUN DIRGANTARA DI INDONESIA	9-171
<b>9.4 SKEMA KEMITRAAN EKOSISTEM INDUSTRI DIRGANTARA</b>	<b>9-172</b>
9.4.1 CONTOH KASUS SKEMA <i>STRATEGIC PARTNERSHIP</i>	9-173
9.4.2 PERBANDINGAN STRATEGI KEMITRAAN DIRGANTARA DI ASIA PASIFIK	9-176
9.4.3 REKOMENDASI STRATEGI KEMITRAAN	9-178

<b>10. SKEMA PEMBIAYAAN DAN PENGEMBANGAN KEMITRAAN INVESTASI</b>	<b>10-181</b>
<b>10.1 TANTANGAN DAN ALTERNATIF SKEMA PEMBIAYAAN</b>	<b>10-181</b>
10.1.1 REKOMENDASI DUKUNGAN SKEMA PEMBIAYAAN	10-182
<b>10.2 PENINGKATAN IKLIM INVESTASI</b>	<b>10-188</b>
<b>11. PENUTUP</b>	<b>11-192</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>11-194</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Kasus COVID-19 Rata-Rata 7-hari (Moving Average) [1] .....	1-19
Gambar 1-2. Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi [2] dan Inflasi Regional [3].....	1-20
Gambar 1-3. Proyeksi Nilai Perjalanan Penumpang-Km (Revenue Passenger-Kilometer /RPK) 2015-2045 [5].....	1-20
Gambar 1-4. Proyeksi Pertumbuhan Penumpang-Km (RPK per tahun) 2018-2050 [6] .....	1-21
Gambar 1-5. Proyeksi Pertumbuhan Kargo Ton-Km (FTK per tahun) 2018-2050 [6].....	1-22
Gambar 1-6. Perubahan Harga Pangan dan Harga Energi Paska Invasi Rusia-Ukraina [7].....	1-22
Gambar 1-7. Visi Indonesia 2045: Kontribusi Industri Manufaktur Terhadap PDB Nasional [8] .....	1-24
Gambar 1-8. Ilustrasi Nilai Tambah dan Devisa Keluar Industri Kedirgantaraan Indonesia [11] .....	1-25
Gambar 1-9. Pangsa Pasar Ekspor Industri Kedirgantaraan Indonesia (2021) [12] .....	1-26
Gambar 1-10. Perbandingan Nilai Ekspor Industri Kedirgantaraan Indonesia Dibandingkan Negara Lain (2021) [13] ..	1-27
Gambar 3-1: Perbandingan Potongan Melintang TurboFan Engine & Counter Rotating Open Rotor Engine [33, 34] ...	3-60
Gambar 3-2: Konfigurasi Pesawat BWB [36] & Flying V[37] .....	3-61
Gambar 3-3: Energy density berbagai jenis bahan bakar [39] .....	3-62
Gambar 3-4: 4 Tingkatan Autonomous Capability untuk UAV Skala Kecil[40] .....	3-62
Gambar 3-5: Konsep & Berbagai Teknologi yang Digunakan di Hangar of the Future [47] .....	3-65
Gambar 4-1. Visi dan Misi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia.....	4-68
Gambar 4-2. Penetapan Strategi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan.....	4-72
Gambar 4-3. Konsep Organisasi Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK).....	4-79
Gambar 4-4. Ekosistem Pemangku Kepentingan di Industri Kedirgantaraan (non-exhaustive list) .....	4-82
Gambar 4-5. Ekosistem Industri Kedirgantaraan di Malaysia [24].....	4-83
Gambar 5-1. Proyeksi Produksi dan Nilai Bisnis untuk total 6 Produk.....	5-97
Gambar 5-2: UAS Program dan Flight Management System [67].....	5-102
Gambar 5-3: Ragam Jenis Teknologi Baru yang Perlu Diadaptasi di Ekosistem Kedirgantaraan Indonesia .....	5-103
Gambar 5-4. Kerangka Waktu Pengembangan Program Pesawat Terbang .....	5-105
Gambar 6-1. Proyeksi Perkembangan Teknologi Komponen Pesawat [69].....	6-108
Gambar 6-2. Posisi Nilai Net Ekspor Indonesia untuk Produk Pesawat dan Komponen Pesawat Tahun 2018 [72].....	6-116
Gambar 6-3. Ilustrasi Opsi Pengembangan Komponen dan Produk Pesawat di Indonesia.....	6-117
Gambar 6-4. Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara.....	6-119
Gambar 6-5. Jumlah Badan Usaha dan Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara [73].....	6-120
Gambar 6-6. Teknologi Proses Rantai Pasok Industri Dirgantara [73] .....	6-121
Gambar 6-7. Proyeksi Nilai Komponen Global dan Target Nilai Komponen Indonesia (USD Juta).....	6-122
Gambar 6-8. Pemetaan Industri Pemasok Lokal untuk Produk N219.....	6-123
Gambar 6-9. Pemetaan Industri Pemasok Lokal untuk Produk CN235.....	6-123
Gambar 6-10. Jumlah Badan Usaha Tersertifikasi AS9100.....	6-125
Gambar 6-11. Ilustrasi Pareto Nilai TKDN Industri Dirgantara [74] .....	6-126
Gambar 7-1. Skenario Kontraksi Permintaan AMO/MRO Dunia [75].....	7-133
Gambar 7-2. Pemetaan Usia dan Ukuran Pesawat Terbang yang Beroperasi di Indonesia [77] [78].....	7-135
Gambar 7-3: Komposisi & Kapabilitas AMO/MRO di Indonesia [79].....	7-135
Gambar 8-1: Visualisasi Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan 2020-2024 .....	8-149
Gambar 8-2: Destinasi Pariwisata & Rencana Pembangunan Jangka Menengah nasional 2020-2024.....	8-150
Gambar 8-3. Ilustrasi Operasional Ground Handling.....	8-152
Gambar 8-4. Data peringkat Passenger, peringkat visa & cost competitiveness [88, 89].....	8-158
Gambar 9-1: Strategi Penguasaan Teknologi Dirgantara [108] .....	9-173
Gambar 9-2. Kemitraan Strategis Airbus dan Rantai Pasok di India [111] .....	9-174
Gambar 9-3: Ragam bentuk kemitraan Boeing di India [112].....	9-174
Gambar 9-4 Rekomendasi Strategi Kemitraan .....	9-178
Gambar 10-1 Rekomendasi Skema Pembiayaan Industri.....	10-185

<i>Gambar 10-2 Rekomendasi Skema Sewa Pesawat Melalui Pembiayaan Luar Negeri [92] .....</i>	<i>10-186</i>
<i>Gambar 10-3 Rekomendasi Skema Sewa Pesawat Melibatkan Perusahaan Leasing [92] .....</i>	<i>10-187</i>
<i>Gambar 10-4 Contoh Skema Aircraft Non-Payment Insurance [93] .....</i>	<i>10-188</i>

## DAFTAR TABEL

<i>Tabel 1-1. Rancangan Pengembangan Teknologi Industri Prioritas Alat Transportasi Udara (*) [18].....</i>	<i>1-30</i>
<i>Tabel 1-2. Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan [20] .....</i>	<i>1-31</i>
<i>Tabel 2-1. Perbandingan Kondisi Industri Kedirgantaraan Malaysia [24] .....</i>	<i>2-36</i>
<i>Tabel 2-2. Tujuan dan Target Ekosistem Industri Kedirgantaraan Malaysia [24] .....</i>	<i>2-37</i>
<i>Tabel 2-3. Jenis Industri dan Kegiatan Beserta Kebijakan Insentif untuk Industri Kedirgantaraan di Malaysia.....</i>	<i>2-38</i>
<i>Tabel 2-4. Pembiayaan untuk UKM Manufaktur/Kedirgantaraan di Malaysia .....</i>	<i>2-39</i>
<i>Tabel 2-5. Skema Pembiayaan untuk Industri Kedirgantaraan di Singapura .....</i>	<i>2-41</i>
<i>Tabel 2-6. Pendapatan sektor MRO &amp; Aero-Manufacturing untuk beberapa negara ASEAN [13] .....</i>	<i>2-42</i>
<i>Tabel 2-7 Jenis Insentif untuk Manufaktur/Kedirgantaraan di Filipina [30].....</i>	<i>2-43</i>
<i>Tabel 2-8: Penjualan dan Nilai Ekspor Industri Penerbangan China 2005-2010 [31] .....</i>	<i>2-46</i>
<i>Tabel 2-9: Proyeksi Pertumbuhan dan Nilai Ekonomi Industri Kedirgantaraan Thailand [32] .....</i>	<i>2-51</i>
<i>Tabel 2-10: Insentif Investasi Thailand untuk Sektor Kedirgantaraan [36].....</i>	<i>2-52</i>
<i>Tabel 2-11: Perbandingan Nilai Ekspor, Target dan Strategi Pengembangan Industri Dirgantara Beberapa Negara....</i>	<i>2-54</i>
<i>Tabel 3-1: Teknologi Potensial yang Teridentifikasi akan Mempercepat Kemajuan Industri Penerbangan hingga 2045 ..3-</i>	<i>58</i>
<i>Tabel 4-1. Strategi Pelaksanaan Misi 1. Memperkuat Industri Pesawat Terbang, Komponen, dan Rantai Pasok Kedirgantaraan .....</i>	<i>4-73</i>
<i>Tabel 4-2. Strategi Pelaksanaan Misi 2. Meningkatkan Kualitas Pendidikan dan Pelatihan.....</i>	<i>4-74</i>
<i>Tabel 4-3. Strategi Pelaksanaan Misi 3. Meningkatkan Kualitas dan Relevansi Riset, Kerekayasaan, dan Rancang Bangun .....</i>	<i>4-75</i>
<i>Tabel 4-4. Strategi Pelaksanaan Misi 4. Meningkatkan Efektivitas Regulasi dan Tata Kelola Kelembagaan .....</i>	<i>4-76</i>
<i>Tabel 4-5. Strategi Pelaksanaan Misi 5. Meningkatkan Ketersediaan Kualitas Infrastruktur Kedirgantaraan .....</i>	<i>4-77</i>
<i>Tabel 4-6. Strategi Pelaksanaan Misi 6. Meningkatkan Investasi, Kemitraan, dan Pendanaan.....</i>	<i>4-78</i>
<i>Tabel 5-1. Perkiraan Jumlah Delivery Pesawat Terbang Global Berdasarkan Kapasitas [44] [45] [46].....</i>	<i>5-86</i>
<i>Tabel 5-2. Perkiraan Jumlah Delivery Produk Pesawat Terbang Indonesia [44] [45] [46].....</i>	<i>5-88</i>
<i>Tabel 5-3. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas &lt;20 Kursi [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54] .....</i>	<i>5-90</i>
<i>Tabel 5-4: Milestone Program N219A untuk Kurun Waktu 2020-2024 [56].....</i>	<i>5-92</i>
<i>Tabel 5-5. Milestone Program N245 untuk kurun waktu 2020-2024 [57] .....</i>	<i>5-93</i>
<i>Tabel 5-6. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas 40-60 Kursi [58] [59] [60, 61] [62] .....</i>	<i>5-94</i>
<i>Tabel 5-7. Potensi Pembelian Produk R80 [63].....</i>	<i>5-95</i>
<i>Tabel 5-8. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeller Kapasitas 60-80 Kursi [63] [64] [65] [66] .....</i>	<i>5-96</i>
<i>Tabel 5-9: Kelas Pesawat Terbang Nirawak dan Proyeksi Ekonomi Hingga Tahun 2045.....</i>	<i>5-101</i>
<i>Tabel 6-1. Pesawat dengan Teknologi Hybrid/Elektrik [70].....</i>	<i>6-109</i>
<i>Tabel 6-2. Perbandingan Metodologi dan Analisis Data Komponen dan Produk Pesawat .....</i>	<i>6-111</i>
<i>Tabel 6-3. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Indonesia [71].....</i>	<i>6-111</i>
<i>Tabel 6-4. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Malaysia [71] .....</i>	<i>6-112</i>
<i>Tabel 6-5. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Singapura [71].....</i>	<i>6-113</i>
<i>Tabel 6-6. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Filipina [71].....</i>	<i>6-113</i>
<i>Tabel 6-7. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Thailand [71] .....</i>	<i>6-114</i>
<i>Tabel 6-8. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Brazil [71] .....</i>	<i>6-114</i>
<i>Tabel 6-9. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Inggris [71] .....</i>	<i>6-115</i>
<i>Tabel 6-10. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Amerika Serikat [71] .....</i>	<i>6-115</i>
<i>Tabel 7-1. Proyeksi Pesawat Aktif dan Tipe Pekerjaan AMO/MRO [75].....</i>	<i>7-132</i>
<i>Tabel 7-2. Proyeksi Nilai AMO/MRO di Indonesia (USD Juta) [75] [76] [77].....</i>	<i>7-134</i>
<i>Tabel 8-1. Data 2013-2018 dan Proyeksi 2020-2045 Rute Internasional .....</i>	<i>8-142</i>
<i>Tabel 8-2. Data 2013-2018 dan Proyeksi 2020-2045 Rute Domestik .....</i>	<i>8-142</i>
<i>Tabel 8-3. Proyeksi Jangka Panjang Pertumbuhan PDB Dunia dan Indonesia [80].....</i>	<i>8-143</i>
<i>Tabel 8-4. Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri [81] .....</i>	<i>8-143</i>

<i>Tabel 8-5. Proyeksi 2020-2045 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri .....</i>	<i>8-144</i>
<i>Tabel 8-6 Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik di Bandara Dalam Negeri [81].....</i>	<i>8-144</i>
<i>Tabel 8-7. Proyeksi 2020-2045 Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik di Bandara Dalam Negeri.....</i>	<i>8-144</i>
<i>Tabel 8-8. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Internasional Berjadwal [82].....</i>	<i>8-145</i>
<i>Tabel 8-9. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Dalam Negeri Berjadwal [82].....</i>	<i>8-145</i>
<i>Tabel 8-10. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Dalam Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [81].....</i>	<i>8-146</i>
<i>Tabel 8-11. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Luar Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [81].....</i>	<i>8-147</i>
<i>Tabel 8-12. Tipe, Kapasitas, dan Jumlah Unit Pesawat Perintis Beroperasi (2018) [83, 84, 85, 86, 87].....</i>	<i>8-148</i>
<i>Tabel 8-13. Realisasi Angkutan Udara Perintis Berdasarkan Koordinir Wilayah (2018) [81] .....</i>	<i>8-148</i>
<i>Tabel 8-14. Jumlah Bandar Udara di Indonesia Menurut Penggunaannya [82].....</i>	<i>8-150</i>
<i>Tabel 8-15. Jumlah Bandar Udara dan Pengelola Bandara Tahun 2019 [82].....</i>	<i>8-151</i>
<i>Tabel 8-16. Komposisi Jumlah Penumpang Berdasarkan Pengelolaan Bandar Udara Tahun 2018 [82].....</i>	<i>8-151</i>
<i>Tabel 8-17. Klasifikasi Landasan Pacu .....</i>	<i>8-156</i>
<i>Tabel 8-18 Ringkasan OTP Maskapai Berjadwal Dalam Negeri Periode Juli - Desember 2015 [90].....</i>	<i>8-159</i>
<i>Tabel 8-19 Jumlah Kecelakaan Penerbangan di Indonesia yang Diinvestigasi oleh KNKT [91] .....</i>	<i>8-160</i>
<i>Tabel 9-1: Ragam sertifikasi yang dibutuhkan untuk menunjang ekosistem industri dirgantara .....</i>	<i>9-167</i>
<i>Tabel 9-2: Pemenuhan sertifikasi yang mendesak.....</i>	<i>9-168</i>
<i>Tabel 9-3. Implementasi Fasilitas Riset, Rancang Bangun, dan Pengujian.....</i>	<i>9-170</i>
<i>Tabel 9-4. Perbandingan Kemitraan OEM dengan Negara Asia Pasifik [114] .....</i>	<i>9-176</i>
<i>Tabel 10-1. Alternatif Instrumen dan Sumber Pembiayaan untuk Ekosistem Industri Kedirgantaraan Nasional .....</i>	<i>10-183</i>
<i>Tabel 10-2. Peringkat Daya Tarik Industri Manufaktur Dirgantara [116] .....</i>	<i>10-188</i>
<i>Tabel 10-3: Usulan Skema Insentif yang Dapat Disediakan Pemerintah Indonesia .....</i>	<i>10-190</i>

## DAFTAR SINGKATAN

ADS	<i>Airbus Defence &amp; Space</i>
AFM	<i>Aircraft Flight Manuals</i>
AFIC	<i>Aircraft Finance Insurance Consortium</i>
AI	<i>Artificial Intelligence</i>
ALM	<i>Additive Layer Manufacturing</i>
ALS	<i>Approach Landing System</i>
AM	<i>Additive Manufacturing</i>
AMIC	<i>Aerospace Malaysia Innovation Centre</i>
AMM	<i>Aircraft Maintenance Manuals</i>
AMO	<i>Approved Maintenance Organization</i>
AMTO	<i>Aircraft Maintenance Training Organization</i>
AOC	<i>Air Operator Certificate</i>
AOCC	<i>Airport Operation Control Center</i>
AP I	<i>Angkasa Pura I</i>
AP II	<i>Angkasa Pura II</i>
APBN	<i>Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara</i>
ASEAN	<i>Association of South East Asia Nations</i>
ASW	<i>Anti-Submarine Warfare</i>
ATC	<i>Air Traffic Controller</i>
ATO	<i>Approved Training Organization</i>
ATR	<i>Aerei da Trasporto Regionale/Avions de Transport Regional</i>
BASA	<i>Bilateral Aviation Safety Agreement</i>
B2B	<i>Business to Business</i>
B2C	<i>Business to Customer</i>
BAT	<i>Batam Aero Technic</i>
BEP	<i>Break Even Point</i>
BPPT	<i>Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi</i>
BRIN	<i>Badan Riset dan Inovasi Nasional</i>
BUBU	<i>Badan Usaha Bandar Udara</i>
BUMN	<i>Badan Usaha Milik Negara</i>
BUMS	<i>Badan Usaha Milik Swasta</i>
BWB	<i>Blended Wing Body</i>
C2C	<i>Customer to Customer</i>
CAD	<i>Computer Aided Design</i>
CAGR	<i>Compound Annual Growth Rate</i>
CAM	<i>Computer Aided Manufacturing</i>
CASA	<i>Construcciones Aeronáuticas Sociedad Anónima</i>
CASR	<i>Civil Aviation Safety Regulation</i>
CFRC	<i>Carbon Fibre Reinforced Composite</i>
CFRP	<i>Carbon Fibre Reinforced Plastics</i>
CLO	<i>Collateralized Loan Obligation</i>
CNC	<i>Computer Numerical Control</i>
CNS-A	<i>Communication, Navigation, Surveillance dan Automation</i>
CROR	<i>Counter Rotating Open Rotors</i>
DKP	<i>Direktorat Keselamatan Penerbangan</i>

DKUPPU	Direktorat Kelaik-Udara-dan dan Pengoperasian Pesawat Udara
DMAIC	<i>Design Measure Analyze Improve Control</i>
DNP	Direktorat Navigasi Penerbangan
DOA	<i>Design Organization Approval</i>
DODD	Digital Officer with Digital Device
DR&O	<i>Design Requirements &amp; Objectives</i>
E&E	<i>Electrical and Electronic equipment</i>
EADS	<i>European Aeronautic Defence and Space Company</i>
EASA	<i>European Aviation Safety Agency</i>
EIS	<i>Entry into Service</i>
ELA	<i>Electrical Loads Analysis</i>
EWIS	<i>Electrical Wire Interconnecting System</i>
FAA	<i>Federal Aviation Administration</i>
FAL	<i>Final Assembly Line</i>
FDI	<i>Foreign Direct Investment</i>
FEMIA	<i>Federación Mexicana de la Industria Aeroespacial</i>
FTA	<i>Free Trade Agreement</i>
FTK	<i>freight Ton-Kilometer</i>
GIVI	<i>German Indonesian Vocational Institute</i>
GLARE	<i>Glass Laminate Aluminum Reinforced Epoxy</i>
GMF	<i>Garuda Maintenance Facility</i>
GNSS	<i>Global Navigation Satellite Systems</i>
GSE	<i>Ground Support Equipment</i>
HALE	<i>High Altitude Long Endurance</i>
HAPS UAV	<i>High Altitude Pseudo Satellite-Unmanned Aerial Vehicles</i>
HS Code	<i>Harmonized System Code</i>
HVO	<i>Hydrotreated Vegetable Oil</i>
IAMSA	<i>Indonesia Aircraft Maintenance Services Association</i>
IATA	<i>International Air Transport Association</i>
ICA	<i>Instruction for Continuous Airworthiness</i>
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i>
IES	<i>In-flight Entertainment System</i>
IKM	Industri Kecil Menengah
IMF	<i>International Monetary Fund</i>
INACA	<i>Indonesian National Air Carriers Association</i>
INACOM	<i>Indonesian Aircraft Component Manufacturer Association</i>
IoT	<i>Internet of Things</i>
IPTN	Industri Pesawat Terbang Nusantara
IT	<i>Information Technology</i>
ITA	<i>Investment Tax Allowance</i>
ITM	<i>Industry Transformation Map</i>
JADC	<i>Japan Aircraft Development Corporation</i>
K/L	Kementerian/Lembaga
KEAS	<i>Knots Equivalent Air Speed</i>
KGF	<i>Kredi Garanti Fonu</i>
KINAS	Komite Industri Nasional
KKIK	Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan

KKIP	Komite Kebijakan Industri Pertahanan
KOSGEB	<i>Küçük ve Orta Ölçekli İşletmeleri Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı</i>
KNKT	Komisi Nasional Keselamatan Transportasi
KPBU	Kerjasama Pemerintah dengan Badan Usaha
KPIIP	Komite Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas
KSE	Kreditor Swasta Asing
LAPAN	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
LOC	<i>Letter of Credit</i>
LOG	<i>Letter of Credit</i>
LNSW	<i>Lembaga National Single Window</i>
LPKSE	Lembaga Penjamin Kredit Ekspor
LPNK	Lembaga Penelitian Non Kementerian
MAC	<i>Malaysian Aerospace Council</i>
MALE	<i>Medium Altitude Long Endurance</i>
MIDA	<i>Malaysian Investment Development Authority</i>
MLS	<i>Microwave Landing System</i>
MoC	<i>Means of Compliance</i>
MOPS	<i>Mean of Platts Singapore</i>
MPA	<i>Maritime Patrol Aircraft</i>
MPD	<i>Maintenance Planning Document</i>
MRO	<i>Maintenance Repair Overhaul</i>
MRTT	<i>Multi Role Tanker Transport</i>
MSA	<i>Maritime Surveillance Aircraft</i>
MTOW	<i>Maximum Take Off Weight</i>
NADCAP	<i>National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program</i>
NAMIC	<i>National Addictive Manufacturing Innovation Cluster</i>
NDI	<i>Non Destructive Inspection</i>
NKRI	Negara Kesatuan Republik Indonesia
NTU	<i>Nanyang Technological University</i>
NQI	<i>National Quality Infrastructure</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
OEM	<i>Original Equipment Manufacturer</i>
OTP	On Time Performance
Perpres	Peraturan Presiden
PK-PPK	Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran
PMN	Penyertaan Modal Negara
POA	<i>Production Organization Approval</i>
PP	Peraturan Pemerintah
PPN	Pajak Pertambahan Nilai
PRN	Prioritas Riset Nasional
PS	<i>Pioneer Status</i>
PT DI	Perseroan Terbatas Dirgantara Indonesia
PT RAI	Perseroan Terbatas Regio Aviasi Industri
R&D	<i>Research &amp; Development</i>
R&T	<i>Research &amp; Technology</i>
RD&D	<i>Research, Design &amp; Development</i>
RM	Ringgit Malaysia

RPJMN	Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional
RPK	<i>Revenue Passengers Kilometers</i>
RTCA	<i>Radio Technical Commission for Aeronautics</i>
SAR	<i>Search And Rescue</i>
SBLC	<i>Standby Letter of Credit</i>
SC	<i>Special Condition</i>
SDG	<i>Sustainable Development Goals</i>
SDM	Sumber Daya Manusia
SKKNI	Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia
SMART	<i>Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound</i>
SMI	PT Sarana Multi Infrastruktur
SMV/ SPV	Special Purpose Vehicle/ Special Mission Vehicle (lembaga pembiayaan)
SNI	Standar Nasional Indonesia
SOP	<i>Standard Operational Procedure</i>
STC	<i>Supplemental Type Certificate</i>
STOL	<i>Short Take Off &amp; Landing</i>
SUTD	<i>Singapore University of Technology &amp; Design</i>
TAI	<i>Turkish Aerospace Industries</i>
TASA	<i>Triumph Aviation Services Asia</i>
TC	<i>Type Certificate</i>
TEI	<i>TUSAŞ Engine Industries</i>
TIVA	<i>Trade in Value Added</i>
TISO	<i>Trade and Investment Support Offices</i>
TKDN	Tingkat Kandungan Dalam Negeri
TOA	<i>Training Organization Approval</i>
TOC	Terminal Operation Center
TSM	<i>Trouble Shooting Manuals</i>
TUSAŞ	<i>Türk Havacılık ve Uzay Sanayii</i>
UAM	<i>Urban Air Mobility</i>
UAS	<i>Unmanned Aerial Systems</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i>
UN	<i>United Nations</i>
UPBU	Unit Penyelenggara Bandar Udara
USD	<i>United States Dollars</i>
UU	Undang-undang
VTOL	<i>Vertical Take Off &amp; Landing</i>

1

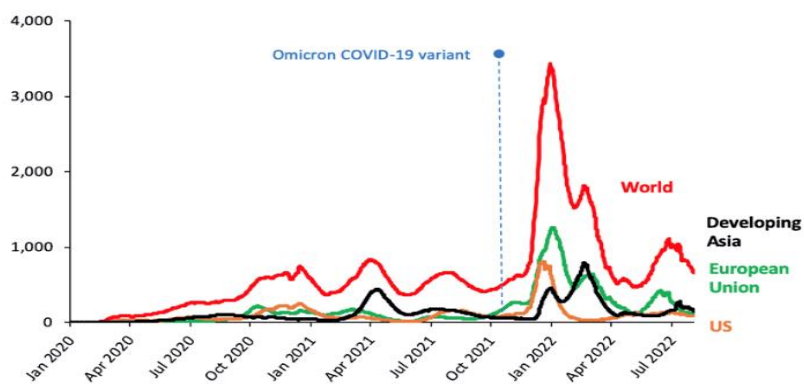
# PENDAHULUAN



## BAB 1 PENDAHULUAN

### 1.1 Tren yang Memengaruhi Industri Kedirgantaraan Global

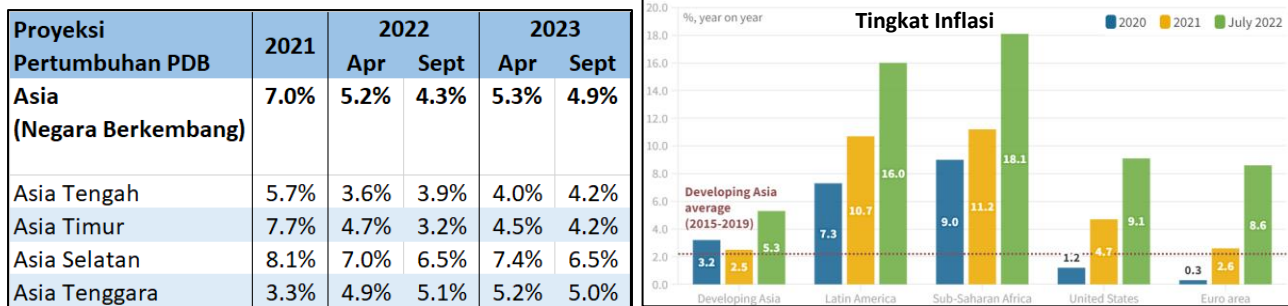
Pengembangan industri kedirgantaraan ke depan perlu memperhatikan dampak jangka menengah dan panjang dari pandemi COVID-19, dinamika geopolitik, tren regionalisasi rantai pasok/nilai, dinamika permintaan transportasi penumpang dan kargo, dampak kebijakan makroekonomi, komitmen untuk berkontribusi dalam pembangunan berkelanjutan, serta percepatan adaptasi digital. Faktor-faktor ini diharapkan dapat direspon dengan produk dan layanan yang sesuai dengan permintaan yang semakin terdiversifikasi dengan tuntutan keterjangkauan yang lebih luas.



Gambar 1-1. Kasus COVID-19 Rata-Rata 7-hari (Moving Average) [1]

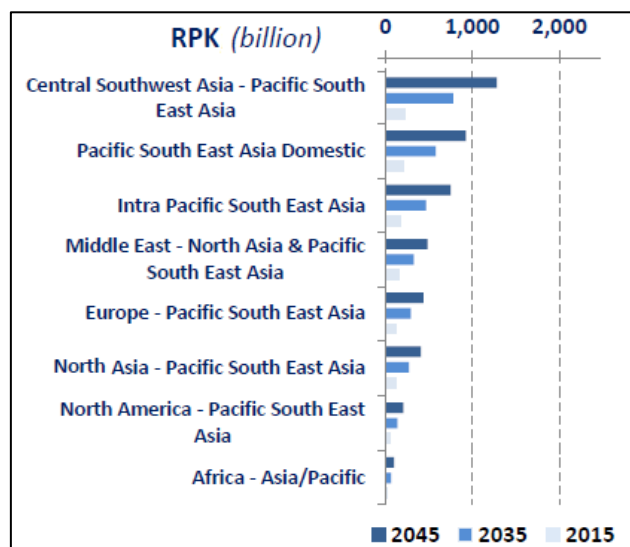
Kondisi perekonomian global dalam tiga tahun terakhir sangat terpengaruh oleh dampak yang ditimbulkan oleh pandemi COVID-19. Penyebaran COVID-19 saat ini sudah jauh berkurang, namun kemunculan varian baru COVID-19, masih menyebabkan jumlah kasus per bulan sulit diprediksi. Akibat COVID-19, negara-negara membatasi perdagangan untuk dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri, terutama komoditas pangan dan kesehatan. China sebagai salah satu ekonomi terbesar dunia masih menerapkan kebijakan *zero* COVID-19, yang memengaruhi rantai pasok untuk berbagai komoditas dan produk secara global. Di satu sisi, kondisi ini menyebabkan ketidakpastian rantai pasok global dan meningkatkan kebijakan proteksionisme. Di sisi lain, negara-negara yang mempertahankan perdagangan global dan keterhubungannya dalam rantai nilai global, serta melengkapinya dengan mendorong diversifikasi industri yang lebih besar, mendapat manfaat dari persebaran pemulihan global yang mendukung percepatan pemulihan di negaranya masing-masing.

Tren pemulihan, khususnya di kawasan Asia Tenggara, diproyeksikan lebih positif. Namun pertumbuhan ekonomi di berbagai belahan dunia diprediksi masih lebih lambat. Dengan peningkatan harga komoditas dan dinamika geopolitik, hampir seluruh negara mengeluarkan kebijakan *money tightening* melalui peningkatan suku bunga. Hal ini memengaruhi daya beli dan menekan pola konsumsi masyarakat. Selain pola konsumsi, kebijakan ini akan memengaruhi tekanan inflasi, serta depresiasi mata uang.



Gambar 1-2. Proyeksi Pertumbuhan Ekonomi [2] dan Inflasi Regional [3]

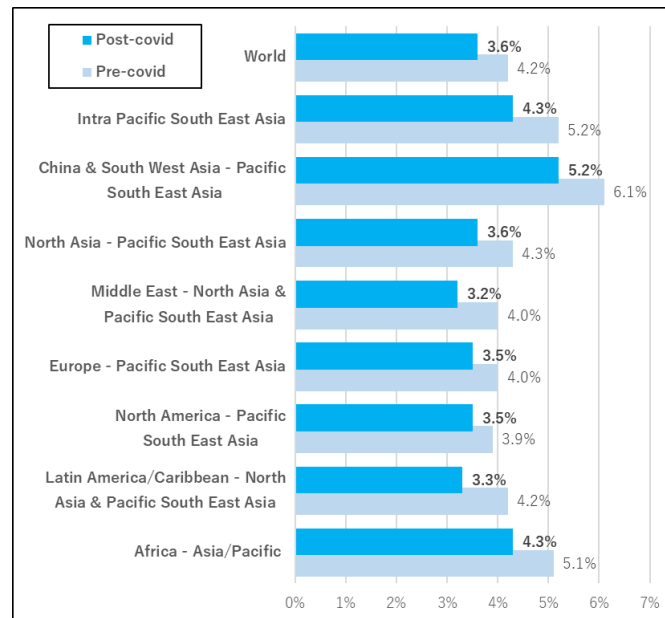
Bagi industri kedirgantaraan, tekanan inflasi menyebabkan peningkatan biaya tenaga kerja dan bahan baku. Hal ini mendorong beberapa akuisisi perusahaan besar Tier 1 dan *Original Equipment Manufacturing* (OEM) dunia, seperti (i) Spirit Aerosystems mengakuisisi Bombardier Aerostructures di Irlandia dan Maroko; (ii) Collins Aerospace mengakuisisi UTC Aerospace Systems dan B/E Aerospace; serta (iii) Airbus mengakuisisi pemasok di lima negara dan membentuk Airbus Atlantic untuk mendukung perakitan akhir [4]. Khusus untuk industri penerbangan, inflasi memengaruhi harga pesawat, biaya operasi, biaya layanan dan bahan bakar yang selanjutnya berimbas kepada kenaikan harga tiket pesawat. Ditambah dengan kondisi kesehatan dan ekonomi yang tidak pasti, jumlah perjalanan (dan penerbangan) yang sempat pulih diperkirakan tidak tumbuh pesat seperti yang diharapkan.



Gambar 1-3. Proyeksi Nilai Perjalanan Penumpang-Km (*Revenue Passenger-Kilometer* /RPK) 2015-2045 [5]

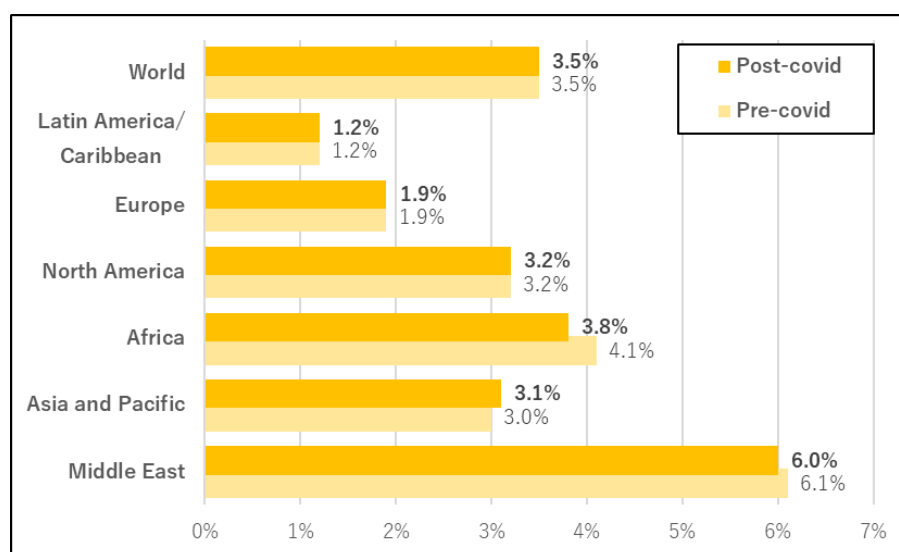
International Civil Aviation Organization (ICAO) mengeluarkan perkiraan perjalanan penumpang dan kargo jangka panjang hingga tahun 2045 yang menunjukkan bahwa dengan mempertimbangkan pandemi COVID-19 (skenario moderat), tingkat pertumbuhan lalu lintas penumpang di Asia Pasifik berkurang hingga 0,5 persen per tahun untuk setiap rute. Pertumbuhan di Asia Pasifik tersebut masih lebih baik dibandingkan rute dunia lainnya yang dapat berkurang hingga 1 persen. Lalu lintas

penumpang paling tinggi diprediksi berada di Kawasan Asia Selatan dengan Asia Tenggara. Proyeksi ICAO ini telah mempertimbangkan: (i) pendapatan dan PDB negara besar di setiap wilayah; (ii) jumlah penduduk dan tingkat pengangguran; (iii) biaya transportasi, termasuk kebijakan infrastruktur dan deregulasi harga tiket; (iv) situasi tak terduga (*shock*) seperti gangguan keamanan, krisis finansial, dan pandemic; dan (v) tingkat liberasi ekonomi dan perdagangan.



Gambar 1-4. Proyeksi Pertumbuhan Penumpang-Km (RPK per tahun) 2018-2050 [6]

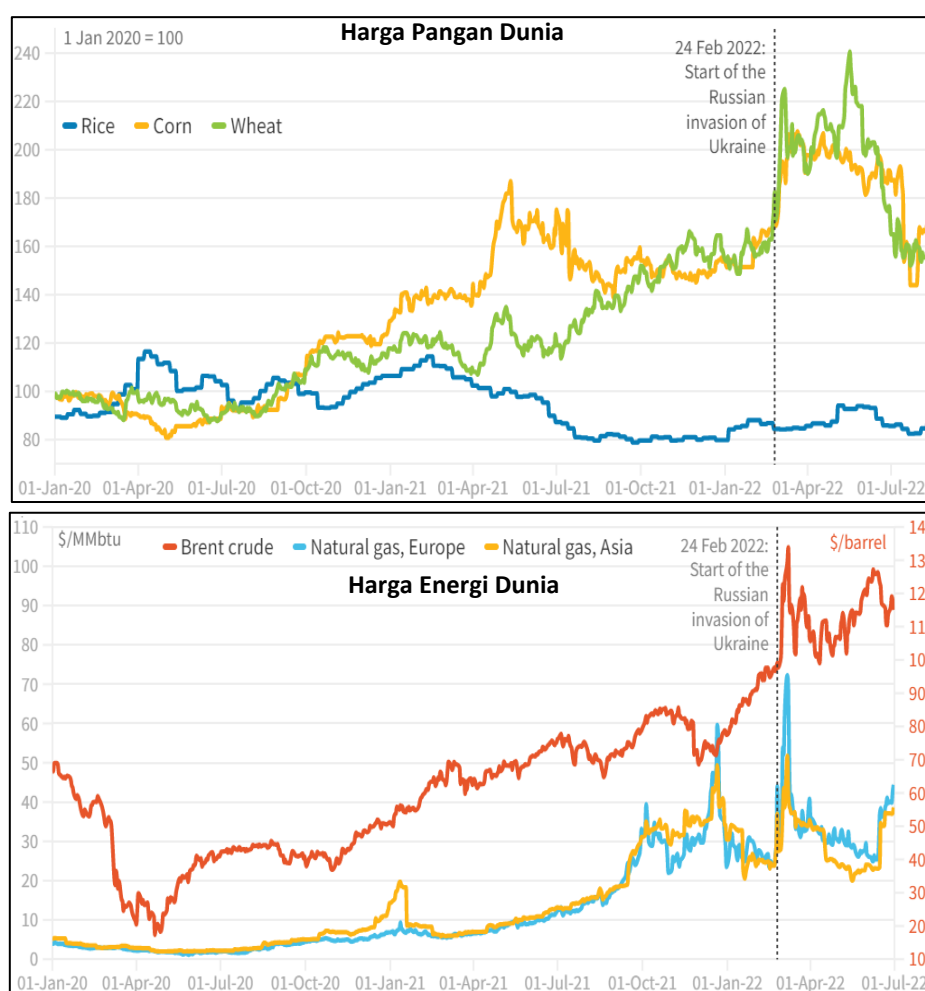
Selain penumpang, ICAO juga membuat proyeksi pertumbuhan angkutan kargo (*Freight Tonne Kilometer*) paska COVID-19 dengan skenario moderat. Hasilnya menunjukkan bahwa pertumbuhan angkutan kargo dunia diprediksikan sekitar 3,5 persen per tahun yang didorong oleh permintaan di Timur Tengah pada tingkat 5 persen per tahun dan Asia pada tingkat 4 persen per tahun.



Gambar 1-5. Proyeksi Pertumbuhan Kargo Ton-Km (FTK per tahun) 2018-2050 [6]

Perkembangan industri kedirgantaraan juga dipengaruhi oleh gejolak geopolitik (invasi Rusia ke Ukraina) khususnya berkaitan dengan dua aspek sebagai berikut:

1. Pembatasan perdagangan komoditas tertentu, serta kebijakan embargo pada negara tertentu (Rusia) membatasi rute penerbangan eksisting serta menjadikan ongkos penerbangan lebih tinggi,
2. Pembatasan di beberapa negara untuk rantai pasok manufaktur memberikan peluang bagi negara Asia Selatan dan Asia Tenggara untuk bergabung dalam rantai pasok global, misalnya sebagai peralihan pasokan dari Rusia (embargo) dan China (*zero covid policy*).



Gambar 1-6. Perubahan Harga Pangan dan Harga Energi Paska Invasi Rusia-Ukraina [7]

Pandemi COVID-19 dan perubahan geopolitik juga menyebabkan banyak negara menunda pemenuhan komitmen untuk berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan. Tren ini menjadi perhatian dalam pengembangan industri kedirgantaraan untuk tetap memperkuat komitmennya untuk mendukung pembangunan berkelanjutan. Saat ini, industri transportasi udara menyumbang 2-3 persen terhadap emisi global. Dengan target global emisi nol pada tahun 2050, serta mengingat

komitmen keterbukaan ruang udara, industri kedirgantaraan perlu menerapkan prinsip “*Open skies/Green aviation*”.

Untuk dapat bertahan dalam kondisi yang tidak pasti, industri kedirgantaraan juga perlu ambil bagian dalam upaya percepatan transformasi digital. Meningkatnya produk digital memberikan implikasi meningkatnya kebutuhan pengolahan data dan pengoperasian jarak jauh (*sensing*) melalui satelit. Selain itu, meningkatnya perdagangan dengan platform digital berdampak pada peningkatan pengiriman barang – baik melalui penerbangan kargo, atau langsung ke konsumen. Walaupun pada masa COVID-19, angkutan kargo memiliki peningkatan cukup signifikan untuk mengangkut barang esensial seperti alat kesehatan dan bahan pangan. Namun kondisi ini diperkirakan tidak akan berlangsung secara permanen karena biaya angkut yang masih tinggi. Oleh karena itu, angkutan udara yang lebih murah dan dapat menjangkau *first-last mile* untuk lalu lintas antarwilayah, termasuk daerah pedalaman/terpencil dan terluar, perlu menjadi opsi pengembangan produk industri kedirgantaraan yang perlu diprioritaskan.

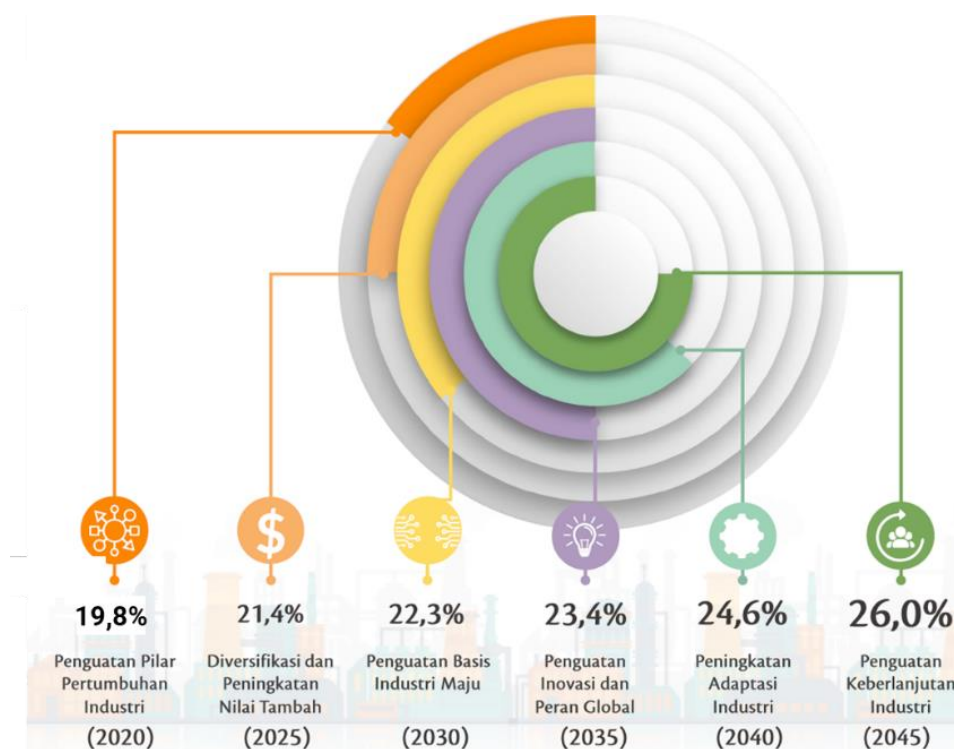
Pasar industri kedirgantaraan sendiri terus tumbuh. Proyeksi nilai pasar industri kedirgantaraan global menurut *the Aerospace Industries Association* (2022) menunjukkan potensi pertumbuhan dari USD298 miliar pada tahun 2020 menjadi USD573,6 miliar pada tahun 2030, atau tumbuh sebesar 6,8 persen per tahun (*Compound Annual Growth Rate/CAGR*). Dengan CAGR yang lebih tinggi dari proyeksi pertumbuhan global, banyak peluang perlu dimanfaatkan oleh industri kedirgantaraan. Pembelian pemerintah menjadi pasar utama untuk produk industri kedirgantaraan yang berkaitan dengan pertahanan. Di sisi lain, produk industri kedirgantaraan untuk tujuan komersial memiliki potensi pasar yang lebih besar, termasuk untuk produk pesawat, helikopter komersial, drone dan glider komersial, mesin dan turbin, pengoperasian dan infrastruktur bandar, layanan layanan perawatan-perbaikan-pemeriksaan (*maintenance, repair and overhaul/MRO*), serta produk yang mendukung eksplorasi ruang angkasa.

Industri kedirgantaraan di masa depan juga perlu merespon tren global yang mengarahkan kepada (i) penerapan inovasi digital termasuk *smart factory, virtual reality, internet of things*, dan *artificial intelligence*; (ii) penggunaan material maju dan inovatif, *advanced air mobility* yang didukung inovasi desain pesawat dan teknologi penerbangan yang memungkinkan mobilitas barang dan orang ke wilayah dengan kondisi geografi yang menantang; (iii) dekarbonisasi untuk mengurangi emisi; serta (iv) *merger* dan akuisisi. Pada saat yang sama, industri kedirgantaraan global juga perlu merespon tantangan yang berkaitan dengan gangguan rantai pasok, volatilitas pasar, *cyber-attacks*, serta stabilitas perekonomian.

## 1.2 Prospek Industri Kedirgantaraan di Indonesia

Indonesia bercita-cita untuk menjadi negara maju di tahun 2045, dengan mewujudkan industri sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi dengan kontribusi sebesar 26 pada PDB pada tahun 2045. Industri didorong kembali sebagai penggerak pertumbuhan ekonomi. Modernisasi industri difokuskan pada industri pengolahan sumber daya alam (SDA) berbasis kawasan dan sentra industri dengan integrasi rantai pasok dan rantai nilai dari hulu ke hilir, yang didukung oleh inovasi, sumber

daya manusia (SDM) berkualitas, dan kemitraan antara industri besar, sedang, dan kecil. Industri di dorong menjadi bagian rantai nilai global (GVC). Efisiensi industri nasional ditingkatkan bertahap dengan penerapan *smart and sustainable manufacturing* untuk mengantisipasi aging population, aktivitas perkotaan yang efisien, konektivitas dan pergerakan manusia-barang-jasa yang luas, serta kualitas lingkungan hidup yang lebih baik. Revolusi industri hingga 4.0 didorong pemanfaatannya sesuai dengan karakteristik masing-masing industri untuk peningkatan efisiensinya. Peningkatan kinerja dan kontribusi industri pengolahan tersebut di atas diharapkan dapat memampukan Indonesia perlu keluar dari *middle income trap*.



Gambar 1-7. Visi Indonesia 2045: Kontribusi Industri Manufaktur Terhadap PDB Nasional [8]

Pencapaian Visi 2045 dikoordinasikan melalui pelaksanaan transformasi ekonomi secara bertahap dari perekonomian yang berbasis keunggulan komparatif sumber daya alam menjadi perekonomian yang berkeunggulan kompetitif. Transformasi struktur perekonomian diarahkan dari produktivitas rendah ke produktivitas tinggi, dari perekonomian berbasis komoditas menjadi berbasis nilai tambah tinggi. Hasilnya diharapkan dapat berkontribusi dalam pencapaian pertumbuhan ekonomi rata-rata 6 persen dan meningkatkan pendapatan per kapita hingga GNI per kapita USD15,5287 pada tahun 2045.

Industri kedirgantaraan dapat menjadi industri masa depan Indonesia yang berfokus pada industri yang menghasilkan produk dan layanan dengan nilai tambah dan kandungan teknologi tinggi. Dengan karakteristik industri padat karya, utamanya SDM terampil, dan melibatkan aplikasi teknologi tinggi, pengembangan industri kedirgantaraan dapat mendorong produktivitas industri, dan dapat membangun rantai pasok industri bernilai tambah tinggi. Sebagai contoh di Amerika Serikat, upah sektor dirgantara merupakan nilai rata-rata upah kedua tertinggi (USD80,175) setelah upah sektor

teknologi informasi (USD83,680). Selain itu, penyerapan lapangan pekerjaan sangat tinggi dengan nilai *multiplier effect* sebesar 2,48, atau setiap mempekerjakan satu orang dalam industri pesawat terbang (*direct employment*) diperkirakan dapat menciptakan 2,48 penyerapan pekerjaan pada sektor terkait (*indirect dan induced employment*). Indonesia perlu menjadi bagian dari nilai tersebut sehingga pengembangan industri kedirgantaraan dapat meningkatkan nilai ekonomi negara, menyerap lapangan pekerjaan, serta meningkatkan penghasilan masyarakat.

Pasar bagi industri kedirgantaraan di Indonesia sebenarnya sangat besar. Dengan total lebih dari 17,500 pulau, Indonesia melalui industri kedirgantaraan dapat meningkatkan konektivitas sehingga meningkatkan pertumbuhan ekonomi, meningkatkan mobilitas masyarakat, serta mengurangi kesenjangan antarwilayah.

Nilai tambah industri kedirgantaraan di Indonesia saat ini diperkirakan sebesar Rp13,91 triliun, yang terdiri dari nilai tambah industri besar dan sedang Rp2,04 triliun [9], serta sisanya mencakup nilai tambah dari mobilitas barang dan penumpang dan sumber tidak langsung lainnya seperti pajak, dividen, saham, dan devisa masuk. Dari sisi mobilitas penumpang, rasionya per kapita di Indonesia masih sangat rendah (0,54) jika dibandingkan dengan jumlah perjalanan udara per kapita tahun 2019: Singapura (4,21), Amerika Serikat (2,06), Malaysia (1,58), Thailand (1,01), China & Brazil (0,46) Filipina (0,4), dan India (0,14) [10]. Kondisi ini menunjukkan besarnya ruang yang bisa dimanfaatkan khususnya oleh industri penerbangan untuk memfasilitasi pergerakan barang dan talenta antarwilayah yang mendukung pembangunan ekonomi lokal.



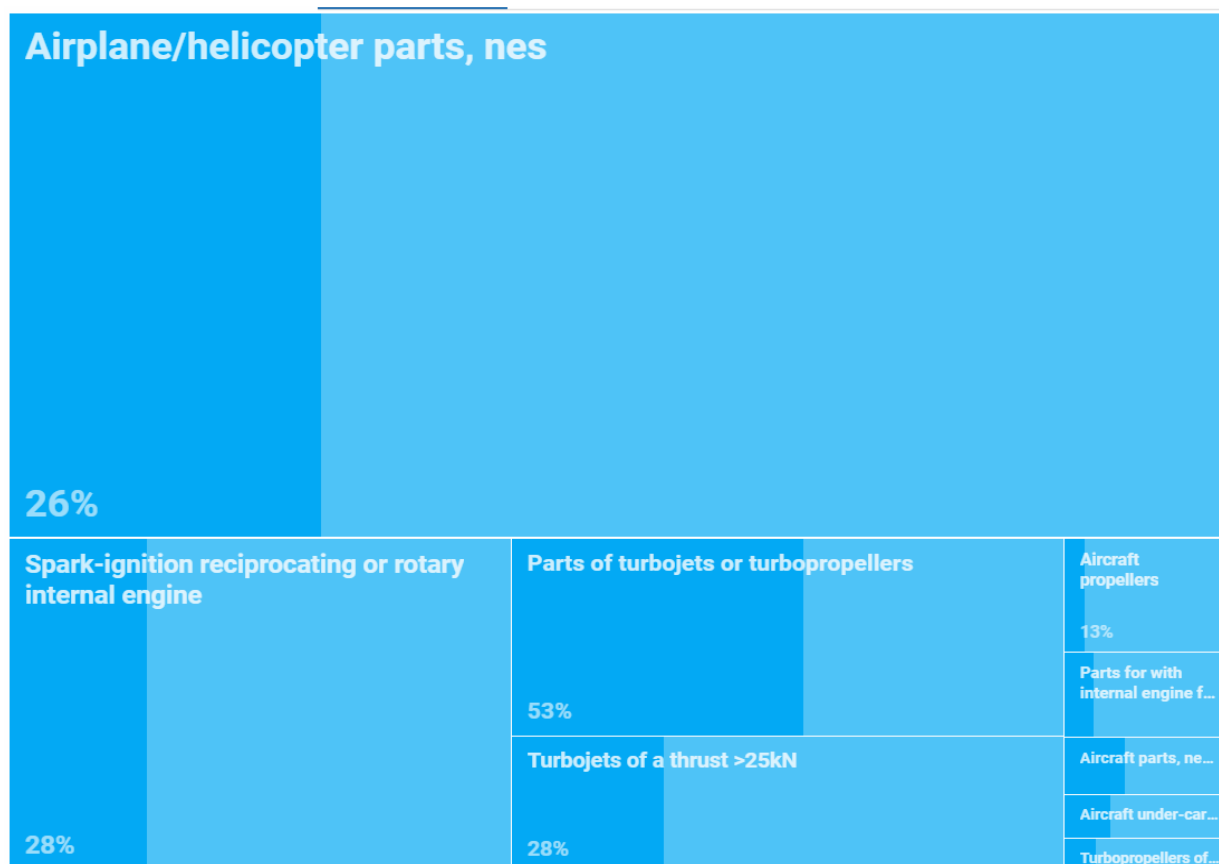
Gambar 1-8. Ilustrasi Nilai Tambah dan Devisa Keluar Industri Kedirgantaraan Indonesia [11]

Nilai tambah yang diciptakan oleh industri kedirgantaraan di dalam negeri ini biasanya langsung digunakan untuk pembelian produk dan jasa dirgantara asing atau dihitung sebagai devisa keluar sebesar Rp82,74 triliun yang digunakan untuk pembayaran sewa pesawat dan amortisasi, bahan bakar dan operasional pesawat, perawatan dan pembelian suku cadang. Hanya perbaikan infrastruktur penerbangan (bandar udara dan navigasi) yang kembali menjadi nilai tambah di dalam negeri. Kondisi di atas menunjukkan bahwa industri kedirgantaraan di Indonesia masih menghadapi

tantangan dari sisi kemandirian untuk memastikan penyediaan pesawat, bahan bakar dan operasional pesawat, perawatan dan pembelian suku cadang, yang menjadi bagian terbesar dari devisa keluar saat ini di industri kedirgantaraan, dapat dilokalisasi sehingga lebih banyak penciptaan nilai tambah industri kedirgantaraan yang dapat dihasilkan di dalam negeri.

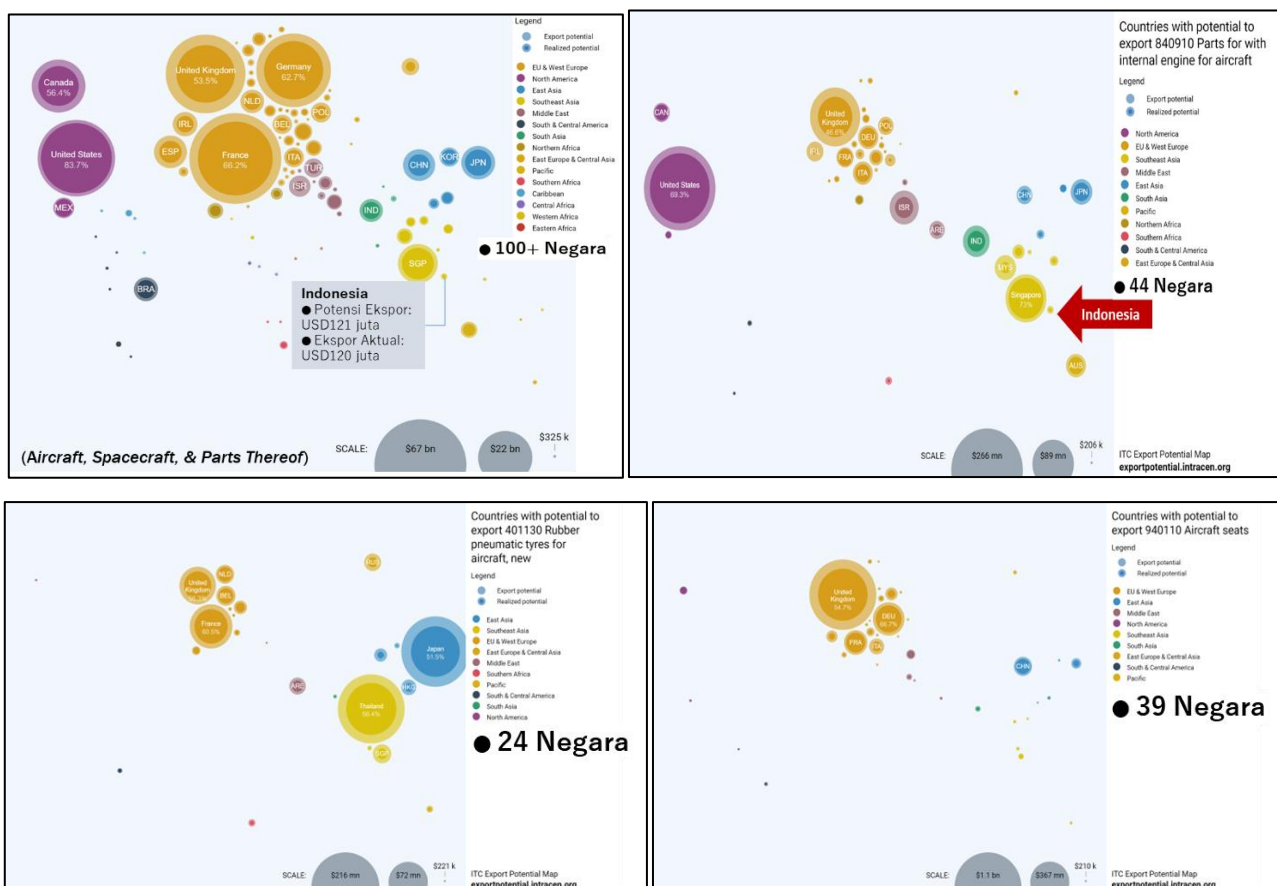
Pengembangan industri kedirgantaraan nasional ke depan juga diharapkan dapat mengampu jenis-jenis produk yang semakin berkembang dengan kompleksitas yang tinggi. Pada tahap ini, industri kedirgantaraan nasional perlu didukung perbaikan pada aspek kualifikasi proses, dan tentunya akan membutuhkan banyak talenta yang memiliki kompetensi tinggi.

Sumber nilai tambah lain yang dapat dioptimalkan oleh industri kedirgantaraan di Indonesia yaitu peningkatan *market share* produk industri kedirgantaraan di pasar global. Indonesia dapat meningkatkan kemampuan industri nasional untuk menghasilkan produk dengan kandungan teknologi tinggi, mengembangkan rantai pasok industri berbasis pengetahuan, nilai tambah, dan teknologi tinggi, serta memberikan nilai tambah dan daya saing tinggi di tingkat internasional. Namun, industri kedirgantaraan nasional masih memiliki tantangan utamanya penciptaan nilai (*value creation*) yang saat ini masih sangat rendah (1:6). Partisipasi industri kedirgantaraan nasional dalam rantai pasok (pasar ekspor) global masih terbatas, baik dari sisi produk kedirgantaraan dan komponen (Gambar 1-9 dan 1-10).



Gambar 1-9. Pangsa Pasar Ekspor Industri Kedirgantaraan Indonesia (2021) [12]

Peningkatan partisipasi industri kedirgantaraan nasional dalam rantai pasok global juga dapat memanfaatkan komitmen *Open Skies*, seperti Perjanjian *Open Skies* pada regional ASEAN sejak tahun 2015. Indonesia memiliki berbagai bandara *hub-and-spoke* untuk penerbangan domestik dan internasional, dan partisipasi dalam perjanjian *Open Skies* bisa dimanfaatkan untuk membangun kemitraan rantai pasok, serta sektor-sektor pendukungnya seperti perdagangan, pariwisata dan investasi. Namun posisi Indonesia bersaing dengan negara ASEAN lain sebagai negara hub penerbangan internasional. Potensi hub ini tidak hanya membawa penumpang transit sehingga meningkatkan aktivitas bandara, namun juga meningkatkan potensi industri MRO. Dalam meningkatkan komitmen *open skies* regional ASEAN, Indonesia perlu memastikan efisiensi *hub-and-spoke* dan meningkatkan daya saing maskapai nasional, sehingga dapat mempertahankan *competitive advantage* terhadap maskapai asing termasuk tarif dan rute nasional. Apabila Indonesia telah siap dalam menerapkan *Open Skies* regional ASEAN, Indonesia dapat menjajaki peluang *Open Skies* dengan mitra yang lebih luas, misalnya dengan negara berpendapatan tinggi lainnya di Uni Eropa, Amerika Serikat, Jepang, China, Rusia, India, Kanada, dan Australia, serta membangun kemitraan industri kedirgantaraan dalam kerangka perluasan kemitraan perdagangan, pariwisata dan investasi.



Gambar 1-10. Perbandingan Nilai Ekspor Industri Kedirgantaraan Indonesia Dibandingkan Negara Lain (2021) [13]

Industri kedirgantaraan nasional juga telah berkomitmen untuk menerapkan *green aviation* melalui pencapaian target *Sustainable Aviation Fuel* dari International Air Transport Association (IATA SAF). Target SAF/penggunaan bahan bakar yang dapat mengurangi emisi karbon yaitu hingga 80 persen pada tahun 2025 dan penggunaan SAF akan berkontribusi terhadap pengurangan emisi 64 persen industri penerbangan pada tahun 2050. Pada tahun 2021, Indonesia baru saja meluncurkan bioavtur/jetfuel J2.4 dan menargetkan peningkatan hingga 5 persen pada tahun 2025. Dibandingkan dengan target pengurangan emisi SAF, target Indonesia masih sangat jauh. Namun capaian ini perlu diapresiasi karena industri penerbangan nasional secara mandiri telah meningkatkan bauran energi dengan efisiensi jetfuel hanya berbeda 0,2 hingga 0,6 persen dari jetfuel konvensional. Ke depan, Indonesia masih memiliki peluang untuk berkontribusi lebih besar melalui perolehan dan pengolahan bahan baku kelapa sawit yang berkelanjutan untuk menghasilkan bioavtur. Indonesia juga dapat membangun kolaborasi pengembangan jetfuel dan meningkatkan komersialisasi jetfuel Indonesia di tingkat global.

### 1.3 Kerangka Regulasi dan Kebijakan Utama yang Mendukung Industri Kedirgantaraan

Pengembangan industri kedirgantaraan nasional memiliki beberapa landasan hukum dan kebijakan yang dapat digunakan sebagai rujukan untuk mengonsolidasikan ekosistem industri kedirgantaraan yang kuat.

#### 1. Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan [14]

UU No. 01/2009 mengamanatkan pemberdayaan industri dan pengembangan teknologi penerbangan meliputi industri: (i) rancang bangun, produksi, dan pemeliharaan pesawat udara; (ii) mesin, baling-baling, dan komponen pesawat udara; (iii) fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan; (iv) teknologi, informasi, dan navigasi penerbangan; (v) kebandarudaraan; serta (vi) fasilitas pendidikan dan pelatihan personel penerbangan.

Selain itu, terdapat amanat penguatan transportasi udara nasional dengan cara: (i) mengembangkan riset pemasaran dan rancang bangun yang laik jual; (ii) mengembangkan standarisasi dari komponen penerbangan dengan menggunakan sebanyak-banyaknya muatan lokal dan alih teknologi; (iii) mengembangkan industri bahan baku dan komponen; (iv) memberikan kemudahan fasilitas pembiayaan dan perpajakan; (v) memfasilitasi kerja sama dengan industri sejenis dan pasar pengguna di dalam dan luar negeri; serta (vi) menetapkan kawasan industri penerbangan terpadu.

#### 2. Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan [15]

Industri Pertahanan didefinisikan sebagai industri nasional yang terdiri atas BUMN dan badan usaha milik swasta, baik secara sendiri maupun berkelompok, menghasilkan alat peralatan pertahanan dan keamanan, jasa pemeliharaan untuk memenuhi kepentingan strategis di bidang pertahanan dan keamanan di wilayah NKRI. Beberapa pengaturan yang relevan untuk industri kedirgantaraan antara lain:

- a. Pembentukan Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP) untuk merumuskan perencanaan, menyelenggarakan dan mengevaluasi kebijakan mengenai pengembangan dan pemanfaatan Industri Pertahanan yang bersifat strategis.
- b. Pada Bab VI tentang Pengelolaan, Bagian Keenam tentang Perluasan Usaha dan Peningkatan Kapasitas Produksi: pemenuhan kebutuhan Alat Peralatan Pertahanan dan keamanan (Alpahankam) dilakukan melalui perluasan usaha dan peningkatan kapasitas produksi industri pertahanan. Pemerintah memberikan perlindungan dalam perluasan usaha dan peningkatan kapasitas produksi industri pertahanan. Pemerintah dapat memberikan insentif fiskal, termasuk pembebasan bea masuk dan pajak, jaminan, pendanaan, dan/atau pembiayaan industri pertahanan atas pertimbangan KKIP melalui konsultasi dengan kementerian/lembaga terkait.
- c. Bagian Ketujuh tentang Pengadaan, Pemeliharaan, dan Perbaikan Alpalhankam: pengguna wajib menggunakan, melakukan pemeliharaan, dan perbaikan alat peralatan pertahanan dan keamanan di dalam negeri. Penggunaan produk luar negeri dapat dilakukan dengan memenuhi persyaratan berikut: (i) Alpalhankam belum tau tidak bisa dibuat di dalam negeri; (ii) mengikutsertakan partisipasi Industri Pertahanan; (iii) kewajiban alih teknologi; (iv) jaminan tidak ada potensi embargo, kondisionalitas politik dan hambatan penggunaan Alpalhankam dalam upaya mempertahankan kedaulatan NKRI; (v) adanya imbal dagang, tingkat komponen dalam negeri (TKDN) dan/atau *offset* paling rendah 85 persen; (vi) TKDN dan/atau *offset* paling rendah 35 persen dengan peningkatan 10 persen setiap lima tahun.

### **3. Undang-Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan [16]**

UU No. 21/2013 mendefinisikan Penyelenggaraan Keantariksaan sebagai setiap kegiatan eksplorasi dan pemanfaatan Antariksa yang dilakukan, baik di dan dari bumi, Ruang Udara, maupun Antariksa. Dalam Bagian Kegiatan Keantariksaan, kegiatan yang dimaksud dijelaskan lebih lanjut untuk meliputi: (i) sains Antariksa, dengan kegiatan penelitian yang tidak terbatas pada: cuaca Antariksa, lingkungan Antariksa, dan astrofisika dengan menggunakan sarana satelit, stasiun Antariksa, dan fasilitas observasi di ruas bumi; (ii) penginderaan jauh meliputi: perolehan data, pengolahan data, penyimpanan dan distribusi data, serta pemanfaatan data dan diseminasi informasi; (iii) penguasaan teknologi Keantariksaan yang meliputi, tetapi tidak terbatas pada: penguasaan dan pengembangan teknologi Roket, penguasaan dan pengembangan teknologi satelit, penguasaan dan pengembangan teknologi aeronautika, dan penjalaran teknologi; (iv) peluncuran Wahana Antariksa; dan (v) kegiatan komersial Keantariksaan.

### **4. Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional (RIPIN) 2015 – 2035 [17]**

PP No. 14/2015 merupakan turunan dari Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2014 tentang Perindustrian. Melalui PP No. 14/2015, industri dirgantara didefinisikan sebagai sektor industri transportasi udara dengan industri prioritas: Pesawat Terbang Propeller, Komponen Pesawat, Serta Perawatan Pesawat.

Tabel 1-1. Rancangan Pengembangan Teknologi Industri Prioritas Alat Transportasi Udara (\*) [18]

Periode 2015 – 2019	Periode 2020 – 2024	Periode 2025 – 2035
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fasilitas penelitian dan pengembangan material maju (komposit, keramik, plastik, karet, dan propelan) dengan spesifikasi yang sesuai dengan industri alat transportasi</li> <li>▪ Material komposit keramik yang ringan dan kuat</li> <li>▪ Modernisasi mesin dan peralatan presisi pada industri kedirgantaraan, termasuk pengukuran presisi</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Pengendalian keselamatan pada alat transportasi.</li> <li>▪ <i>Drive/Fly-by-wire</i></li> <li>▪ Perancangan produk dan CAD/CAM.</li> <li>▪ Otomasi dan robotika pada proses produksi.</li> </ul>		
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ (*) Menambahkan fungsi pesawat propulsi untuk komersial, pengawasan, dan militer;</li> <li>▪ (*) Menambahkan produk UAV special purpose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Intelligent production.</i></li> <li>▪ (*) Menambahkan <i>rocket launcher</i> (satelit, peledak)</li> </ul>

Program pengembangan prioritas dalam RIPIN 2015-2035 antara lain: (i) penyusunan dan implementasi Peta Jalan Industri Kedirgantaraan; (ii) penguatan subsektor industri permesinan melalui revitalisasi mesin dan peralatan presisi; (iii) perumusan dan harmonisasi regulasi melalui koordinasi dan kerjasama dengan pemangku kepentingan terkait; (iv) penyusunan dan harmonisasi kebijakan untuk mendorong penggunaan produk dalam negeri yang berdaya saing tinggi; dan (v) peningkatan kemampuan SDM berkompetensi pada bidang rancang bangun, proses presisi, pengukuran presisi, serta mekatronika/robotika melalui pelatihan dan bimbingan teknis, termasuk teknologi Industri 4.0.

## 5. Peraturan Presiden Nomor 76 Tahun 2014 tentang Mekanisme Imbal Dagang [19]

Perpres No. 76/2014 mengamanatkan Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP) untuk melaksanakan pengadaan antara Pemerintah Indonesia dengan pemerintah negara asing, dengan pabrikan; dan/atau Industri Pertahanan dengan pabrikan. Pengadaan Alpalhankam dari luar negeri oleh Kementerian Pertahanan meliputi pembelian, perbaikan, dan/atau pemeliharaan. Dalam hal penggunaan skema imbang dagang, besaran kewajiban imbal dagang, kandungan lokal, dan/atau *offset* paling rendah 85 persen dari nilai kontrak. Komponen imbal dagang meliputi: barang dan/atau jasa Industri Pertahanan, barang industri manufaktur, dan/atau produk lainnya yang berdampak positif bagi perekonomian nasional. Adapun komponen *offset* meliputi: (i) perawatan dan pemeliharaan; (ii) *overhaul, refurbishment*, dan modifikasi; (iii) *retrofit dan upgrade*; produksi berdasarkan lisensi; (iv) saham patungan; (v) beli kembali; (vi) produksi bersama; (vii) subkontrak; (viii) pengembangan kompetensi pada penelitian dan pengembangan; (ix) pengembangan bersama; (x) alih teknologi; (xi) alih kompetensi melalui penelitian dan pendidikan; (xii) pengembangan pemasaran produk Industri Pertahanan; dan/atau (xiii) investasi untuk industri manufaktur.

## 6. Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan 2016 – 2040 [20]

Perpres No. 45/2017 merupakan turunan UU No. 21/2013 tentang Keantariksaan yang memuat visi misi, kebijakan, strategi, dan peta rencana strategis penyelenggaraan keantariksaan.

Tabel 1-2. Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan [20]

Periode 2016 – 2020	Periode 2021 – 2025	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Dihasilkannya <i>conceptual design</i>, desain rinci, dan pengadaan komponen N245.</li> <li>▪ Terlaksananya sertifikasi, Integrasi, dan Flight test N245</li> <li>▪ Terbangunnya konsorsium pengembangan pesawat terbang nasional.</li> <li>▪ Terlaksananya uji coba lapangan sistem <i>maritime surveillance based on UAV</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membangun pesawat penumpang kelas 70 -100 orang</li> <li>▪ Revitalisasi fasilitas uji terbang teknologi aeronautika nasional.</li> <li>▪ Membangun fasilitas baru penelitian dan pengembangan baru aeronautika sesuai dengan kebutuhan industri pesawat terbang kelas penumpang 70 orang.</li> <li>▪ Dihasilkannya sistem UAV kelas HALE dan <i>airborne remote sensing</i> yang operasional.</li> <li>▪ Dihasilkannya sistem pemantauan terintegrasi berbasis UAV secara nasional.</li> </ul>	
Periode 2026 – 2030	Periode 2031 – 2035	Periode 2036 – 2040
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membangun Fasilitas baru penelitian dan pengembangan aeronautika sesuai dengan kebutuhan industri pesawat terbang.</li> <li>▪ Membangun pesawat transport baru dan/atau UAV sesuai dengan kebutuhan dan teknologi maju.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membangun pesawat terbang nasional dengan jenis baru dan teknologi terbaru terkait isu <i>green technology</i> dan lingkungan hidup.</li> <li>▪ Melibatkan lembaga penelitian dan pengembangan serta perguruan tinggi dalam kegiatan industri pesawat terbang.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membangun pesawat terbang nasional jenis baru dan teknologi terbaru sesuai dengan kebutuhan nasional.</li> <li>▪ Melibatkan penelitian dan pengembangannya serta perguruan tinggi dengan teknologi terbaru dengan pesawat jenis terbaru.</li> </ul>

Lembaga pengampu penyelenggaraan keantariksaan yang diamanatkan Perpres No. 45/2017 adalah Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN), yang kemudian direvisi melalui Peraturan Presiden Nomor 33 Tahun 2021 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) yang menyatukan seluruh lembaga penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan ke dalam BRIN, termasuk LAPAN. Peleburan tersebut akan dilakukan secara bertahap, sehingga infrastruktur termasuk regulasi penyelenggaraan keantariksaan akan disesuaikan dengan organisasi BRIN.

## 7. Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Riset Nasional 2020-2024 [21]

Perpres No. 38/2018 menuangkan visi riset nasional 2017-2045 untuk menciptakan masyarakat Indonesia yang inovatif berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi; serta menciptakan keunggulan kompetitif bangsa secara global berbasis riset. Prioritas Riset Nasional difokuskan pada tujuh bidang yaitu: (i) ketahanan pangan; (ii) energi baru dan terbarukan; (iii) kesehatan dan obat; (iv) transportasi; (v) teknologi informasi dan komunikasi; (vi) teknologi pertahanan dan keamanan; dan (vii) material maju.

Pada bidang transportasi, prioritas riset antara lain: sistem transportasi multimoda untuk konektivitas nasional, sistem transportasi perkotaan, sistem transportasi untuk sistem logistik, teknologi keselamatan dan keamanan transportasi, klaster industri transportasi, dan riset pendukung transportasi. Topik riset yang terkait moda transportasi udara, dalam tema riset "Teknologi Pengaturan Industri Transportasi" memiliki target untuk menyelesaikan uji kelayakan terbang N219 atau tipe potensial lain yang layak industri, serta menghasilkan prototipe interior dan *avionics system* N245.

Dengan konsolidasi seluruh lembaga penelitian dan pengembangan ilmu pengetahuan ke dalam BRIN sesuai amanat Presiden Nomor 33 Tahun 2021 tentang Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), saat ini terdapat rencana untuk menata ulang kebijakan riset dan inovasi, termasuk prioritas riset dan inovasi. Penataan tersebut berkaitan dengan amanat Undang-undang Nomor 11 Tahun 2019 tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (Sisnas IPTEK). Dua amanat yang sedang ditindaklanjuti BRIN yaitu menyiapkan (i) Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Penyelenggaraan IPTEK, dan (ii) Rancangan Peraturan Pemerintah tentang Rencana Induk Pemajuan IPTEK. Kedua Rancangan Peraturan Pemerintah ini diharapkan dapat mencakup penyelenggaraan IPTEK serta prioritas pemajuan IPTEK yang mendukung penguatan industri kedirgantaraan nasional.

#### **8. Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun 2020 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional [22]**

Perpres No. 109/2020 merupakan perubahan ketiga dari Perpres No. 3/2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional (PSN). Cakupan dari PSN dalam perubahan ketiga yang terkait kedirgantaraan yaitu revitalisasi dan pembangunan bandara baru. Perubahan kedua dari Perpres No. 3/2016 yang ditetapkan melalui Perpres No. 58/2017 juga mencakup program industri pesawat yang terdiri dari program industri pesawat jarak menengah N245 dan program industri pesawat jarak menengah R80. Khusus untuk pesawat R80, pembiayaannya bersumber dari non anggaran pemerintah dan tanpa jaminan pemerintah. Program industri pesawat ini tidak dilanjutkan pada Perpres No. 109/2020, dan digantikan dengan program MALE/*Unmanned Combat Aerial Vehicle*. Namun pada September 2022, pembiayaan untuk pengembangan MALE dihentikan akibat desain (berdasarkan lisensi) yang gagal dikembangkan lebih lanjut, sehingga keterwakilan dari industri kedirgantaraan dalam PSN tidak berlanjut.

#### **9. Peraturan Presiden Nomor 74 Tahun 2022 tentang Kebijakan Industri Nasional (KIN) 2020-2024 [23]**

Perpres No. 74/2022 merupakan turunan dari UU No. 3/2014 tentang Perindustrian dan PP No. 14/2015 RIPI 2015-2035. Perpres No. 74/2022 mengamanatkan fokus pengembangan industri dirgantara pada periode 2020-2024 pada pesawat terbang propulsi, komponen, dan MRO.

Berdasarkan Sembilan regulasi di atas, Pemerintah telah menunjukkan keseriusan dalam mengembangkan industri kedirgantaraan. Industri kedirgantaraan termasuk dalam kategori industri alat transportasi maupun bagian dari industri pertahanan dan keamanan – yang

merupakan industri andalan. Industri kedirgantaraan yang dapat diandalkan dapat diartikan memiliki keunggulan kompetitif, mengutamakan Sumber Daya Manusia yang berpengetahuan dan terampil, serta mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi produk bernilai tambah tinggi, sehingga dapat menjadi industri yang berperan besar (*prime mover*) dalam perekonomian Indonesia.

Namun demikian, melihat tiga peraturan turunan terakhir terkait industri kedirgantaraan berikut: (1) Perpres No. 45/2017 secara detail menguraikan tahapan penelitian, pengembangan, dan komersialisasi produk dirgantara, (2) Perpres no. 38/2018 memberikan mandate riset untuk mendukung industri transportasi udara, dan (3) Perpres No. 109/2020 mengamankan produk pesawat terbang dan drone dalam Proyek Strategis Nasional – pembaruan regulasi industri kedirgantaraan melibatkan beragam tema pembangunan dan pemangku kepentingan. Untuk mencapai target pembangunan industri kedirgantaraan yang diamanatkan perlu upaya koordinasi, komitmen, dukungan anggaran yang kontinu. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu peta jalan serta badan koordinasi tingkat tinggi sehingga memastikan strategi dan rencana aksi pengembangan industri kedirgantaraan sehingga korodinasi setiap pemangku ekosistem industri kedirgantaraan dapat sinergi, dan implementasi target dapat tercapai di setiap periode.

#### 1.4 Tujuan dan Ruang Lingkup

Tujuan penyusunan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2022-2045 yaitu untuk menjadi panduan bagi pemangku kepentingan industri kedirgantaraan nasional dan mitra strategis dalam mengupayakan konsolidasi ekosistem yang bisa memungkinkan peningkatan kapasitas industri kedirgantaraan nasional pada aspek-aspek integrasi industri lokal, komersialisasi penelitian, desain dan pengembangan, pemenuhan standar kualitas, pertumbuhan pemain lokal baru dan industri pendukung, serta perluasan kapasitas berpartisipasi dalam rantai pasok global.

Ruang lingkup Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045 difokuskan untuk industri kedirgantaraan komersial, kecuali produk satelit dan produk antariksa lainnya yang hanya akan dicakup sebagai bagian dari strategi untuk mengembangkan riset dan inovasi kedirgantaraan di masa depan. Keterkaitan dengan Industri Pertahanan akan menjadi bagian dari ekosistem pemampu khususnya dalam rangka pemanfaatan offset Industri Pertahanan untuk dukungan bagi pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan komersial.

Secara umum, Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045 mencakup dua pilar besar yang membangun ekosistem industri kedirgantaraan yaitu

1. Produk kedirgantaraan yang dihasilkan oleh industri pesawat terbang dan industri komponen beserta rantai pasoknya. Produk pesawat terbang antara lain mencakup industri pesawat komersial regional untuk angkutan penumpang dan kargo, termasuk pesawat udara nirawak (PUNA/ drone); dan
2. Jasa kedirgantaraan dan ekosistem pendukung yang terdiri dari (i) penyedia jasa MRO, serta (ii) jasa penerbangan dan kebandarudaraan. Jasa penerbangan meliputi teknis dan operasional maskapai/angkutan udara untuk penumpang dan kargo, sedangkan jasa kebandarudaraan

meliputi sistem bandar udara, pengoperasian, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum, termasuk navigasi lalu lintas udara.

Bagian-bagian yang akan diuraikan selanjutnya dalam Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045 ini mencakup (i) pembelajaran dari beberapa negara yang telah mengembangkan industri kedirgantaraannya; (ii) tren teknologi yang dapat digunakan untuk memandu pengembangan industri kedirgantaraan nasional ke depan; (iii) visi dan misi pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan nasional; (iv) uraian terinci mengenai rencana pelaksanaan strategi pengembangan untuk industri pesawat terbang dan jasa kedirgantaraan dan ekosistem pendukung; serta (v) rencana penguatan faktor-faktor pemampu pengembangan industri kedirgantaraan yang terdiri dari infrastruktur dan pendanaan.

# 2

## PEMBELAJARAN PENGEMBANGAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN DI NEGARA NEGARA YANG SETARA (*PEER COUNTRIES*)



## 2.1 Studi Perbandingan (*Benchmarking Analysis*)

Pembelajaran dari negara-negara yang setara (*peer countries*) diharapkan dapat memberikan relevansi yang lebih dekat untuk penyusunan strategi pengembangan industri kedirgantaraan di Indonesia. Cakupan pembelajaran antara lain mencakup nilai ekonomi dan/atau nilai ekspor industri kedirgantaraan, visi, target, strategi, fokus pengembangan industri kedirgantaraan, termasuk strategi pembiayaan. Malaysia dan Singapura dipilih sebagai *peer countries* di Asia Tenggara yang memiliki ekosistem industri kedirgantaraan yang berkembang pesat sehingga mampu menggerakkan pertumbuhan ekonomi melalui sektor manufaktur. Filipina, Maroko, dan Meksiko merupakan tiga negara yang memiliki tingkat kemajuan industri dirgantara yang setingkat dengan Indonesia. Sementara India dan China dipilih sebagai dua dari pasar industri kedirgantaraan dunia yang tumbuh sangat cepat karena memiliki populasi terbesar di dunia.

## 2.2 Malaysia

### 2.2.1 Strategi Pengembangan Industri Kedirgantaraan

Malaysia menyadari pentingnya perkembangan industri *high-tech* negaranya di akhir tahun 1990an. Penyusunan Cetak Biru Industri Kedirgantaraan Malaysia (*blueprint*) diinisiasi pada tahun 1998, dimana kondisi industri dirgantara kala itu fokus untuk mendukung operasi *flag-carrier* mereka, Malaysian Airlines, serta untuk mendukung operasional angkatan udara negara, Royal Malaysian Airforce. Cetak Biru Industri Kedirgantaraan Malaysia tahun 1998 mengandung beberapa inisiatif penting untuk mentransformasi Malaysia menjadi negara dengan kapabilitas industri regional dan internasional pada tahun 2015.

Tabel 2-1. Perbandingan Kondisi Industri Kedirgantaraan Malaysia [24]

Kondisi Industri Kedirgantaraan Malaysia	1998	2014
Pendapatan (Miliar MYR)	0,9	11,8
Ekspor (Miliar MYR)	-	2.130
Investasi (Miliar MYR)	-	4,2
Jumlah Perusahaan	50	150
Jumlah Pekerja	6.800	19.500

Salah satunya keputusan strategis Malaysia adalah mendirikan Malaysian Aerospace Council (MAC) pada tahun 2001. MAC didirikan sebagai badan tinggi tingkat nasional yang diketuai langsung oleh Perdana Menteri Malaysia dan beranggotakan menteri terkait, kepala badan pemerintah yang relevan, serta pimpinan industri kedirgantaraan. MAC bertanggung jawab untuk mengidentifikasi klaster industri kedirgantaraan yang dinilai perlu untuk diberikan perhatian lebih. MAC memfokuskan perkembangan industri penerbangan kepada hanya 4 klaster penting, yaitu (i) *Aircraft Maintenance Organization/AMO* dan MRO; (ii) industri manufaktur komponen pesawat terbang; (iii) avionik dan sistem integrasi; serta (iv) *training* dan edukasi bidang penerbangan [24].

Strategi Malaysia dalam pengembangan industri kedirgantaraan membuahkan hasil pada tahun 2014. Pendapatan industri kedirgantaraan di Malaysia meningkat lebih dari 10 kali lipat dari hanya MYR0,9 miliar (1998) menjadi MYR11,8 miliar (2014) [24]. Kebijakan paket insentif yang diberlakukan sejak tahun 2010 menghasilkan investasi MYR4,2 miliar dalam periode lima tahun. Kebijakan pemerintah juga turut mengundang dan menginisiasi 100 perusahaan baru di sektor penerbangan dan membuka lebih dari 12 ribu pekerjaan baru di Malaysia. Hal ini secara signifikan mengubah ekosistem industri kedirgantaraan dari yang hanya berfokus ke pasar lokal pada tahun 1998 menjadi *business friendly, global minded*, dan berorientasi ekspor pada tahun 2014.

Dengan status industri dirgantara yang kini terbukti menarik untuk investor asing dan OEM Tier-1, Malaysia menargetkan untuk dapat menjadi *Aerospace Nation* terbesar di Asia Tenggara dan menjadi bagian penting pasar global serta untuk meningkatkan pendapatan industri kedirgantaraanya hingga 5x lipat (USD 13,2 miliar) pada tahun 2030. Tabel 2-2 menunjukkan target ekosistem industri kedirgantaraan Malaysia.

Tabel 2-2. Tujuan dan Target Ekosistem Industri Kedirgantaraan Malaysia [24]

	Tujuan Ekosistem Industri Dirgantara	Target			
		2015	2020	2025	2030
1	Pangsa pasar global MRO	3,00%	3,50%	4,00%	5,00%
2	Posisi nilai manufaktur di Asia Tenggara pemasok suku cadang dan komponen untuk OEM/ Tier 1 melalui <i>risk-sharing partnership</i>	No. 2	No. 2	No. 1	No. 1
3	Peningkatan TKDN untuk <i>Avionics</i> dan <i>System Integration</i>	10%	30%	50%	70%
4	Pangsa pasar global untuk <i>Engineering and Design Services</i>	0,03%	2%	3,00%	3,50%
5	Posisi Pendidikan dan Pelatihan dirgantara di Asia Tenggara sebagai pemasok tenaga kerja yang kompeten terbesar	-	No. 1	No. 1	No. 1

Untuk mencapai tujuan dan target tersebut, Malaysia mengadopsi beberapa strategi berikut:

1. Menyusun kebijakan pengadaan, program kolaborasi industri dan kebijakan zona industri sebagai dasar pengembangan industri di masa depan;
2. Meningkatkan efektivitas institusi dan lembaga yang berkaitan langsung dengan industri;
3. Program pengembangan prioritas melalui *outsourcing* pesawat, komponen MRO, *ground systems*, simulator, serta *ground support equipments*;
4. Harmonisasi regulasi untuk sektor sipil maupun militer dan optimasi program *offset*;

5. Meningkatkan investasi pada kegiatan berbasis riset dan teknologi untuk meningkatkan kompetensi dan membuka kemampuan baru;
6. Meningkatkan kapasitas SDM lokal; dan
7. Memberikan insentif investasi yang menarik, menyediakan kebijakan fiskal yang mendukung industri kedirgantaraan (pembebasan pajak impor komponen MRO) dan pembiayaan kepada badan usaha/proyek yang memiliki kepentingan strategis nasional, melakukan aktivitas manufaktur, proyek berbasis teknologi dan inovasi sehingga dapat memperluas bisnis yang ada, meraih pasar baru, dan meningkatkan kapasitas rantai pasok lokal.

## 2.2.2 Skema Investasi dan Pembiayaan

Pemerintah Malaysia menyediakan berbagai insentif untuk mendukung perkembangan industri kedirgantaraan, sebagai bagian dari upaya mendorong perkembangan industri dengan kandungan teknologi tinggi. Industri kedirgantaraan dapat memanfaatkan insentif sebagai berikut:

Tabel 2-3. Jenis Industri dan Kegiatan Beserta Kebijakan Insentif untuk Industri Kedirgantaraan di Malaysia

Jenis Industri/ Proyek/ Kegiatan R&D	Pioneer Status (PS)		Investment Tax Allowance (ITA)	
Proyek strategis dengan modal investasi tinggi, melibatkan teknologi tinggi ( <i>aerospace</i> )	100% SI	5+5 th	100% QCE	5 th
Badan usaha bidang teknologi tinggi, mengerjakan teknologi baru ( <i>aerospace</i> )	100% SI	5 th	60% QCE	5 th
Badan usaha manufaktur spesialisasi pemesinan dan peralatan ( <i>aerospace</i> )	100% SI	10 th	100% QCE	5 th
Badan usaha lokal dengan investasi untuk meningkatkan produksi, spesialisasi pemesinan dan peralatan (perhitungan insentif berdasarkan peningkatan dari penghasilan/modal)	70% SI	10 th	60% QCE	5 th
R&D: Pelaksanaan riset yang dilakukan sendiri ( <i>in-house</i> )	100% SI	1 th	50% QCE	5 th
R&D: Pelaksanaan riset dengan kontrak badan usaha R&D	100% SI	5 th	100% QCE	10 th
R&D: Insentif peningkatan investasi untuk kegiatan R&D eksisting	100% SI	5 th	60-100%	10 th
R&D: Komersialisasi dari kegiatan R&D publik	100% SI	10 th		
R&D: Jasa desain industri	70% SI	5 th		

Pada tahun 2021, Malaysia mencatat capaian investasi industri manufaktur yang tinggi, terutama untuk sektor kedirgantaraan serta kesehatan. Capaian tersebut antara lain 702 proyek investasi baru, dengan nilai investasi sebesar MYR195,3 miliar (92 persen investasi asing), dan membuka kesempatan lapangan pekerjaan sebanyak 74.575 orang. Malaysia juga mendukung investasi pada bidang bioekonomi, adopsi teknologi I4.0, program kolaborasi *triple helix*, serta pemagangan *manufactship* (*internship dan apprenticeship*) [25].

Sejak tahun 2004, Malaysia juga memprioritaskan agenda pengembangan kewirausahaan dengan membentuk kementerian khusus *National Entrepreneur and SME Development Council* (NESDC/ SME Corp) yang menawarkan pinjaman MYR50-500ribu untuk modal kerja dan peningkatan bisnis dengan bunga 2% per tahun dan tenor 36 bulan [26]. Selain tipe pembiayaan yang ditawarkan secara umum

adalah untuk Usaha Kecil dan Menengah seperti yang ditunjukkan pada **Error! Reference source not found.**

Tabel 2-4. Pembiayaan untuk UKM Manufaktur/Kedirgantaraan di Malaysia

Aspek	Bank Negara Malaysia <i>Special Fund</i> [27]	<i>Malaysian Technology Development Corporation (MTDC)</i> [28]	<i>Malaysian Industrial Development Finance Berhad (MIDF)</i> [29]
Penerima	UKM	UKM yang menerapkan teknologi baru	UKM sektor manufaktur
Tujuan pembiayaan	Meningkatkan kapasitas produksi dan modal kerja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TAF (Akuisisi teknologi asing)</li> <li>• CRDF (Komersialisasi R&amp;D lokal)</li> <li>• HTDF (Promosi teknologi Halal)</li> <li>• BSF (Pembiayaan start-up)</li> <li>• BGF (Mengembangkan usaha)</li> <li>• BEF (Memperluas usaha)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• SLSAM (Otomasi dan modernisasi)</li> <li>• SLSME (Jasa manufaktur)</li> <li>• SLBAE (Diversifikasi bisnis otomotif)</li> <li>• SLSCD (Meningkatkan kapasitas jasa dan efisiensi produksi)</li> <li>• Dana Komersialisasi Biotech</li> </ul>
Pinjaman	MYR5 juta (Rp17 miliar)	≤ MYR 15 juta (Rp 52 miliar)	≤ MYR 20 juta (Rp72 miliar)
Jangka waktu	5 tahun	Beragam-macam hingga 6 tahun	25 tahun (bangunan), 7 tahun (peralatan), 3 tahun (modal), 180 hari (kredit)
Instrumen	Pinjaman 4% -6% per tahun	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Convertible Promissory Note (CPN)</i></li> <li>- Pembiayaan modal melalui <i>Redeemable Convertible Preference Shares (RCPS)</i></li> </ul>	Pinjaman 4%-5% per tahun

## 2.3 Singapura

Berdasarkan data tahun 2018, Singapura merupakan negara dengan jumlah pendapatan sektor kedirgantaraan terbesar di ASEAN[14], yaitu sebesar USD 18 miliar, jauh diatas negara dengan pendapatan industri kedirgantaraan kedua terbesar di ASEAN yaitu Malaysia yang hanya berada di angka USD 2 miliar.

Pada tahun 2018, Singapura menginisiasi *Industry Transformation Map (ITM)*[15] untuk sektor kedirgantaraan yang menargetkan pendapatan USD 4 miliar tambahan di sektor manufaktur komponen pesawat terbang pada tahun 2020. Angka ini merupakan peningkatan 22 persen dari total pendapatan pada tahun 2018. Peningkatan ini akan turut menyumbang 1.000 lapangan kerja baru. Strategi yang dilakukan Singapura untuk mencapai target yang ambisius itu dibagi menjadi 4 elemen penting[15], yaitu:

1. Mengejar *operational excellence* dengan cara mengadopsi dan menerapkan otomasi serta konsep *Internet of Things (IoT)* guna meningkatkan efisiensi produksi, serta memperdalam dan memperluas kemampuan manufaktur;
2. Mendorong inovasi untuk teknologi baru dengan cara investasi secara berlanjut di infrastruktur research and development (R&D) publik, mengembangkan teknologi yang relevan untuk industri, serta menyiapkan kebijakan baru untuk segmen industri baru;
3. Mempersiapkan warga Singapura dengan kemampuan yang relevan dengan cara *upskilling/reskilling* tenaga kerja, memberikan pelatihan kepada pekerja sesuai dengan permintaan industri penerbangan, dan mempersiapkan tenaga kerja untuk masa depan; dan

4. Mempererat kerja sama dengan asosiasi industri sebagai mitra utama dengan cara meningkatkan engagement serta kolaborasi dengan asosiasi lokal seperti Association of Aerospace Industries Singapore (AAIS) dan Singapore Institute of Aerospace Engineers (SIAE).

Ekosistem di Singapura yang sarat dengan aktivitas *research, design and development* (RD&D) menjadi daya tarik utama bagi investor. Namun dengan kemajuan industri dirgantara negara-negara sekitarnya yang menawarkan *labor cost* lebih rendah, Singapura memberlakukan berbagai strategi untuk menarik berbagai investor asing untuk memperkuat ekosistem dirgantaranya. Strategi tersebut didukung beberapa skema insentif, antara lain:

5. Skema *leasing* pesawat terbang yang menawarkan tarif pajak konsesi 8 persen atas pendapatan *leasing* pesawat/mesin/aktivitas lain sesuai ketentuan. Selain itu, perusahaan berhak atas pemotongan pajak atas bunga dan pembayaran dan pinjaman untuk pembelian pesawat/mesin. Skema insentif ini berlangsung hingga lima tahun, dengan kemungkinan perpanjangan.
6. Skema insentif untuk badan usaha yang melakukan pengembangan/perluasan usaha. Skema ini menawarkan pembebasan pajak usaha dan tarif pajak konsesi antara 5-10 persen atas penghasilan aktivitas bisnis selama lima tahun, dengan kemungkinan perpanjangan.
7. Pembangunan Kawasan khusus seperti Changi East Industrial Zone, Seletar Aerospace Park, dan Officer Space Tech Industry – dimana skema insentif didiskusikan sesuai dengan kesepakatan dengan pihak asing penyewa lahan.

Selain itu, Singapura juga menyediakan fasilitas-fasilitas menarik sehingga investor siap membangun kerja sama di ekosistem industri kedirgantaraan di Singapura, dengan contoh antara lain:

1. Singapura menjadi tuan rumah untuk kerja sama manufaktur komponen yang dilakukan dengan Collins Aerospace, Rolls Royce, Pratt & Whitney, dan Thales. Pusat inovasi Collins merupakan fasilitas manufaktur aditif pertama dengan kemampuan pengolahan titanium. Rolls Royce juga memproduksi *titanium wide – chord fan blade* sedangkan Pratt & Whitney memproduksi *geared turbo fan hybrid fan blade and turbine disk* dengan memanfaatkan riset mengenai komponen dan manufaktur seperti Polymer Matrix Composite Program (PMCP) dan National Additive Manufacturing Innovation Cluster (NAMIC) [16]. Pabrik Digital Thales juga menawarkan solusi digital bekerja sama dengan pelanggan di Asia Pasifik, memanfaatkan data besar, kecerdasan buatan, dan komputasi awan.
2. Kerja sama MRO dilakukan dengan SIA Engineering Company (SIAEC), ST Engineering, SATAIR, Airbus ‘*Hangar of the Future*’, Collins Aerospace, dan Rolls Royce Boeing Asia Pacific Aviation Services. Peningkatan kapasitas MRO memanfaatkan teknologi Smart MRO (digitalisasi, robotika, manufaktur aditif, data analitis) sehingga meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas tenaga kerja, dan nilai tambah bagi pelanggan. Rolls Royce bekerja sama dengan Smart Manufacturing Joint Lab untuk peningkatan kemampuan MRO Engine. SATAIR Airbus Singapore Center menyediakan pasokan desain dan produksi komponen MRO sehingga menjadi *hub* suku cadang utama pesawat Airbus untuk operator di Asia Pasifik.
3. Singapur juga menjadi tuan rumah untuk kerja sama RD&D dan inovasi mengenai lalu lintas sistem komunikasi udara dilakukan dengan Airbus dan Thales. Airbus proyek Skyways mengembangkan sistem udara nirawak (UAS) yang akan diuji-coba untuk drone perkotaan dan

kelautan, sedangkan Thales bekerja sama melalui *joint laboratory* Aviation Innovation Research (AIR) dengan CAAS untuk mendorong inovasi dalam teknologi manajemen lalu lintas.

4. Kerja sama *joint venture* Airbus Asia Training Center dengan SIA Singapore yang menyediakan pelatihan awak pesawat terbesar Airbus bagi 10.000 peserta pelatihan per tahun.

Pemerintah Singapura bekerja sama dengan keuangan juga menyediakan berbagai skema pembiayaan yang dapat dimanfaatkan oleh industri kedirgantaraan, di antaranya:

Tabel 2-5. Skema Pembiayaan untuk Industri Kedirgantaraan di Singapura

Program	Tipe Pembiayaan	Pinjaman	Tenor
Inisiatif proyek berkelanjutan	Pinjaman Modal Pembangunan: terkait inisiatif baru, pengembangan produk baru, pengembangan teknologi, biaya konsultasi & sertifikasi	SGD3 juta	5 tahun
	Pinjaman Aktiva Tetap: Pembelian peralatan & mesin, pembangunan pabrik, pembelian lahan	SGD30 juta	10 tahun
	Pinjaman Perdagangan: Produk, inventaris, dan bahan baku berkelanjutan	SGD10 juta	1 tahun
	Pinjaman Proyek: Pemenuhan proyek berkelanjutan di luar/dalam negeri	SGD50 juta	20 tahun
	Pinjaman Hutang Usaha: Pembiayaan pertumbuhan perusahaan inovatif dengan inisiatif berkelanjutan menggunakan Utang & Waran Ventura	SGD8 juta	5 tahun
	Pinjaman M&A: merger dan akuisisi perusahaan target terkait inisiatif berkelanjutan	SGD50 juta	5 tahun
Kredit Modal Kerja	Pembiayaan operasional harian UKM dengan pendapatan $\leq$ SGD100/200 karyawan.	SGD 300-500 ribu	5 tahun
Pinjaman Aktiva Tetap	Pembiayaan investasi UKM dengan pendapatan $\leq$ SGD100: peralatan dan mesin untuk otomatisasi, peningkatan usaha, pembangunan/ pembelian pabrik dan tempat usaha	SGD30 juta	15 tahun
Pinjaman Utang Usaha	Pembiayaan pertumbuhan perusahaan inovatif dengan pertumbuhan tinggi dan aset rendah melalui Hutang dan Waran Ventura untuk keperluan peningkatan kapasitas, M&A, diversifikasi produk, menambah modal kerja, memulai proyek baru,	SGD5-8 juta	5 tahun
Pinjaman Perdagangan	Pembiayaan kebutuhan perdagangan untuk transaksi domestik dan luar negeri, termasuk: pembiayaan persediaan, modal kerja bergulir, Perpindahan piutang, tagihan (dengan jaminan), pinjaman modal kerja di luar negeri, garansi bank	SGD10 juta	1-2 tahun
Pinjaman Proyek	Pembiayaan proyek dengan adanya jaminan aset tetap/ kontrak penjualan/ kontrak proyek, meliputi pinjaman modal kerja, pembelian/ renovasi/ konstruksi pabrik/ bangunan/ tanah, pembelian/ sewa peralatan/ mesin/ aktiva tetap lainnya	SGD30-50 juta	15 tahun
Pinjaman Merger dan Akuisisi	Pembiayaan akuisisi perusahaan dengan tujuan internasionalisasi, memperluas bisnis pelengkap/ sektor berkembang di dalam/ luar negeri	SGD50 juta	5 tahun

Beberapa Lembaga pembiayaan publik di Singapura juga menyediakan pembiayaan yang dapat diakses pelaku usaha di industri kedirgantaraan, termasuk UKM, antara lain:

1. *Enterprise Development Grant* (EDG): bantuan langsung Pemerintah yang bertujuan menyediakan pembiayaan untuk peningkatan bisnis, inovasi, dan internasionalisasi dengan menanggung 70 persen biaya bisnis sektor pesawat dan transportasi udara; dan
2. Skema Pembiayaan UKM/*Enterprise Financing Scheme for SME* (EFS) oleh Enterprise Singapore (ESG) yang berfokus pada pembagian risiko gagal bayar jika *default*. Definisi UKM yang dapat mengakses skema ini yaitu yang memiliki 30 persen ekuitas lokal dan omset penjualan tahunan kelompok usaha  $\leq$  SGD500 juta. Bunga pinjaman ditentukan bank, sedangkan penjaminan diberikan oleh pemerintah hingga 50-70 persen.

## 2.4 Filipina

Seperti Indonesia, Filipina sebagai negara yang terdiri dari gugusan kepulauan memiliki target untuk dapat menjadi *major hub* untuk produksi komponen OEM dan *services* untuk industri pesawat komersial global pada tahun 2022. Pada tahun 2013, Filipina termasuk negara yang memiliki nilai pendapatan industri kedirgantaraan yang setingkat dengan Indonesia, dengan pendapatan komponen manufaktur pesawat terbang sebesar USD 0,38 miliar (Indonesia USD 0,36 miliar) dan pendapatan AMO/MRO sebesar USD 0,5 miliar (Indonesia USD 1 miliar).

Tabel 2-6: Pendapatan sektor MRO & Aero-Manufacturing untuk beberapa negara ASEAN [13]

Negara	MRO (USD Miliar)	Aero Manufacturing (USD Miliar)
Singapura	3,5	1
Malaysia	1,5	0,82
Thailand	1	0,8
Indonesia	1	0,36
Filipina	0,5	0,38

Target yang ditentukan Filipina hingga tahun 2022 cukup optimis, dengan harapan pendapatan total industri kedirgantaraan sebesar USD 2,5 miliar [17]. Dengan kata lain, dalam kurang dari 10 tahun, Filipina berambisi untuk meningkatkan *revenue* mereka hingga 4 kali lipat. Untuk itu, Filipina mengadopsi prinsip 4C, yaitu *Capability Building* atau peningkatan kemampuan industri lokal dan pendukungnya, *Collaborate* atau kerja sama, *Challenge* atau peningkatan tingkat kompetitif industri dan *Cultivate* atau menyokong serta memajukan praktik-praktik yang berdampak positif untuk kemajuan industri.

Filipina menyadari bahwa pada tahun 2015 masih banyak *gap* pada industri dirgantara lokalnya, yang meliputi bidang infrastruktur, kesiapan teknologi untuk menyerap *market* baru, serta sistem pendidikan dan pelatihan yang kurang kompeten untuk meningkatkan teknologi & kemampuan industri lokal guna mendukung industri manufaktur komponen pesawat terbang, AMO/MRO dan pengujian serta kualifikasi untuk industri penerbangan. Filipina kemudian menerapkan program peningkatan kemampuan industri lokal dan pendukungnya berdasarkan peta okupansi sebagai berikut:

**Pelatihan/ Pendidikan**

- *Advanced CNC Machining*
- Metrologi
- *Surface Treatment*
- *Heat Treatment*
- Sistem Manajemen Kualitas AS9100C
- NADCAP
- Sekolah Aviasi
- Mekanik Aviasi
- Insinyur Kedirgantaraan

**Kemampuan Proses Produksi Bersertifikasi**

- *Aerospace Vacuum Heat Treatment* untuk baja dan *Aluminum Soldering*
- *Vacuum Brazing*
- *Vacuum Laser E Beam Welding*
- Manufaktur roda gigi
- Pengukuran presisi
- *Advanced Metrology*
- Laboratorium kimia
- *Non Destructive Testing*

Peningkatan kerja sama dan kolaborasi secara lokal dilakukan dengan cara menarik dan mengajak pelaku industri-industri lain di Filipina yang sudah memiliki kompetensi yang dibutuhkan untuk turut serta mendukung pertumbuhan industri kedirgantaraannya. Industri lokal seperti industri material, kimia, dan perkakas yang memiliki produk yang digunakan di industri penerbangan juga diajak untuk berkembang untuk memiliki standar yang dibutuhkan. Selain itu, dua hal diatas juga secara paralel juga dilakukan dengan meningkatkan kolaborasi dengan negara-negara ASEAN dalam peningkatan kluster kedirgantaraan secara regional.

Filipina juga memberikan insentif untuk *high capital investment* yang bertujuan untuk meningkatkan daya saing industri kedirgantarannya. Format yang diberikan antara lain *long term lease*, subsidi penyewaan, *tax holiday*, *zero interest*, serta *loan guarantee*. Pemerintah juga mendukung akreditasi industri di bidang penerbangan seperti AS9100, NADCAP, dll. Selain itu pemerintah juga aktif ikut serta dalam ekshibisi/konferensi internasional untuk mempromosikan kemampuan dan potensi industri penerbangannya kepada OEM global di kancah internasional.

Strategi Filipina dalam mengatasi perkembangan industri dirgantara – terutama MRO – antara lain:

1. Membuka keanggotaan asosiasi/ AIAP dengan partisipasi dari semua Tier 1-3 industri dirgantara di Filipina, sehingga dapat *mix-match* kemampuan dan berbagi informasi proses produksi dan integrasi rantai pasok dan logistik;
2. Peningkatan kapasitas bandara Ninoy Aquino International Airport (NAIA) di Manila;
3. Misi investasi / promosi untuk mendatangkan OEM dan investasi dirgantara lainnya yang disusun berdasarkan sektor industri dirgantara (BOI/Board of Investment) dan lokasi (PEZA/Phillipine Economic Zone Authority, CEZA/ Cagayan Economic Zone Authority, ZCEZA/ Zamboanga City Special Economic Zone Authority, APECO/ Aurora Pacific Economic and Freeport Zone Authority, AFAB/ Authority of Freeport Area of Bataan).
4. Perpanjangan insentif pemerintah untuk investasi modal tinggi yang ditujukan untuk manufaktur kedirgantaraan, seperti pembebasan pajak penghasilan (*tax holiday*), sewa jangka panjang, subsidi sewa, pembebasan pajak, tanpa bunga, pemberian fasilitas kredit, dan jaminan pinjaman.

Tabel 2-7 Jenis Insentif untuk Manufaktur/Kedirgantaraan di Filipina [30]

Jenis Insentif	Badan Investasi (BOI) Executive Order no. 226, amandemen	Otoritas Zona Ekonomi (PEZA) Republic Act no. 7916, amandemen
Pembebasan pajak penghasilan ( <i>Income Tax Holiday</i> )	4-6 tahun (maksimum 8 tahun)	
Bonus pembebasan pajak penghasilan	3 tahun dengan persyaratan	

Jenis Insentif	Badan Investasi (BOI) Executive Order no. 226, amandemen	Otoritas Zona Ekonomi (PEZA) Republic Act no. 7916, amandemen
Tarif pajak khusus	Tidak ada	5% atas pendapatan kotor, setelah periode pembebasan pajak penghasilan (ITH)
Impor barang modal, suku cadang, perlengkapan	0% sektor dirgantara	Bebas pajak dan bea impor
Impor untuk keperluan ekspor	Kredit pajak	Bebas pajak dan bea impor
Pajak Penambahan Nilai	0%	0%
Status pekerja Warga Negara Asing	<ul style="list-style-type: none"> <li>WNA mendapatkan Visa Kerja Non-Imigran Khusus. WNA yang dipekerjakan untuk posisi supervisi, teknis, atau penasihat dalam jangka waktu 5 tahun sejak pendaftaran proyek dapat diperpanjang untuk periode terbatas. WNA yang dipekerjakan untuk posisi manajer umum atau setara, berasal dari perusahaan terdaftar milik asing dapat dipertahankan lebih lama</li> <li>Karyawan WNA dapat membawa pasangan dan anak-anak di bawah 21 yang belum menikah</li> </ul>	

## 2.5 Maroko

Maroko tercatat sebagai negara dengan tingkat ketertarikan investor terbesar di benua Afrika. Letaknya yang tepat di depan gerbang benua Eropa serta *labor cost* yang relatif rendah menjadikan Maroko negara yang sangat strategis bagi pemain besar industri kedirgantaraan di Eropa untuk membangun *manufacturing center* mereka. Industri penerbangan Maroko berawal pada tahun 1960, dimana industri kedirgantaraan diperlukan untuk operasi dan *maintenance flag carrier* mereka. Pada tahun 90an, EADS (sekarang Airbus Group) dan Boeing & Safran melihat Maroko sebagai lokasi potensial untuk industri aeronautika mereka, dan sejak tahun 2002, pemain-pemain lain juga tertarik hingga akhirnya Maroko membuat klaster aeronautika untuk mengatur dan menyokong kemajuan industri kedirgantaraan yang dinilai dapat berkembang pesat. Capaian ini merupakan hasil dari promosi yang agresif sebagai pusat industri penerbangan pada tahun 2002 [19].

Pada tahun 2012, pendapatan sektor kedirgantaraan di Maroko sudah mencapai angka USD 1 miliar, dengan 105 perusahaan asing yang berkantor di klaster aeronautika Maroko dan menyerap 10.000 tenaga kerja [19]. Maroko kini memiliki ambisi besar untuk mengembangkan industri kedirgantaraan pada sektor MRO, perakitan (*assembly*), *Electrical Wire Interconnected System* (EWIS) dan *engineering*. Maroko juga menargetkan untuk menggandakan jumlah perusahaan dan lapangan kerja serta menjadi negara paling menarik untuk bekerja sama dengan OEM/ Tier 1 di Eropa (Perancis) pada tahun 2025. Untuk mewujudkan target tersebut, Maroko memiliki beberapa strategi berikut:

1. Pengembangan zona industri khusus (*integrated aerocity*) untuk mendukung perusahaan dalam pertumbuhan internasional dengan biaya, daya saing, kualitas dan efisiensi terbaik. Salah satu contoh adalah Midparc Aerocity (September 2013) yang menjadi tempat bagi Bombardier Aerospace, Eaton, Aerolia Airbus, Alcoa Fastening System, bersama dengan industri kecil dan menengah (IKM) kedirgantaraan lokal lainnya. Aeropole ONDA merupakan zona industri yang dibangun di sekitar Bandara Mohamed V untuk menampung perusahaan MRO dan industri terkait lainnya. Selain pemberian lahan, ruang kantor dan area pabrik di lokasi strategis, zona industri khusus juga memberikan kemudahan administrasi untuk ekspor, pembebasan biaya ekspor, serta dukungan pembiayaan untuk gedung dan peralatan.
2. Penyediaan subsidi dan insentif untuk investasi yang besarnya disesuaikan dengan kebutuhan proyek dan *offset*.

3. Pendirian IMA *Aerospace Engineering School* yang merupakan pusat pendidikan-pelatihan untuk mempersiapkan tenaga kerja industri kedirgantaraan melalui pelatihan dasar, *dual vocation training*, serta sistem pelatihan fleksibel (6-9 bulan) melalui pendampingan hingga seleksi final. Pelatihan dasar IMA meliputi operator untuk mesin CNC, lembar logam, *airframe fitting & assembly*, komposit dan *harness wiring*. Selain operator, IMA mengembangkan kemampuan teknisi hingga manajer yang siap bekerja.

Kerja sama dengan OEM dalam mendirikan fasilitas- fasilitas kedirgantaraan, diantaranya [19]:

1. *Joint venture* Morocco Aero-Technical Interconnect Systems (MATIS Aerospace) dengan Boeing, Safran Electrical & Power dan Royal Air Morocco. MATIS berlokasi di Nouasseur Technopole di Casablanca dan menyerap hampir 850 tenaga kerja untuk memproduksi kabel listrik untuk digunakan pada mesin dan sistem pesawat lainnya;
2. Boeing Sourcing Ecosystem merupakan proyek kerja sama dengan pemerintah Maroko yang bertujuan untuk menciptakan ekosistem pemasok kedirgantaraan di Maroko, termasuk mengoordinasikan pemasok Maroko melalui asosiasi (120 pemasok, dan 8.700 pekerjaan spesialis), serta menyediakan pelatihan khusus yang dirancang dan disertifikasi oleh Boeing.
3. Bombardier Aerospace mendirikan pabrik Airframe di Nouaceur. Pendirian fasilitas ini merupakan komitmen jangka panjang Bombardier untuk mengembangkan industri kedirgantaraan kelas dunia di Maroko. Selain pabrik, pengembangan SDM dilakukan melalui *Training for Trainer* kepada guru di lembaga pendidikan tinggi di Casablanca untuk melatih pekerja lokal agar terampil dalam teknik manufaktur dan perakitan pesawat.

Untuk mengakomodasi kerja sama dan implementasi strategi dirgantara di tingkat global, Maroko memberikan berbagai insentif investasi sebagai berikut [20] [21]:

1. Subsidi keuangan sebesar 15 persen dari total investasi (dengan ketentuan jumlah karyawan dan ukuran investasi), da dapat mencapai hingga 30 persen dalam kondisi tertentu,
2. Kontribusi keuangan untuk biaya pelatihan: EUR6.000 per insinyur dan EUR2.000 per teknisi;
3. Pembebasan pajak perusahaan selama 5 tahun dan dengan tarif 17,5 persen sesudahnya;
4. Untuk *free zone* diberlakukan insentif bebas bea masuk, serta bebas pajak penghasilan selama 5 tahun dan kemudian dengan tarif sebesar 8,75 persen selama 20 tahun;
5. Tarif tetap 20 persen untuk pajak individu karyawan;
6. Pembebasan dari PPN untuk impor peralatan baru selama dua tahun pertama; dan
7. Pembiayaan dan dukungan kebijakan khusus untuk mendukung IKM dalam investasi teknologi dan pengembangan usaha.

## 2.6 China

China memajukan industri kedirgantaraannya dengan meningkatkan kemampuan produksi pesawat terbang lokal. Pada awalnya, seluruh industri pesawat terbang China berada di bawah satu badan, yaitu Aviation Industry Corporation of China (AVIC), yang bertanggung jawab untuk mengatur berbagai kebutuhan industri kedirgantaraan dalam sebuah ekosistem yang mencakup produksi pesawat serta komponen seperti *engine*, *avionics*, dll. baik yang termasuk ke sektor pesawat komersial, maupun sektor militer. Namun pada tahun 90an, Pemerintah China merombak ekosistem

kedirgantaraan dengan memisah AVIC menjadi AVIC I dan AVIC II dengan intensi untuk meningkatkan kompetisi antara keduanya. Strategi ini tidak berhasil meningkatkan kontribusi China dalam pasar internasional

Pada tahun 2012 Pemerintah China kembali melebur kedua badan tersebut menjadi AVIC dan pada saat yang sama membentuk COMAC[22] yang disertai dengan peta jalan industri untuk pembuatan pesawat terbang nasional. Program pesawat terbang COMAC C919 dikembangkan menjadi tonggak utama industri kedirgantaraan di China. COMAC membawahi hampir semua bagian dari industri kedirgantaraan di China, mulai dari pusat riset, industri komponen, maskapai penerbangan bahkan majalah penerbangan di China. Pada tahun 2012, AVIC memiliki 400.000 pekerja sementara COMAC hanya memiliki 6.000 pekerja yang banyak diantaranya tidak bekerja di sektor penerbangan secara langsung. Proyek utama COMAC adalah ARJ-21 dan C919 yang mampu meningkatkan nilai penjualan total dari industri penerbangannya sebesar USD 6,8 miliar hanya dalam 5 tahun, dengan rata-rata peningkatan 18,6 persen per tahun [23]. Namun, hingga tahun 2010, nilai industri penerbangan China masih didominasi pasar lokal, seperti yang ditunjukkan di Tabel 2-8.

Tabel 2-8: Penjualan dan Nilai Ekspor Industri Penerbangan China 2005-2010 [31]

Nilai Pendapatan	2005	2006	2007	2008	2009	2010
	USD Juta (Nilai konstan USD-2005)					
Output	6,847	7,475	11,482	13,377	12,728	16,043
--- % Peningkatan		9.2%	53.6%	16.5%	-4.9%	26%
Ekspor	995	1,262	2,003	2,775	1,779	2,107
--- % Peningkatan		26.8%	58.7%	38.5%	-35.9%	18%
Ekspor (% Penjualan)	14.5%	16.9%	17.4%	20.7%	14%	13.1%

Kebijakan yang diambil pemerintah China untuk menyokong pertumbuhan industri besar ini juga sangat spesifik. Tak seperti negara-negara lain yang memusatkan kebijakannya untuk mencoba untuk bekerja sama dengan OEM/Tier-1 untuk membangun industri lokalnya, China justru memusatkan kebijakannya untuk kemajuan industri lokal dan penjualan pesawat terbang lokal ke pembeli asing. Fokus kebijakan pemerintah China untuk industri penerbangannya antara lain [22]:

1. Memilih industri unggulan nasional untuk memacu kompetisi lokal guna meningkatkan kualitas produksi;
2. Memberikan dana bantuan untuk inisiasi industri;
3. Mengajukan maskapai dalam negeri untuk membeli produk pesawat buatan China;
4. Mengajak produsen asing untuk membangun pabrik di China;
5. Mengajak pemasok asing untuk bekerja sama dengan partner di China; dan
6. Mengajak negara lain untuk membeli pesawat terbang buatan China dengan persuasi diplomatik dan pinjaman.

China juga sudah memulai program eksplorasi antariksa mulai tahun 2016 dengan dukungan riset dan inovasi dengan kemajuan yang sangat pesat. Target yang ditetapkan sampai tahun 2021 adalah

mengintegrasikan ilmu antariksa, teknologi, dan penerapannya sambil membangun model pembangunan baru yang bisa mendukung inisiasi perjalanan ke luar angkasa. Beberapa proyek yang disiapkan antara lain peluncuran sistem transportasi antariksa (*Long March carrier rockets*), penyiapan infrastruktur antariksa (*satellite remote-sensing system, satellite communications and broadcasting system, satellite navigation system*), pengiriman misi berpenumpang ke luar angkasa, dan pengembangan lokasi peluncuran. China dan India merupakan pelopor misi eksplorasi luar angkasa di antara negara-negara berkembang yang memiliki industri kedirgantaraan.

## 2.7 India

Dengan jumlah populasi terbesar kedua di dunia, India merupakan pasar aviasi terbesar ke-9 di dunia pada tahun 2017. Pertumbuhan industri kedirgantaraan India yang berada di angka 20 persen per tahun akan menjadikan India sebagai pasar aviasi terbesar ke-3 di dunia pada tahun 2020 dan yang terbesar pada tahun 2030 [24]. India memusatkan upaya pembangunan industri kedirgantaraan pada lima bagian, yaitu:

### 1. Kebijakan dan Insentif

Untuk menarik investor asing, India menerapkan beberapa kebijakan di beberapa subsektor sebagai berikut. Investor asing diperbolehkan berinvestasi 100 persen untuk pengembangan bandara, pembuatan rute tak berjadwal, AMO/MRO, institusi pelatihan teknis penerbangan serta *ground handling services*. Untuk pembuatan rute berjadwal regional dan lokal, berlaku kebijakan investasi asing hingga 49 persen. Guna meningkatkan konektivitas regional serta mendorong penduduknya untuk bepergian menggunakan pesawat terbang, India memberlakukan pembatasan harga tiket maksimal untuk rute-rute yang masuk ke dalam skema konektivitas regional negaranya. Tarif untuk operasional bandara juga dikurangi. Sektor AMO/MRO juga diberi kemudahan untuk bandara dengan potensi AMO/MRO, dan *tax exemptions* untuk *tools & tool kits* yang menyokong digunakan untuk operasional AMO/MRO.

### 2. Pengembangan Infrastruktur

Pembangunan dan revitalisasi bandara di India (160 bandara pada tahun 2017) dilaksanakan dengan dukungan skema pendanaan gabungan dari swasta dan pemerintah. Selain itu pengembangan *Cargo Hubs* juga dilakukan untuk memusatkan segala bentuk perpindahan barang di satu daerah (dekat airport), dengan *pilot project* di New Delhi.

### 3. Inovasi dan Teknologi

Setelah banyak berperan di *engineering services*, India mulai memusatkan perhatiannya ke industri antariksa lokal. Dengan jumlah dan kualitas SDM yang ada, India memusatkan inovasi teknologinya di bidang rekayasa dan eksplorasi luar angkasa.

### 4. Kemudahan Berbisnis (Imigrasi)

Daerah-daerah yang telah diidentifikasi sebagai tempat manufaktur komponen pesawat terbang diberikan kelonggaran dan ditetapkan sebagai *Special Economic Zone* (SEZ). Proses imigrasi bagi tenaga kerja asing difasilitasi untuk mendukung AMO/MRO, serta OEM dan suppliers difasilitasi

kemudahan memperoleh *clearance*. Pemerintah India juga memberi kemudahan izin pesawat yang akan memanfaatkan AMO/MRO di India.

5. Pengembangan Keterampilan dan Penyiapan Tenaga Kerja  
Banyaknya pembangunan *Engineering Centre* OEM/Tier 1 dunia di India menjadi bentuk komitmen untuk mengembangkan SDM terampil dan sekaligus mempromosikan kemampuan SDM India untuk dapat mengerjakan dengan kemampuan tinggi dan bertaraf global. Strategi ini juga ditujukan untuk mendukung industri manufaktur lokal untuk siap memproduksi komponen pesawat terbang pada berbagai OEM/Tier 1. India juga mengembangkan *National Aviation University* untuk mencetak SDM yang siap bekerja pada bidang penerbangan di tingkat global.

Untuk mewujudkan visi pengembangan industri kedirgantaraan di India pada tahun 2040, strategi yang dilaksanakan memiliki fokus pada penyusunan investasi, pengembangan ekosistem RD&D, serta peningkatan partisipasi IKM. Strategi peningkatan investasi mencakup antara lain [25, 26]:

1. Strategi investasi India dibagi menjadi dua jalur: (i) jalur otomatis dan (ii) jalur Pemerintah dengan evaluasi tingkat teknologi tinggi. Jalur otomatis mengatur batasan investasi asing untuk produksi komponen di India sebesar 49 persen, layanan transportasi udara regional sebesar 49 persen, serta meningkatkan batasan ekuitas asing untuk layanan transportasi udara tidak terjadwal dan layanan penanganan darat dari 74 persen menjadi 100 persen. Jalur Pemerintah menghapuskan batasan investasi asing untuk produksi komponen di India (bisa 100 persen).
2. Meningkatkan fleksibilitas *offset* dengan mitra/OEM asing dengan tidak perlu mengindikasikan mitra/komponen *offset* saat kontrak sehingga dapat mengganti mitra/komponen untuk meningkatkan efisiensi produksi dan kompetisi pasar. Namun tata cara *offset* tidak membolehkan perubahan mitra/komponen *offset* pada kontrak yang telah ditandatangani. Hal ini untuk meningkatkan daya tawar negosiasi *offset* untuk pengalihan modal yang mendukung industri militer India. *Offset* militer juga didorong untuk mendukung RD&D dan produksi untuk ekosistem dirgantara sipil dan sistem keamanan internal.
3. Menyediakan infrastruktur lahan dan fasilitas tersedia melalui Kawasan Khusus dan 11 Aerospace Park dengan tambahan lokasi di Uttar Pradesh dan Tamil Nadu.

Strategi pengembangan IKM antara lain:

1. Meningkatkan kerja sama dengan industri dirgantara di luar negeri dengan strategi *nose-to-tail* – lengkap dari proses pasokan komponen kepada OEM, jasa AMO/MRO, serta proses pemasaran dan pembiayaan melalui *lessor* dan perusahaan maskapai. Kerja sama dipertahankan dengan menetapkan standar kualitas *fail-proof*;
2. Mendukung IKM untuk menjadi pemasok komponen hingga kontraktor proyek putar kunci – terutama pembangunan sistem elektronik kedirgantaraan. Pada pengembangan sektor pertahanan untuk publik, setidaknya 25 persen harus didukung oleh IKM. IKM didorong hingga dapat melakukan perakitan sistem pesawat terbang dan senjata untuk pesawat militer. Proyek pengembangan produk militer dengan nilai kurang dari INR30 juta (USD 400 ribu) hanya boleh dikerjakan IKM dengan kategori Make II – mengembangkan prototipe atau pembuatan komponen/sistem komponen dengan solusi inovatif atau untuk substitusi impor;

3. Untuk meningkatkan partisipasi IKM dalam produk militer, 65 persen produk militer boleh diproduksi IKM dengan pembebasan syarat lisensi. India lebih mengutamakan program *Indian Designed, Developed, Manufactured* (IDDM) serta membangun prosedur pengadaan komprehensif sejak tahun 2016;
4. Pinjaman usaha hingga INR10 juta (USD 130 ribu) dapat diproses kurang dari 1 jam melalui portal *online*. Selain itu, pembiayaan mikro sebesar INR1 juta (USD 13 ribu) disediakan untuk partisipasi mitra dalam menciptakan budaya industri kedirgantaraan yang inklusif dan berkelanjutan;
5. Mengembangkan direktori *online*/daftar industri manufaktur di India untuk memperkuat rantai pasok. Sistem aplikasi *online* juga dapat digunakan untuk perolehan sertifikasi, konsultasi bisnis dan ekspor. India juga menyediakan strategi khusus untuk pengembangan produk ke negara tujuan ekspor yang ditargetkan, termasuk pengembangan kantor representatif, serta penentuan nilai jual produk sehingga turnover ekspor yang diperoleh minimal sebesar 25 persen.

Strategi RD&D dan Pengembangan SDM antara lain:

1. Lembaga pendidikan menghasilkan lebih dari 100.000 tenaga kerja aviasi per tahun pada level pekerja, teknisi, supervisi, maupun manajemen. Kemitraan pendidikan dengan badan usaha melalui akreditasi dan afiliasi (A&A Sector Skill Council) untuk meningkatkan kapasitas insinyur;
2. Aerospace and Aviation Skill Sector Council (AASSC) memantau kemajuan dalam pengembangan keterampilan, serta mengembangkan standar kualifikasi dan standar jabatan kerja nasional pada 38 kritis posisi kerja bidang aviasi; dan
3. Aviation Multi-Skill Development Center (AMSDC) menargetkan 70 persen rekrutmen disertai dengan pelatihan kerja akan ditempatkan pada posisi kerja bidang aviasi.

## 2.8 Meksiko

Meksiko, dengan letak negaranya yang strategis dan berbatasan langsung dengan negara produsen komponen pesawat terbang terbesar di dunia, memiliki keunggulan seperti Maroko untuk Eropa. Walau peringkat global *attractiveness ranking* Meksiko tidak tinggi, industri penerbangan merupakan salah satu yang terbesar dan yang diberikan perhatian lebih oleh Pemerintah Meksiko. Dalam rentang waktu dari 2009 hingga 2014, industri kedirgantaraan berkembang di angka 20 persen per tahun dan pada tahun 2014 sendiri mencapai angka USD 1 miliar untuk nilai ekspor, dan meningkatkan jumlah lapangan kerja di industri kedirgantaraan hingga hampir 2x lipat [27].

Strategi yang diambil Meksiko adalah dengan meningkatkan kompetensi SDM untuk menarik investor asing untuk membuka *manufacturing centre* di Meksiko. Selain itu, pemerintah juga melakukan investasi besar untuk pembangunan beberapa pusat riset dan institusi yang berhubungan langsung dengan industri penerbangan guna memperkuat keunggulan di sektor penerbangan dan militer.

Dengan adanya 45 *Free Trade Agreement* (FTA), Meksiko mampu menarik banyak pemain global di industri penerbangan untuk berinvestasi di negaranya. Selain itu Meksiko juga memiliki kesepakatan langsung (*Bilateral Air Safety Agreement*) dengan Amerika Serikat untuk kewenangan memberikan sertifikasi untuk komponen, sistem pesawat dan bahkan pesawat secara menyeluruh yang

dimanufaktur di Meksiko. Hal ini menjadi tambahan daya tarik bagi perusahaan-perusahaan di Amerika Serikat untuk membuka cabang di Meksiko, yang memiliki tingkat upah yang lebih rendah.

Selain itu, Meksiko memiliki program strategis nasional untuk memandu industri dalam Pro-Aeréo (FEMIA) 2012 – 2020 dengan target industri kedirgantaraan untuk mencapai: (i) omset ekspor sebesar USD12 miliar; (ii) menciptakan lapangan kerja di bidang kedirgantaraan sebanyak 110.000 orang; (iii) menjadi hub MRO dan layanan dirgantara di Amerika Latin; dan (iv) meningkatkan kandungan produk lokal dalam produksi dirgantara hingga 50 persen pada tahun 2020.

Inisiatif kunci dalam Pro-Aeréo 2012 – 2020 untuk pengembangan industri dirgantara Meksiko antara lain [28]:

1. Promosi dan pengembangan pasar Meksiko dan internasional, serta menciptakan instrumen untuk mendukung pertumbuhan industri berkelanjutan melalui partisipasi untuk mengakses teknologi dan pasar baru, optimasi strategi *offset*, serta mempromosikan program dukungan dan insentif khusus untuk industri dirgantara.
2. Mengembangkan SDM dengan program teknis dan pelatihan yang terarah, pengembangan kerja sama antara pendidikan dengan industri, serta mendirikan setidaknya 6 pusat penelitian dan pengembangan SDM khusus untuk melayani industri dirgantara, yang dilengkapi dengan ruang teknologi dan pengujian yang menyediakan layanan teknis, infrastruktur, teknologi peralatan, serta dukungan teknis dan administratif. Kluster industri kedirgantaraan juga membentuk organisasi mereka sendiri untuk berkoordinasi antara industri dan pendidikan tinggi serta lembaga penelitian.
3. Mengembangkan teknologi yang diperlukan termasuk kluster khusus, area dan teknologi baru, laboratorium R&D dan pengembangan material baru dengan membuka *Proof Testing Aerospace Lab* untuk melayani industri, kerja sama RD&D dan manufaktur untuk *engine*.
4. Mengembangkan program pemerintah-swasta untuk memfasilitasi pertumbuhan industri, dengan dukungan kerangka kelembagaan, mekanisme koordinasi formal mengenai administrasi-manajemen antara industri dan pemerintah, kepemimpinan Pemerintah dalam koordinasi industri, insentif dan pembiayaan, perjanjian internasional dan termasuk infrastruktur, sertifikasi yang diperlukan oleh industri, logistik dan pusat teknis.
5. Memperkuat dan mengembangkan kemampuan industri kedirgantaraan dengan menghubungkan rantai pasok, mengembangkan pemasok lokal dan mendorong pengembangan kluster di seluruh Meksiko.

## 2.9 Thailand

Thailand telah merebut pasar MRO terbesar setelah Singapura. Dengan Rencana Strategis Industri Kedirgantaraan 2017-2037, Thailand secara konsisten menargetkan pertumbuhan MRO dan komponen pendukung MRO. Proyeksi pertumbuhan dan nilai ekonomi yang ingin dicapai ditunjukkan pada Tabel 2-9.

Tabel 2-9: Proyeksi Pertumbuhan dan Nilai Ekonomi Industri Kedirgantaraan Thailand [32]

Aspek	2017	2037	CAGR
Jumlah penumpang unik (juta orang)		180	5,4%
Jumlah armada pesawat terbang yang aktif beroperasi (unit <i>narrow body</i> )	314	811	4,8%
Pengeluaran MRO (USD miliar)	0,97	2,94	5,7%
Penyerapan MRO domestic 40% (USD miliar)	0,39	1,17	5,7%

Peningkatan kapasitas MRO dilakukan melalui kerjasama dengan OEM, maskapai, serta institusi pembiayaan internasional. Contoh kasus keberhasilan adalah sebagai berikut:

1. Thai Technical (MRO Thai Airways) bekerja sama dengan Airbus melalui skema *open joint venture* untuk membuka fasilitas MRO pesawat *widebody* di kawasan bandara U-Tapao. AirAsia dan Bangkok Airways juga masing-masing berencana membangun kompleks MRO di U-Tapao dan ekspansi fasilitas MRO di Sukhothai serta Suvarnabhumi [33];
2. Triumph Aviation Services Asia (TASA) dan Airbus Industries telah memperpanjang kontrak MRO. Thai Summer Airways juga bergantung untuk pemeliharaan dan perbaikan untuk armada Boeing 737-800, misalnya untuk komponen *nacelle*, kontrol penerbangan, lembaran logam dan komposit, aksesoris hidrolik dan bahan bakar [34]; dan
3. Permira Debt Managers (investor hutang Eropa) mendukung Ardian (investor properti) untuk akuisisi Revima (MRO Thailand spesialisasi pada part Engine, APU, landing gear), melalui strategi pinjaman langsung, restrukturisasi kredit, dan pengelolaan pinjaman agunan (CLO) [35].

Thailand memiliki tiga pilar pengembangan industri kedirgantaraan dengan strategi sebagai berikut [32]:

#### 1. Penguatan Inisiatif

Inisiatif yang paling utama adalah Pembentukan Thailand Aerospace Council sebagai dewan yang mengkoordinasikan industri di Thailand disertai dengan Kelompok Industri Kedirgantaraan di bawah Federasi Industri Thailand. Dewan tersebut perlu mengoptimalkan kebijakan *offset* untuk pengadaan dirgantara. Selain itu, Pemerintah mendukung inisiatif mengembangkan SDM untuk menumbuhkembangkan industri kedirgantaraan, meningkatkan alokasi dana pendidikan, memberikan pelatihan kejuruan dan pengembangan keterampilan, serta meningkatkan kolaborasi universitas-industri. Inisiatif penumbuhan badan usaha lokal juga dilakukan melalui pemberian hibah untuk teknologi baru, penerapan standar dirgantara, promosi perusahaan lokal, pengembangan laboratorium, dan peningkatan inisiatif riset dan teknologi dengan industri R&D.

#### 2. Pemutakhiran Regulasi

Pemutakhiran regulasi difokuskan untuk mengevaluasi insentif berusaha dan berinvestasi, termasuk regulasi terkait kepemilikan modal usaha dan kuasa pengelolaan usaha, ketentuan fiskal/bea masuk untuk pembelian dan sewa komponen/ suku cadang pesawat, pembatasan tenaga kerja asing dan kepemilikan properti oleh tenaga/badan usaha asing. Selain itu regulasi terkait navigasi udara mengakomodir proyeksi pertumbuhan lalu lintas penumpang dan kargo, serta kapasitas bandara.

### 3. Penyediaan Skema Pembiayaan dan Insentif Investasi

Dukungan pembiayaan diberikan melalui hibah, subsidi, pendanaan untuk industri kedirgantaraan agar dapat mengadopsi teknologi baru, standar kualitas, meningkatkan kemampuan produksi, serta sewa untuk proyek jangka panjang dan pinjaman berbunga rendah. Pada tahun 2015, Business Collateral Act menyederhanakan proses penjaminan, menetapkan batas bunga pinjaman, serta memperluas jenis agunan. Hal ini didukung Thai Credit Guarantee Corporation (TCG) yang menawarkan jaminan kredit (penjaminan portfolio) untuk meningkatkan akses pinjaman IKM.

Thailand juga mengeluarkan insentif komprehensif dari Board of Investment (BOI) dengan memberikan status A1-A4 dan B1-B3 untuk investor. Status A1-A4 mendapatkan pembebasan pajak usaha (*tax holiday*), pembebasan bea impor untuk pemesanan, material digunakan pada kegiatan litbang industri dan/atau ekspor, serta insentif non-fiskal. Perbedaan status tersebut terletak pada masa berlaku pembebasan pajak, A1 memiliki pembebasan pajak 8 tahun (tanpa batasan tambahan), A2 (maksimal 8 tahun), A3 (maksimal 5 tahun), A4 (maksimal 3 tahun). Kategori B1-B3 hanya mendapatkan insentif non-fiskal, seperti izin visa tenaga kerja asing, izin kepemilikan tanah, dan transfer mata uang asing.

Tabel 2-10: Insentif Investasi Thailand untuk Sektor Kedirgantaraan [36]

Industri dan Kegiatan Sektor Kedirgantaraan	Insentif
Pembuatan pesawat terbang, suku cadang pesawat, atau perlengkapan dirgantara (roket/pesawat antariksa/kendaraan luar angkasa/unit propulsi) beserta komponennya	A1
Penyusunan sistem pengoperasian kedirgantaraan (pencarian, deteksi, navigasi, panduan,, sistem dan instrumen kedirgantaraan, termasuk aeronautika	A1
Perbaikan pesawat dan suku cadang pesawat (MRO)	A2
Pembuatan komponen pesawat (onboard, bukan utilitas atau perlengkapan sekali pakai/reuse)	A3
Penggunaan lahan Kawasan industri untuk kepentingan industri dirgantara	A3
Perbaikan komponen pesawat(onboard, bukan utilitas atau perlengkapan sekali pakai/reuse)	A4
Pengembangan jasa engineering melalui Kantor pendukung perdagangan dan investasi (TISO)	B2

Tambahan pengurangan pajak khusus IKM hingga 200 persen diberikan untuk IKM dengan investasi THB200-500 juta, dengan ketentuan nilai investasi proyek minimal 50 persen nilai mesin digunakan untuk proyek, mesin lokal paling besar THB10 juta, dengan tujuan meningkatkan kemampuan mesin untuk konservasi energi, utilisasi EBT, dan pengurangan dampak lingkungan, mengganti atau meningkatkan efisiensi mesin melalui otomasi/digitalisasi; pengeluaran atau investasi untuk RD&D, serta meningkatkan kapasitas produksi. Pengurangan pajak bisa diberikan lebih besar apabila mempekerjakan tenaga kerja asing.

Selain ditujukan untuk IKM, Thailand menawarkan tambahan insentif investasi melalui pembebasan pajak usaha 50 persen selama 3-5 tahun apabila dilakukan pada kawasan Eastern Economic Corridors (EEC), misalnya U-Tapao Airport Aerotropolis. EEC sendiri memiliki 4 platform inovasi, yaitu (i) *Aripolis/Aviation and Aerospace Technology Platform* untuk fasilitasi infrastruktur pengujian, sertifikasi, dan peningkatan kualitas (NQI) kedirgantaraan, pengembangan drone, *pseudo-satellite*

(HAPS UAV), dan satelit navigasi (GNSS); (ii) *Space Innopolis/ Automation, Robotics and Intelligent System* untuk pusat manufaktur berkelanjutan, dan pusat *high performance computing*; (iii) Biopolis; dan (iv) *Food Innopolis* [37]. Rencana pengembangan industri kedirgantaraan EEC dilengkapi dengan fasilitas tertentu dan bertujuan untuk meningkatkan ekonomi regional bagian timur Thailand.

## 2.10 Turkiye

Turkiye terletak pada lokasi strategis yang menampung lalu lintas antara Eropa, Timur Tengah, dan Asia Pasifik. Lokasi yang strategis ini memungkinkan Turkiye menjadi *travel hub* dengan kunjungan sekitar 83,3 juta penumpang yang memberikan kontribusi sebesar USD44,8 miliar (5,2% PDB Turkiye) pada tahun 2017. Pada tahun 2037, Turkiye memproyeksikan kedatangan penumpang hingga 174,3 juta orang yang akan memberikan kontribusi ekonomi hingga USD93,9 miliar [38].

Turkiye memiliki Rencana Strategis 2019-2023 yang fokus pada pengembangan industri Pertahanan dan Kedirgantaraan. Nilai industri pertahanan dan kedirgantaraan Turkiye mencapai USD17,7 miliar dan ekspor mencapai USD2,3 miliar pada tahun 2020 [39]. Adapun Rencana Strategis Kedirgantaraan komersial Turkiye belum diperbarui semenjak 2017.

Turkish Aerospace Industries (TAI/ TUSAŞ) sebagai industri pesawat terbesar di Turkiye memiliki fokus dalam kegiatan desain, pengembangan manufaktur, integrasi sistem kedirgantaraan yang melibatkan *shareholder* utama TUSAŞ Engine Industries (TEI) dan Airbus Defense. Selain fokus pada produk pesawat, TAI juga membangun kompetensi pada pengembangan produk [40]. Melalui Turkish Space Agency (TUA), Turkiye juga menggencarkan strategi program luar angkasa dengan anggaran TRY2,1 miliar (USD300 juta) selama 18 tahun untuk 56 proyek satelit, sistem peluncuran, dan peralatan ruang angkasa. Turkiye berambisi untuk membangun dan meluncurkan roket hibrida pada tahun 2023, serta berencana mengirimkan warga Turkiye ke luar angkasa pada tahun 2028 [41].

Turkish Airlines secara aktif mengembangkan kerja sama dengan negara lain untuk sewa (*leasing*) pesawat dan MRO. Kerja sama sewa dengan banyak negara Eropa, Timur Tengah, Asia, dan Amerika Serikat mendorong skema pembiayaan pesawat Turkiye menjadi berkembang. Pada tahun 2015, Turkish Airlines memenangkan penghargaan Bonds & Loans Awards untuk skema pembiayaan sewa pesawat yang unik melalui “U.S. Ex-Im Guaranteed French Tax Lease (with Bridge Loan)”. Skema ini bertujuan untuk memperoleh sumber pendanaan murah jangka panjang dari berbagai sumber (diversifikasi). Skema pembiayaan mengkombinasikan penjaminan sertifikasi *Enhanced Equipment Trust Certificates* (EETC) konvensional dengan menggunakan mata uang JPY (bukan USD) karena sumber pembiayaan dari ekuitas Jepang. Transaksi ini mencapai *loan to value* 100 persen. Jepang diikutkan untuk meningkatkan akses pasar modal dan membuka akses pemasaran pesawat di Asia Timur melalui perbankan Jepang. Pemberi pinjaman pada skema ini adalah J.P. Morgan dengan jaminan oleh Bank Exim US. Bank Exim Amerika diikutkan untuk meningkatkan keuntungan dari jaminan ekspor yang menghasilkan biaya pembiayaan yang rendah untuk pesawat. Dalam skema ini, pengatur sewa dilakukan oleh Natixis dan BPCE Prancis. Prancis diikutkan dalam skema sewa karena memiliki dasar perhitungan pajak yang lebih rendah [42].

Pengembangan skema pembiayaan Turkiye sangat berkembang karena sejak tahun 2012, Turkiye berkomitmen untuk menyiapkan kerangka hukum pendanaan untuk UKM. Pengembangan skema pembiayaan dilengkapi dengan instrumen agunan bergerak dalam transaksi komersial untuk pembiayaan melalui jaminan aset (piutang, mesin, persediaan dan persediaan) yang didukung Sistem Penjaminan Kredit (KGF) sejak tahun 2016. KGF memfasilitasi pembiayaan perusahaan yang memiliki keterbatasan akses keuangan dan agunan. Kementerian Keuangan memberikan jaminan kepada KGF, sedangkan KGF menerbitkan jaminan untuk bank yang memberikan kredit UKM. Melalui kerja sama tersebut, KGF mendapat manfaat dari kontra-jaminan lembaga asing (Kerjasama Pemerintah).

Pada tahun 2017, Kementerian Keuangan Turkiye memberikan modal pendanaan (*funds of funds*), dapat melakukan investasi langsung untuk venture capital funds. Sedangkan pada tahun 2018, Lembaga Pengembangan UKM (KOSGEB) memiliki 13 program prioritas termasuk: subsidi bunga pinjaman untuk Wirausaha, Perusahaan Berorientasi Proyek, Perusahaan Berbasis Teknologi dan Perusahaan di Sektor Prioritas Strategis, dengan jenis pinjaman untuk: investasi, modal kerja, dan ekspor [43].

Turkiye menawarkan insentif investasi untuk sektor pertahanan dan kedirgantaraan dengan tiga tujuan [39], yaitu:

1. Investasi prioritas dengan focus pengembangan strategis melalui *offset*/partisipasi industri sektor pertahanan dan kedirgantaraan, program pinjaman berbasis produk, dan pembebasan pajak;
2. Mendukung investasi manufaktur kedirgantaraan untuk meningkatkan *cashflow*, menurunkan biaya industri, dan mempercepat *return on investment* melalui pengurangan pajak usaha (*tax holiday*), kredit pajak (maksimal 90%), pembebasan pajak (termasuk PPN dan bea impor), izin lahan, dukungan pembiayaan, dan dukungan pelatihan; serta
3. Mendukung kegiatan RD&D dan seluruh tahapan kegiatan pengembangan produk melalui program pembiayaan tahap awal dan *start-up*, pengurangan pajak 100 persen pengeluaran RD&D, pembebasan pajak usaha, pembebasan pajak karyawan RD&D, pembebasan pajak produk akhir (PPN), dan bantuan pembiayaan ekspor.

## 2.11 Ringkasan Perbandingan Strategi berbagai Negara

Tabel 2-11 merangkum perbandingan strategi pengembangan industri kedirgantaraan di berbagai negara yang setara untuk menjadi rujukan

Tabel 2-11: Perbandingan Nilai Ekspor, Target dan Strategi Pengembangan Industri Dirgantara Beberapa Negara

Negara	Nilai Ekonomi		Ringkasan Strategi
	Awal	Target	
<b>Indonesia</b>	<u>2013</u> ■ MRO USD1 miliar ■ Manufaktur Dirgantara USD0,36 miliar	<u>2045</u> ■ MRO USD2 miliar (CAGR 2%) ■ Ekspor Dirgantara 2% pasar global (CAGR 11%)	■ Disusun dalam dokumen peta jalan ini
<b>Malaysia</b>	<u>2014</u> Pendapatan USD2,6 miliar	<u>2030</u>	■ Investasi RD&D untuk meningkatkan daya saing dan membuka kapabilitas baru

Negara	Nilai Ekonomi		Ringkasan Strategi
	Awal	Target	
	<u>2013</u> ▪ MRO USD1,5 miliar ▪ Manufaktur Dirgantara USD820 juta)	Pendapatan USD13,2 miliar (CAGR11%) ▪ <i>Aerospace Nation</i> terbesar di Asia tenggara dan pemasok dirgantara global	▪ Meningkatkan daya saing dan kualitas industri lokal sehingga dapat mengerjakan permintaan suplai dan proyek besar di masa depan ▪ Menyediakan paket insentif investasi dan komitmen Pemerintah dalam menjamin iklim bisnis yang kondusif
Singapura	<u>2016</u> Pendapatan USD 18 miliar <u>2013</u> ▪ MRO USD3,5 miliar ▪ Manufaktur Dirgantara USD1 miliar	<u>2020</u> Pendapatan USD22 miliar (CAGR 5%)	▪ Mempertahankan kegiatan RD&D dan <i>operational excellence</i> ▪ Mendorong Inovasi dan memperluas kapabilitas industri lokal ▪ Meningkatkan kompetensi dan kemampuan SDM lokal
Thailand	<u>2017</u> Pengeluaran MRO USD970 juta	<u>2037</u> Pengeluaran MRO USD2,94 miliar (CAGR 6%)	▪ Fokus pengembangan MRO ▪ Ketersediaan koridor ekonomi (gerbang investasi) dengan infrastruktur RD&D ▪ Penyediaan skema investasi komprehensif
Filipina	<u>2013</u> Pendapatan USD1 miliar ▪ MRO 500 juta USD ▪ Manufaktur Dirgantara USD 380 juta	<u>2022</u> Pendapatan USD 2,5 miliar (CAGR 11%) ▪ Menjadi major hub untuk produksi komponen OEM dan <i>services</i> untuk industri pesawat <i>komersial</i> global	▪ Meningkatkan kemampuan manufaktur, SDM ▪ Mendorong industri lokal produsen material, kimia & alat pengerjaan agar sesuai <i>standard aerospace industry</i> ▪ Insentif investasi, sewa jangka panjang, <i>tax holiday</i> , <i>zero interest</i> ▪ Kolaborasi lokal dengan negara ASEAN lain
Turkiye	<u>2019</u> ▪ Pengeluaran sektor pertahanan & kedirgantaraan USD 10,9M ▪ Ekspor sektor pertahanan & kedirgantaraan USD19,5 miliar	<u>Data 2020</u> ▪ Pengeluaran USD 17,7 miliar (Peningkatan 62.4%) ▪ Ekspor industri pertahanan dan kedirgantaraan USD 2,3 miliar	▪ Pengembangan IKM kedirgantaraan melalui sektor pertahanan, pemanfaatan ofset ▪ Komitmen Pemerintah dalam menyediakan skema pembiayaan industri
Maroko	<u>2021</u> Nilai Ekspor USD3juta <u>2012</u> Pendapatan USD1 miliar	<u>2025</u> Nilai Ekspor 2x (CAGR 17%) ▪ Mengkonfirmasi posisi sebagai negara paling menarik untuk investasi di gerbang Eropa	▪ Pengembangan Integrated Aerocity sebagai <i>free &amp; special development zone</i> . ▪ Proses administrasi yang dipermudah untuk perusahaan di Aerocity dan perusahaan yang <i>Ekspor-oriented</i> ▪ <i>Menggandakan jumlah badan usaha</i> ▪ Fokus ke pasar Perancis & Eropa ▪ <i>Financial subsidy</i> untuk investasi & <i>financial support</i> untuk pengembangan SDM lokal
Meksiko	<u>2014</u> Nilai Ekspor USD1,05 miliar	<u>2030</u> Nilai Ekspor USD 7,5 miliar (CAGR 13%) Pemasok industri kedirgantaraan (top 10)	▪ Pengembangan SDM dan investasi infrastruktur R&D ▪ BASA/ kerja sama dengan Amerika Serikat untuk memiliki badan yang berwenang mengeluarkan sertifikasi standar FAA terhadap produk dirgantara lokal ▪ Mengajak negara-negara yang memiliki FTA dengan Meksiko untuk meningkatkan FDI
China	2011 Pendapatan AVIC USD40,8 miliar	<u>2020</u> Pendapatan COMAC USD160 miliar (CAGR 6%)	▪ Memajukan industri produksi pesawat lokal ▪ Memicu kompetisi dalam negeri untuk meningkatkan kualitas produk lokal ▪ Mengajak negara lain untuk membeli pesawat terbang buatan Cina melalui persuasi diplomatik dan kredit/pinjaman

Negara	Nilai Ekonomi		Ringkasan Strategi
	Awal	Target	
			<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Menganjurkan maskapai lokal untuk membeli pesawat buatan Cina</li> </ul>
<b>India</b>	<p><u>2016</u> Pangsa pasar USD 16 miliar (Ranking 7)</p> <p><u>2018</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪Pendapatan MRO USD50 juta</li> <li>▪Pendapatan industri USD11,4 juta</li> </ul>	<p><u>2040</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪Pasar penerbangan sipil top-3</li> <li>▪Pendapatan MRO USD540 juta (CAGR 11%)</li> <li>▪Pendapatan industri USD28,6juta (CAGR 4%)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪Kemudahan izin (100% FDI)dan investasi untuk sektor penerbangan kegiatan MRO India</li> <li>▪Mendorong rute domestik dengan mengatur harga tiket termahal</li> <li>▪Pengembangan IKM kedirgantaraan melalui program pertahanan</li> <li>▪<i>Exchange</i> SDM di industri kedirgantaraan Eropa, kemudahan izin tenaga kerja asing</li> </ul>

3

***TECHNOLOGY FORESIGHT 2045***  
**SEBAGAI PANDUAN**  
**PENGEMBANGAN INDUSTRI**  
**KEDIRGANTARAAN**



3.1 *Technology Foresight* Industri Penerbangan Indonesia 2045

Percepatan perkembangan sektor kedirgantaraan sangat dipengaruhi oleh kemajuan teknologi yang menyokongnya. Kesiapan untuk menghadapi disrupsi-disrupsi teknologi serta kemampuan untuk dapat memprediksi perkembangan teknologi yang begitu pesat hingga tahun 2045 akan menentukan arah kebijakan pengembangan industri kedirgantaraan nasional ke depan.

Konsep ‘*Green and Smart Skies*’ juga dapat dijadikan acuan dalam peningkatan peran Indonesia untuk memanfaatkan ruang udara secara efisien, ekonomis dan berkelanjutan. Tabel 3-1 merangkum beberapa teknologi yang telah diidentifikasi yang akan perlu dipersiapkan untuk menghadapi perkembangan industri kedirgantaraan global. Rincian dari tren teknologi diuraikan pada bagian selanjutnya.

Tabel 3-1: Teknologi Potensial yang Teridentifikasi akan Mempercepat Kemajuan Industri Penerbangan hingga 2045

Industri Pesawat Terbang	Berawak	• Bahan bakar alternatif ( <i>biofuel, hydrogen, fuel cell</i> )
		• Sistem propulsi baru ( <i>distributed</i> , elektrik, CROR)
		• Material baru ( <i>Carbon fiber reinforced plastic/CFRP, Glass laminate aluminum reinforced epoxy/GLARE</i> )
	Nirawak	• Konfigurasi pesawat terbang ( <i>Flying V, Blended Wing Body</i> )
		• Bebas emisi ( <i>cleaner</i> ), tidak bising ( <i>quieter</i> ), lebih canggih dan terkoneksi ( <i>smarter</i> )
		• Sistem pesawat otonom & sistem kendali
Industri Komponen	• Teknologi baterai baru	
	• Drone pengiriman paket/ kargo	
	• Mobilitas kota ( <i>urban taxi, flying cars</i> )	
Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO)	• <i>Avionics, Electronics, Software Production</i>	
	• <i>Maritime Patrol Avionics</i>	
	• Teknik produksi manufaktur ( <i>3-D Printing</i> untuk logam)	
	• <i>Engine workshops</i>	
Kebandarudaraan	• <i>Predictive maintenance</i> ( <i>Structural Health Monitoring</i> dengan Big data)	
	• Teknologi 3-D scan dan 3-D print untuk Komponen non-struktural	
	• Analisis dan <i>monitoring</i> pesawat terbang secara <i>real-time</i>	
	• Bandara bebas emisi ( <i>cleaner</i> ) dan tidak bising ( <i>low noise</i> )	
	• Penerapan <i>Approach Lighting System (ALS)/ Microwave Landing System (MLS)</i> di semua bandara nasional	
	• Bandara <i>smart and connected</i>	
	• Metode <i>screening</i> untuk kesehatan dan keamanan	
	• Aeropark yang berdekatan dengan Bandara Hub/Kelas I ( <i>Integrated</i> )	

## 3.2 Industri Pesawat Terbang

Dunia penerbangan di masa datang akan mengarah menuju kondisi penerbangan berkelanjutan (*sustainable aviation*) yang bercirikan pelestarian lingkungan, iklim dan sumber daya alam. *Sustainable aviation* ini berkorelasi dengan beberapa *Sustainable Development Goals* (SDG) [29], yaitu *Clean Energy* (SDG 7), *Industry & Innovation* (SDG 9), *Responsible Production* (SDG 12) dan *Climate Action* (SDG 13). Untuk dapat mencapai *sustainable aviation* ini, maka pesawat terbang di masa datang akan bercirikan ‘lebih bersih’ (*cleaner*, emisi CO<sub>2</sub> dan NO<sub>2</sub> berkurang), ‘lebih senyap’ (*quieter*, kebisingan berkurang) dan ‘lebih cerdas’ (*smarter*, operasi pesawat lebih cerdas). Selain itu, mengingat pesatnya perkembangan industri pesawat terbang nirawak, perlu dilakukan pemisahan antara teknologi masa depan dengan industri pesawat terbang berawak.

Pemilihan produk pesawat terbang yang akan dikembangkan perlu dilakukan dengan menyesuaikan perkembangan kebijakan dan teknologi baik di tingkat global ataupun di tingkat nasional. Pemilihan produk ini sangat penting untuk bisa menemukan keunggulan pasar di tengah dominasi industri penerbangan besar dunia.

### 3.2.1 Pesawat Terbang Berawak

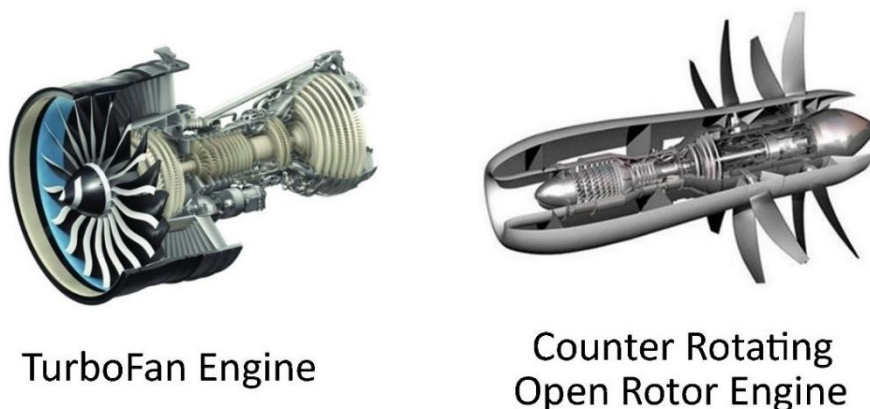
Saat ini dan ke depan, pesawat terbang berawak akan mulai beralih untuk mencari alternatif bahan bakar lain yang berkelanjutan. Bahan bakar alternatif seperti biofuel dan hidrogen atau penggunaan *fuel cell* sebagai bahan bakar utama pesawat terbang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar berbasis fosil yang kini masih menjadi bahan bakar utama aviasi global [30]. Harga bahan bakar fosil yang fluktuatif dan pasokan yang tak menentu juga menjadi faktor pendorong peralihan ke sumber energi yang berkelanjutan.

Dengan tingkat pencemaran lingkungan yang lebih rendah dari bahan bakar fosil, bahan bakar hidrogen dan biofuel merupakan pilihan alternatif bahan bakar yang mudah untuk diperoleh dan diterakan. Hal ini karena tak seperti *fuel cell* yang mengharuskan sistem penyimpanan energi pesawat untuk dirombak, hidrogen dan biofuel dapat diperoleh dalam bentuk cair maupun gas bertekanan dan dapat digunakan sebagai substitusi langsung bahan bakar fosil.

Di sisi lain *fuel cell* merupakan sistem daya yang mengubah energi dari bentuk kimia ke bentuk listrik. Penggunaan *fuel cell* untuk menjadi bahan bakar untuk penggerak utama pesawat terbang harus bersamaan dengan penggunaan motor listrik untuk sistem propulsi pesawat. Walau teknologi *fuel cell* telah ditemukan sejak tahun 1903, teknologi ini terbilang baru sekarang mulai dipergunakan sebagai sumber daya penggerak kendaraan [31]. Namun, tak seperti baterai yang berperan sebagai penyimpan energi dalam bentuk elektrokimia, *fuel cell* dapat secara terus menerus menghasilkan energi selama tetap diberikan bahan bakar utamanya, yaitu hidrogen.

Sistem propulsi pun akan mengalami perubahan drastis di masa depan. Kini sudah banyak bermunculan pesawat terbang konsep yang menggunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya. Fleksibilitas dari penggunaan motor listrik adalah peletakkannya yang dapat diatur sesuai kebutuhan. Konsep lain yang berkembang adalah dengan menggunakan propulsi terdistribusi yang dimungkinkan dengan penggunaan motor listrik. Propulsi terdistribusi memiliki keunggulan dimana

dengan lebih banyaknya *powerplant*, akan lebih banyak *engine mode*, dan *overall redundancy* sistem propulsinya pun akan meningkat [32]. Sistem ini diaplikasikan terutama di kategori pesawat terbang baru, yaitu *Urban Taxi* atau *Urban Air Mobility* (UAM). Dengan konfigurasi menyerupai multicopter, UAM bertujuan untuk mengambil pasar *first & last mile high speed transport* yang hingga kini masih kosong .



Gambar 3-1: Perbandingan Potongan Melintang *TurboFan Engine* & *Counter Rotating Open Rotor Engine* [33, 34]

Konsep sistem penggerak pesawat terbang lain yang memiliki tingkat efisiensi yang tinggi adalah *Counter Rotating Open Rotor Engine* (CROR). Keunggulan *bypass-ratio* yang jauh lebih besar dari sistem propulsi *ducted turbofan* yang banyak digunakan pesawat komersial menjadikan konsep CROR banyak menjadi bahan riset. Konsep ini menawarkan konsumsi bahan bakar yang secara signifikan lebih rendah dari mesin jet pesawat sekarang, hingga 26 persen lebih rendah [35]. Kelemahan dari sistem ini yang sekarang masih dalam pengembangan adalah tingkat kebisingan yang ditimbulkan.

Kemajuan di bidang material pembuat pesawat terbang juga akan bertambah pesat hingga 2045. Hingga beberapa tahun yang lalu, pesawat terbang masih bergantung besar pada penggunaan material logam untuk konstruksi struktur utamanya. Namun dengan banyak sifat menguntungkan yang ditawarkan oleh material-material baru, kini telah tampak adanya pergeseran dari penggunaan material logam ke yang lebih ringan, lebih hemat dan lebih berkelanjutan. Tren ini akan terus berlanjut di masa depan, dengan contoh *Carbon Fibre Reinforced Plastic* (CFRP), *Glass Laminate Aluminum Reinforced Epoxy* (GLARE) dan keramik merupakan contoh material baru yang digunakan di industri pesawat sekarang ini.

Tak hanya komponen pesawat, rancang bangun keseluruhan dari pesawat juga terus mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Berawal dari desain pesawat terbang oleh Wright bersaudara pada tahun 1903, konfigurasi dari pesawat terbang kini telah berubah drastis ke bentuk *tube & wings*. Walau memang konfigurasi ini yang paling sering tampak di airport-airport dunia, riset serta inovasi terus dilakukan untuk meningkatkan efisiensi dari desain serta konfigurasi utama pesawat terbang komersial. Seperti yang ditunjukkan di Gambar 3-2, konfigurasi industri pesawat terbang dunia ke depan adalah *Blended Wing Body* (BWB) yang dimulai di Amerika Serikat. Konfigurasi ini menyatukan bentuk *fuselage* dan sayap utama pesawat menjadi satu, yang berdampak pada peningkatan efisiensi

aerodinamik serta kapasitas penumpang. Selain itu konfigurasi Flying V yang diinisiasi Belanda baru-baru ini memiliki desain yang mirip dengan BWB dari Amerika Serikat, namun dengan bagian tengah pesawat yang terpotong. Kedua konsep ini masih dalam fase awal riset dan pengembangan, namun sudah diklaim untuk dapat mengurangi penggunaan bahan bakar hingga 20 persen [38].



Gambar 3-2: Konfigurasi Pesawat BWB [36] & Flying V[37]

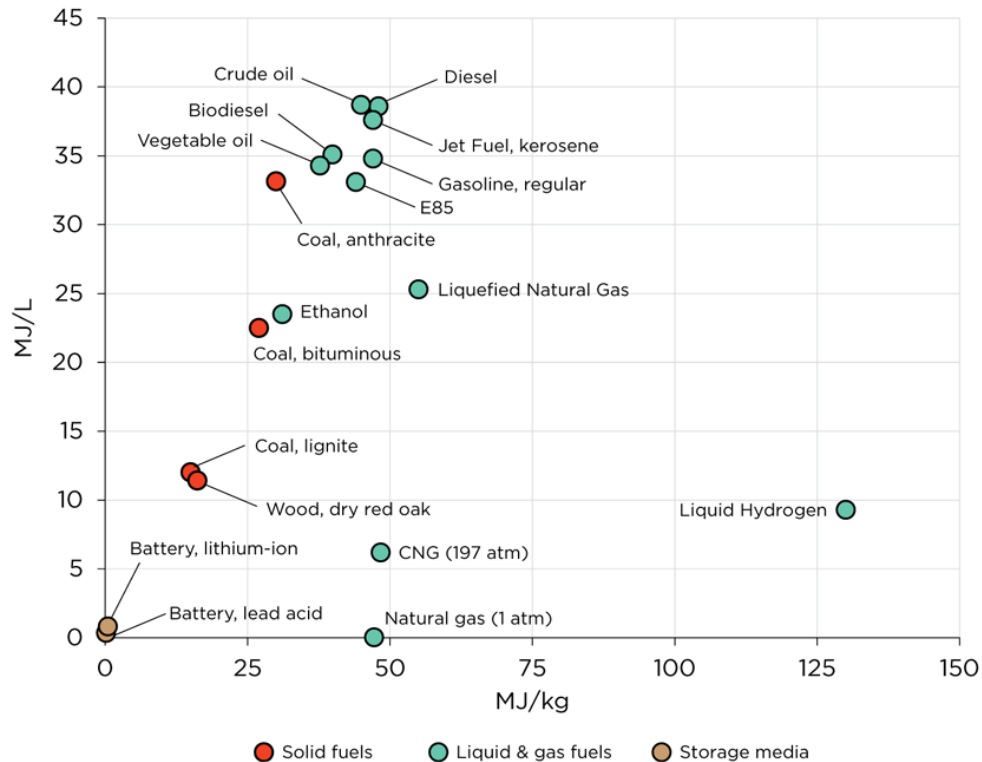
### 3.2.2 Pesawat Terbang Nirawak

Di ranah pesawat terbang nirawak, inovasi yang disruptif sekarang tampak mulai memaksa mereka pemain-pemain besar seperti Boeing dan Airbus untuk berpacu dalam riset dan inovasi. *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV) dan *Unmanned Aerial Systems* (UAS) yang dahulu hanya digunakan untuk keperluan militer, kini mulai menemukan cara dan aplikasinya di masyarakat sipil dan komersial. Dengan cara mengadaptasikan teknologi yang telah lama digunakan di bidang militer, perpindahan fungsi UAV dari militer ke komersial tidak akan perlu waktu lama. Oleh karena itu, industri UAV bertumbuh begitu pesat sekarang ini. Ke depan, UAV akan semakin sering digunakan dan diintegrasikan sebagai salah satu solusi cepat untuk merespon kehidupan bermasyarakat sehari-hari. Aplikasinya meliputi pengiriman kargo untuk industri logistik, irigasi di bidang pertanian, pengawasan oleh kepolisian, *search and rescue* (SAR) dan pemadaman api merupakan sebagian dari luasnya potensi penggunaan UAV secara komersial.

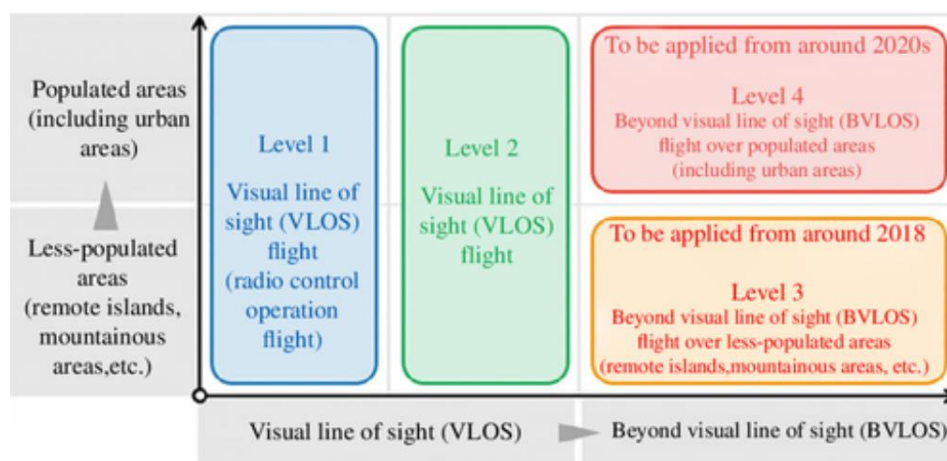
Inovasi baterai sebagai media penyimpanan energi utama adalah topik yang penting untuk selalu ditinjau relevansinya untuk pesawat terbang nirawak. Dengan konstruksi yang relatif kecil, pesawat terbang nirawak juga bergantung besar dengan baterai. Perkembangan teknologi penyimpanan daya juga akan mengalami peningkatan yang cukup drastis di beberapa tahun mendatang. Seperti yang ditunjukkan Gambar 3-3, saat ini kemampuan penyimpanan energi baterai baik Lithium Ion maupun Lead Acid masih jauh jika dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Walau kondisi terkini menunjukkan bahwa baterai bukan pilihan sumber daya utama pesawat terbang, kemajuan teknologi di berbagai bidang yang menggunakan baterai akan mempercepat proses kemajuan teknologi, termasuk di industri pesawat.

Sebagai salah satu aspek yang paling berkembang untuk pesawat nirawak, *autonomous capability* dan *control technology* sebagai bentuk kemampuan untuk bergerak dan mengambil keputusan sendiri tanpa bantuan pilot juga akan mengalami perubahan besar. Data yang tersebar dan tersedia di web sudah cukup banyak untuk membuat teknologi berbasis *big-data* dan *Artificial Intelligence*

(AI) dapat memberikan keputusan secara mandiri. Sistem kendali dan navigasi dari sebuah UAV akan sangat mempengaruhi *autonomous capability* UAV. Dengan dukungan kemajuan di teknologi sensor, *processing unit* dan aktuator yang dapat digunakan di UAV, proyeksi dari kemajuan sektor pesawat nirawak akan sangat pesat. Riset di bidang *flight control system* yang kini juga semakin marak terutama dengan dukungan kemajuan teknologi AI yang mengalami peningkatan. Khusus untuk pesawat nirawak skala kecil, arah kemajuan adalah untuk membuat UAV skala kecil tingkat 4 yang mampu beroperasi secara aman di area berpenduduk tanpa pengamatan langsung dari pilot.



Gambar 3-3: *Energy density* berbagai jenis bahan bakar [39]



Gambar 3-4: 4 Tingkatan *Autonomous Capability* untuk UAV Skala Kecil[40]

Aspek lainnya yang penting adalah kebijakan operasional pesawat terbang nirawak di lingkungan sipil. *Drone* kecil yang dapat dengan mudah diperoleh masyarakat semakin banyak beredarnya dan dengan penggunaannya untuk pengiriman paket skala kecil, perlu diterbitkan regulasi untuk mengatur batasan-batasan penggunaan serta pengoperasian pesawat-pesawat kecil [41].

### 3.3 Industri Komponen

Di sektor industri manufaktur komponen pesawat terbang, juga terdapat banyak inovasi teknologi yang dari sekarang pun sudah terlihat dapat mentransformasi cara pesawat terbang diproduksi. Hingga kini, industri manufaktur komponen pesawat terbang Indonesia masih memusatkan perhatiannya ke manufaktur *airframe* pesawat terbang, dan minim perhatian diberikan ke industri manufaktur sistem penerbangan seperti komponen *engine*, *propeller*, *landing gear* dan *avionics*. Oleh karena itu perlu dilakukan pembagian fokus disini agar dapat mengambil pasar komponen pesawat terbang lain yang belum terjamah hingga kini. Industri ini nantinya perlu meliputi manufaktur *avionics* pesawat, komponen elektronik serta perangkat lunak yang digunakan untuk pengendalian pesawat terbang. Salah satu bentuk aplikasi disini yang konkret adalah dengan pengembangan *Maritime Patrol Avionics* yang dapat dipergunakan untuk pesawat-pesawat berawak dan nirawak yang mengawasi perairan Indonesia.

Skema produksi pesawat terbang pun juga akan mengalami peralihan dari sebuah perusahaan yang membuat semua komponen pesawat terbang sendiri ke perusahaan pesawat terbang yang mengambil peran sebagai integrator dan memberikan pekerjaan minor kepada para subkontraktor atau ekosistem dalam rantai pasoknya. Sudah sejak lama perusahaan besar seperti Airbus [42] dan Boeing mengadopsi skema ini dan terbukti efektif dalam memajukan ekosistem dirgantara. Bagi Indonesia, industri penerbangan yang sekarang masih bertumpu ke PT Dirgantara Indonesia (DI) dapat mulai membagi beban kerja manufaktur komponennya ke industri-industri lain dalam negeri yang kompeten.

Salah satu teknik manufaktur yang kemajuannya pesat adalah *Additive Manufacturing (AM)* atau *3D Printing*, yang kini merevolusi cara manufaktur berbagai komponen di banyak industri besar, tak terkecuali industri pesawat terbang [43]. Hanya dengan kurang dari 10 tahun, *3D Printing* telah berubah dari teknologi skala laboratorium menjadi salah satu metode manufaktur utama untuk memproduksi komponen-komponen.

Pasar *3D Printing* untuk industri kedirgantaraan regional Asia Pasifik diprediksi mengalami kemajuan hingga 2024 nanti. Pada awalnya, *3D Printing* yang hanya bekerja dengan material berbasis polimer/plastik, tidak terlalu dilihat sebagai solusi alternatif untuk memproduksi komponen-komponen utama pesawat terbang. Hal ini mengingat waktu produksinya yang masih relatif lama dan terbatasnya jenis material yang dapat digunakan sehingga industri pesawat terbang masih sulit untuk beralih ke *3D Printing* dan hanya menggunakan *3D Printing* untuk komponen-komponen kabin pesawat.

Teknologi dan inovasi *3D Printing* terus berkembang dengan material-material lain. Kini *3D Printing* logam banyak digunakan di industri kedirgantaraan (titanium, besi, aluminium) dan telah dijadikan

salah satu opsi yang relevan untuk manufaktur komponen-komponen pendukung produksi pesawat terbang [44]. Hal ini diproyeksikan untuk berkembang terus dengan menambahkan variasi material baru seperti paduan logam baru serta *thermoplastics* [45].

### 3.4 Maintenance, Repair, and Overhaul (AMO/MRO)

Dalam pengoperasiannya, pesawat terbang perlu diinspeksi dan dirawat untuk tetap menjaga kondisi komponen-komponennya, serta untuk menjamin seluruh fungsi yang ada di pesawat terbang dapat berjalan dengan baik. Industri AMO/MRO dapat menjawab kebutuhan tersebut dengan bertransformasi pada awalnya hanya fokus ke *corrective/breakdown maintenance* menjadi berevolusi ke ranah *preventive maintenance*, dan kini menjurus ke *predictive maintenance*. Dengan mengumpulkan data terkait stres, tekanan, temperatur dan berbagai parameter lain di titik-titik penting sebuah struktur pesawat, *predictive maintenance* dapat dilakukan dalam bentuk *Structural Health Monitoring* (SHM) [46]. Di sini *big data* menjadi landasan penentuan kapan suatu komponen perlu diinspeksi serta kapan perlu diganti.

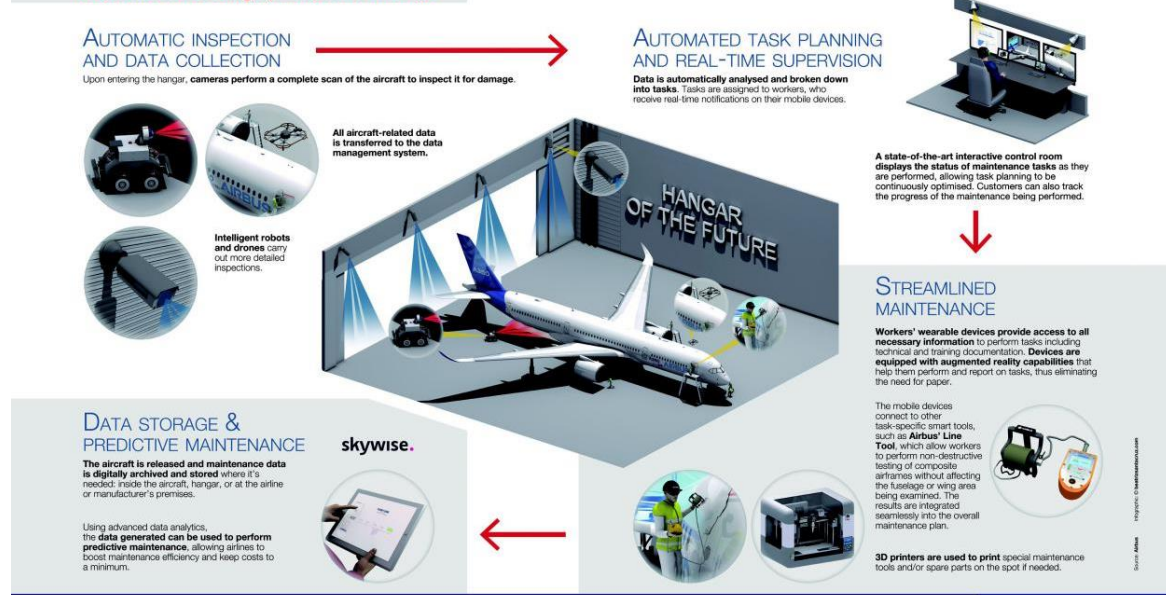
Indonesia sendiri masih kekurangan kompetensi dan kemampuan untuk melakukan perawatan dan perbaikan untuk berbagai sistem pesawat, terutama untuk *engine*. Oleh karena itu, diperlukan adanya riset dan inovasi untuk bagian ini di Indonesia yang permintaannya akan terus meningkat di masa depan.

Konsep yang sekarang sedang dijalankan lewat *pilot project* antara Airbus dan Singapura, dan diprediksi akan banyak diimplementasikan di berbagai AMO/MRO kelas 1 dunia adalah *Hangar of the Future*. Pada hangar konvensional, inspeksi serta *repair* dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi otomasi dan *Internet of Things* (IoT) [47]. Di masa depan, proses perawatan dan peremajaan pesawat terbang akan semakin sedikit melibatkan manusia. Walau konsep ini masih terbatas untuk beberapa jenis *maintenance* (misal *minor repair*) dan hanya pada jenis pesawat terbang tertentu, namun dengan melihat potensinya yang begitu besar, ke depan untuk memanfaatkan otomasi dan digitalisasi, banyak pembaharuan dapat digunakan di semua jenis pesawat dan mayoritas jenis *maintenance & repair*.

Teknologi lain yang akan mempermudah dan menghemat waktu perawatan pesawat adalah *3D Scanning*. Dengan melakukan *3D Scanning* atau *reverse engineering*, AMO/MRO dapat melakukan inspeksi (NDT *Surface Inspection*) sebuah komponen yang rusak dan perlu perbaikan [48]. Dari sisi manufaktur, tidak seperti industri yang membuat sebuah komponen pesawat terbang dalam jumlah yang banyak, AMO/MRO hanya memproduksi komponen yang rusak atau perlu perbaikan sesuai dengan kebutuhan dan permintaan. Untuk kasus seperti ini, pengembangan AMO/MRO ke depan dapat menggunakan metode *3D Printing* untuk membuat komponen pesawat yang *non-essential* dan *non-critical* (misal *seat ash tray*). Namun tantangan dalam menggunakan metode *3D Printing* adalah perbedaannya dari segi warna serta sifat material yg belum tentu *flame resistant*.

# HANGAR OF THE FUTURE DEMONSTRATOR

Less time in the hangar, more time in the air



**AIRBUS**

Gambar 3-5: Konsep & Berbagai Teknologi yang Digunakan di *Hangar of the Future* [47]

Berkembangnya teknologi transfer data yang sekarang dapat dilakukan secara *real-time* juga akan mempengaruhi cara AMO/MRO melihat suatu masalah dan memungkinkan mereka untuk dapat mengambil keputusan secara *real-time* [49]. Jikalau ditemukan suatu komponen mulai mengalami penurunan kinerja, dengan adanya teknologi *real-time monitoring* AMO/MRO dapat dengan sigap mempersiapkan hal-hal apa saja yang perlu dilakukan tanpa harus dilakukan inspeksi untuk mencari akar masalah. Dengan kemungkinan ini, *downtime* pesawat dapat pula dipangkas sehingga pesawat nantinya bisa lebih sering dioperasikan dan lebih sedikit menghabiskan waktu di hangar AMO/MRO.

## 3.5 Jasa Penerbangan & Kebandarudaraan

Jasa penerbangan dan kebandarudaraan juga merupakan sektor yang dapat secara langsung dipercepat perkembangannya dengan adanya implementasi teknologi-teknologi terkini serta yang akan datang nanti. Dengan tren kemajuan teknologi industri kedirgantaraan yang bertransformasi ke *smarter and more sustainable aviation*, kini bandara dunia semakin terkoneksi dan terus menerapkan sistem pintar yang dapat memberikan data yang telah diolah sistem untuk membantu manusia mengambil keputusan terbaik.

Wabah COVID-19 yang marak sejak semester pertama tahun 2020 membuat aktivitas bandara dunia menurun drastis dan juga secara bersamaan menurunkan keinginan kepercayaan masyarakat untuk bepergian terutama dengan pesawat terbang. Kini telah banyak bermunculan teknologi terapan dari berbagai sektor lain yang digunakan untuk meminimalisir interaksi antarmanusia di bandara. *Screening, contactless check in, self baggage drop, sterilization chamber*, dan berbagai bentuk

terapan inovasi lain sudah mulai diterapkan di berbagai bandara dunia, dan diprediksi akan tetap digunakan di masa depan [50].

Untuk bandara-bandara kecil di Indonesia, penyamarataan tingkat kesiapan teknologi diutuhkan untuk dapat mengakomodir berbagai jenis pesawat dan meningkatkan keselamatan operasional pesawat terbang. Teknologi yang sederhana dan modern seperti penerapan *Approach Landing System /Microwave Landing System* dapat menjadi solusi untuk berbagai bandara di Indonesia.

Pembangunan berbagai *aeropark* di samping beberapa bandara besar dunia juga kini menjadi tren yang umum. Kemudahan yang diberikan saat membangun ekosistem industri kedirgantaraan di sekitar bandara besar menjadikan beberapa negara memilih untuk memajukan industri pesawat terbang lokal negaranya dengan membangun *aeropark*. Dengan meletakkan *Aeropark* di dekat bandara besar, industri pesawat terbang sebagai industri yang terkoneksi secara internasional apat memiliki intensitas keluar masuk barang yang cukup tinggi.

4

**PETA JALAN PENGEMBANGAN  
EKOSISTEM INDUSTRI  
KEDIRGANTARAAN**



## 4.1 Visi dan Misi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan

Berdasarkan prospek pengembangan industri kedirgantaraan Indonesia, dan pembelajaran dari negara-negara yang setara, serta masukan dari berbagai pemangku kepentingan, disusun suatu visi dan misi pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan untuk periode 2022-2045.



Gambar 4-1. Visi dan Misi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia

Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan yang kondusif dan berdaya saing dilaksanakan untuk mewujudkan visi pengembangan industri kedirgantaraan yang tangguh dan berdaya saing menuju Indonesia Emas 2045. Visi ini diwujudkan melalui pencapaian sasaran-sasaran strategis pada dua pilar ekosistem industri kedirgantaraan yaitu (i) produk dirgantara; dan (ii) jasa dirgantara dan ekosistem pendukung. Pelaksanaannya diarahkan melalui enam misi yaitu:

1. Menguatkan industri pesawat terbang, komponen dan rantai pasok kedirgantaraan;
2. Meningkatkan kualitas pendidikan dan pelatihan untuk SDM kedirgantaraan yang unggul;

3. Meningkatkan kualitas dan relevansi riset, kerekayasaan dan rancang bangun kedirgantaraan;
4. Meningkatkan efektivitas regulasi dan tata kelola kelembagaan, khususnya yang berkaitan dengan industri kedirgantaraan untuk tujuan sipil/komersial;
5. Meningkatkan ketersediaan dan kualitas infrastruktur kedirgantaraan; dan
6. Meningkatkan investasi, kemitraan dan pendanaan.

Sebagai bagian dari transformasi ekonomi dan industrialisasi yang dilaksanakan secara bertahap, maka strategi pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan akan dilaksanakan melalui beberapa penahapan, sebagai berikut:

1. **Tahap I Tahun 2022-2024: Penguatan konsolidasi ekosistem industri kedirgantaraan nasional**  
 Pada periode ini, strategi penguatan **industri pesawat terbang dan rantai pasoknya** dilaksanakan dengan menggunakan momentum untuk mendorong kolaborasi dalam rangka komersialisasi pesawat N219, serta penyelesaian sertifikasi N219 amfibi (N219A). Diversifikasi pengembangan *flight simulator* juga menjadi sumber penciptaan nilai tambah dan menjadikan Indonesia sebagai salah satu pemasok utama secara regional. Beberapa peluang kerja sama strategis dengan industri kedirgantaraan global juga perlu didorong untuk dapat direalisasikan terutama untuk meningkatkan kapasitas industri di dalam negeri melalui *knowledge transfer* dan *knowhow*, serta membangun kapasitas pengelolaan proyek industri kedirgantaraan sebagai bagian dari rantai pasok global. Peningkatan konsolidasi ekosistem yang mendukung MRO juga menjadi prioritas. Pada saat yang sama, ekosistem yang memungkinkan tumbuhnya wirausaha baru perlu diperkuat dalam rangka peningkatan jumlah pelaku usaha lokal yang diharapkan dapat melengkapi kapasitas yang sudah ada untuk merespon peningkatan permintaan pasar dan rantai pasok global.

Strategi untuk pelaksanaan misi peningkatan kualitas **SDM** dilaksanakan melalui perluasan vokasi industri kedirgantaraan, perluasan *upskilling* dan *reskilling*, dan kerja sama dengan diaspora industri kedirgantaraan global. Pelaksanaan strategi ini diselaraskan dengan hasil pemetaan kebutuhan untuk penyediaan talenta, termasuk untuk mendukung pelaksanaan strategi RD&D. Strategi penguatan ekosistem **RD&D** akan difokuskan pada perluasan dan peningkatan efektivitas kolaborasi RD&D yang didukung penyediaan fasilitas *engineering office* dan *innovation center (center of excellence)* melalui kemitraan strategis internasional.

Penguatan **regulasi dan tata kelola** ekosistem industri kedirgantaraan akan dilaksanakan melalui pembentukan Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK) yang akan mengarahkan sinkronisasi regulasi dan kebijakan pengembangan industri kedirgantaraan, termasuk dengan kebijakan yang diampu Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP). Peningkatan ketersediaan **infrastruktur** kedirgantaraan yang berkualitas akan dilaksanakan melalui strategi revitalisasi infrastruktur pengujian dan RD&D strategis, serta peningkatan kelembagaan sertifikasi agar setara dalam hal keberterimaan dengan standardisasi/sertifikasi internasional.

Berbagai strategi yang akan dilaksanakan pada lima strategi di atas juga akan diperkuat dengan penyediaan dukungan skema **pendanaan**, serta fasilitasi **investasi dan kemitraan** dalam rangka menjamin perkembangan industri kedirgantaraan secara berkelanjutan. Kerja sama offset dari Industri Pertahanan juga akan dioptimalkan untuk dapat mendukung pengembangan industri kedirgantaraan sipil/komersial.

## 2. Tahap II Tahun 2025-2029: Peningkatan Kapasitas dan Kemitraan Strategis

Peningkatan kapasitas dan kemitraan strategis di **industri pesawat terbang dan rantai pasoknya** akan dilaksanakan melalui strategi peningkatan produksi N219/N219A untuk memenuhi kebutuhan pasar, pemenuhan sertifikasi/peluncuran tipe pesawat baru seperti N245 dan R80, pengembangan pesawat nirawak untuk kargo, pengembangan kerja sama rantai pasok komponen melalui kemitraan dengan Tier 1 global, serta peningkatan sertifikasi MRO.

Pengembangan **SDM** dan **RD&D** pada tahap ini akan difokuskan pada pelaksanaan strategi peningkatan SDM industri kedirgantaraan dengan kompetensi dan keahlian lebih tinggi, termasuk untuk mendukung peningkatan utilisasi *engineering office* dan *center of excellence* yang didukung kerja sama antara akademisi-teknisi industri.

Strategi sinkronisasi **regulasi** juga diperkuat khususnya untuk dapat mendukung pengembangan *aeropark/city* sebagai kawasan yang memfasilitasi aglomerasi industri kedirgantaraan. Pengembangan *aeropark/city* juga diarahkan untuk mengampu **infrastruktur** dan kapasitas pengujian produk dan layanan kedirgantaraan yang lebih mumpuni dan terakreditasi.

Skema **pendanaan** yang telah dikembangkan terus diperkuat untuk dapat melayani kebutuhan **investasi** dan pengembangan produk dan layanan industri kedirgantaraan yang lebih terdiversifikasi. **Kemitraan** strategis diperluas untuk mencakup RD&D, pengujian, MRO dan pengembangan pesawat nirawak.

## 3. Tahap III Tahun 2030-2034: Peningkatan komersialisasi

Pada tahap ini, **industri pesawat terbang dan rantai pasoknya** akan diperkuat melalui produk-produknya, baik pesawat penumpang maupun pesawat nirawak yang telah lolos sertifikasi dan/atau diluncurkan pada periode sebelumnya, untuk dipercepat komersialisasinya. Produk-produk yang sudah ada (N219/N219A) juga mulai diarahkan untuk pengembangan tipe seri baru untuk tujuan penggunaan yang bervariasi. Kapasitas industri komponen juga diperkuat pada aspek sistem integrator, komponen pendukung *avionics* dan komponen *engine*. *Aeropark/city* juga diperkuat layanannya untuk mencakup MRO. Untuk mendukung kapasitas yang semakin meningkat, kolaborasi **SDM** akademis dan industri diperkuat dengan memanfaatkan fasilitas kerja sama internasional yang telah dibangun dan diperluas. Kapasitas **RD&D** juga diperkuat terutama *engineering office* yang ditingkatkan untuk dapat membantu pengembangan prototipe seri pesawat baru dan peningkatan produksi massal dari produk-produk yang sudah ada.

**Regulasi dan kebijakan** terkait perizinan, impor, tenaga kerja, dan pemenuhan TKDN juga terus diperbaiki dan ditingkatkan efektivitas untuk mendukung perluasan penetrasi produk dirgantara di pasar domestik dan ekspor. Optimalisasi pemanfaatan *aeropark/city* dan penambahan kapasitas pengujian untuk tipe dan seri pesawat baru juga dilaksanakan sebagai bagian penguatan **infrastruktur** industri kedirgantaraan. Penambahan rute maskapai yang terintegrasi dengan jaringan rute internasional, serta perluasan pembiayaan ekspor dan leasing luar negeri juga menjadi langkah strategis penguatan **pendanaan dan kemitraan** strategis global.

## 4. Tahap IV Tahun 2035-2039: Penguatan Inovasi

Penguatan inovasi akan menjadi fokus dalam upaya peningkatan maturitas ekosistem industri kedirgantaraan nasional, sehingga kemampuan industri kedirgantaraan nasional dalam peta

persaingan global dan dalam merespon kebutuhan pengembangan kapasitas industri kedirgantaraan dalam 25 tahun ke depan dapat terus ditingkatkan. Inovasi pada **industri pesawat terbang dan rantai pasoknya** diarahkan untuk dapat mengampu antara lain penambahan fitur drone dan pesawat (*surveillance*, dll), peningkatan kualitas material *aerostructure* dan *avionics*, serta MRO untuk *engine* dan modifikasi mayor. Kebutuhan penguatan inovasi akan didukung penyediaan **SDM** terampil dengan kompetensi tinggi. Sebagian SDM terampil yang dihasilkan juga akan mengisi kebutuhan riset dan inovasi yang semakin berkembang dalam kerangka kerja sama internasional melalui *engineering office* dan *center of excellence*. **Kebijakan** inovasi industri kedirgantaraan yang mendorong integrasi dengan subsektor industri pengolahan lainnya juga diperkuat. Pada tahap ini, Indonesia dapat mengevaluasi kapasitas dan kesiapannya untuk bisa memanfaatkan perjanjian *open skies* secara lebih strategis untuk tujuan kemajuan industri kedirgantaraan dan penciptaan manfaat bagi perekonomian yang lebih optimal. Inovasi dari sisi kebandarudaraan juga didorong untuk bisa memanfaatkan **infrastruktur** yang telah dibangun dalam menyediakan manfaat yang berstandar internasional dan berdaya saing. Penguatan kemitraan regional dalam rangka integrasi pasar dengan share industri kedirgantaraan nasional yang lebih besar di pasar regional juga dilaksanakan sebagai bagian dari pelaksanaan strategi penguatan inovasi **pendanaan, investasi dan kemitraan strategis**.

#### 5. Tahap IV Tahun 2040-2045: Pertumbuhan Berkelanjutan dan Berdaya Saing

Pada tahap ini, ekosistem industri kedirgantaraan diharapkan sudah mencapai tahap maturitas yang mumpuni dan siap untuk mengembangkan kurva pertumbuhan baru yang berbasis kemampuan dan daya saing industri kedirgantaraan nasional yang sudah dibangun pada 4 tahap sebelumnya. Daya saing **industri pesawat terbang dan rantai pasoknya** akan diperkuat untuk semakin menguasai produk UAV/UAS dan komponen tingkat lanjut. Industri komponen juga diperkuat untuk mendukung integrasi yang semakin baik antara industri pesawat, MRO dan *ground support equipment* (GSE).

Pada tahap ini, industri kedirgantaraan nasional diharapkan dapat memasok **SDM** unggul untuk bisa berkontribusi pada industri kedirgantaraan global. Kontribusi Indonesia dalam **RD&D** kedirgantaraan global juga semakin kuat dengan berkembangnya *engineering center* yang menjadi rujukan global. Daya saing industri kedirgantaraan nasional yang semakin mumpuni juga diperkuat dengan dukungan **regulasi dan kebijakan** yang diarahkan untuk menarik investasi baru yang akan menjadi sumber pertumbuhan baru dan meningkatkan pasokan komponen di dalam negeri dalam rangka pemenuhan target TKDN. Pengembangan **infrastruktur** dalam bentuk penambahan *aeropark/city* dilaksanakan untuk mengoptimalkan utilisasi fasilitas yang ada, serta untuk mengampu proyek yang semakin beragam dan terintegrasi. **Investasi dan kemitraan** juga diarahkan untuk terus diperkuat dalam mengembangkan misi baru pengembangan industri kedirgantaraan, termasuk untuk opsi memulai pengembangan inovasi dan proyek eksplorasi ruang angkasa.

Gambar 4.2, serta Tabel 4.1 sampai dengan Tabel 4.6 menguraikan secara lebih terinci dari inisiatif-inisiatif utama dari keenam misi yang akan dilaksanakan dalam lima tahapan pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan nasional.

Gambar 4-2. Penahapan Strategi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan



Tabel 4-1. Strategi Pelaksanaan Misi 1. Menguatkan Industri Pesawat Terbang, Komponen, dan Rantai Pasok Kedirgantaraan

2022-2024 Penguatan Konsolidasi	2025-2029 Peningkatan Kapasitas & Kemitraan Strategis	2030-2034 Peningkatan Komersialisasi	2035-2039 Penguatan Inovasi	2040-2045 Pertumbuhan Berkelanjutan & Berdaya Saing
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Launch N219 dan N219A</li> <li>- <i>Flight simulator</i></li> <li>- Fokus pengembangan komponen untuk aerostructure, suplai MRO</li> <li>- Pengembangan <i>entrepreneurship</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peningkatan produksi N219, EIS N219A&amp;N245, TCR80</li> <li>- Suplai aerostructure dengan kemitraan Tier 1 global</li> <li>- MRO memiliki POA, DOA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EIS R80, drone MALE/HALE</li> <li>- Kapasitas sistem integrator, komponen pendukung avionics, engine</li> <li>- Pemanfaatan Aeropark MRO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penambahan fitur drone dan pesawat (surveillance, etc)</li> <li>- Peningkatan kualitas material aerostructure, kualitas avionics</li> <li>- MRO engine, major modifikasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pengembangan pesawat, UAV/UAS, dan komponen tingkat lanjut incl. teknologi baterai</li> <li>- Industri komponen seamless mendukung pesawat &amp;MRO</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• EIS N219, N219A</li> <li>• Kemitraan strategis aerostructure pada pasar global</li> <li>• Peningkatan entrepreneurship/ jumlah badan usaha baru sebagai pemasok komponen dan penyedia jasa MRO</li> <li>• <i>Flight simulator</i></li> <li>• Peningkatan jumlah badan usaha komponen &amp; AMO/MRO untuk memperoleh sertifikasi AS9100, DOA, POA, NADCAP (AMO: part 145)</li> <li>• Fokus pengembangan komponen hidrolik, pneumatik, bahan bakar, cabin dan airframe</li> <li>• Peningkatan kerja sama strategis untuk suplai komponen (<i>single parts</i>) tooling, MRO, GSE</li> <li>• Pemanfaatan offset PT DI dengan memberikan <i>working package</i> industri lokal untuk membangun rantai pasok Tier 2-3</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyelesaian detail desain, prototyping, dan TC pesawat N245 dan R80</li> <li>• Pengembangan desain pesawat dan inisiasi desain Drone kargo</li> <li>• Produksi pesawat dan drone untuk pasar domestik</li> <li>• Penguatan kapasitas sistem integrasi pada FAL</li> <li>• Pemanfaatan offset untuk kerjasama industri komponen sebagai supplier global</li> <li>• Peningkatan komponen Assembly dengan local material</li> <li>• Peningkatan jumlah badan usaha komponen dengan kapasitas desain part untuk produksi dan MRO</li> <li>• Peningkatan jumlah badan usaha sesuai sertifikasi internasional untuk Engine Shop, Propeller Shop, Components Shop</li> <li>• Penguatan produksi baterai dan engine drone</li> <li>• Pengembangan industry flight simulator</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produksi serial dan EIS R80 via strategic partnership</li> <li>• Penguasaan teknologi baru ie. alternatif fuel/power/material) pesawat terbang</li> <li>• Produksi pesawat dan drone dengan peningkatan TKDN 2x</li> <li>• Pendalaman kapabilitas aerostructure domestik, pengembangan komponen pendukung avionics and engine Tier 1 internasional</li> <li>• Peningkatan kapasitas produksi dan suplai komponen untuk produk pesawat, MRO, dan GH/GSE global</li> <li>• Relaksasi impor/ perdagangan untuk peningkatan kapasitas supplier komponen dan MRO</li> <li>• Peningkatan kapasitas dan reputasi komponent Functional Assembly</li> <li>• Peningkatan kemampuan sistem integrasi dan kerekayasaan sistem produksi</li> <li>• Pengujian flight test drone dan penambahan fitur sudah dapat dilakukan domestik</li> <li>• Dukungan regulasi PT DI untuk mengerjakan MRO (bagian dari integrasi komponen)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan desain pesawat dengan integrasi sistem untuk misi khusus (<i>software, hardware, tactical</i>)</li> <li>• Peningkatan kapabilitas engine dan avionics pada pesawat dan drone</li> <li>• Teknologi baterai dan motor listrik</li> <li>• Konktivitas daerah 3T</li> <li>• % Peningkatan layanan digital Kebandarudaraan</li> <li>• Peningkatan utilisasi material maju menggunakan baja, Nikel, Aluminium, karet, komposite fiber dengan peningkatan pengolahan hulu domestik (TKDN)</li> <li>• Peningkatan kapasitas industri hulu sebagai bagian dari supplier functional parts global</li> <li>• Penguatan desain dan produksi komponen drone: autopilot/ navigation, flight controller</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan Pengembangan pesawat, UAV/UAS, dan komponen tingkat lanjut incl. teknologi baterai</li> <li>• Peningkatan dukungan industri komponen terhadap produksi pesawat dan MRO</li> <li>• Pemanfaatan <i>shop</i> pada</li> <li>• Peningkatan kapasitas produksi (micro) satelit</li> </ul>

Tabel 4-2. Strategi Pelaksanaan Misi 2. Meningkatkan Kualitas Pendidikan dan Pelatihan

2022-2024 Penguatan Konsolidasi	2025-2029 Peningkatan Kapasitas & Kemitraan Strategis	2030-2034 Peningkatan Komersialisasi	2035-2039 Penguatan Inovasi	2040-2045 Pertumbuhan Berkelanjutan & Berdaya Saing
- Perluasan vokasi-industri, - Up-skilling dan re-skilling	Peningkatan SDM industri dengan pendidikan & keahlian tinggi (karir internasional)	Peningkatan kolaborasi tenaga kerja akademis-industri internasional	Peningkatan penyerapan SDM untuk industri kedirgantaraan dan riset pendukung di Indonesia	Peningkatan penyerapan SDM Indonesia di industri dirgantara internasional
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan kolaborasi <i>apprenticeship</i> antara industri kedirgantaraan lokal dan universitas/ sekolah tinggi kedirgantaraan</li> <li>• Kolaborasi pemagangan vokasi antara industri, swasta dengan universitas politeknik, kejuruan dengan skema 3-in-1 dan jaminan kerja pada badan usaha lokal</li> <li>• Pemetaan keterampilan dan okupansi</li> <li>• Up-skilling dan re-skilling kemampuan manufaktur industri untuk kompetensi hidrolik, pneumatik, sistem bahan bakar, sistem kabin, aerospace component repair</li> <li>• Pembangunan Teaching factory di universitas dengan kuota talenta magang untuk pengembangan dirgantara regional</li> <li>• Skema up-skilling dan re-skilling untuk konversi karir profesional kedirgantaraan dari industri manufaktur lain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan jumlah universitas dengan jurusan kedirgantaraan</li> <li>• Pendirian MRO Training Organization dengan standar AMTO melalui kemitraan strategis/ Lufthansa Technical Training (GMF-LHT)</li> <li>• Optimasi offset untuk peningkatan kapasitas SDM di Tier 1 global</li> <li>• Peningkatan kurikulum SMK Dirgantara dari teknisi menjadi ahli programming, drawing design, tooling, machining, engineering)</li> <li>• Peningkatan jumlah SDM MRO dengan sertifikasi AMTO, COMA</li> <li>• Peningkatan kapasitas badan usaha komponen sehingga memperoleh sertifikasi DOA 21J Minor &amp; Major, POA 21G, serta AMO 145 (untuk MRO)</li> <li>• Pengembangan lembaga dan fasilitas pelatihan, Organisasi Pelatihan MRO, dan Pusat Pelatihan Awak Penerbangan dengan sertifikasi TOA/ CASR 147</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan jumlah fasilitas lab dan pengujian prototipe pada institusi Pendidikan</li> <li>• Pengembangan metode keamanan terhadap konflik (UAV)</li> <li>• Kolaborasi vokasi dengan mitra OEM/ Tier 1/ RD&amp;D center di luar negeri (1 negara)</li> <li>• Up-skilling untuk integrasi sistem untuk misi khusus dan full-furnished aircraft section, drone</li> <li>• Up-skilling pemasok domestik melalui integrated project management dan advanced manufacturing</li> <li>• Membangun Crew and Resources Training Center yang terintegrasi dengan kebutuhan maskapai dan bandara</li> <li>• Pelatihan dan sertifikasi untuk pemenuhan kebutuhan pilot &amp; operasional seaplane</li> <li>• Penyediaan fasilitas Flight Training Devices, flight simulator untuk pelatihan pilot domestic</li> <li>• Pelatihan navigasi dan pengendalian lalu lintas udara tingkat lanjut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolaborasi vokasi dengan mitra di luar negeri (banyak negara)</li> <li>• Up-skilling untuk integrasi teknologi baru dan UAV/UAS lanjutan</li> <li>• Up-skilling pemasok domestik melalui integrated project management dan advanced manufacturing</li> <li>• Up-skilling untuk perbaikan engine dan penggantian komponen esensial, konversi lengkap untuk misi khusus/ VIP</li> <li>• Peningkatan jumlah dan kualitas SDM kedirgantaraan siap bekerja untuk kebutuhan proyek nasional</li> <li>• Integrasi sistem pendidikan menengah/ lanjut untuk memahami dasar pekerjaan teknisi, pengembang, desainer</li> <li>• Pengembangan lembaga pelatihan disertai dengan fasilitas (lab) dengan standar EASA/FAA, dengan kemampuan untuk mensertifikasi tenaga kerja dengan standar EASA/FAA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Up-skilling sistem digital untuk peningkatan utilitas seluruh fasilitas bandara yang terintegrasi dengan layanan penerbangan dan penumpang</li> <li>• Peningkatan jumlah dan kualitas SDM kedirgantaraan bersertifikasi internasional siap bekerja</li> <li>• Peningkatan kerjasama industri-universitas global untuk riset strategis, pengembangan, dan perolehan sertifikasi</li> <li>• Peningkatan kerja sama politeknik-industri global untuk proyek jangka pendek</li> </ul>

Tabel 4-3. Strategi Pelaksanaan Misi 3. Meningkatkan Kualitas dan Relevansi Riset, Kerekayasaan, dan Rancang Bangun

2022-2024 Penguatan Konsolidasi	2025-2029 Peningkatan Kapasitas & Kemitraan Strategis	2030-2034 Peningkatan Komersialisasi	2035-2039 Penguatan Inovasi	2040-2045 Pertumbuhan Berkelanjutan & Berdaya Saing
Penyusunan skema kolaborasi R&D&D, penyediaan fasilitas Engineering Office	Utilisasi engineering office untuk kolaborasi dan pemanfaatan R&D&D akademis-industri kedingantaraan	Engineering office dapat membantu prototipe dan produksi massal	Peningkatan kolaborasi RD&D industri dirgantara internasional melalui Engineering Office	Engineering Center bertaraf global di Indonesia
<p>Pengembangan Engineering Offices &amp; Innovation Center melalui kemitraan strategis untuk konsultasi bisnis, pelatihan, self-assessment, dan sistem manajemen kualitas</p> <p>Peningkatan kapasitas industri untuk perolehan sertifikasi (AS9100, DOA, POA, NADCAP, AMO)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kemampuan desain dan optimasi jaringan transportasi udara, frekuensi drone</li> <li>• Penyusunan tata Kelola Engineering Offices untuk konsultasi dan self-assessment Quality Management System</li> <li>• RD&amp;D dan produksi N219, N219A dengan fleksibilitas modifikasi untuk keperluan kargo RD&amp;D N245, RD&amp;D R80 melalui strategic partnership.</li> <li>• Penguasaan teknologi baru (seperti alternatif fuel/power/material) pesawat terbang</li> <li>• Penguatan/Pengembangan bidang aerostructure, disertai opsi kerja sama dengan OEM/Tier 1 global</li> <li>• RD&amp;D dan produksi small &amp; medium cargo drone dengan kapasitas sampai 2 ton</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menambah mitra untuk rekayasa dan rancang bangun, modal bersama</li> <li>• Engineering &amp; Innovation Center untuk riset dan pengembangan (prototipe) produksi, rekayasa material dan komponen, serta manajemen teknologi baru</li> <li>• Adaptasi teknologi baru (seperti komposit, bio fuel, elektrik) untuk pesawat latih (general aviation)</li> <li>• Engineering Services local demand</li> <li>• Pengembangan sistem turbin, kompresor</li> <li>• Peningkatan efisiensi sistem dan powerplant</li> <li>• Pengembangan sistem propulsi elektrik/hybrid</li> <li>• Pengembangan ground control, sistem kendali, panduan jarak jauh untuk dukungan UAV</li> <li>• Peningkatan kapasitas</li> <li>• Studi misi ISR (Intelligent, Surveillance, Reconnaissance)</li> <li>• Pengembangan metode penginderaan jarak jauh</li> <li>• Simulasi misi dan kendali satelit</li> <li>• Meningkatkan RD&amp;D industri kedingantaraan sesuai dengan Rencana Induk Pemajuan Iptek &amp; Peta Jalan Penyelenggaraan Keantariksaan</li> <li>• Produksi prototype dan TC R80 melalui Mitra Strategis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD&amp;D dan Produksi N245 via strategic partnership</li> <li>• Engineering Center untuk membantu peningkatan produksi</li> <li>• RD&amp;D dan produksi R80 via strategic partnership</li> <li>• Penguasaan teknologi baru (seperti alternatif fuel/power/material) pesawat terbang</li> <li>• Adaptasi teknologi baru (seperti komposit, bio fuel, elektrik) untuk varian baru dari N219 dan N219A</li> <li>• Integrasi sistem untuk misi khusus (terutama software, hardware, tactical)</li> <li>• RD&amp;D dan produksi large cargo drone kargo dengan kapasitas 2000 kg</li> <li>• Utilisasi Engineering &amp; Innovation Center untuk konsultasi dan pelatihan desain komponen, terutama untuk dukungan sistem aerostructure</li> <li>• Peningkatan studi desain airframe terutama pengolahan bahan baku (industri hulu)</li> <li>• Studi desain dan kerekayasaan menggunakan I4.0: deep learning, simulasi analisis big data</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penguasaan teknologi Control System Avionics , Mission System Green Propulsion System Energy Storage (Battery, BioAvtur)</li> <li>• Pengembangan material komposit dan material baru, ie. smart, nano, sebagai dukungan aerodinamika &amp; konfigurasi struktur bahan ringan <i>advance</i></li> <li>• Utilisasi Engineering &amp; Innovation Center untuk konsultasi, pelatihan untuk desain, kerekayasaan komponen, pengolahan material baru, produksi komponen yang mendukung teknologi baru</li> <li>• Desain pesawat udara dan komponen baru</li> <li>• Desain pesawat udara non-konvensional</li> <li>• Optimasi proses desain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrasi teknologi baru (seperti alternatif fuel/power/material) Adaptasi teknologi untuk produk varian pesawat nasional baru</li> <li>• Penguasaan UAV Logistik dan urban mobility</li> </ul>

Tabel 4-4. Strategi Pelaksanaan Misi 4. Meningkatkan Efektivitas Regulasi dan Tata Kelola Kelembagaan

2022-2024 Penguatan Konsolidasi	2025-2029 Peningkatan Kapasitas & Kemitraan Strategis	2030-2034 Peningkatan Komersialisasi	2035-2039 Penguatan Inovasi	2040-2045 Pertumbuhan Berkelanjutan & Berdaya Saing
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pembentukan komite pengarah,</li> <li>- Sinkronisasi regulasi pengembangan industri dirgantara (incl. sertifikasi)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sinkronisasi regulasi dan penyusunan skema investasi yang berdaya saing melalui utilisasi Aeropark City</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penyesuaian perizinan dan tarif impor, tenaga kerja, penyerapan pesawat regional domestic &amp; target ekspor dengan TKDN tinggi,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kebijakan inovasi dirgantara menjadi penggerak industri manufaktur lain</li> <li>- Optimasi perjanjian open skies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Target peningkatan TKDN</li> <li>- Penyesuaian regulasi dan insentif untuk meningkatkan investasi</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harmonisasi regulasi dirgantara untuk kepentingan domestic (pertahanan-komersial, transportasi-pariwisata)</li> <li>• Harmonisasi konten regulasi (incl. pengujian desain pesawat, masa berlaku sertifikasi, ruang udara &amp; frekuensi spektrum drone dengan standar EASA/FAA)</li> <li>• Pembentukan Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK)/ Komite Industri Nasional (KINAS)</li> <li>• Pembentukan dan aktivasi Kelompok Kerja (KKIK dan KKIP) untuk memandu pelaksanaan offset (imbal dagang) pertahanan untuk membangun ekosistem industri kedirgantaraan komersial</li> <li>• Integrasi regulasi mengenai ruang udara dengan lalu lintas drone (referensi EASA/FAA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyederhanaan perizinan operasional bandara dan layanan transportasi udara untuk penumpang, kargo, dan drone</li> <li>• NSPK operasi drone, navigasi, pilot dan personel ahli drone</li> <li>• Peningkatan penggunaan drone lokal non-militer</li> <li>• Penyusunan klasifikasi usaha dan pajak rendah untuk drone</li> <li>• Pembentukan asosiasi manufaktur drone Indonesia</li> <li>• Peningkatan program pemerintah untuk fasilitas industri manufaktur, terutama peningkatan kapasitas, pembelian mesin modal, bahan baku, bahan pembantu,</li> <li>• Regulasi ruang udara terintegrasi domestik</li> <li>• Perluasan pemanfaatan pesawat dan drone pada pasar domestic</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaksasi DNI (terutama maskapai) saat industri domestic sudah cukup kompetitif dan untuk meningkatkan rantai nilai industri kedirgantaraan</li> <li>• Penyusunan skema pembiayaan untuk pendirian usaha (R&amp;D, pelatihan, konsultasi, sertifikasi, IKM manufaktur untuk pengolahan bahan baku)</li> <li>• Peningkatan ekisibisi bisnis kedirgantaraan, promosi ekspor untuk produk komponen dan pesawat, konversi kebutuhan pertahanan-komersial</li> <li>• Penyesuaian regulasi ruang udara terintegrasi (ASEAN Single Aviation Market/ open skies regional)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaksasi Daftar Negatif Investasi untuk bandara, maskapai untuk menawarkan harga kompetitif bagi konsumen (terutama rute spoke)</li> <li>• Meningkatkan program dan insentif pemanfaatan riset dan kedirgantaraan pada industri manufaktur lainnya</li> <li>• Optimasi perjanjian open skies</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrasi Aerospace Park pada KEK/KI sehingga memudahkan rantai pasok dan meningkatkan linkage industri kedirgantaraan, termasuk kegiatan RD&amp;D</li> <li>• Integrasi fasilitas fiskal Aerospace Park untuk menarik mitra strataegis jangka panjang ie. bebas konsesi, bea masuk, untuk peningkatan produktivitas dan/ atau ekspor</li> </ul>

Tabel 4-5. Strategi Pelaksanaan Misi 5. Meningkatkan Ketersediaan Kualitas Infrastruktur Kedirgantaraan

2022-2024 Penguatan Konsolidasi	2025-2029 Peningkatan Kapasitas & Kemitraan Strategis	2030-2034 Peningkatan Komersialisasi	2035-2039 Penguatan Inovasi	2040-2045 Pertumbuhan Berkelanjutan & Berdaya Saing
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Revitalisasi infrastruktur pengujian dan R&amp;D&amp;D strategis</li> <li>- Peningkatan kelembagaan sertifikasi untuk standar internasional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penambahan kapasitas fasilitas lab uji, pengembangan prototipe.</li> <li>- Peningkatan badan usaha dan fasilitas dirgantara bersertifikasi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Penguatan fasilitas lab untuk pengujian, pengembangan prototipe dan produksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Layanan optimal untuk maskapai dan kebandarudaraan sesuai standar internasional</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Optimasi utilisasi fasilitas uji/lab tingkat lanjut untuk pesawat lengkap</li> <li>- Penguatan fasilitas lab untuk drone dan pendukung kedirgantaraan lain</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan industri sertifikasi TC-PC untuk industri pesawat dan system integrator</li> <li>• Mengembangkan lembaga sertifikasi manajemen kualitas untuk industri kedirgantaraan</li> <li>• Revitalisasi lab pengujian propeller: wind-tunnels (sub &amp; super sonic)</li> <li>• Menyusun kesepakatan struktur KBL yang mendukung ekosistem industri kedirgantaraan</li> <li>• Pembangunan bandara perairan untuk pesawat amfibi</li> <li>• Pengembangan fasilitas pengujian DO 160 (elektronik), DO 178 (software), DO 254 (hardware)</li> <li>• Lab pengujian sistem avionics (HUD, Glass Cockpit)</li> <li>• Peningkatan jumlah badan usaha pelatihan SDM bersertifikasi TOA, CASR 147, CASR 141</li> <li>• Peningkatan kapasitas badan usaha komponen sehingga memperoleh sertifikasi DOA 21J Minor &amp; Major, POA 21G, serta AMO 145 (untuk MRO)</li> <li>• Optimasi jaringan rute penerbangan (hub – spoke) dengan integrasi sistem informasi dan integrasi fasilitas antara maskapai-bandara</li> <li>• Pembangunan sea plane port untuk pesawat amfibi</li> <li>• Bandara yg pendek butuh support GSE memadai sehingga dapat melayani berbagai produk</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penambahan fasilitas runway dan tuang tunggu pada bandara hub sesuai proyeksi jumlah penumpang</li> <li>• Perbaikan sistem navigasi udara nasional untuk monitoring pergerakan pesawat, drone pada ruang udara</li> <li>• Peningkatan utilisasi fasilitas bandara, incl. lalu lintas kargo</li> <li>• Integrasi airlines-bandara untuk optimasi rute penerbangan (hub-spoke), termasuk optimasi fungsi digital dan otomatisasi untuk layanan bandara (navigasi, take-off/landing) dan layanan penumpang</li> <li>• Lab pengujian struktur (static dan dinamik), kekuatan struktur,</li> <li>• Lab teknologi pengembangan material dan polimer: formulasi material, desain dan rancang bangun komponen, pengujian karakteristik material dan mekanis untuk material baru. Target: sintesis nano-material, sensor, analisis kimia</li> <li>• Lab desain &amp; komputasi: produksi komponen presisi, inovasi desain, analisis big data dan simulasi dinamis</li> <li>• Lab pengujian sistem kendali pesawat</li> <li>• Peningkatan kapasitas Lembaga sertifikasi di Indonesia untuk dapat menguji badan usaha yang setara dengan kompetensi sertifikasi NADCAP, ISO 9001, AS/EN/JN 9100, DOA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penggunaan lab bersama untuk inovasi desain komponen menggunakan CAD-CNC, mesin dengan kemampuan presisi tinggi</li> <li>• Lab produksi prototipe, integrasi komponen, ie, produksi board Flight Control System dan struktur plastik, metal, komposit</li> <li>• Lab pengujian non-destructive testing,</li> <li>• Pengembangan <i>flight training devices</i>, simulator pelatihan pilot</li> <li>• Lab pengujian Hardware &amp; Software in Loop (HIL, SIL)</li> <li>• Lab pengujian untuk ground test, flight test instrumentation system</li> <li>• Flight Information Region Integrasi spektrum frekuensi untuk drone</li> <li>• Pelaksanaan Airport Operation Control Center (AOCC) pada bandara hub (Kelas I dan II)</li> <li>• Program satu sertifikasi teknisi dan engineer untuk pekerjaan produksi dan MRO</li> <li>• Aerospace Park beroperasi: Batam, Bintan, Kertajati</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyesuaian fasilitas bandara sesuai dengan standar internasional (eco-friendly)</li> <li>• Pelaksanaan Airport Operation Control Center (AOCC) terintegrasi (airside dan landside) menggunakan layanan digital pada bandara hub-spoke.</li> <li>• Kolaborasi 4A, Airport Operator, Airline Operators, Air Navigation, dan Authorities seperti bea cukai, imigrasi, karantina, kepolisian dan lainnya,</li> <li>• Implementasi Airport Collaborative Decision Making (A-CDM).</li> <li>• Pengembangan Aeropark City terintegrasi (mencakup Composite Center, Logistic Center, Training Center) dengan mitra global</li> <li>• Perbaikan sistem navigasi udara (fungsi monitoring) dengan melengkapi pesawat/drone dengan Automatic Dependent Surveillance-Broadcast (ADS-B) dan Automatic Identification System (AIS)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan Sistem Navigasi udara Next-Gen</li> <li>• Perluasan AOCC pada Bandara Tipe I dan II</li> <li>• Lab Pengujian Sistem RADAR, ruang tanpa gema (simulasi pendeteksian, desain dan prototipe sistem)</li> <li>• Lab pengujian sistem drone, termasuk keamanan, konflik, pengendalian/ swarming terkoordinasi,</li> <li>• Pengembangan fasilitas lab tingkat lanjut (indirect lightning dan Electromagnetic Compatibility (EMC) untuk pengujian pesawat lengkap</li> </ul>

Tabel 4-6. Strategi Pelaksanaan Misi 6. Meningkatkan Investasi, Kemitraan, dan Pendanaan

2022-2024 Penguatan Konsolidasi	2025-2029 Peningkatan Kapasitas & Kemitraan Strategis	2030-2034 Peningkatan Komersialisasi	2035-2039 Penguatan Inovasi	2040-2045 Pertumbuhan Berkelanjutan & Berdaya Saing
- Persiapan skema keuangan, insentif investasi untuk kemitraan strategis, kerjasama offset untuk komersial	Pemanfaatan kemitraan strategis kedirgantaraan di Indonesia (RD&D, pengujian, MRO, drone)	- Penambahan rute maskapai dengan jaringan internasional. - Penguatan pembiayaan ekspor, leasing LN,	Penguatan kemitraan regional terutama untuk peningkatan layanan dan pangsa pasar jasa dirgantara	Peningkatan investasi & pendanaan stabil (asing dan domestik) untuk pengembangan pesawat dan komponen tingkat lanjut
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyusunan skema investasi untuk joint RD&amp;D, termasuk kolaborasi tahap pengujian desain dengan swasta/ universitas</li> <li>• Penyusunan skema pembiayaan inovatif untuk pinjaman untuk pendalaman <i>supply chain</i>, sewa/ <i>leasing</i>, kredit ekspor, termasuk kerja sama dengan lembaga ekspor &amp; institusi keuangan LN</li> <li>• Penyederhanaan prosedur mendapatkan Operating Certificate (CASR 91) untuk kepemilikan pesawat pribadi</li> </ul> <p><b>Me</b>• Mendorong kerja sama bilateral/multilateral untuk mutual recognition/ keberterimaan sertifikasi pesawat (TC), Indonesia dengan standar internasional</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan insentif investasi yang kompetitif dibandingkan negara ASEAN dalam bentuk penyederhanaan izin, keringanan pajak (ie. PPhBM untuk CKD pesawat), impor barang modal, dan pemanfaatan lahan,</li> <li>• Perluasan pasar aerostructure melalui pelaksanaan offset dan bidding proyek OEM/Tier 1</li> <li>• Perluasan fungsi PT DI sebagai focal point untuk pasokan Tier 1 aerostructure di tingkat global</li> <li>• Pengembangan platform kolaborasi INACOM, terutama untuk suplai komponen presisi, avionics</li> <li>• Pengembangan platform kolaborasi dengan MRO untuk engine refurbish dan desain komponen untuk repair</li> <li>• Pengembangan skema pembiayaan IKM dengan terms lunak</li> <li>• Relaksasi bea masuk dan prosedur impor untuk mesin non-konvensional, chemical processing, NDI</li> <li>• Insentif dan kemudahan investasi dalam RD&amp;D dan joint production dengan Tier 1</li> <li>• Peningkatan kerja sama pasokan jangka panjang dengan Tier 1 melalui eksibisi, forum bisnis, offset/ bidding kontrak</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skema asuransi pesawat, suku cadang, dan MRO sebagai paket layanan purna jual dalam kerja sama pembelian pesawat</li> <li>• Studi kelayakan industrial transfer untuk perluasan pasar pesawat dan drone di luar negeri</li> <li>• Utilisasi Aeropark City untuk menarik investasi misi khusus, full-furnished aircraft section, drone, desain pesawat baru</li> <li>• Peningkatan Kerjasama dengan insituti finansial untuk skema leasing dan garansi pesawat</li> <li>• MRO/AMO di Indonesia mendapatkan status EASA Part 21J Major</li> <li>• Menjadikan major MRO/AMO di Indonesia (GMF dan BAT) sebagai marketing hub untuk kolaborasi dengan MRO/AMO dan OEM luar negeri</li> <li>• Pengembangan platform kolaborasi anggota IAMSAs untuk MRO/AMO terutama untuk modern maintenance, modifikasi major, repair equipment (termasuk motorized equipment untuk ground handling)</li> <li>• Kerjasama dengan OEM internasional membangun MRO/AMO Center di Indonesia</li> <li>• Peningkatan partisipasi eksibisi, forum bisnis business matching Insentif dan kemudahan investasi untuk daya tarik kerja sama OEM/Airlines dalam mengerjakan modifikasi major dan repair</li> <li>• Pembentukan perusahaan sewa beli (Leasing) nasional</li> <li>• Relaksasi impor untuk suplai komponen MRO/AMO</li> <li>• Pelaksanaan kerja sama dengan OEM, Tier 1, dan MRO internasional untuk rancang bangun, kerekayasaan, komersialisasi produk pesawat dan drone, material dan komponen, serta MRO</li> <li>• Peningkatan kerja sama Lembaga keuangan internasional, pengembangan skema asuransi layanan purna jual dan pengadaan pesawat terbang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan utilisasi program kredit ekspor dengan moda multi-asuransi dan re-finance</li> <li>• Peningkatan nilai tambah komponen dan aerostructure, peningkatan ekspor peningkatan pada value chain global</li> <li>• Peningkatan kapasitas PT DI dan 2 anggota INACOM untuk menjadi supplier Tier 1 global</li> <li>• Peningkatan jaringan pasokan komponen PT DI-dengan Tier 2, 3 domestik melalui platform terintegrasi dan perbaikan manajemen proyek</li> <li>• Utilisasi Aeropark City untuk menarik investasi Material and Composite Center, Logistic Center, Training Center, dan fasilitas uji</li> <li>• Kerja sama dan perizinan dengan airlines/OEM untuk pemasangan sensor deteksi performansi komponen</li> <li>• Peningkatan jaringan pasokan MRO/AMO: skema leasing komponen MRO/AMO dengan platform terintegrasi (blockchain)</li> <li>• Penambahan hanggar untuk one-stop maintenance</li> <li>• Efisiensi layanan MRO/AMO sehingga dapat mengerjakan MRO/AMO pada mayoritas layanan rute domestik dan hub Asia Pasifik</li> <li>• Perluasan kerja sama dan kontrak jangka panjang dengan OEM, Airlines, dan MRO/AMO global (work-share agreement)</li> <li>• Perluasan pasar MRO/AMO untuk pekerjaan modifikasi major untuk pasar Asia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksanaan skema risk-sharing partnership untuk peningkatan RD&amp;D dan produksi Penguatan dan perluasan pasar aerostructure dan UAV/UAS tingkat lanjutan di tingkat global</li> <li>• Peningkatan produktivitas supplier Tier 2, 3 domestik</li> <li>• Perluasan jaringan pasokan Tier 1,2,3 domestik untuk digunakan sebagai partnership platform dengan Tier 1/OEM global</li> <li>• Penguatan dan perluasan pasar komponen dan Tier 1 di tingkat global melalui kemitraan strategis (risk-sharing partnership)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Efisiensi layanan MRO sehingga dapat mengerjakan MRO pada mayoritas layanan rute domestik dan hub-Asia Pasifik</li> <li>• Penguatan dan perluasan pasar MRO domestik dan hub-Asia Pasifik</li> </ul> <p>Insentif investasi untuk OEM/Tier 1/AMO/Insituti pembiayaan dirgantara intenrasional yang menanamkan modal dan atau fasilitas</p> <p>Integrasi fasilitas disal pada awasan Aerospace Park sehingga bebas perpajakan dan perizinan, untk peningkatan produktivitas</p> <p>Peningkatan kerja sama Lembaga keuangan internasional serta pengembangan skema asuransi layanan purna jual dan pengadaan pesawat terbang</p>

## 4.2 Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan

Pembentukan Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK) diharapkan dapat meningkatkan tata kelola kebijakan kedirgantaraan yang lebih baik, melalui koordinasi yang terpusat untuk memastikan pelaksanaan kebijakan secara terarah, sistematis dan efektif. Konsep struktur organisasi inti KKIK mencakup satu Dewan Pengarah yang beranggotakan kementerian/lembaga (K/L) utama yang menentukan ekosistem industri kedirgantaraan nasional. Dewan Pengarah membawahi Ketua/Koordinator Kelompok Kerja yang mengoordinasikan enam Kelompok Kerja (*Program Management Organization/PMO*) yang masing-masing mengampu pengawalan terhadap pelaksanaan 6 misi pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan. Dalam menjalankan tugasnya, PMO dapat melibatkan perwakilan dari berbagai pemangku kepentingan.



Gambar 4-3. Konsep Organisasi Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK)

Dewan Pengarah diketuai oleh Presiden dan dibantu 9 Menteri sebagai anggot, yaitu: Menteri Koordinator Bidang Perekonomian, Menteri Koordinator Bidang Kemaritiman dan Investasi, Menteri Koordinator Bidang Politik, Hukum, dan Keamanan, Menteri Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/Kepala Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (Bappenas), Menteri Perindustrian, Menteri Perhubungan, Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional, Menteri BUMN, serta Menteri Keuangan.

Tugas dan fungsi Dewan Pengarah antara lain:

1. Memandu kebijakan pelaksanaan, pemantauan, evaluasi, dan pengendalian pelaksanaan seluruh inisiatif dalam Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045;

2. Mengarahkan kebijakan koordinasi K/L dan pemangku kepentingan lainnya untuk sinergi kebijakan pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan sipil/komersial;
3. Mengarahkan sinkronisasi kebijakan pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan dengan industri strategis lainnya, termasuk peningkatan konektivitas, pengembangan pariwisata dan industri kedirgantaraan untuk pertahanan;
4. Menetapkan proyek strategis industri kedirgantaraan melalui regulasi;
5. Mengarahkan pelaksanaan kebijakan *offset* untuk kepentingan pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan komersial berdasarkan tinjauan potensi kerja sama dan pembiayaan dengan mitra strategis secara berkala, analisis pemanfaatan *offset*, serta regulasi untuk penerapan *offset*;
6. Mengarahkan kebijakan untuk memfasilitasi kemitraan strategis global dalam meningkatkan kapasitas RD&D, kerja sama produksi dan pendalaman rantai pasok, pengembangan SDM, serta pembangunan infrastruktur kedirgantaraan. Mitra diberikan fasilitasi keanggotaan komite secara terbatas, atau memiliki fungsi observasi, memberikan saran dan masukan pada pertemuan khusus, namun tidak memiliki hak pengambilan keputusan di dalam komite;
7. Mengarahkan kebijakan untuk memfasilitasi kerja sama BUMN kedirgantaraan dengan swasta untuk pelaksanaan dan utilisasi fasilitas bersama untuk kepentingan RD&D, pengujian, pembangunan prototipe, serta produksi massal; dan
8. Mengarahkan kebijakan untuk memfasilitasi pengembangan skema pembiayaan dan insentif, termasuk mengeluarkan Surat Persetujuan Komite (setara *Letter of Credit/ Letter of Guarantee* ) sebagai dokumen resmi yang dikeluarkan oleh Pemerintah untuk meningkatkan keyakinan akan komitmen proyek/pembelian barang/jasa dirgantara sehingga dapat digunakan sebagai surat perjanjian usaha dan/atau memperoleh fasilitas pembiayaan.

Ketua Kelompok Kerja Industri Kedirgantaraan memiliki fungsi pokok untuk melakukan koordinasi antar kelompok kerja untuk mengawal pelaksanaan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045. Ketua Kelompok Kerja yang diusulkan adalah level Eselon 1 dari Kementerian Perindustrian. Adapun tugas dan fungsi Ketua Kelompok Kerja antara lain:

1. Mengoordinasikan pelaksanaan, pemantauan, evaluasi, dan pengendalian pelaksanaan seluruh inisiatif dalam Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045;
2. Mengoordinasikan K/L dan pemangku kepentingan lainnya untuk sinergi kebijakan pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan sipil/komersial;
3. Mengoordinasikan sinkronisasi kebijakan pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan dengan industri strategis lainnya, termasuk peningkatan konektivitas, pengembangan pariwisata dan industri kedirgantaraan untuk pertahanan;
4. Mengoordinasikan pemilihan dan pengusulan proyek strategis industri kedirgantaraan melalui regulasi;
5. Mengoordinasikan penyusunan rekomendasi kebijakan *offset* untuk kepentingan pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan komersial berdasarkan tinjauan potensi kerja sama dan pembiayaan dengan mitra strategis secara berkala, analisis pemanfaatan *offset*, serta regulasi untuk penerapan *offset*;
6. Mengoordinasikan fasilitasi kemitraan strategis global dalam meningkatkan kapasitas RD&D, kerja sama produksi dan pendalaman rantai pasok, pengembangan SDM, serta pembangunan

infrastruktur kedirgantaraan. Mitra diberikan fasilitasi keanggotaan komite secara terbatas, atau memiliki fungsi observasi, memberikan saran dan masukan pada pertemuan khusus, namun tidak memiliki hak pengambilan keputusan di dalam komite;

7. Mengoordinasikan fasilitasi kerja sama BUMN kedirgantaraan dengan swasta untuk pelaksanaan dan utilisasi fasilitas bersama untuk kepentingan RD&D, pengujian, pembangunan prototipe, serta produksi massal;
8. Mengoordinasikan pengembangan skema pembiayaan dan insentif, termasuk mengeluarkan Surat Persetujuan Komite (setara Letter of Credit/ Letter of Guarantee ) sebagai dokumen resmi yang dikeluarkan oleh Pemerintah untuk meningkatkan keyakinan akan komitmen proyek/pembelian barang/jasa dirgantara sehingga dapat digunakan sebagai surat perjanjian usaha dan/atau memperoleh fasilitas pembiayaan;
9. Membentuk PMO sesuai dengan misi pelaksanaan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045;
10. Melaksanakan pengawasan terhadap efektivitas PMO untuk mendukung pencapaian target-target pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan;
11. Melaksanakan pertemuan koordinasi secara berkala untuk memantau perkembangan pelaksanaan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045;
12. Melaporkan kepada Dewan Pengarah minimal 1 kali dalam 1 tahun terkait kemajuan pelaksanaan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045; dan
13. Melaksanakan amanat penugasan tambahan dari Dewan Pengarah sesuai dengan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045.

Penyelenggaraan Kelompok Kerja/PMO mencakup struktur keanggotaan yang berasal dari perwakilan K/L level Eselon 2 dan kumpulan beberapa ahli yang terbentuk sesuai misi pembangunan ekosistem industri kedirgantaraan. Keanggotaan dalam PMO bersifat tidak tetap dan tidak mengikat. Beberapa Kelompok Kerja/PMO dapat terbentuk dalam waktu yang sama dengan tema misi yang berbeda-beda. Tugas dan fungsi Kelompok Kerja/PMO antara lain:

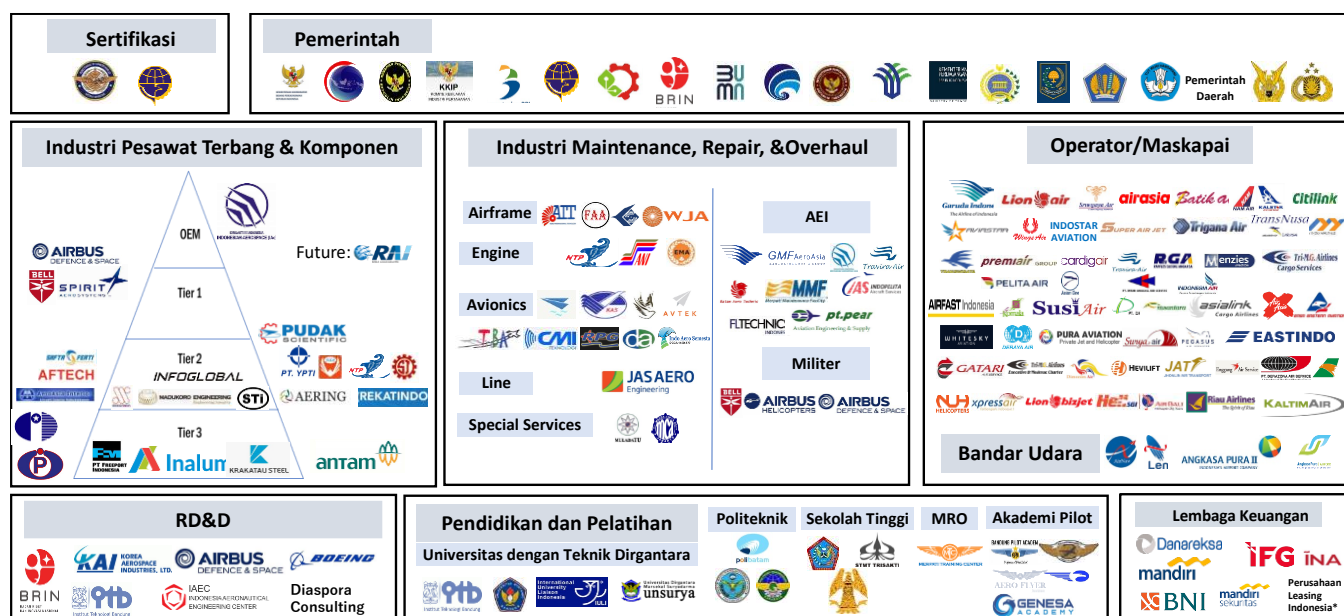
1. Melakukan pengawalan teknis untuk 6 misi pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan;
2. Melakukan pengawalan atas pelaksanaan proyek strategis nasional terkait industri kedirgantaraan sipil/komersial;
3. Melakukan koordinasi dengan setiap unsur ekosistem/pemangku kepentingan domestik dan internasional untuk pengembangan ekosistem industri kedirgantaraan;
4. Mengembangkan basis data ekosistem industri kedirgantaraan;
5. Menyusun analisis dan rekomendasi kebijakan/strategi yang relevan dengan kondisi terkini, pemantauan dan evaluasi pelaksanaan strategi untuk setiap kelompok kerja;
6. Memfasilitasi penyelesaian kendala dan tantangan (*debottlenecking*) yang dihadapi dalam ekosistem industri kedirgantaraan; dan
7. Menyiapkan laporan kemajuan pelaksanaan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045 kepada Ketua Kelompok Kerja minimal 1 kali dalam 1 tahun.

Proses penunjukan Kelompok Kerja/PMO yang mengawal proyek strategis nasional terkait industri kedirgantaraan didasarkan pada pengusulan oleh Koordinator Kelompok Kerja berdasarkan Peta Jalan

Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045, penetapan proyek strategis oleh Dewan Pengarah, atau rekomendasi dari pemangku kepentingan berdasarkan isu kedirgantaraan terkini. Pembentukan beberapa PMO dapat dilakukan secara simultan tergantung ketersediaan anggota dan target waktu capaian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045. Jumlah dan keanggotaan PMO dapat dipilih dengan komposisi Aparatur Sipil Negara (ASN) maupun non-ASN/tenaga ahli yang sesuai fokus pembahasan misi pembangunan ekosistem industri kedirgantaraan. Tenaga ahli non-ASN yang dimaksud dapat terdiri dari, namun tidak terbatas pada, akademisi, peneliti dan pengembang, asosiasi/ praktisi/pelaku industri, tenaga ahli bidang hukum, tenaga ahli keuangan dan investasi, tenaga ahli keselamatan penerbangan, ahli lingkungan, serta tenaga ahli diaspora.

### 4.3 Peta Ekosistem Industri Kedirgantaraan

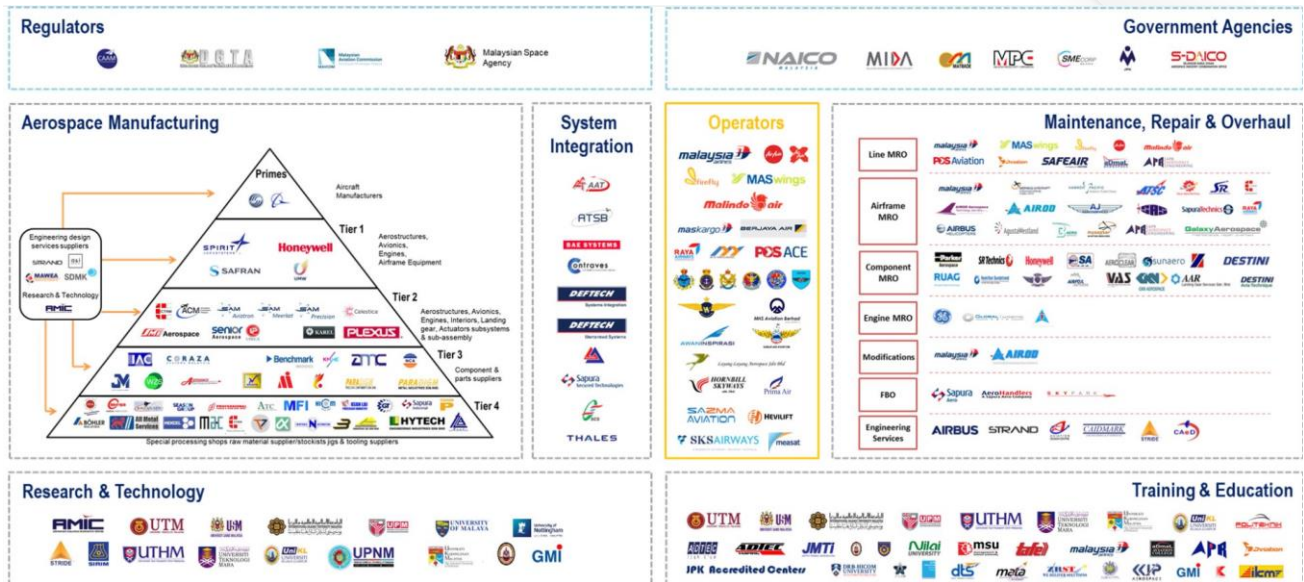
Peta ekosistem industri kedirgantaraan di Indonesia saat ini mencakup beberapa kelompok Lembaga yang dapat mencakup pemerintah, lembaga sertifikasi, industri pesawat terbang dan komponen, industri MRO, operator/maskapai, lembaga RD&D dan *think tank*, lembaga pendidikan dan pelatihan pada tingkat akademi dan perguruan tinggi, serta lembaga keuangan. Pelaksanaan Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045 ini ke depan diharapkan dapat dilengkapi dengan tumbuh dan bertambahnya pemasok industri kedirgantaraan pada tier 3, 2, dan 1 dalam rangka menangkap peluang pasar industri kedirgantaraan regional dan global.



Gambar 4-4. Ekosistem Pemangku Kepentingan di Industri Kedirgantaraan (*non-exhaustive list*)

Sebagai pembanding, peta ekosistem industri kedirgantaraan di Malaysia yang dikumpulkan Aerodromo Nusantara (2022) berdasarkan data dari National Aerospace Industry Corporation Malaysia (NAICO) menunjukkan kapasitas rantai pasok industri kedirgantaraan di Malaysia yang lebih mumpuni dibandingkan di Indonesia (Gambar 4.5). Pengecualian yaitu Malaysia tidak memiliki OEM lokal, sedangkan Indonesia sudah memiliki PT DI, dan ke depan akan dilengkapi dengan Regio Aviasi Industri (RAI). Ekosistem industri kedirgantaraan di Malaysia juga unggul dalam aspek sistem integrator, serta

berkembangnya lembaga RD&D serta pendidikan dan pelatihan yang dapat mendukung pengembangan industri rantai pasok kedirgantaraan yang berdaya saing. Malaysia juga memiliki kelembagaan pengampu kebijakan pengembangan industri kedirgantaraan yang terkonsolidasi baik di bawah NAICO dan Kementerian Perdagangan Internasional dan Perindustrian.



Source: NAICO

Gambar 4-5. Ekosistem Industri Kedirgantaraan di Malaysia [24]

Rincian dari rencana pengembangan setiap pilar ekosistem industri kedirgantaraan di Indonesia untuk periode 2022-2045 diuraikan pada Bab 5 hingga Bab 8. Selanjutnya Bab 9 dan Bab 10 akan menguraikan rencana terinci untuk pengembangan infrastruktur, SDM dan pendanaan yang akan mendukung pencapaian target-target pengembangan pilar ekosistem industri kedirgantaraan di Indonesia.

5

**RENCANA PENGEMBANGAN  
INDUSTRI PESAWAT TERBANG  
(*FIXED WING*) DAN PESAWAT  
TERBANG NIRAWAK**



### 5.1 Protokol dalam Industri Pesawat Terbang

Industri pesawat terbang merupakan industri dengan kompleksitas kegiatan dan pengaturan yang dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Kegiatan desain (*conceptual, preliminary* dan *detail design*) dilakukan oleh Organisasi Desain (*Design Organisation Approval/DOA*). Keluarannya adalah gambar, dokumen analisis, lembar perhitungan dan dokumen teknik lainnya. Ini bisa berupa tingkat komponen (misal Desain unit pencahayaan) atau level pesawat (misal Desain sistem pencahayaan kabin). Persetujuan DOA berada di bawah Part 21J yang dikeluarkan oleh Otoritas Sertifikasi di Indonesia yaitu Kementerian Perhubungan.
2. Kegiatan manufaktur dilakukan oleh Organisasi Produksi (*Production Organisation Approval/POA*). Keluarannya adalah produk, biasanya berupa perangkat keras seperti *Cabin Light Unit*. Persetujuan POA berada di bawah Part 21G yang juga dikeluarkan oleh Otoritas Sertifikasi di Indonesia yaitu Kementerian Perhubungan.
3. Setiap komponen pesawat harus memenuhi syarat, antara lain RTCA DO160G (Rev G adalah revisi terbaru pada hari ini). RTCA = *Radio Technical Commission for Aeronautics*. Pabrikan komponen harus menyerahkan sertifikasi produknya dan harus mendapatkan persetujuan dari Kementerian Perhubungan, baik secara langsung atau melalui pabrikan pesawat. Instansi pemerintah yang juga terkait adalah Kementerian Perindustrian.
4. Piranti lunak yang dikembangkan sendiri dan kemudian diaplikasikan pada sistem-sistem pesawat terbang harus memenuhi persyaratan yang diatur dalam RTCA DO178C.
5. *Component Assembly System* (misalnya *Light Control Units, Dimming Units, Tube light units, Wires of different sizes/gauges, connectors, switch, Diodes, Relays*), seluruh sistem ini harus memenuhi *Means of Compliance* (MoC) yang merupakan bagian dari Rencana Sertifikasi, yang diserahkan oleh pabrik pesawat terbang (DOA dan POA) kepada Otoritas (Kementerian Perhubungan).
6. Dari tahap desain ke tahap produksi/manufaktur ke tahap *assembly, compliance* harus dilakukan di bawah kendali Kementerian Perhubungan. Setelah pesawat selesai dan sesuai dengan semua dokumen desain, pesawat menjalani tes untuk mencapai/mendapatkan TC (*Type Certificate*).
7. Setelah TC diberikan, pesawat (atau model pesawat) dapat dioperasikan secara komersial, dan dapat dijual kepada dan dioperasikan oleh operator yang memiliki lisensi untuk mengoperasikan pesawat jenis yang sesuai. Instansi Pemerintah yang terkait adalah Kementerian Perhubungan.
8. Dalam pengembangan pesawat, banyak dokumen (manual) yang harus disiapkan oleh produsen pesawat, diantaranya *Aircraft Flight Manuals* (AFM), *Aircraft Maintenance Manuals* (AMM), *Maintenance Planning Document* (MPD) dll. Dokumen ini harus memastikan bahwa pesawat selalu dalam status layak terbang, yang disebut *Instruction for Continuous Airworthiness* (ICA). Pembuatan Manual biasanya dilakukan di pertengahan program pengembangan pesawat dan dokumen-dokumen ini wajib disetujui oleh Otoritas (Kementerian Perhubungan).

9. Dalam pengoperasian, pesawat secara berkala harus diinspeksi atau mendapatkan *maintenance service*. Perusahaan yang melakukan perawatan pesawat diatur dalam Part 145 AMO/MRO, yang hanya dapat melakukan perawatan sebagaimana didefinisikan dalam AMM, dan *Troubleshooting Manuals* (TSM), serta dokumen lainnya, yang sudah ditentukan oleh pabrik pesawat. Jika perusahaan AMO/MRO ingin melakukan pemeliharaan di luar batasan di atas (di luar manual pesawat), maka perusahaan AMO/MRO tersebut harus memiliki EASA Approval Part 21J Major (sebagai catatan, sampai sekarang hanya GMF yang memiliki EASA Approval Part 21J Minor). Instansi Pemerintah yang terkait adalah Kementerian Perhubungan.

Jauh sebelum proses desain pesawat dimulai, pabrikan pesawat atau *Original Equipment Manufacturer* (OEM) harus melakukan studi pasar untuk melihat tipe dan spesifikasi pesawat yang dibutuhkan oleh pasar. Hal ini dilakukan untuk menjamin agar pesawat yang akan didesain sukses secara komersial di pasaran/diminati oleh airlines domestik maupun internasional.

Pada saat ini teridentifikasi ada empat program pengembangan pesawat transportasi komersial di Indonesia yang sedang berjalan maupun sedang direncanakan. Keempat program pengembangan pesawat tersebut adalah:

1. Program pengembangan pesawat transportasi dengan kapasitas 19 penumpang - N219 - yang saat ini sedang berjalan oleh PTDI.
2. Program pengembangan pesawat transportasi amfibi dengan kapasitas 19 penumpang - N219A - yang saat ini sedang berjalan oleh PTDI.
3. Program pengembangan pesawat transportasi dengan kapasitas 45 penumpang - N245 - yang sedang direncanakan oleh PTDI.
4. Program pengembangan pesawat transportasi dengan kapasitas 80 penumpang - R80 - yang sedang direncanakan oleh PT RAI.

## 5.2 Potensi Pasar Pesawat Terbang Global

Potensi pasar difokuskan pada relevansinya dengan program pengembangan pesawat yang sedang berjalan dan/atau direncanakan di Indonesia. Analisa pasar dilakukan dengan mengambil acuan laporan studi pasar dari OEM (ATR, Bombardier) dan Corporation (JADC). Proyeksi kebutuhan pesawat berdasar kapasitas penumpang selama 20 ke depan dapat dilihat di Tabel 5-1.

Tabel 5-1. Perkiraan Jumlah *Delivery* Pesawat Terbang Global Berdasarkan Kapasitas [44] [45] [46]

Proyeksi pesawat berdasarkan jumlah kursi		Tahun 0	Periode 20 tahun		Tahun 20	CAGR (20 th)
		Pesawat aktif (unit)	Jumlah unit <i>delivery</i>	Jumlah unit <i>retired</i>	Perkiraan pesawat aktif	
15-19	JADC, 2020-2039	1.196	885	1.052	1.029	-0,75%
40-80	ATR, 2018-2037	2.260	40-60 seat: 630 61-80 seat: 2.390	1.220	4.060	2,97%
60-100 (large)	Bombardier, 2017-2036	3.300	5.750	2.100	6.950	3,79%

Pesawat terbang dengan kapasitas >100 kursi merupakan pesawat komersial yang digunakan paling banyak dan menjadi fokus pengembangan pesawat dalam 20 tahun ke depan. Perkiraan pertumbuhan ekonomi dunia sekitar 3 persen per tahun dari periode 2020 hingga 2040 digunakan sebagai acuan untuk menghitung perkiraan jumlah pesawat aktif karena tingkat permintaan pesawat kapasitas >100 kursi paling sensitif terhadap jumlah pengguna perjalanan bisnis dan pariwisata. Proyeksi Bombardier menyatakan bahwa pesawat besar dengan kapasitas 60-100 dan 100-150 kursi diperkirakan akan bertambah masing-masing sebanyak 5.750 dan 6.800 unit dalam kurun waktu 20 tahun. Proyeksi pasar untuk kapasitas 60-100 meliputi pesawat jet dan propeler, sedangkan untuk kapasitas 100-150 penumpang hanya meliputi pesawat jet saja.

Adapun ATR memproyeksikan untuk kapasitas 40-80 kursi akan terdapat penambahan sebanyak 3.020 unit pesawat terbang propeller dalam 20 tahun ke depan, dengan konfigurasi 40-60 kursi sebanyak 630 unit dan jenis 61-80 kursi sebanyak 2.390 unit. Kapasitas ini biasa digunakan untuk meningkatkan konektivitas di Eropa dan Amerika, baik *spoke to hub* maupun *spoke to spoke*. Dengan melakukan modifikasi kabin maka pesawat kapasitas ini dapat menampung jumlah kursi penumpang yang lebih banyak dan biaya kilometer perjalanan per penumpang lebih rendah dibandingkan pesawat perintis.

Dari proyeksi JADC pada tahun 2020, perkiraan pertambahan pesawat propeler untuk kapasitas 15-19 penumpang adalah sebanyak 885 unit selama 20 tahun ke depan. Pesawat dengan kapasitas ini sangat cocok untuk penerbangan perintis.

Proyeksi permintaan pesawat penumpang pada pasar global yang paling optimum adalah untuk kapasitas 60-99 kursi (regional), namun akan bersaing ketat dengan *dominant player* (ATR, Bombardier). Oleh karena itu, pemilihan program pesawat yang paling sesuai bagi Indonesia adalah melalui N219, N219A, N245, dan pesawat dengan 60-100 kursi (R80). Program tersebut mendukung perluasan pasar pesawat Indonesia sehingga membutuhkan dukungan Pemerintah serta strategi kerja sama (*strategic partnership*) internasional, baik dari segi pengembangan teknologi maupun penjualan/sewa pesawat. Namun perlu dicatat bahwa kondisi pasar pesawat sangat dinamis, sehingga proyeksi yang dilakukan hanya dapat memberi gambaran tentang potensi pesawat produksi dalam negeri untuk merespon pasar domestik dan internasional.

### 5.3 Perkembangan Industri Pesawat Terbang Indonesia

Sejak tahun 1970-an Indonesia telah membangun industri pesawat terbang dengan mendirikan PT Industri Pesawat Terbang Nusantara (IPTN, sekarang PTDI). Industri ini dimulai dengan produksi pesawat transport militer NC212 di bawah lisensi dari CASA Spanyol (sekarang Airbus Defence and Space/ADS), kemudian desain dan pembuatan pesawat transport militer CN235 secara bersama dengan CASA (ADS) dan pengembangan pesawat N250 secara mandiri oleh PTDI. Program N250 berakhir sebelum mendapatkan TC karena Indonesia dilanda krisis moneter pada periode 1997-2000. Kerja sama dengan ADS yang terbaru adalah pemberian lisensi kepada PT DI untuk memproduksi pesawat CN295, yang merupakan pengembangan dari pesawat CN235. Pada saat ini PT DI telah berhasil memproduksi dan memiliki lini perakitan akhir/*Final Assembly Line* (FAL) untuk ketiga program tersebut (yaitu NC212,

CN235, CN295). Setelah sukses dalam memproduksi pesawat transpor militer di dalam negeri, PT DI saat ini secara mandiri tengah mengembangkan pesawat terbang untuk keperluan komersial, yaitu N219, N219A (varian amfibi dari N219) serta merencanakan untuk mengembangkan pesawat N245 (modifikasi dari CN235). PT Regio Aviasi Industri (RAI) juga berencana untuk mengembangkan pesawat terbang transpor komersial berkapasitas 80 penumpang yaitu R80. Tabel 5-2 menunjukkan perkiraan potensi pasar pesawat terbang rancangan PT DI dan PT RAI yang diturunkan dari potensi pasar pesawat global dari Tabel 5-1.

Tabel 5-2. Perkiraan Jumlah *Delivery* Produk Pesawat Terbang Indonesia [44] [45] [46]

Proyeksi Pesawat Berdasarkan Jumlah Kursi		Jumlah Unit <i>Delivery</i> (20 tahun)	CAGR (20 th)	Potensi Pasar Pesawat Terbang Indonesia		Asumsi Proyeksi <i>Delivery</i> Dunia	Asumsi 25% Pasar Diisi Indonesia (incl. ekspor)
15-19	JADC, 2020-2039	885	-0,75%	N219	19 kursi	90% = 796	199 (33 Amphibi)
40-60	ATR,	630	2,97%	N245	40-50 kursi	90% = 567	142
60-80	2018-2037	2.390					
60-100	Bombardier,	5.750	3,79%	R80	60-80 kursi	45% = 2.588	647
100-150	2017-2036	6.800	3,60%				

Beberapa asumsi telah diambil dalam menganalisis potensi pasar pesawat rancangan PT DI dan PT RAI, yaitu:

1. *Delivery* pesawat baru global/dunia mengacu pada data di Tabel 5-1.
2. Sebesar 10 persen reduksi dari *delivery* baru dunia karena pengaruh COVID-19 (yang berarti potensi 2 tahun *delivery* hilang).
3. Sebesar 25 persen dari *delivery* dunia diasumsikan diisi oleh pesawat dalam negeri (pangsa pasar pesawat PT DI dan PT RAI adalah 25 persen dari total pasar dunia).

Asumsi tersebut di atas adalah asumsi optimis dengan menganggap hanya ada empat jenis pesawat di masing-masing kelas dengan *market share* yang sama yang akan mengisi kebutuhan pesawat dunia. Sebagai contoh untuk N219 dan N219A (kapasitas 19 penumpang):

1. *Delivery* baru seluruh dunia : 885 unit.
2. 10% reduksi akibat COVID-19:  $10\% \times 885 = 89$  unit.
3. *Delivery* baru yang sudah direduksi:  $90\% \times 885 = 796$  unit.
4. Pangsa pasar N219 adalah 25% dari *total reduced delivery*:  $25\% \times 796 = 199$  unit.

Untuk pesawat N219-Amfibi, total *delivery* dunia diperkirakan sebanyak 148 unit yang diambil dari referensi potensi market amfibi [55, 56], sehingga potensi N219A adalah 33 unit ( $25\% \times 90\% \times 148$  unit). Jumlah ini termasuk di dalam 199 unit di atas.

Dengan metoda analisis yang sama pangsa pasar untuk pesawat N245 adalah 142 unit ( $25\% \times 90\% \times 630$  unit), dimana total *delivery* dunia adalah 630 unit dari prediksi ATR. Sementara pangsa pasar untuk pesawat R80 adalah 647 unit ( $25\% \times 90\% \times 50\% \times 5750$  unit), dimana total *delivery* dunia adalah 5.750 unit dari prediksi Bombardier yang meliputi pesawat jet dan propeler dengan pangsa pasar yang sama yaitu 50 persen.

Kondisi pasca COVID-19 menunjukkan proyeksi *delivery* pesawat terbang diperkirakan akan tetap tinggi (tidak berubah) meskipun jumlah perjalanan penumpang belum pulih secara keseluruhan, yang dipengaruhi oleh *zero COVID-19 policy* (China), invasi Rusia terhadap Ukraina, dan estimasi resesi memengaruhi potensi penurunan permintaan perjalanan udara. Fokus pengembangan program pesawat terbang Indonesia jangka pendek adalah N219 dan N219A. Dengan ukuran kecil, jenis pesawat tersebut masih sesuai untuk digunakan sebagai pelayanan *feeder* untuk tujuan konektivitas dan pemerataan pembangunan, serta konversi kargo dan modifikasi untuk tujuan *firefighter*, *med-evac*, *surveillance*, dan lainnya

### 5.3.1 N219

#### 5.3.1.1 Status Pengembangan dan Potensi Penyerapan Pasar

Pesawat N219 dikembangkan dari pesawat NC212 yang awalnya merupakan lisensi dari Airbus Defence and Space (ADS). Dibandingkan dengan seri NC212, N219 dilengkapi dengan mesin yang lebih kuat (2 X 850 SHP), sistem *avionics* yang lebih canggih, dan *fixed tricycle landing gear*. Desain N219 dilengkapi dengan pintu kargo yang lebar sehingga memudahkan konfigurasi untuk transportasi kargo, evakuasi medis, dan misi militer lainnya. Selain itu, N219 ditargetkan dapat lepas landas dan mendarat pada landasan dengan kualitas minimum dan dapat beroperasi secara *Short Take-off and Landing* (STOL). N219 saat ini sudah mendapatkan belum Type Certificate N219 dan sedang dalam proses sertifikasi OPSREQ dari TNI AD untuk penggunaan militer.

Pesawat N219 dirancang untuk penerbangan perintis dan dinilai paling cocok sebagai transportasi masyarakat yang menghubungkan antar daerah dan pulau terpencil secara efisien. Operasional domestik N219 hanya direncanakan untuk menghubungkan antar daerah tertinggal, terdepan dan terluar (3T) Indonesia. Apabila dibandingkan dengan twin turboprop lain pada segmen sejenis, spesifikasi N219 cukup kompetitif untuk digunakan tidak hanya sebagai angkutan penumpang perintis. Dengan mempertimbangkan harga, kapasitas angkut, dan kapasitas terbang, maka pesawat ini tidak hanya cocok untuk keperluan sipil/komersial saja, namun potensi penjualan dan operasional N219 dapat diperluas untuk konfigurasi pesawat pribadi, angkutan kargo dan keperluan militer seperti evakuasi medis, patroli, pengintaian (*surveillance*), pencarian, pengamanan dan penyelamatan (SAR).

Program N219 telah diluncurkan pada tahun 2006 [47], sehingga pengembangan N219 sudah menghabiskan waktu 13 tahun, atau cukup lama dibandingkan dengan rata-rata standar internasional yaitu 8-10 tahun. Desain konvensional untuk penumpang <20 orang memiliki tingkat kerumitan yang relatif rendah sehingga kurun waktu pengembangan seharusnya dapat lebih singkat. Sebagai perbandingan, produk A350-900 membutuhkan 96 bulan (8 tahun) sejak peluncuran hingga *Entry Into Service* (EIS). Contoh lain adalah program pengembangan Cessna 408 Skycourier yang diluncurkan tahun 2017, *first flight* telah dilaksanakan pada tahun 2020 dan perkiraan EIS pada tahun 2021. Untuk bisa tetap relevan dengan perkembangan pasar, teknologi dalam pengembangan N219 diharapkan beradaptasi mengikuti standar keberlanjutan/lingkungan (seperti tingkat emisi dan kebisingan) serta standar pemeliharaan dan perbaikan (AMO/MRO). Perbandingan beberapa produk kompetitor dalam kelas kursi yang sama dengan N219 dapat dilihat di Tabel 5-3.

Tabel 5-3. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas <20 Kursi [48] [49] [50] [51] [52] [53] [54]

Parameter	N219 Nurtanio	Twin Otter DHC-6-400	Do 228NG	PZL M28 Bryza	LET 410	Sky Courier	Harbin Y12
							
OEM	PT DI	de Havilland Canada	Dornier Flugzeugwerke	Antonov/PZL Mielec	Let Kunovice	Cessna	HAIG
Harga (USD juta)	6 (2017)	6,5 (2008)	8,7 (2011)	6,7 – 7 (1993)	6,3 (2016)	5,5 (2020)	3 (1998)
Seats	19	19	19	19	19	19	19
Length (meter)	16,49	15,77	16,56	13,1	14,2	16,71	14,86
Wingspan	19,5	19,81	16,97	22,06	19,98	21,95	17,24
Height (meter)	6,18	5,94	4,86	4,9	5,9	6,09	5,58
Empty Weight (kg)	4.327	3.221	3.900	4.354	-	-	2.840
Maximum Take Off Weight (MTOW) (kg)	7.030	5.670	6.575	7.500	6.600	-	5.300
Max. Landing Weight (kg)	6.940	-	-	-	6.400	-	-
Max. Fuel Capacity (kg)	1.600	1.175	1.885	1.766	1.300	-	1.230
Fuel Consumption (kg/h)	255	-	0.945 (kg/km)	268	240	-	-
Maximum Payload (kg)	2.313	1.842	-	-	1.800	2.268	-
Take Off Distance (meter)	435	366	792	548	547	-	370
Landing Distance (meter)	685	320	451	499	500	-	340
Max. Cruise Speed (km/h)	388	337	-	355	405	-	328
Cruise Speed (km/h)	314	-	413	244	405	370	292
Stall Speed (km/h)	109	-	137	120	-	-	-
Ferry Range (km)	1.533	1.480	2.363	3.100	-	-	-
Range at Max Fuel (km)	1.533	-	-	-	1.500	1.667	1.340
Ceiling Altitude (meter)	7.315	7.620	7.620	7.620	4.200	7.620	7.000
Rate of climb (m/s)	9,85	8,1	-	12,29	8,5	-	8,1
Engine	2 X Pratt & Whitney Canada Ltd PT6A-42, 850 SHP	2 X PT6A-34, 750 HP	2 X Honeywell TPE331-10, 776 SHP	2 X Pratt & Whitney Canada PT6A-65B, 1,100 HP	2X GE H80-200 800 SHP	2X Pratt & Whitney PT6A-65SC 1100 SHP	2 × Pratt & Whitney Canada PT6A-27 turboprop engines
Propeller	4-bladed Hartzell Metal Propeller	-	5-bladed MT-Propeller, D2.5m	5-bladed fully feathering reversible D2.83m	5-bladed Avia Propellers Av-725	Blackmac 4-blade aluminum, auto feathering, reverse	3-bladed Hartzell HC-B3TN-3B/T10173B-3

Salah satu faktor penentu untuk kesuksesan komersialisasi N219 adalah dukungan pendanaan. Tahapan EIS untuk N219 yang realistis adalah pada tahun 2023/2024, namun dengan syarat bahwa pendanaan untuk *jig & tools*, jalur perakitan akhir, pengadaan bahan impor harus siap/tersedia. Skema *customer financing* melalui kolaborasi dengan pemerintah daerah atau pengguna lainnya menjadi salah satu opsi yang dapat disiapkan untuk mendukung EIS dan produksi massal N219 ke depan.

#### 5.3.1.2 Rekomendasi Program N219

N219 adalah program penting dan membutuhkan dukungan untuk dapat dikomersialisasi serta masuk ke tahap EIS pada tahun 2023/2024:

1. Perbaiki manajemen proyek untuk memenuhi jadwal delivery dan mempertahankan efisiensi biaya produksi;
2. Pengembangan proyek khusus di bawah sektor transportasi/penerbangan nasional/penerbangan perintis sebagai bagian dari upaya pencapaian target-target prioritas pembangunan pembangunan yang sekaligus dapat memfasilitasi finalisasi dan industrialisasi N219;
3. Dukungan untuk pemanfaatan skema pendanaan *customer financing* dan sumber pendanaan lain yang sesuai dengan kelayakan program N219, termasuk fasilitasi kredit ekspor (atau sejenis) untuk memulai produksi bagi pelanggan definitif untuk tujuan ekspor;
4. Penyediaan insentif dapat diberikan kepada operator swasta yang melayani penerbangan perintis di daerah terpencil/pedesaan/terluar dan pariwisata untuk pembelian atau sewa (*leasing*) pesawat N219;
5. Fasilitasi partisipasi perusahaan dalam negeri dalam rantai pasokan pesawat N219; dan
6. Fasilitasi perluasan pasar ekspor dan kerja sama pengembangan N219 di luar negeri.

#### 5.3.2 N219-Amfibi (N219A)

##### 5.3.2.1 Status Pengembangan & Potensi Penyerapan Pasar

Pengembangan N219A sangat relevan untuk mendukung pemerataan akses transportasi di Indonesia yang belum memiliki infrastruktur bandara, serta pengembangan pariwisata. Kerja sama untuk mengembangkan teknologi *floats* yang sesuai untuk diintegrasikan ke pesawat N2019 menjadi N219A sudah diinisiasi oleh PT DI dengan target TC pada Oktober 2024. Struktur *floats* akan terbuat dari material komposit untuk mengurangi berat dan menghindari korosi. Kompromi desain dan target performa N219A dibandingkan N219 juga perlu dipertimbangkan untuk mencapai target waktu dan sesuai dengan alokasi pendanaan.

Untuk potensi pasar pesawat N219A, LAPAN memperkirakan 148 unit yang terdiri dari 42 unit (pasar domestik) dan 106 unit (pasar internasional) [55] [56]. Sebagai perbandingan, produk amfibi dengan kapasitas 19 kursi saat ini sangat terbatas, yaitu hanya DHC-6 Twin Otter. Adapun model amfibi lain yang sudah berada di pasar, misalnya Kodiak dengan kapasitas 10 kursi, AVIC AG600 Kunlong oleh CAIGA, China dengan kapasitas 50 kursi (*rescue*), serta Harbin SH-5 oleh HAFEI, China dengan kapasitas 7 kursi (keperluan militer) serta Dornier Seastar dengan kapasitas 12 penumpang.

Tabel 5-4: Milestone Program N219A untuk Kurun Waktu 2020-2024 [56]

Program	2020	2021	2022	2023	2024
<b>N219A</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Preliminary design &amp; detail design float komposit</li> <li>• Adaptasi pesawat amfibi</li> <li>• Desain konsep dan preliminary pesawat amfibi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan float komposit</li> <li>• Assembly &amp; integrasi pesawat amfibi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prototyping</li> <li>• Static structure Test</li> <li>• Flight Test &amp; Sertifikasi N219A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flight Test &amp; Sertifikasi N219A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TC diperoleh</li> </ul>

### 5.3.2.2 Rekomendasi Program N219A

Berikut merupakan beberapa rekomendasi yang dapat diterapkan untuk program N219 Amfibi:

1. Penyediaan dukungan pendanaan untuk penyelesaian desain dan perolehan TC sesuai jadwal pada triwulan IV tahun 2024.
2. Pengembangan proyek khusus di bawah sektor transportasi/penerbangan nasional/ penerbangan perintis khususnya ke daerah yang tidak memiliki bandara serta untuk mendukung aksesibilitas pariwisata bahari/kepulauan, sebagai bagian dari upaya pencaiaian target-target prioritas pembangunan pembangunan yang sekaligus dapat memfasilitasi finalisasi dan industrialisasi N219A;
3. Penyiapan insentif yang serupa dengan pesawat N219; dan
4. Penyiapan SDM yang terampil untuk mengoperasikan pesawat amfibi dan MRO yang terkait.

### 5.3.3 N245

#### 5.3.3.1 Status Pengembangan & Potensi Penyerapan Pasar

PTDI bersama dengan ADS mengembangkan seri CN235 untuk angkutan militer dan misi khusus (MSA, MPA, ASW). Pengalaman PT DI dalam mengembangkan CN235 tidak hanya berhasil digunakan untuk keperluan militer. Pengembangan seri CN235-110 untuk kebutuhan komersial pernah dimanfaatkan untuk kebutuhan operasional domestik Merpati Nusantara Airlines pada tahun 90-an walaupun tidak meraih sukses dan terpaksa berhenti beroperasi. Upaya pemanfaatan CN235 untuk transportasi komersial direncanakan lagi melalui program pengembangan pesawat N245, yang dikembangkan dari CN235-220 dengan memperpanjang badan pesawat, mengganti *engine* dan memperkuat struktur sayap maupun roda pendarat. Status per tahun 2020, belum ada rencana pembelian domestik maupun internasional untuk pesawat N245.

Sebagai ilustrasi, pengembangan C295 oleh ADS dilakukan berdasarkan modifikasi model CN235 dan lama pekerjaan dari desain hingga *Entry Into Service* (EIS) membutuhkan waktu sekitar 3,5 tahun. Dengan mempertimbangkan bahwa modifikasi CN235 menjadi N245 akan lebih sederhana dibandingkan C295, maka diperkirakan PT DI akan membutuhkan waktu sekitar 2 tahun untuk pengembangan N245, namun proses pembiayaan dan desain harus terpisah dari program N219. Apabila program pengembangan N245 ini dilakukan bersama dengan Airbus, maka akan dapat diselesaikan dengan lebih cepat dibandingkan program lain (N219A, R80). Walaupun performa CN235 saat ini sudah mampu menunjang bobot hingga 16 ton, PT DI perlu mengantisipasi kemungkinan struktur pesawat baru yang membutuhkan penggantian

mesin (dengan yang lebih kuat), sayap, dan roda pendaratan (*landing gear*) untuk menjaga target kinerja (kecepatan, muatan) yang optimal. Manajemen produksi juga perlu diupayakan dapat cepat beradaptasi dengan perkembangan kemampuan desain dan pemenuhan kebutuhan pembiayaan program.

Prakiraan pasar global untuk pesawat dengan 40-60 kursi menurut studi ATR untuk kurun waktu 20 tahun mendatang adalah 630 unit. Potensi pasar ini bisa dikatakan sebagai pasar yang tidak terlalu besar. Pesaing N245 adalah antara lain: ATR42, MA60, DHC-8-300 dan pesawat IL-114. Dengan skenario pangsa pasar 25 persen, maka ada sekitar 142 unit yang bisa diisi oleh N245.

Tabel 5-5. Milestone Program N245 untuk kurun waktu 2020-2024 [57]


Program	2021	2022	2023	2024
N245	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Conceptual Design</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Preliminary Design</i></li> <li>• <i>Detailed Design</i></li> <li>• Pengadaan material</li> <li>• Persiapan jig</li> <li>• <i>Wind-Tunnel Testing</i></li> <li>• DPM Tool</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Critical Design Review &amp; persetujuan produksi</i></li> <li>• <i>Sub-Assembly</i></li> <li>• <i>System Installation</i></li> <li>• <i>Final Assembly</i></li> <li>• <i>TC Application</i></li> <li>• Pengumpulan DOC ke DGCA</li> <li>• <i>Systems Functional Test</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Roll Out</i></li> <li>• <i>First Flight</i></li> <li>• <i>Certification Test</i></li> <li>• <i>TC Granted</i></li> </ul>

### 5.3.3.2 Rekomendasi Program N245

Berikut rekomendasi spesifik untuk program N245:

1. Penyiapan manajemen proyek yang handal untuk memastikan pencapaian milestones;
2. Pembangunan kerja sama dengan ADS untuk memudahkan pengembangan N245, terutama jika ADS dapat berkontribusi dalam beberapa aspek program pengembangan (misalnya asistensi teknis dalam fase desain dan fase sertifikasi). ADS memiliki pengalaman dalam modifikasi (*stretching*) CN235 menjadi pesawat C295;
3. Tahap desain perlu meminimalkan dampak *stretching* badan pesawat pada kinerja pesawat, pekerjaan tambahan untuk penggantian mesin, serta modifikasi sayap dan roda pendaratan;
4. Pembelajaran dari kegagalan pengoperasian CN235 varian sipil oleh Merpati Nusantara Airlines harus diperhatikan dalam pengoperasian N245;
5. Pada periode yang sama ada juga rencana untuk mengembangkan pesawat R80. Pengembangan R80 oleh PT RAI diperkirakan akan dikerjasamakan dengan di PT DI, sehingga perlu disiapkan penambahan SDM yang memadai untuk dapat mengelola dua program secara efisien; dan
6. Pembangunan kerja sama dengan *launching customer* untuk pesawat N245 perlu disiapkan dan dilengkapi dengan promosi dan *marketing* sejak awal.

Tabel 5-6. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas 40-60 Kursi [58] [59] [60, 61] [62]

Parameter	CN235-110 Sipil	CN235-220 Militer	ATR42-600	AN140	MA-60	DHC-8-300
						
OEM	PT DI	PT DI	ATR	Antonov	Xian	de Havilland Canada
Harga (USD juta)	-	-	19,5 (2010)	9 (1997)	22 (2015)	17
Seats	40	34 (para)/49 troopers	48	52	64	56
Length (meter)	21,4	21,4	22,67	22,6	24,7	25,7
Wingspan (m)	25,81	25,81	24,57	24,5	29,2	27,4
Height (m)	8,17	8,17	-	-	-	-
Maximum Take Off Weight (MTOW) (kg)	<b>16.500</b>	16.500	18.600	19.150	21.800	19.505
Max. Landing Weight (kg)	<b>16.500</b>	16.500	-	-	21.600	
Max. Fuel Capacity (gallon)	1.378	1.378	1.188	1.155	1.480	835
Fuel Consumption (kg/km)	-	-	0,758 (Km/L)	1,21 (Km/L)	-	-
Maximum Payload (kg)	4.000	5.200	5.450	2.722	-	6.124
Take Off Distance (meter)	-	745	1.036	1.750	1.800	1.180
Landing Distance (meter)	-	603	884	1.360	1.600	1.040
Max. Cruise Speed (km/h)	440,7	439	556	574	515	532
Cruise Speed (km/h)	450	313	-	-	-	-
Ferry Range (km)	3.695	4.247	1.326	939		
Range at Max Fuel (km)	3.654	3.908	-	-	-	
Range with Max Payload (km)	1.178	767	-	-	-	
Ceiling Altitude (meter)	7.620	7.620	-	7.590	7.620	7.620
Rate of climb (m/s)	7,8	-	-	6,83	7,62	
Engine	2 X General Electric CT7-9C, 1.750 SHP	2 X General Electric CT7-9C3, 1.750 HP	2 x Pratt & Whitney PW127M, 2.160 HP	2 x Pratt & Whitney PW127A, 2.465 HP	2x Pratt & Whitney Canada PW127J, 2.750 HP	2 X Pratt & Whitney Canada PW123B, 2.500HP
Propeler	2 X 4-bladed Hamilton Standard HS 14 RF-21	2 X 4-bladed Hamilton Standard HS 14 RF-21	-	-	-	

### 5.3.4 R80

#### 5.3.4.1 Status Pengembangan & Potensi Penyerapan Pasar

PT Regio Aviasi Industri (PT RAI) tengah mengembangkan desain R80 untuk pesawat dengan kapasitas kursi yang lebih besar (80 kursi). Pesawat R80 merupakan '*all-new design*' pesawat *turboprop* dengan konfigurasi *high-wing* dan T-Tail. Pengembangan R80 diharapkan melanjutkan semangat *indigenous* industri pesawat terbang Indonesia, seperti yang pernah direpresentasikan oleh rancangan pesawat N250. Pengembangan R80 oleh PT RAI bersama ekosistem terkait lainnya diharapkan dapat mewujudkan kemandirian industri pesawat terbang di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan pesawat dalam negeri maupun ASEAN (sebagai substitusi impor).





Pasar pesawat terbang dengan kapasitas besar, tapi di bawah <100 kursi, diperkirakan memiliki pertumbuhan *delivery* per tahun paling tinggi diantara kelas pesawat lainnya. Proyeksi hingga 20 tahun ke depan menunjukkan kebutuhan 2.588 unit pesawat kapasitas 60-100 penumpang. Dengan skenario 25 persen kebutuhan pasar diisi oleh R80, maka ada potensi pasar sebesar 647 unit untuk R80. PT RAI sendiri menargetkan untuk memproduksi sebanyak 600 unit [63]. Tabel 5-7 menunjukkan potensi pembelian sebanyak 130 unit dari *customer* dalam negeri untuk R80. Potensi pasar R80 tidak akan bersaing dengan N245 untuk digunakan di tingkat domestik sekaligus internasional karena perbedaan kapasitas penumpang. Namun demikian, di tingkat internasional banyak varian serupa R80 yang cukup kompetitif, seperti ATR-72 (ATR), DHC-8-Q400 (Bombardier) dan MA-700 (Xian-AVIC).

Tabel 5-7. Potensi Pembelian Produk R80 [63]

Agensi Pembeli Domestik	Jumlah unit dipesan + potensi tambahan pesanan	Status pembelian
NAM Air	50+50	Letter of Intent, 2013
Trigana Air Services	10+10	Letter of Intent, 2014
Aviastar	5+5	Letter of Intent, 2017

Status pengembangan saat ini yaitu PT RAI sudah menyelesaikan *preliminary design* dan *feasibility study*. Pada saat ini PT RAI sudah memiliki sertifikasi *Design Organization Approval* kelas. PT RAI masih membutuhkan pendanaan program khususnya untuk melaksanakan tahap ke-2 yaitu *full scale development* dari R80. PT RAI memiliki opsi untuk fokus mengembangkan desain, kemudian diserahkan kepada OEM lain untuk diproduksi atau mencari *strategic partnership* yang dapat bersama-sama mengembangkan desain, memproduksi, menguji, hingga mendapatkan *Type Certificate*. Sampai saat ini, sudah ada potensi investor dan *strategic partnership* dengan pengembang di luar negeri (misalnya Ilyushin, Rusia yang berminat untuk investasi senilai USD juta). Selain itu, terdapat beberapa maskapai domestik yang sudah tertarik dengan pembelian R80.

Tabel 5-8. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeller Kapasitas 60-80 Kursi [63] [64] [65] [66]

Parameter	R80	ATR72-600	DHC 8-400	MA700
				
OEM	(desain) PT RAI	ATR	De Havilland Canada	Xian
Harga (USD juta)	26 (2013)	26 (2010)	32,2 (2017)	25 (2019)
Seats	80-90	72	90	80
Length (meter)	32,2	27,17	32,8	30,5
Wingspan (m)	30,5	27,05	28,4	27,9
Height (meter)	8,5	-	8,4	8,2
Cabin Volume (m <sup>3</sup> )	-	-	77,6	-
Maximum Take Off Weight (MTOW) (kg)	27.000	22.800	27.987	27.600
Max. Landing Weight (kg)	26.800	-	27.442	-
Max. Fuel Capacity (kg)	4.600	-	-	-
Maximum Payload (kg)	8.780	7.500	-	8.600
Take Off Distance (meter)	1.140	1.067	1.300	1.400
Landing Distance (meter)	1.200	914	1.268	1.200
Max. Cruise Speed (km/h)	611	509	667	574
Cruise Speed (km/h)	537	-	556	-
Range (km)	-	1.528	2.040	-
Range with Max Payload (km)	1.480	-	-	-
Ceiling Altitude (meter)	-	-	-	7.620
Rate of climb (m/s)	-	6,88	-	10,16
Engine	2 x Pratt and Whitney PW150, 2.300 HP	2x Pratt and Whitney PW127M, 2.500 HP	-	2x Pratt & Whitney PW150C, 2.500 HP

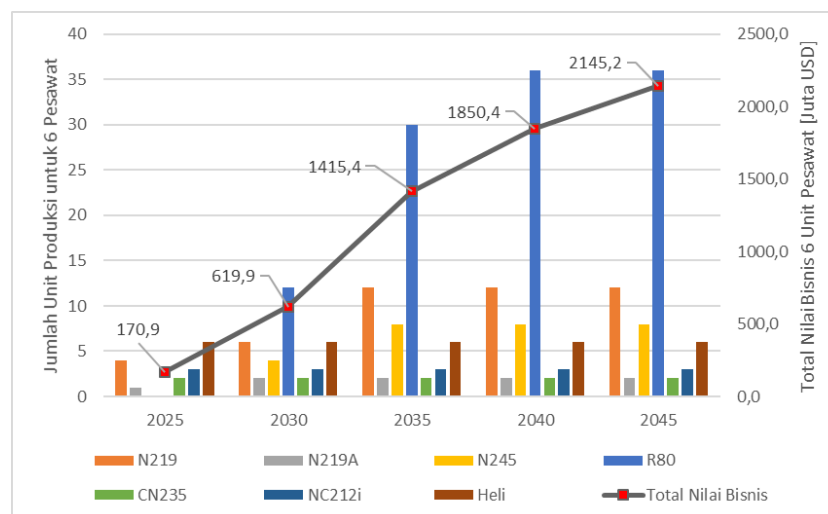
#### 5.3.4.2 Rekomendasi Program R80

Berikut merupakan beberapa rekomendasi untuk program R80 oleh PT RAI:

1. Analisis aspek biaya, teknologi dan sertifikasi perlu dilakukan dan dilanjutkan sejalan dengan dinamika perekonomian dan rantai pasok industri pesawat global;
2. Fasilitasi pengembangan kemitraan strategis untuk program R80. Opsoi pelaksanaa secara *indigenous* oleh PT RAI dan PT DI membutuhkan sinkronisasi program dan penyediaan sumber daya yang memadai sehingga pengembangan pesawat N245 dan R80 dapat dilaksanakan seara efisien dan tepat waktu, dimana untuk R80 diharapkan memperoleh TC pada tahun 2029 dan mulai EIS pada tahun 2030; dan
3. *Commonality* antara R80 dengan program PT DI (N219, N219A, N245) misalnya dalam *flight deck, system, process, instrument, material* dll. sebaiknya diterapkan sehingga dapat mempercepat desain dan produksi.

#### 5.3.5 Proyeksi Produksi dan Nilai Ekonomi Pesawat Sampai 2045

Dengan pertimbangan perkembangan teknologi dan kemampuan untuk mengisi pasar, Indonesia diharapkan tidak hanya menyelesaikan desain N219 hingga memperoleh *Type Certificate* namun juga untuk seluruh program pesawat N219-Amfibi, N245, dan R80 dalam waktu 10 tahun ke depan. Oleh karena itu, fokus pemanfaatan sumber daya harus dapat dipisahkan untuk setiap tahapan desain, pengujian, produksi untuk masing-masing produk pesawat. Dalam kurun waktu 5-10 tahun selanjutnya, Indonesia juga diharapkan untuk mulai mengembangkan varian baru untuk N219, N245 dan R80 sehingga produk pesawat dapat terus memiliki keunggulan di pasar global dan menjadi daya tarik bagi calon konsumen. Proyeksi moderat untuk produksi pesawat terbang di Indonesia termasuk helikopter sampai tahun 2045 yaitu 86 unit untuk N219, 41 unit untuk N219A, 128 unit untuk N245, 246 unit untuk R80, 52 unit untuk CN235, 78 unit untuk NC212i, dan 156 unit untuk helikopter. Proyeksi nilai ekonomi yang diciptakan adalah sebesar USD2.145,2 juta pada tahun 2045.



Gambar 5-1. Proyeksi Produksi dan Nilai Bisnis untuk total 6 Produk

### 5.3.6 Tantangan Pengembangan

Terdapat beberapa tantangan dalam pengembangan keempat program pesawat terbang yang perlu ditangani. Secara garis besar, untuk empat program pesawat terbang baru Indonesia, hanya N219 yang telah mendapatkan *type certification*. Varian N219A ditargetkan mendapat *type certificate* di tahun 2024, disusul oleh R80 pada tahun 2029. R80 memiliki potensi kerja sama produksi dengan industri dirgantara lain, namun masih menghadapi ketidakpastiaan dalam skema pendanaan dan perencanaan *assembly line*. N219, N245 & R80 masing-masing memiliki potensi pasar internasional yang besar sementara N219A akan lebih diarahkan untuk pada awalnya mengambil pasar dalam negeri, dan untuk pasar pariwisata secara regional.

Konsistensi dukungan pendanaan untuk pengembangan keempat program pesawat sangat dibutuhkan baik untuk iterasi RD&D dan pengujian, sampai dengan komersialisasi dan penciptaan pasar. Pengembangan skema pendanaan yang terintegrasi untuk ekosistem industri kedirgantaraan juga dibutuhkan untuk mendorong integrasi dan koordinasi antara OEM (PT DI) dan pelaku lainnya dalam rantai pasok dan ekosistem kedirgantaraan.

Selain tantangan pendanaan, penyediaan SDM dan ketersediaan fasilitas juga membutuhkan dukungan pemerintah dan kerja sama/kemitraan strategis. Jumlah industri pendukung untuk proses pengembangan desain maupun produksi juga masih sedikit, belum berpengalaman dan belum tersertifikasi. Dalam proses iterasi desain dan pengujian hingga memperoleh *type certificate*, pengembangan pesawat terbang membutuhkan *engineer* dan desainer yang fokus dan terpisah dari *engineer* untuk produksi.

Dalam isu pengembangan SDM yang lebih luas, belum terdapat perencanaan program pesawat yang dapat diacu sehingga belum pernah ada perencanaan alokasi jumlah SDM dirgantara, yang terdiri dari desainer, *engineer*, operator dan teknisi untuk jangka panjang. Oleh karena itu dibutuhkan penyusunan peta okupansi yang telah mempertimbangkann target pengembangan pesawat setidaknya dalam 10 tahun mendatang. Peta okupansi ini kemudian dijadikan acuan dalam percepatan penyiapan SDM terampil melalui kerja sama pendidikan dan pelatihan.

Pengalaman Indonesia dalam membuat pesawat sudah cukup lama. Namun demikian dengan peluncuran N219 merupakan bukti bahwa Indonesia dapat mendesain dan memproduksi pesawat terbang komersial secara mandiri untuk pertama kalinya. Dalam perjuangan mewujudkan N219, program ini sudah menghabiskan anggaran untuk proses desain dan pengujian. Setelah EIS, program N219 akan digunakan untuk penerbangan pendek/ perintis -- dimana membutuhkan biaya yang cukup tinggi. Terlebih dengan tingkat keterisian penumpang yang rendah (rata-rata penumpang perintis 7-8 per keberangkatan), maka operasional perintis membutuhkan subsidi yang tinggi pula. Hal ini menunjukkan *value creation* yang kurang signifikan. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan yang matang mengenai jumlah produksi, penyerapan produk pesawat terbang di Indonesia, dan potensi penjualan produk di luar negeri.

Untuk dapat memasarkan produk di luar negeri, *Type Certificate* N219 harus dapat diakui oleh negara lain. Oleh karena itu, DKPPU Indonesia yang menerbitkan *Type Certificate* harus dapat menjalin kerja sama dengan otoritas di negara-negara yang mempunyai pasar potensial untuk N219,

sehingga negara dengan pasar potensial tersebut dapat menerima *Type Certificate* yang diterbitkan oleh DKUPPU.

Hingga saat ini, proses pengembangan, pembuatan komponen, maupun penjualan produk pesawat terbang komersial belum menjadi bagian dari strategi *offset*. Strategi *offset* Indonesia pada umumnya adalah imbal dagang dan pembinaan SDM. Hal ini kurang memberikan kontribusi terhadap kepentingan industri pesawat komersial.

Dengan peluncuran produk pesawat terbang baru (tanpa *customer experience*), perlu diciptakan strategi pemasaran untuk menumbuhkan tingkat kepercayaan operator dan masyarakat. Target produksi N219 secara berkelanjutan merupakan kriteria keberhasilan yang perlu dicapai sehingga Indonesia dapat dipercaya untuk mendesain, memproduksi, dan memasarkan program pesawat terbang selanjutnya. Skema pemasaran seperti kredit pembelian, *leasing*, dan jaminan AMO/MRO perlu dieksplorasi.

Layanan purna jual termasuk jasa perawatan/MRO, jaminan kesiapan suku cadang harus diberikan kepada operator. untuk menjamin penggunaan pesawat yang berkelanjutan sesuai dengan umur operasi pesawat.

## 5.4 Perkembangan Industri Pesawat Terbang Nirawak

Saat ini *drone* merupakan salah satu bentuk inovasi di bidang dirgantara yang cukup dekat dengan khalayak umum. Tak seperti pada awal-awal teknologinya dikembangkan, penggunaannya sekarang tak hanya terbatas di bidang militer, namun juga secara intensif digunakan oleh berbagai industri komersial. *Drone* kini tak hanya difokuskan untuk digunakan sebagai perangkat nirawak, namun juga untuk perpindahan penumpang jarak rendah, dan mengisi kekurangan bidang dirgantara yang selalu dilihat sebagai solusi transportasi jarak jauh. Konsep ini adalah *Urban Air Mobility* atau *flying taxi* yang sedang marak dikembangkan oleh berbagai OEM kelas dunia.

Klasifikasi dan definisi *drone* pada umumnya dilakukan berdasarkan atribut serta fungsinya. Namun, definisi dan aturan operasional *drone* diserahkan kepada masing-masing negara. Misalnya Uni Eropa (EU) memiliki klasifikasi sederhana *drone* berdasarkan dimensi dan ketinggian terbang, namun rincian klasifikasi dan aturan operasional *drone* di masing-masing anggota EU berbeda. Sampai saat ini, belum terdapat klasifikasi baku mengenai *drone* yang dapat diacu secara global. Berikut adalah klasifikasi sederhana *drone*:

### 1. *Drone* Kargo (Kelas A)

#### a. *Drone* Kargo Kelas A-1, A-2, A-3

*Drone* kargo memiliki kepentingan untuk angkutan barang yang dilengkapi oleh sensor dan kamera untuk kepentingan navigasi dan terkadang untuk komunikasi antara pengirim dan penerima kargo. *Drone* kargo memiliki potensi paling cepat untuk mengaplikasikan sistem navigasi secara otonom karena risiko angkutan barang lebih rendah dibandingkan risiko *drone* untuk keperluan survey dan taxi. *Drone* kelas ini memiliki muatan/kemampuan angkut hingga 2-25 kg. Utilisasi *drone* kargo kelas ini dapat digunakan untuk penggunaan untuk kepentingan intra-industri, misalnya pemindahan barang di pabrik, logistik, dan gudang (A-1). Selain

kepentingan industri, *drone* ini juga digunakan untuk pengiriman barang (*first/last miles delivery*) misalnya untuk pengiriman pos, barang/paket, *E-Commerce* (A-2), serta pasokan barang (misalnya obat2an) ke daerah/pelosok (A-3).

b. *Drone* Kargo Kelas A-4

*Drone* Kelas A-4 juga berfungsi untuk memindahkan muatan dan kepentingan intra-industri. *Drone* kelas A-4 merupakan angkutan kargo dengan jarak tempuh yang lebih panjang (dapat mengantar antar kota/ pulau) serta memiliki muatan/ kemampuan angkut hingga 300-500 kg. Adapun *drone* Kelas A-4 tingkat lanjut diperkirakan memiliki muatan/kemampuan angkut hingga 1-2 ton. *Drone* Kelas A-4 tingkat lanjut juga diperkirakan sebagai angkutan andalan di masa depan – terutama untuk mengatasi logistik antar pulau – sehingga tidak perlu mengandalkan pesawat kargo konvensional atau kabin pesawat penumpang.

## 2. *Drone* Inspeksi (Kelas B)





*Drone* Kelas B tidak hanya dilengkapi dengan kemampuan angkutan muatan dan kemampuan terbang dalam jangkauan jarak Kelas A. Namun *drone* tipe ini dilengkapi dengan kamera yang lebih canggih, sensor untuk transmisi data, serta respon baik interaktif maupun non-interaktif terhadap transmisi data. Penggunaan *drone* Kelas B biasanya untuk survei seperti pemetaan atau pemeriksaan terhadap lingkungan. Pemetaan lingkungan yang dimaksud dapat berupa memetakan luas perkebunan dan perhutanan, memantau daerah perbatasan untuk kepentingan keamanan (*surveillance*), menangkap lebih awal potensi kebakaran hutan, erupsi gunung merapi, serta cuaca melalui survei meteorologi. Selain pemetaan lingkungan, *drone* juga dapat melakukan inspeksi terhadap infrastruktur seperti gedung, jembatan, jaringan komunikasi, energi (jaringan listrik, turbin), serta jaringan pipa. Inspeksi tersebut tidak hanya transmisi data untuk deteksi kerusakan lingkungan, namun dapat memberikan respon interaktif seperti memberikan sinyal terhadap pesawat musuh di perbatasan, menyebarkan gas saat mendeteksi kebakaran hutan, ataupun dilengkapi dengan robot interaktif yang dapat melakukan perbaikan (*repair*) sederhana pada jaringan infrastruktur.

## 3. *Drone* Taksi (Kelas C)

*Drone* Kelas C pada dasarnya diharapkan sebagai alat untuk mendukung mobilitas intra-kota baik digunakan sebagai transportasi pribadi maupun taksi penumpang. Konfigurasi *drone* taksi pada dasarnya jauh lebih sederhana dibandingkan kendaraan *rotary wing* sehingga memudahkan akses penumpang pada transportasi udara jarak pendek. *Drone* kelas C ditargetkan memiliki muatan/ kemampuan angkut hingga 200-400 kg. Karena penggunaannya adalah manusia, maka kabin *drone* sebaiknya dibuat nyaman mungkin serta dilengkapi dengan perlengkapan keamanan dan *emergency items*.

Tabel 5-9 menunjukkan bahwa penciptaan nilai dari *Large Cargo Drone* (A-4) lebih besar daripada kelas *drone* yang lain. Dengan kemampuan muatan yang cukup variatif dari 0,3 hingga 2 ton, dan dengan nilai investasi relatif tidak terlalu besar, *Large Cargo Drone* dapat dijadikan salah satu produk untuk dikembangkan di Indonesia hingga tahun 2045 nanti.

Tabel 5-9: Kelas Pesawat Terbang Nirawak dan Proyeksi Ekonomi Hingga Tahun 2045

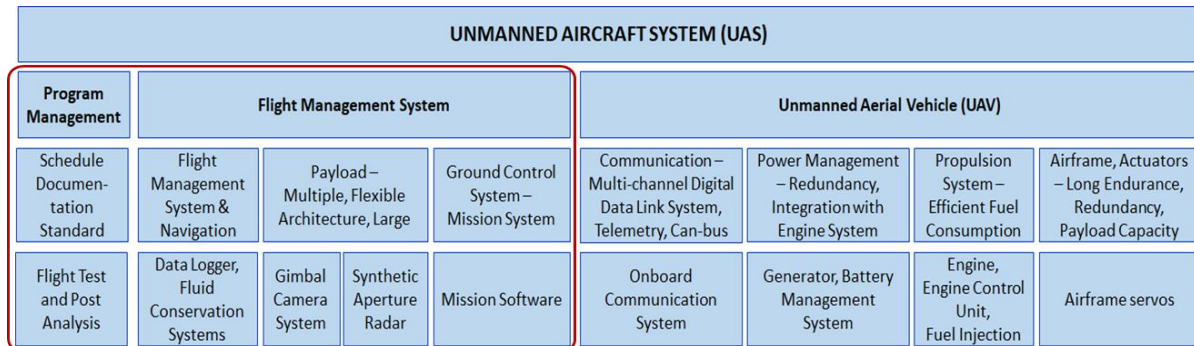
TIPE/KELAS	CONTOH IMPLEMENTASI	TEKNOLOGI	PROYEKSI NILAI EKONOMI KUMULATIF s.d. 2045 (US\$875 juta)		
			HARGA/UNIT	UNIT	TOTAL
<b>DRONE KARGO A-1, A-2, A-3</b> 	a. Penggunaan intra-industri Pemindahan barang di pabrik, logistik gudang b. Pengiriman barang ( <i>first/last miles delivery</i> ): Pos, paket, <i>E-Commerce</i> c. Pengiriman barang ke daerah terpencil/pelosok	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muatan 2-25 kg</li> </ul>	US\$50 ribu	500 unit	<b>US\$25 juta</b>
<b>DRONE KARGO A-4</b> 	Angkutan kargo udara antar kota/ pulau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muatan s.d. 300-500 kg</li> <li>• Muatan 1-2 ton</li> </ul>	US\$1 juta US\$5 juta	200 unit 100 unit	<b>US\$700 juta</b>
<b>DRONE INSPEKSI KELAS B</b> 	Survey (Pemetaan, Pemeriksaan, ) a. Infrastruktur: Gedung, Jembatan, Jaringan Komunikasi, Energi (Listrik, Turbin), Pipa, b. Lingkungan: Kebakaran hutan, Pesisir, Erupsi gunung Merapi, Survey metrologi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamera kelas atas,</li> <li>• Transmisi data/sensor</li> <li>• Respon non/interaktif terhadap transmisi data</li> </ul>	US\$200 ribu	500 unit	<b>US\$100 juta</b>
<b>DRONE TAKSI KELAS C</b> 	a. Taksi/ Mobilitas kota, b. Transportasi pribadi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muatan s.d. 200-400 kg</li> <li>• Kabin nyaman</li> <li>• <i>Safety &amp; emergency items</i></li> </ul>	US\$500 ribu	100 unit	<b>US\$50 juta</b>

Industri *drone* relatif masih baru dan tidak membutuhkan modal serta infrastruktur yang besar. Saat ini, perusahaan pesawat nirawak sudah berkembang di Indonesia antara lain Frogs, UAVIndo, Chroma, dll. Komponen dan konfigurasi *drone* cukup sederhana, sehingga industri *drone* di Indonesia sudah dapat dimulai dari hulu (pengolahan material), *assembly*, hingga hilir (sistem operasi). Namun sebagian besar masih berada dalam kapasitas *assembly* dan rantai pasok komponen *drone* belum terbentuk sehingga masih tergantung dari komponen impor. Perusahaan *drone* Indonesia diharapkan bisa bersaing dengan produsen dari China, Israel, Eropa dan USA, mengingat teknologinya masih relatif baru dan starting point industrinya yang hampir sama (tidak tertinggal jauh).

Perkembangan *drone* global utamanya diperkuat dengan kehadiran teknologi seperti sensor dan IoT, AI, serta teknologi baterai. Teknologi IoT memungkinkan jenis sensor yang lebih luas dan transmisi data lebih terkoneksi. Sensor termal, audio, kimia, biologi, tekanan, termal, serta pencitraan lainnya semakin mudah untuk terhubung ke internet. Kecepatan transmisi data maupun keamanan data antar entitas semakin dibutuhkan. Penggunaan AI memudahkan *drone* untuk beroperasi secara otonom, baik untuk navigasi maupun untuk melakukan analisis berdasarkan data sensor yang diterima. Selain perangkat lunak, teknologi yang berkaitan langsung dengan perangkat keras *drone* adalah teknologi baterai dengan *energy density* yang semakin tinggi sehingga memungkinkan *drone* untuk beroperasi dengan jangka waktu yang lebih lama tanpa mendarat. Selain melalui pengisian arus listrik (*electric charging*) secara langsung, sumber energi baterai dapat berupa energi terbarukan seperti sinar surya.

Berdasarkan potensi dan kondisi industri *drone* di Indonesia, kerangka waktu untuk pengembangan *drone* yaitu (i) pada tahun 2021-2025 difokuskan untuk pengembangan *medium cargo drone* A-4 (500 kg); dan (ii) pada tahun 2026-2030 difokuskan untuk pengembangan *large cargo drone* A-4 (2 ton).

Pengembangan *drone* A-1, A-2, A3, B dan C dapat dimulai lebih awal dan bahkan sudah dimulai oleh perusahaan swasta yang mempunyai kapabilitas dan kapasitas untuk memproduksi jenis *drone* tersebut.



Gambar 5-2: UAS Program dan Flight Management System [67]

Untuk menunjang industri pesawat nirawak dalam negeri, dukungan pemerintah dibutuhkan pada aspek kemudahan usaha, insentif pajak, bantuan dana, pembinaan, pembuatan regulasi dll., yang diintegrasikan dalam *Program Management* dan *Flight Management System* lokal secara kolektif yang disertai dengan pengembangan regulasi pengoperasian *drone*. Regulasi pengoperasian *drone* utamanya dibutuhkan untuk menunjang keamanan dalam operasi serta dalam proses transmisi data/sensor. Pendefinisian ruang udara untuk berbagai jenis *drone* perlu diperjelas agar tidak berbenturan dengan aviasi komersial juga penting untuk keselamatan berbagai pihak. Regulasi pengoperasian *drone* juga diperlukan untuk melindungi keselamatan publik, melindungi rahasia negara dan hak/privasi individu. Sebagai contoh, di Eropa, EASA merencanakan untuk menerapkan regulasi SC-VTOL beserta MoC nya sebagai regulasi/sertifikasi *drone* dengan *payload* hingga lebih dari tiga ton [68]. Regulasi ini direkomendasikan agar dapat diadaptasi oleh Direktorat Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara (DKPPU), Kementerian Perhubungan untuk diterapkan di Indonesia. Dukungan pemerintah untuk RD&D juga dibutuhkan untuk melengkapi kapasitas modifikasi *drone* untuk berbagai utilitas dengan pengembangan sistem transmisi, dan sistem navigasi secara otonom.

## 5.5 Adaptasi Teknologi Baru

Industri dirgantara merupakan industri yang dinamis dan selalu berkembang. Jika Indonesia memusatkan perhatian hanya untuk mengejar apa yang negara-negara tetangga miliki sekarang, Indonesia akan selalu tertinggal dalam hal kesiapan teknologi. Oleh karena itu, diperlukan adanya perhatian khusus yang diberikan untuk selalu mengamati pertumbuhan berbagai teknologi baru di dunia aviasi yang akan berguna untuk ekosistem kedirgantaraan Indonesia dan tak tertinggal dari para pesaing di ranah teknologi aviasi.

Adaptasi teknologi baru untuk produk dan industri pesawat terbang dapat dilakukan secara bertahap dengan memperhatikan tingkat kesiapan teknologi serta kesiapan pengembangan industri di dalam

negeri. Adaptasi pesawat terbang baru bisa dimulai dengan pesawat skala kecil (*general aviation*) atau pesawat latih sebelum nantinya diaplikasikan ke pesawat terbang komersial seperti N219 (misalnya varian baru dari N219 sudah berbasis elektrik dan material baru seperti komposit, CFRP, GLARE). Pengembangan skema kemitraan strategis dengan mitra luar negeri menjadi pemampunya untuk mempercepat proses RD&D dan aplikasi teknologi baru.



Gambar 5-3: Ragam Jenis Teknologi Baru yang Perlu Diadaptasi di Ekosistem Kedirgantaraan Indonesia

Adaptasi teknologi dengan dukungan kemitraan luar negeri akan memungkinkan Indonesia untuk secara cepat memajukan teknologi di bidang kedirgantaraan dan sekaligus menerapkannya di berbagai bidang keteknikan lain, seperti untuk mobil listrik. Skema ini harus dijalankan secara paralel agar dapat cepat mengejar ketertinggalan dalam hal pengembangan dan adaptasi teknologi baru.

Perkiraan kerangka waktu untuk memasukkan teknologi baru ke dalam produk pesawat nasional adalah sebagai berikut:

1. Tahun 2021-2025: uji pemakaian bioavtur dan motor elektrik untuk pesawat Garuda dengan membangun kerja sama dengan OEM *engine*, produsen baterai dan motor listrik ataupun kerja sama dengan perusahaan yang sudah menerapkan teknologi ini (seperti Pipistrel, Magnix, dll.). Pada saat yang bersamaan ekosistem dalam negeri harus disiapkan;
2. Pada kurun waktu yang sama (2021-2025), penggunaan material maju seperti *carbon fiber reinforced polymer* (CFRP) untuk produk pesawat nasional (misalnya *fairings*, VTP, *fuselage section*, dll.) mulai diterapkan, termasuk untuk N219;
3. Tahun 2025-2030: berbekal hasil dari RR&D dalam lima tahun sebelumnya, beberapa pilihan teknologi bisa diterapkan untuk varian baru N219 seperti varian komposit-biofuel, komposit-elektrik atau komposit-konvensional/klasik; dan
4. Pola pengembangan serupa dapat diterapkan di produk pesawat yang lain yaitu N219A, N245 dan R80 sampai dengan tahun 2045.

## 5.6 Rekomendasi

### 5.6.1 Pembentukan Ekosistem Pendanaan dan Kerja sama

Program pesawat terbang komersial sebaiknya memiliki rancangan/alternatif skema pembiayaan mandiri, yang dapat mandiri dari pembiayaan pemerintah ataupun memungkinkan kerja sama dan pembiayaan gabungan dengan lembaga lain. Ekosistem pendanaan untuk program pesawat sebaiknya memperhatikan strategi dan upaya hilirisasi penerbangan sebagai produk akhir yang menunjang sektor lain (seperti pariwisata) sehingga menjadi program prioritas pemerintah untuk mendapatkan dukungan kebijakan. Selain itu, mekanisme pembiayaan dari pemerintah kepada PT DI perlu secara hati-hati dialokasikan berdasarkan kebutuhan dan keahlian dalam mengeksekusi strategi desain, pengembangan, pengujian, dan produksi. Pertimbangan juga perlu dilakukan dengan menilai kemampuan manajemen proyek, manajemen pengadaan, dan manajemen keuangan di PT DI. Selain itu, program pengembangan pesawat komersial yang melibatkan badan usaha milik swasta (BUMS) dan IKM dirgantara juga membutuhkan skema pendanaan yang stabil sehingga menumbuhkan minat Tier 2-3 untuk dapat bekerja sama dengan PT DI.

Pemerintah perlu menciptakan skema pembiayaan berbasis *supply chain* khusus kedirgantaraan, skema pembayaran berdasarkan *Letter of Intent* termasuk fasilitas kredit ekspor untuk penjualan produk pesawat, skema *leasing* dan asuransi yang melibatkan operator (terutama perintis swasta dan Pemerintah Daerah), skema pembiayaan dengan suku bunga rendah untuk badan usaha yang turut menunjang *serial production*, termasuk menjadikan sertifikasi dan hasil riset sebagai jaminan sehingga IKM tertarik untuk berkolaborasi melakukan riset, maupun skema pembiayaan lainnya sehingga IKM memiliki alternatif untuk melakukan *joint venture* dan meningkatkan jumlah modal IKM untuk mewujudkan tingkat produksi yang lebih efisien.

Selain skema pendanaan yang telah disebutkan, skema pendanaan dapat dilakukan melalui kemitraan strategis dan pemanfaatan *offset* imbal dagang dengan pembelian produk dan/atau komponen industri dirgantara komersial. Hingga saat ini, *offset* hanya melibatkan industri dirgantara untuk kepentingan militer, dan belum ada mandat untuk mengembangkan industri kedirgantaraan sipil/komersial nasional. Pembentukan KKIK diharapkan dapat menyediakan platform kebijakan yang cukup seimbang dalam memenuhi kebutuhan pertahanan dan sipil/komersial.

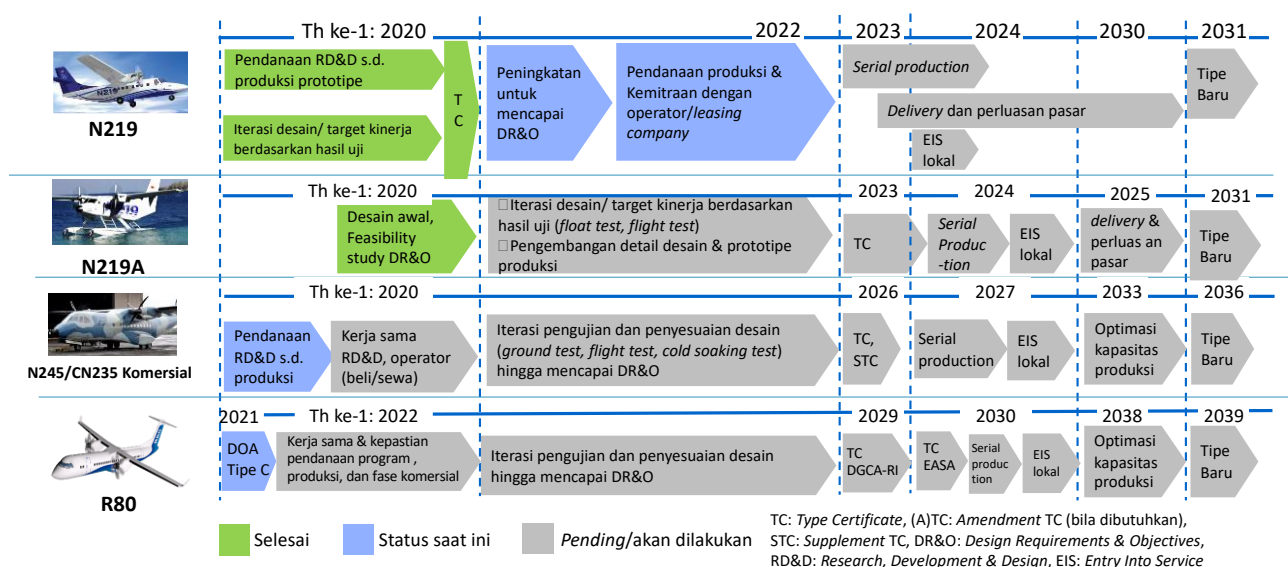
Skema kemitraan strategis juga perlu dibangun antara entitas RD&D dan produksi. PT DI belum mampu berperan sebagai desainer sekaligus produsen (OEM) untuk berbagai varian pesawat dalam jangka waktu yang sama. Oleh karena itu, RD&D setiap program pesawat tidak lagi dilakukan mandiri, namun perlu melibatkan kemitraan dengan *anchor partner* yang mampu berinvestasi dan memiliki kapasitas yang lebih tinggi. Untuk mendukung strategi kemitraan, diperlukan insentif kerja sama yang kompetitif dibandingkan kawasan Asia Tenggara lainnya, misalnya dengan insentif untuk melaksanakan *joint* RD&D antarnegara, serta skema pembiayaan bersama untuk operasional dan pemeliharaan fasilitas pengujian antara BUMS, BUMN, dan perguruan tinggi. Peningkatan kemudahan perizinan usaha dan pembayaran pajak di tingkat nasional dan daerah, serta kepastian peraturan impor perlu disediakan agar tidak menghambat rantai pasok dan jadwal produksi pesawat terbang.

### 5.6.2 Kerangka Waktu Perencanaan, Sertifikasi Produksi, dan Komersialisasi Pesawat Terbang

Pengelolaan kerangka waktu (*timeframe*) perolehan *Type Certificate* (TC), proses produksi, dan EIS juga penting untuk digunakan sebagai basis perencanaan skema pendanaan. Hal ini mengingat, dalam proses desain, beberapa iterasi diperlukan berdasarkan hasil uji untuk mencapai target performa yang diinginkan dan mendapatkan TC.

*Timeframe* juga dapat diacu dalam menyusun manajemen proyek untuk menjaga kecukupan pendanaan dan *delivery* sesuai dengan jadwal yang direncanakan, sekaligus membuat *task assignment* untuk rencana produksi, pengadaan mesin produksi mengatur pasokan bahan/ material dan komponen yang dapat dipenuhi pemasok. Atas dasar ini, program kerja yang mendukung kebutuhan SDM, pendanaan, jumlah badan usaha, program pelatihan badan usaha dapat disusun sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kapasitas produksi dan *eligible* dalam memperoleh sertifikasi internasional seperti AS9100 dan NADCAP.

Selain memberikan gambaran rencana kerja perolehan sertifikasi dan pra-produksi, *timeframe* juga membantu dalam menetapkan tenggat waktu pasca produksi untuk melakukan eksplorasi pasar potensial di tingkat domestik dan internasional. Di tingkat nasional, proyeksi pemenuhan rute *spoke to spoke* maupun *spoke to hub* perlu dihitung secara cermat untuk setiap rencana penambahan unit produksi program pesawat.



Gambar 5-4. Kerangka Waktu Pengembangan Program Pesawat Terbang

### 5.6.3 Skema Pemasaran dan Metode Penjualan

Potensi pasar pesawat regional tidak hanya tumbuh di Asia, seperti Indonesia, Filipina, dan Jepang namun juga negara berbasis kepulauan lain yang memiliki potensi pariwisata. Kondisi ini mengarahkan bawah desain pesawat *turboprop* sebaiknya sedapat mungkin mudah dimodifikasi untuk keperluan lain dalam durasi <2 jam (*cargo*, VIP, med-evac), dan mampu menampung penumpang dan kargo secara bersamaan (kapasitas yang fleksibel). Eksplorasi pasar potensial di Afrika (Nigeria) dan Amerika Selatan (Meksiko) dan keberterimaan *Type Certificate* produk pesawat Indonesia di negara potensial tersebut perlu menjadi langkah strategis yang disiapkan sebaik-baiknya.

Pemerintah dapat bekerja sama dengan lembaga bank donor/bank negara tujuan untuk menyediakan skema asuransi dan fasilitas kredit ekspor yang mendukung pembelian/ sewa pesawat antarnegara. Metode kerja sama seperti *industrial transfer* perlu dipertimbangkan sebagai strategi memperkuat pasar internasional, terutama apabila negara tujuan bersedia menjadi pemasok komponen dasar dan bekerja sama dengan tenaga kerja yang ahli pengembangan pesawat terbang dari Indonesia.

Dalam memasarkan produk pesawat untuk rute perintis, penawaran kepada operator swasta (Susi Air, Trigana Air, Pelita Air, Airfast, dll) dan/atau Pemerintah Daerah untuk membeli atau menyewa/*leasing* menjadi Langkah strategis untuk mengurangi ketergantungan pada subsidi pemerintah. Skema ini dapat dilaksanakan misalnya dengan meningkatkan faktor keterisian per keberangkatan, dan *pool scheduling* yaitu beberapa pemerintah daerah dengan lokasi yang berdekatan dapat mengoperasikan jumlah pesawat yang sama. Selain opsi membeli dan menyewa, pembelian produk pesawat juga dapat dilakukan bersamaan dengan skema asuransi dan garansi AMO/MRO dengan standar yang lebih lama dari standar IATA (6 bulan). PT DI, misalnya, dapat bekerja sama dengan MRO dan bila perlu melibatkan perusahaan *leasing* sehingga *bundle* asuransi produk pesawat dapat diklaim saat pembelian/sewa produk pesawat. Langkah ini juga ditujukan untuk meningkatkan kepercayaan operator sebagai konsumen produk baru.

6

**RENCANA PENGEMBANGAN  
KOMPONEN DAN RANTAI PASOK  
INDUSTRI KEDIRGANTARAAN**



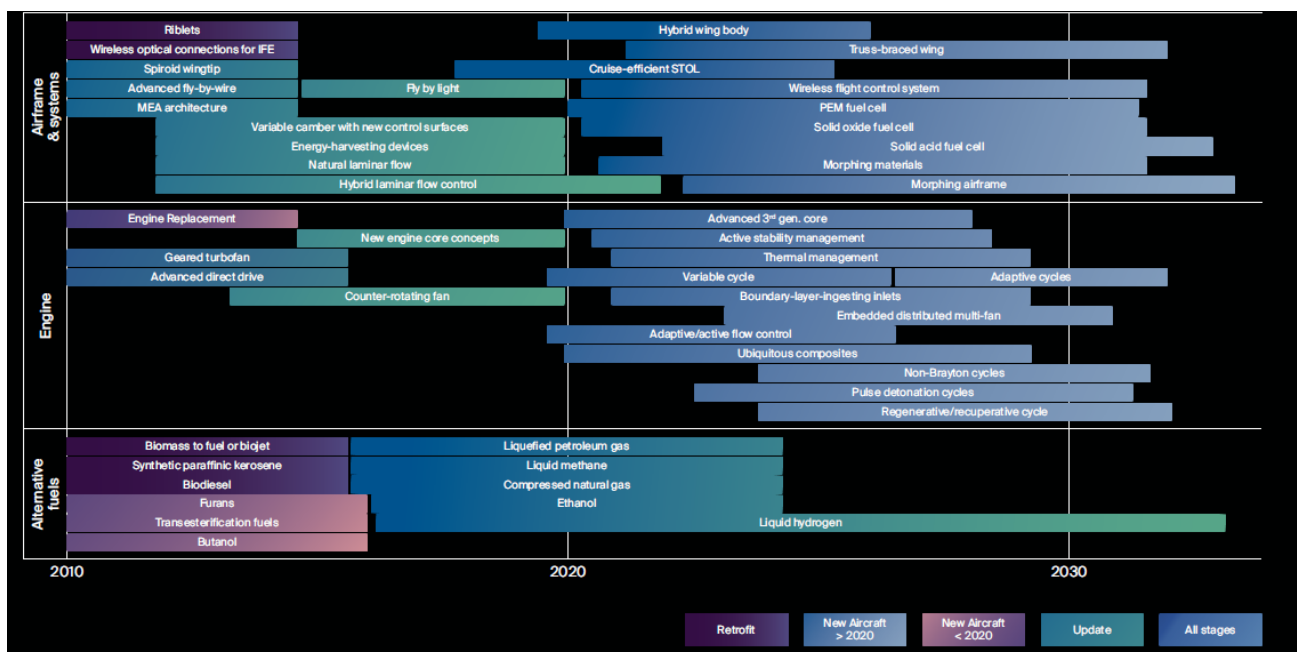
## BAB 6

# RENCANA PENGEMBANGAN KOMPONEN DAN RANTAI PASOK INDUSTRI KEDIRGANTARAAN

## 6.1 Alternatif Strategi Pengembangan Komponen Pesawat di Indonesia

Industri komponen global dan rantai pasoknya menghadapi tantangan besar dengan adanya pandemi COVID-19 dan dinamika geopolitik. Faktor lain yang mempengaruhi prospek industri komponen dan ketahanan rantai pasoknya adalah adaptasi terhadap perkembangan teknologi, mengingat produk pesawat yang berkembang pesat sesuai tuntutan konsumen dan kontribusi yang lebih besar terhadap pembangunan yang berkelanjutan. Pada bagian ini, tren teknologi global diulas sebagai pilihan untuk diaplikasikan untuk pengembangan komponen maju dan rantai pasoknya. Prospek pengembangan komponen dan rantai pasok kedirgantaraan juga diulas sebagai basis untuk penyusunan rekomendasi kebijakan.

### 6.1.1 Tren Teknologi Komponen Pesawat Terbang



Gambar 6-1. Proyeksi Perkembangan Teknologi Komponen Pesawat [69]

#### 6.1.1.1 Airframe

*Aerostructure* memiliki peranan penting untuk menghemat bahan bakar dalam operasional pesawat terbang. Dengan desain yang tepat, badan pesawat dan struktur pesawat secara keseluruhan dapat dibuat lebih ringan, misalnya dengan dengan *thermoplastics*, *glass laminate aluminum reinforced epoxy* (GLARE) dan bahan komposit. Contoh material *carbon fiber-reinforced composites* (CRFCs)

*thermoplastics* misalnya *polyester*, *nylon*, *polystyrene* yang diaplikasikan pada *airframe* sehingga badan pesawat jauh lebih ringan. Bahan komposit seperti campuran karbon komposit dengan kaca/gelas, titanium, magnesium, dan baja juga memiliki ketahanan (*durability*) terhadap *fatigue* dan memiliki *strain per density* lebih tinggi, sehingga dapat menghemat pemeliharaan. Dengan mengurangi beban badan/sayap pesawat, pesawat dapat meningkatkan performa muatan dan jarak terbang. Konfigurasi pesawat terbang yang efisien berupa *Flying V* dan *Blended Wing Body – seamless* antara badan dengan sayap pesawat – memerlukan teknik pengelasan dan *finishing* non-konvensional, serta kebutuhan fasilitas *airframe* yang cukup luas sehingga dapat merakit badan dan sayap secara bersamaan.

#### 6.1.1.2 Engine dan Bahan Bakar

Secara umum, desain pesawat terbang di masa mendatang sangat diharapkan untuk dapat semakin bebas emisi dan hemat bahan bakar (*cleaner*), lebih canggih dan terkoneksi (*smarter*), berbasis teknologi untuk mempermudah komunikasi, navigasi, dan interaksi dengan penumpang (*autonomous-connected*), serta performa yang tinggi sesuai dengan standar lingkungan, misalnya tidak bising (*quieter*). Pesawat dituntut untuk menggunakan *engine* dan material *airframe* berteknologi tinggi untuk efisiensi bahan bakar sehingga dapat menurunkan harga operasional pesawat, meningkatkan kualitas layanan dengan menawarkan harga yang lebih murah, dan meningkatkan fleksibilitas konsumen dalam menjadwalkan perjalanan.

Bahan bakar alternatif seperti bioavtur, sel Hidrogen, dan baterai menjadi perkembangan penting karena menekan biaya bahan bakar akan secara signifikan dapat menekan emisi gas efek rumah kaca, biaya operasional – terlebih baterai akan mengurangi tingkat kebisingan dan memudahkan perawatan (MRO) pesawat terbang. Tingkat keramahan lingkungan baterai juga dilihat dari *power density* serta *recyclable material*.

Tabel 6-1. Pesawat dengan Teknologi Hybrid/Elektrik [70]

Program Pesawat	Kategori	Tipe Pesawat	MTOW (kg)	Pax	Target Tahun EIS	Altitude (feet)	Speed (knots)	Payload (kg)	Range (km)	Engine Power (kW)
Lilium	VTOL	Elektrik	639,6	5	2.025	3.300	160	200	300	320
Eviation Alice	Business Aircraft	Elektrik	6.349,8	9	2.021	32.808	240	1.250	1.046	N/A
Pipistrel Alpha Electro	Recreational Aircraft	Elektrik	549,8	2	2.018	N/A	85	200	600	60
E-Fan X (Airbus/Siemens/Rolls Royce)	Large Commercial Aircraft	Hybrid-Elektrik	N/A	100	2.030	N/A	N/A	6.650	N/A	2.000
Zunum Aero ZA10	Business Aircraft	Hybrid-Elektrik	5.216,3	12	2.020	25.000	295	1.134	1.127	1000 +500
Magnus Aircraft/Siemens eFusion	Recreational Aircraft	Hybrid-Diesel-Elektrik	600,1	2	N/A	N/A	100-130	N/A	1.100	60

Walaupun teknologi baterai diperkirakan semakin ringan, belum terdapat teknologi baterai yang dapat mendukung *full-battery aircraft* hingga saat ini. Namun, campuran ethanol, liquid methane, dan *compressed natural gas* sering digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Indonesia sendiri sudah

mampu memformulasikan *green fuel* (*Hydrotreated Vegetable Oil/HVO*) sebagai *drop-in/* ampuran untuk *bioavtur*. Namun komersialisasi untuk bahan bakar *green fuel* belum tersedia di Indonesia paling tidak hingga 2023, sedangkan uji coba pada *general aviation* serta penetapan regulasi penggunaan *bioavtur* diperkirakan paling cepat baru pada tahun 2025. Selain baterai, perkembangan mesin elektrik juga mempengaruhi mesin propulsi berbasis elektrik dan *distributed*. Sementara beberapa hal yang menjadi tantangan penggunaan mesin propulsi berbasis hidrogen adalah kelayakan simpan di dalam pesawat, masalah keamanan, tingginya biaya produksi bahan bakar, dan kebutuhan infrastruktur khusus di bandara.

#### 6.1.1.3 Avionics

Tren sistem elektrik dan elektronik tidak hanya meningkatkan fungsi digital untuk interaksi pada penumpang (*in-flight entertainment system*), namun sangat penting dalam sistem navigasi serta komunikasi antar pesawat maupun kontrol pesawat di udara dan di darat. Perkembangan *avionics* dan *system integration* ke depan akan difokuskan pada *software production*. Dengan pertimbangan standarisasi produk dan operasional di tingkat lokal/domestik, pengembangan *avionics* dapat diawali pada pesawat militer, misalnya untuk *maritime patrol avionics*.

#### 6.1.1.4 Revolusi Industri 4.0

Revolusi industri 4.0 memungkinkan produksi komponen industri kedirgantaraan jauh lebih efisien, peningkatan produktivitas, daya saing ekonomi, serta kemudahan kolaborasi antarentitas dalam suatu rantai nilai. Teknik produksi yang menggunakan industri 4.0 secara umum merupakan transisi produksi secara digital dengan menggunakan *flexible manufacturing system* yang memungkinkan sistem produksi untuk beroperasi dan mudah beradaptasi sesuai dengan kebutuhan produk spesifik, ataupun *smart factory* yang memungkinkan koneksi tanpa batas dimana setiap langkah produksi menggunakan otomasi seperti *autonomous mobile robots*. Teknik produksi juga didukung oleh *big data* dan analisis data berbasis AI, *cyber physical system* yang merupakan integrasi jaringan internet dan proses produksi, *internet of things* yang memungkinkan interoperabilitas antara *cyber physical system* dan *smart factory*, serta teknik manufaktur aditif/3-D *scan and printing* terutama untuk material berbasis logam. Teknologi industri 4.0 tidak hanya bermanfaat untuk produksi komponen pesawat namun juga untuk pasokan komponen/suku cadang MRO.

### 6.1.2 Posisi Pengembangan Komponen Pesawat Indonesia di Dunia

#### 6.1.2.1 Nilai Perdagangan Komponen Pesawat Terbang

Nilai perdagangan komponen pesawat terbang digunakan sebagai indikator untuk mengetahui kondisi industri komponen dan produk pesawat di Indonesia dibandingkan negara lain, serta untuk menjadi dasar keputusan tentang komponen apa saja yang sebaiknya menjadi fokus pengembangan industri kedirgantaraan ke depan. Namun data perdagangan tidak menjadi satu-satunya indikator kesuksesan pengembangan komponen dan produk pesawat. Indonesia memiliki *final assembly line/OEM* sendiri sehingga nilai bersih perdagangan yang negatif dapat juga mengindikasikan

keberhasilan pengembangan industri pesawat untuk keperluan domestik. Di sisi lain, nilai perdagangan bersih yang positif mengindikasikan keikutsertaan Indonesia dalam rantai pasok global.

Tabel 6-2. Perbandingan Metodologi dan Analisis Data Komponen dan Produk Pesawat

No.	Metodologi	Sumber data	Kelebihan	Kekurangan
1	Analisis data perdagangan	UN Comtrade, HS Code	1. Klasifikasi khusus pesawat terbang tersedia dan mudah didapatkan 2. Metode umum digunakan dalam analisis perdagangan	1. Klasifikasi terkadang tidak spesifik, tercampur antar sektor dan sumber data ( <i>second-hand</i> ) 2. Tidak ada informasi nilai tambah
2	Analisis rantai pasok	Rincian aktivitas setiap badan usaha	1. Informasi rinci dan berkualitas untuk input (material) dan output (produk)	1. Membutuhkan klarifikasi dari seluruh stakeholder dan level informasi yang setara
3	Analisis nilai tambah	OECD, Trade in Value Added (TiVA)	1. Informasi rinci untuk nilai tambah pada level internasional dan sektoral	1. Klasifikasi kurang spesifik per sub-sektor manufaktur 2. Indonesia bukan negara OECD (data tidak lengkap)

Data-data perdagangan dapat bersumber dari United Nations dan HS-Code 6 digit untuk komoditas yang berkaitan dengan komponen pesawat terbang (unit komponen Tier 1-2). Adapun negara-negara yang dibandingkan dengan Indonesia adalah negara-negara ASEAN-5, serta contoh negara yang fokus mengembangkan komponen tahap pemula (Thailand), komponen/ tahap maju (Inggris), negara yang berfokus mengembangkan produk akhir saja (Brazil), serta negara mengembangkan komponen dan produk akhir (Amerika Serikat).

Tabel 6-3. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Indonesia [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	2.09	1	0.02%	-10%	32	21	0.27%	-8.3%	(30)	(20)
	Combustion	2	14	12	0.44%	-2.2%	13	22	0.77%	11.8%	1	(10)
	Propeller	5	11	13	0.01%	2.9%	28	20	0.02%	-7%	(17)	(6)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	79	64	0.1%	-4%	629	268	0.41%	-15.7%	(550)	(203)
	Interior	3	17	17	0.26%	0%	9	7	0.1%	-3.9%	9	10
Avionics	Navigation system	2	0.07	1.7	0.057%	90%	9	3	0.08%	-17%	(9)	(2)
	Electric, electronics	1	793	968	2.55%	4%	85	120	0.27%	7%	708	848
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>917</b>	<b>1,078</b>	<b>0.54%</b>	<b>3%</b>	<b>805</b>	<b>461</b>	<b>0.19%</b>	<b>-10.6%</b>	<b>112</b>	<b>617</b>
Produk pesawat	Helikopter	2	0	2	0.03%	72%	36	177	3.18%	37.3%	(36)	(175)
	Pesawat terbang	2	54	24	0.03%	-15%	48	32	0.04%	-7.7%	5	(8)
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>54</b>	<b>26</b>	<b>0.03%</b>	<b>-13.8%</b>	<b>85</b>	<b>209</b>	<b>0.26%</b>	<b>19.9%</b>	<b>(31)</b>	<b>(184)</b>

Nilai perdagangan dan pangsa pasar ekspor Indonesia (*market share*) terhadap perdagangan dunia merupakan yang terkecil di Asia Tenggara yaitu 0,54 persen (komponen pesawat) dan 0,03 persen (produk pesawat). Melihat nilai perdagangan dan tingkat pertumbuhannya per tahun, Indonesia memiliki potensi pengembangan *avionics* di antara klasifikasi komponen pesawat lainnya. Namun demikian, pangsa pasar *avionics* asal Indonesia masih sangat kecil (2,5 persen) dan kurang kompetitif dibandingkan dengan pangsa pasar *avionics* asal negara Asia Tenggara lainnya. Melihat nilai ekspor, Indonesia memiliki potensi pengembangan *avionics* serta pengembangan *aerostructure*. Peningkatan

kapasitas *design dan engineering* serta akses sertifikasi DOA Part 21-J EASA akan meningkatkan *value added* komponen *aerostructure*, *winglets* dan *in-flight entertainment system*.

Selain *avionics*, Indonesia dapat mengembangkan Interior (nilai net ekspor positif) atau sistem *propeler* karena nilai pertumbuhan per tahun cukup signifikan dibandingkan dengan komponen lainnya. Namun tantangan pengembangan interior adalah nilai tambahnya yang kurang signifikan. Pengembangan propeler sendiri menghadapi tantangan yang sangat berat karena sistem *engine* merupakan Tier 1 yang kompetitif sehingga membutuhkan SDM pengembang, pemodal yang kuat, dan kemampuan kerekrasan yang sangat tinggi. Namun, Indonesia tetap perlu memperkuat produksi komponen yang dapat mendukung sistem *engine* karena memiliki nilai tambah tinggi. Pengembangan komponen yang sudah dapat dilakukan di Indonesia melalui PT DI dan badan usaha lokal dapat dimulai dari sistem *landing* dan sistem pendukung *engine* lain untuk keperluan MRO.

Indonesia merupakan satu-satunya negara di Asia Tenggara yang memiliki *final assembly line* (perakitan akhir) produk pesawat. Namun pada tahun 2018, nilai net ekspor komponen dapat menutupi defisit akibat pembelian produk pesawat. Hal ini mengindikasikan bahwa fokus pengembangan komponen di Indonesia harus lebih konsisten dan pengembangan komponen tidak hanya bergantung pada produk akhir yang dibuat di Indonesia, namun juga menjadi pemasok global.

Pengembangan unit komponen perlu dikejar untuk mendukung suplai komponen yang mendukung sistem *engine*, *aerostructure*, dan *avionics*/elektrik melalui peningkatan kerja sama strategis dengan Tier 1 Global (i.e Collins di Singapura). Idealnya, PT DI menjadi *lead* dalam mendapatkan kerja sama strategis dengan mengikuti berbagai pemasok lokal. Skema ini bisa dilaksanakan optimal jika kapabilitas pemasok lokal ditingkatkan secara masif. Indonesia juga perlu mengaktifkan pusat RD&D di Batam untuk memanfaatkan keunggulan kedekatan lokasi (*proximity*) dengan Singapura.

Sebagai perbandingan, nilai perdagangan dan pertumbuhan komponen di Malaysia cukup signifikan pada klasifikasi *aerostructure non-interior*, walaupun pangsa pasar dunia belum terlalu signifikan (1,96 persen). Secara umum, industri komponen pesawat di Malaysia masih belum kompetitif, dan karena tidak memiliki FAL sendiri, maka defisit nilai perdagangan sangat tinggi untuk pembelian produk pesawat.

Tabel 6-4. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Malaysia [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	6	3.68	0.05%	-9.77%	16	16	0.21%	-0.1%	(10)	(13)
	Combustion	2	15	14	0.5%	-0.6%	79	10	0.36%	-33.6%	(65)	4
	Propeller	5	72	113	0.13%	9.57%	192	196	0.17%	0.5%	(120)	(83)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	1,314	1,045	1.93%	-4.48%	1,489	1,573	2.41%	1.1%	(176)	(529)
	Interior	3	7	5	0.07%	-7.81%	38	30	0.43%	-4.5%	(31)	(26)
Avionics	Navigation system	2	15	29	0.95%	14.73%	26	8	0.18%	-20.7%	(11)	21
	Electric, electronics	1	46	26	0.07%	-10.53%	41	96	0.22%	18.4%	5	(69)
TOTAL		20	1,474	1,235	0.6%	-3.46%	1,882	1,930	0.78%	0.5%	(408)	(695)
Produk pesawat	Helikopter	2	19	-	0%	-100%	96	37	0.66%	-17.5%	(77)	(37)
	Pesawat terbang	2	-	362	0.5%	-	1,277	325	0.43%	-24.0%	(1,277)	37
TOTAL		4	19	362	0.47%	81.20%	1,373	362	0.45%	-23.4%	(1,355)	1

Tabel 6-5. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Singapura [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	74	67	0.98%	-2.1%	95	193	2.52%	15.2%	(21)	(126)
	Combustion	2	510	320	11.4%	-8.9%	118	308	10.7%	21.1%	392	12
	Propeller	5	4,505	10,149	11.36%	18%	5,936	12,662	10.73%	16.4%	(1,431)	(2,514)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	6,308	3,980	7.37%	-8.8%	5,111	4,739	7.27%	-1.5%	1,197	(759)
	Interior	3	6	11	0.17%	13.5%	41	43	0.60%	0.7%	(35)	(32)
Avionics	Navigation system	2	175	126	4.1%	-6.4%	108	277	6.29%	20.7%	67	(151)
	Electric, electronics	1	105	186	0.49%	12.1%	113	196	0.45%	11.7%	(8)	(10)
TOTAL		20	11,683	14,839	7.39%	4.9%	11,523	18,419	7.40%	9.8%	160	(3,580)
Produk pesawat	Helikopter	2	115	107	2%	-1.5%	99	110	2.0%	2.2%	17	(3)
	Pesawat terbang	2	172	21	0.03%	-34.2%	1,409	0	0.00%	-80.0%	(1,237)	21
TOTAL		4	288	128	0.17%	-14.9%	1,508	111	0.14%	-41%	(1,220)	18

Sementara itu Singapura memiliki pangsa pasar komponen kedirgantaraan terbesar di Asia Tenggara. Walaupun belum menunjukkan net ekspor positif untuk industri kedirgantaraan secara keseluruhan, nilai perdagangan komponen asal Singapura cukup signifikan pada *system engine* dan *aerostructure*, terutama *combustion system* dengan *share* hampir 11 persen dan *aerostructure non-interior* dengan *share* 7,4 persen.

Tabel 6-6. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Filipina [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	40	12	0.17%	-21.5%	31	4	0.05%	-33.0%	9	8
	Combustion	2	4	6	0.20%	8.9%	104	166	5.76%	9.9%	(100)	(160)
	Propeller	5	0	0	0%	86.1%	2	22	0.02%	55.9%	(2)	(21)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	722	347	0.64%	-13.6%	650	348	0.53%	-11.7%	72	(1)
	Interior	3	0	0	0.00%	23.8%	16	16	0.23%	-0.6%	(16)	(16)
Avionics	Navigation system	2	8	5	0.16%	-8.7%	1	1	0.01%	-18.3%	6	4
	Electric, electronics	1	2,001	2,327	6.13%	3.1%	72	108	0.25%	8.5%	1,929	2,219
TOTAL		20	2,774	2,698	1.34%	-0.6%	877	665	0.27%	-5.4%	1,897	2,033
Produk pesawat	Helikopter	2	13	0	0.00%	-91.8%	53	206	3.70%	31.2%	(40)	(206)
	Pesawat terbang	2	0	0	0%	-64.1%	1,095	480	0.64%	-15.2%	(1,095)	(480)
TOTAL		4	14	0	0.000%	-83.7%	1,148	686	0.85%	-9.8%	(1,135)	(686)

Untuk industri komponen kedirgantaraan di Filipina, komponen dengan nilai perdagangan yang signifikan yaitu komponen elektrik dan elektronik (E&E), bahkan memiliki pangsa pasar 6,13 persen secara global. Dengan demografi kepulauan seperti Indonesia, kebutuhan Filipina akan produk pesawat seharusnya cukup tinggi. Namun, nilai E&E sendiri cukup kompetitif dan hampir mampu untuk mengimbangi defisit akibat pembelian produk pesawat.

Sebagaimana Singapura, Thailand memiliki pangsa pasar yang cukup signifikan untuk *combustion system* (8.6 persen) dan *aerostructure dan interior* (0,7 persen). Selain itu, Thailand juga cukup unggul dalam ekspor E&E. Defisit akibat pembelian produk pesawat terbang di Thailand sangat tinggi, namun dalam jangka lima tahun terdapat pertumbuhan nilai perdagangan yang signifikan. Berdasarkan pangsa pasar perdagangan komponen yang cukup tinggi, Indonesia dapat meniru strategi Thailand sebagai langkah awal dalam pengembangan komponen bernilai tambah tinggi.

Tabel 6-7. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Thailand [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	201	206	3.00%	1%	35	38	0.50%	2%	165	168
	Combustion	2	355	243	8.6%	-7%	306	50	1.7%	-30%	50	193
	Propeller	5	208	62	0.07%	-21.6%	519	461	0.39%	-2.4%	(311)	(400)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	423	219	0.4%	-12.4%	270	397	0.61%	8.0%	153	(178)
	Interior	3	83	56	0.8%	-7.5%	33	28	0.4%	-3.2%	50	29
Avionics	Navigation system	2	2	4	0.12%	10.3%	10	12	0.27%	3.3%	(8)	(8)
	Electric, electronics	1	499	549	1.45%	2%	363	413	0.95%	3%	137	136
TOTAL		20	1,771	1,338	0.67%	-5.4%	1,535	1,399	0.6%	-2%	236	(61)
Produk pesawat	Helikopter	2	386	37	0.66%	-37.4%	720	280	5.04%	-17.2%	(334)	(243)
	Pesawat terbang	2	225	979	1.37%	34.2%	1,693	456	0.6%	-23%	(1,468)	523
TOTAL		4	611	1,016	1.32%	10.7%	2,413	736	0.91%	-21.1%	(1,802)	281

Hasil perbandingan dengan Brazil menunjukkan bahwa dengan fokus produksi pesawat terbang, pengembangan komponen dan produk pesawat dapat dilakukan secara bersamaan. Strategi produksi pesawat terbang Brazil cukup berhasil dengan skema *risk-sharing partnership* yang awalnya bertujuan untuk menciptakan produk akhir. Namun kolaborasi yang terjalin baik antara badan usaha kedirgantaraan di Brazil dengan Pemerintah berhasil meningkatkan kemampuan industri di dalam negeri untuk juga mengembangkan komponen pesawat. Namun pada tahun 2021, Brazil menunjukkan penurunan nilai ekspor karena rendahnya permintaan global terhadap pesawat baru. Akibatnya, Brazil hanya fokus menyelesaikan produk akhir pesawat yang sudah direncanakan sebelum pandemi COVID-19. Namun, Brazil sebenarnya cukup unggul dalam pengembangan sistem navigasi dan *propeler* karena terintegrasi dalam *final assembly line* (FAL) yang dimiliki.

Tabel 6-8. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Brazil [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	53	42	0.6%	-4.4%	108	92	1.2%	-3.1%	(55)	(50)
	Combustion	2	4	2	0.05%	-15.7%	11	21	0.75%	13.9%	(8)	(20)
	Propeller	5	2,455	461	0.5%	-28.4%	2,651	4,024	3.4%	8.7%	(196)	(3,563)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	308	358	0.7%	3.1%	1,211	981	1.5%	-4.1%	(903)	(623)
	Interior	3	41	34	0.5%	-3.7%	85	44	0.6%	-12.2%	(44)	(10)
Avionics	Navigation system	2	16	20	0.67%	4.6%	78	48	1.1%	-9.0%	(61)	(28)
	Electric, electronics	1	81	106	0.3%	5.4%	254	392	0.9%	9.1%	(172)	(286)
TOTAL		20	2,958	1,024	0.5%	-19%	4,397	5,604	2.3%	5%	(1,439)	(4,580)
Produk pesawat	Helikopter	2	98	2	0.03%	-55%	79	207	3.7%	21.1%	19	(205)
	Pesawat terbang	2	4,328	2,191	3.1%	-13%	252	757	1%	24.6%	4,076	1,434
TOTAL		4	4,426	2,193	2.8%	-13%	332	963	1.2%	23.8%	4,095	1,229

Pembelajaran dari Inggris menunjukkan bahwa dengan fokus pengembangan komponen berupa sistem unit/pengembangan industri komponen tingkat lanjut, maka Inggris bisa mendapatkan nilai jual komponen yang tinggi. Hal ini ditunjukkan pada neraca tahun 2018, dimana kemampuan Inggris dalam memproduksi komponen dan sistem/unit komponen cukup untuk menutupi deficit pembelian produk pesawat terbang, walaupun net ekspor komponen tidak jauh lebih besar dibandingkan net impor pembelian pesawat. Pada tahun 2021, meskipun pandemi COVID-19 menyebabkan penurunan pesawat, Inggris justru memperoleh nilai net ekspor yang positif untuk produk komponen dan produk akhir pesawat. Bahkan Inggris yang biasanya menguasai >10 persen untuk seluruh sistem *engine* dan

*aerostructure* masih menguasai pasar terutama untuk sistem propeller (23,2 persen pangsa pasar dunia). Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan industri komponen untuk menghasilkan sistem unit akan menghasilkan nilai tambah tinggi dan mendukung ketahanan industri kedirgantaraan terhadap gejolak kondisi global.

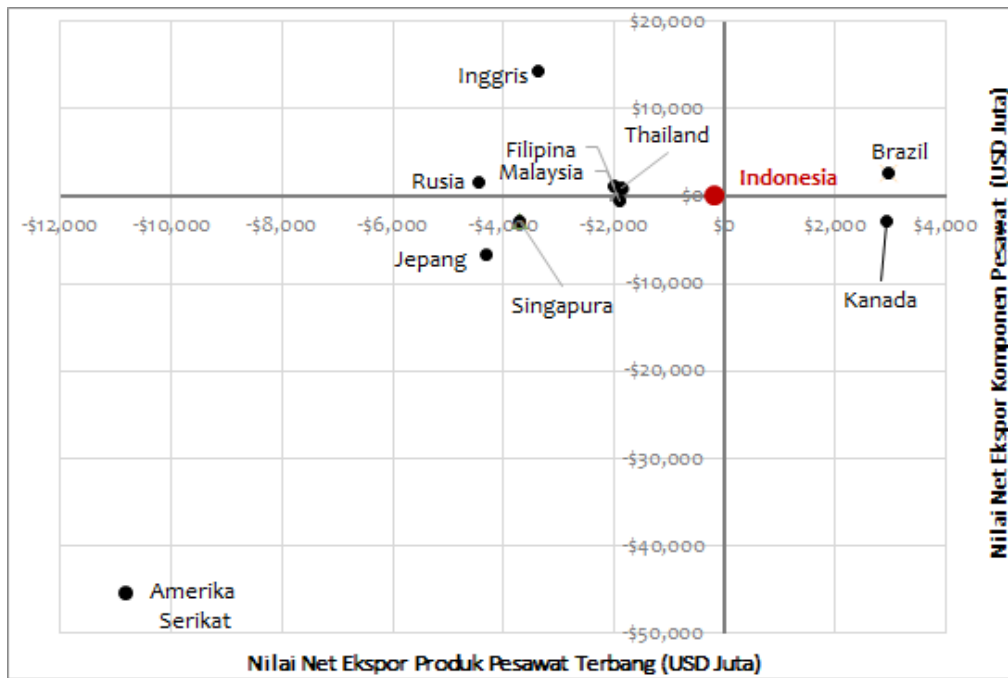
Tabel 6-9. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Inggris [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	1,178	1,437	21%	4.1%	930	682	9%	-6%	248	755
	Combustion	2	166	88	3.13%	-11.9%	88	26	0.91%	-21.6%	78	62
	Propeller	5	16,871	20,704	23.2%	4.2%	15,475	13,774	11.7%	-2%	1,396	6,930
Aero structure	Fuselage, part access.	3	13,953	8,732	16.2%	-8.9%	4,061	3,415	5.2%	-3.4%	9,891	5,317
	Interior	3	855	522	7.8%	-9.4%	572	368	5.22%	-8.4%	283	154
Avionics	Navigation system	2	510	698	22.9%	6.5%	489	505	11%	0.6%	21	193
	Electric, electronics	1	151	182	0.5%	3.9%	1,650	1,225	2.8%	-6%	(1,500)	(1,043)
TOTAL		20	33,684	32,363	16.1%	-0.8%	23,266	19,995	8%	-3%	10,418	12,368
Produk pesawat	Helikopter	2	401	351	6.18%	-2.6%	848	266	4.8%	-20.7%	(447)	85
	Pesawat terbang	2	5,067	2,351	3.3%	-14.2%	12,916	1,709	2%	-33.3%	(7,849)	642
	TOTAL	4	5,469	2,702	3.51%	-13.1%	13,764	1,975	2%	-32.2%	(8,296)	728

Amerika Serikat menjadi contoh negeri dengan industri kedirgantaraan tanpa fokus pengembangan komponen ataupun produk akhir, dan menunjukkan neraca perdagangan negatif yang tinggi. Namun, dengan berbagai OEM/Tier1 global serta banyaknya maskapai domestik dan internasional, nilai tambah yang dihasilkan kedirgantaraan Amerika Serikat sangat besar terhadap perekonomian dan lapangan kerja. Amerika Serikat membebaskan industri kedirgantaraan termasuk OEM dalam mengembangkan industri dan mengakses pasar secara mandiri. Kondisi ini menyebabkan tidak ada keharusan untuk mengembangkan industri lokal. Hampir semua OEM/Tier 1 memiliki kerja sama pengembangan industri di negara lain, untuk mengejar biaya produksi yang lebih rendah. Industri OEM Amerika Serikat bahkan memiliki beberapa FAL di negara lain, sehingga hampir semua komponen dan produk akhir diimpor. Strategi ini tentu tidak dapat dilakukan oleh semua negara, terlebih Indonesia yang telah memiliki dan berkomitmen untuk mengembangkan FAL domestik. Namun Indonesia perlu menarik kerja sama dari OEM/Tier 1 dari Amerika Serikat untuk memperluas kerja sama pembangunan FAL dan fasilitas pendukung industri pemasok komponen di Indonesia.

Tabel 6-10. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Amerika Serikat [71]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021	Share (World '21)	CAGR	2016	2021
System engine	Landing system	4	315	325	4.74%	0.6%	1,855	1,450	19.0%	-4.8%	(1,540)	(1,125)
	Combustion	2	176	231	8.2%	5.6%	123	141	4.91%	2.8%	53	90
	Propeller	5	2,244	2,590	2.90%	2.9%	18,103	16,671	14%	-1.6%	(15,859)	(14,081)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	6,008	5,485	10.15%	-1.8%	15,161	10,879	16.7%	-6.4%	(9,152)	(5,395)
	Interior	3	256	128	1.91%	-13.0%	1,351	886	12.5%	-8.1%	(1,095)	(758)
Avionics	Navigation system	2	257	193	6.34%	-5.6%	916	596	13.5%	-8.2%	(658)	(402)
	Electric, electronics	1	1,891	1,820	4.79%	-0.8%	10,557	11,510	26.3%	1.7%	(8,666)	(9,691)
TOTAL		20	11,147	10,771	5.36%	-0.7%	48,065	42,134	17%	-2.6%	(36,918)	(31,362)
Produk pesawat	Helikopter	2	2,369	1,901	33.4%	-4.3%	553	799	14.4%	7.7%	1,816	1,101
	Pesawat terbang	2	2,166	1,115	1.56%	-12.4%	13,190	12,288	16.29%	-1.4%	(11,023)	(11,174)
	TOTAL	4	4,535	3,015	3.92%	-7.8%	13,743	13,088	16.16%	-1.0%	(9,207)	(10,072)



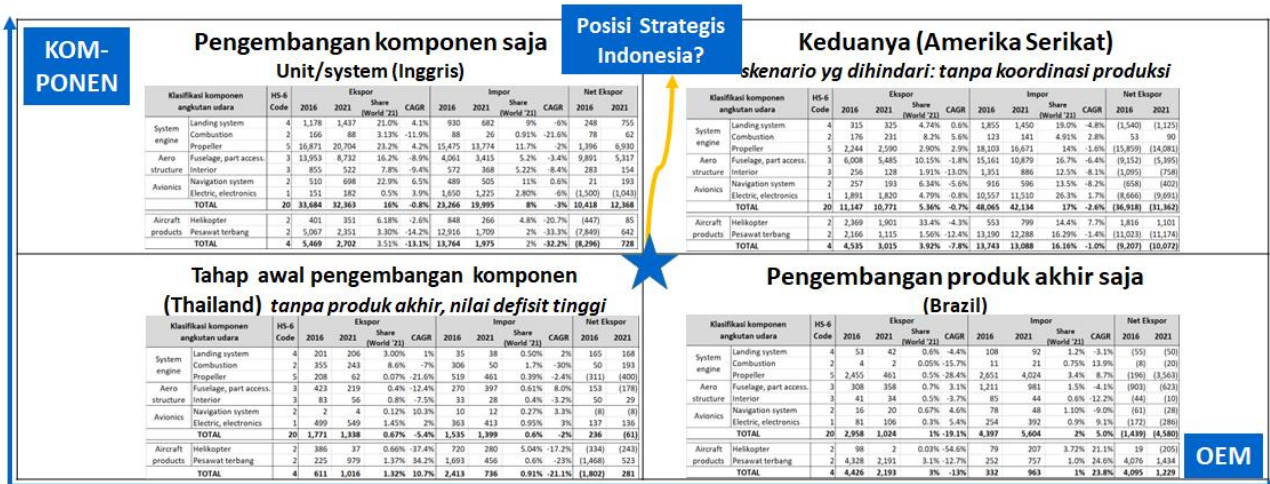
Gambar 6-2. Posisi Nilai Net Ekspor Indonesia untuk Produk Pesawat dan Komponen Pesawat Tahun 2018 [72]

#### 6.1.2.2 Strategi Pengembangan Komponen dan Produk Pesawat

Berdasarkan pembejarian dari negeri-negara produsen pesawat dan komponennya, maka Indonesia memiliki opsi apakah mengembangkan FAL mandiri (sebagai *prime mover* industri kedirgantaraan) atau mengembangkan industri komponen untuk dapat diikuti dalam rantai pasok global. Diagram opsi ini terbagi menjadi 4 yaitu:

1. Fokus pengembangan komponen pada tahap awal tanpa pengembangan produk akhir, contohnya Thailand yang menunjukkan nilai defisit perdagangan tinggi akibat pembelian produk pesawat. Investasi yang dibutuhkan untuk mengembangkan produk tahap awal relatif lebih rendah, namun nilai ekonomi dan nilai tambah yang dihasilkan secara agregat juga rendah. Untuk menyeimbangkan nilai perdagangan rendah, Thailand menumbuhkan badan usaha secara masif sehingga dapat memasok komponen untuk keperluan khususnya MRO;
2. Fokus pengembangan sistem unit/komponen, contohnya Inggris, yang menunjukkan defisit perdagangan untuk pembelian produk pesawat, namun diimbangi dengan penjualan sistem seperti *landing gear* dan *propeller system* dengan nilai tambah tinggi;
3. Fokus pengembangan produk akhir pesawat saja, contohnya Brazil, Kanada, Jerman, dan Prancis, yang membutuhkan investasi tinggi untuk membangun FAL, namun dalam jangka panjang dapat menghasilkan nilai ekonomi yang tinggi. Namun penjualan produk pesawat pada saat pandemi (pada kasus Brazil) tidak dapat mengimbangi defisit impor komponen. Hal ini menunjukkan bahwa fokus pengembangan produk pesawat sebagai produk akhir kurang signifikan untuk menjadi ketahanan (*resilience*) terhadap gejolak kondisi ekonomi global; atau
4. Fokus pengembangan komponen diikuti dengan pengembangan produk pesawat, contohnya pada Amerika Serikat, yang menunjukkan bahwa defisit perdagangan tetap terjadi, bila

pengembangan produk akhir tidak diikuti dengan pengembangan Tier 1 dan komponen domestik, yang sementara ini dipasok dari pasar global (impor).



Gambar 6-3. Ilustrasi Opsi Pengembangan Komponen dan Produk Pesawat di Indonesia

Indonesia perlu memiliki strategi dan menetapkan peran dan posisi yang ingin diambil industri kedirgantaraan Indonesia di dunia. Dengan mempertimbangkan kepemilikan FAL serta kemampuan desain dan pengembangan pesawat terbang, Indonesia tidak dapat meninggalkan opsi membangun produk pesawat terbang. Bahkan, berdirinya PT Dirgantara Indonesia semata-mata dimaksudkan untuk mewujudkan mimpi besar Indonesia menjadi lokomotif pengembangan teknologi dan menghasilkan produk pesawat terbang. Dengan demikian, alternatif strategi pengembangan industri kedirgantaraan ke depan antara lain:

## 1. Membangun industri pesawat terbang untuk operasional FAL saja

Strategi pengembangan produk akhir sukses dilakukan, misalnya oleh Brazil, Kanada, Prancis, dan Jerman, dengan fokus strategi untuk pengelolaan FAL dan *system integrator*. Sebagian besar unit dan komponen tidak dikerjakan sendiri dengan pertimbangan tenaga kerja dan investasi yang lebih murah. Strategi untuk membangun produk akhir saja di Indonesia telah berlangsung terlalu lama, dan belum diikuti dengan pengembangan komponen oleh badan usaha dalam negeri yang mumpuni, sehingga neraca perdagangan akan mengalami defisit dalam periode panjang. Selain itu, minat badan usaha untuk fokus mengembangkan komponen pesawat terbang masih rendah. Sebagai satu-satunya OEM di Indonesia, PT DI hingga kini hanya memiliki kompetensi *system integrator* untuk *aerostructure* saja. Akibat ketergantungan impor komponen dan unit komponen seperti pada *system engine* dan *avionics*, nilai tambah maupun TKDN pesawat terbang Indonesia tetap rendah.

Inisiatif PT DI untuk mengembangkan N219 dengan TKDN di atas 40 persen menjadi titik mula untuk membangun industri kedirgantaraan yang kuat. Dalam menyukseskan strategi ini, Indonesia harus memiliki kemampuan desain pesawat original. Melalui peluncuran program N-219 dan N-219A pada tahun 2022-2024, dan selanjutnya untuk R80, diharapkan dapat membuka

peluang desain dan pengembangan komponen dengan nilai tambah tinggi dibandingkan proses manufaktur produk pesawat saja. Upaya ini secara bertahap perlu disertai dengan penumbuhan industri komponen di dalam negeri dengan kualifikasi yang tinggi di berbagai aspek komponen pesawat. Dukungan pemerintah tidak saja ditujukan untuk komersialisasi produk pesawat dengan *original design*, namun juga mempercepat pembangunan kapasitas industri komponen dan rantai pasoknya.

## **2. Memperluas cakupan ekosistem industri dirgantara, dalam mengembangkan industri komponen**

Perluasan ekosistem industri dirgantara dimaksudkan untuk menumbuhkan industri komponen sehingga OEM dapat fokus untuk proses perakitan unit (sistem) dan produk akhir. Walaupun telah menjadi upaya PT DI dalam beberapa tahun terakhir untuk mengikutkan badan usaha domestik untuk memasok komponen, industri komponen di Indonesia belum memiliki pengalaman menjadi pemasok pesawat terbang komersial.

Dengan strategi untuk mengintegrasikan industri komponen dengan OEM, dibutuhkan investasi yang jauh lebih tinggi dibandingkan strategi sebelumnya. Badan usaha baru akan timbul dan membutuhkan pelatihan SDM serta investasi alat dan permesinan. Dalam strategi ini, peran PT DI diharapkan lebih fokus untuk perakitan/integrator sistem dan unit komponen. Baik OEM maupun industri komponen diharapkan dapat meningkatkan spesialisasi pekerjaan, serta aktivitas pengembangan desain dan kerekayasaan sehingga meningkatkan nilai tambah komponen dan sistem/unit komponen. Pengembangan industri komponen pada jangka panjang akan menstimulasi pertumbuhan rantai pasok tier 2-3, bahkan produsen material dasar. Pengembangan industri komponen juga dapat memberikan *spillover* positif untuk pasokan komponen tujuan *repair* atau AMO/MRO sepanjang memenuhi kualifikasi sertifikasi yang dibutuhkan. Hasil dari spesialisasi dan pembentukan rantai pasok komponen yaitu badan usaha pemasok komponen memiliki spesialisasi desain dan produksi bernilai tambah tinggi sehingga dapat memasarkan produk komponen di pasar global – dan tidak harus bergantung kepada strategi pengembangan pesawat dalam negeri.

Berdasarkan Gambar 6-2, dan dengan mempertimbangkan kepemilikan FAL domestik, opsi terbaik bagi Indonesia adalah mengembangkan komponen dan disertai dengan produk pesawat. Untuk menghindari skenario perdagangan defisit, Indonesia perlu meningkatkan koordinasi produksi oleh OEM (PT DI) dengan pemasok Tier 1-Tier 4. Opsi ini memerlukan investasi yang sangat tinggi karena tidak saja mencakup optimalisasi produksi OEM, namun juga menumbuhkan badan usaha pemasok domestik. Pada awal pengembangan, skenario yang mungkin terjadi adalah seperti Thailand, dimana nilai defisit tinggi untuk impor komponen dan produk pesawat. Namun apabila pemilihan program pengembangan pesawat tepat sasaran dan dapat dikonsolidasikan melalui ekosistem yang didukung pemerintah dan pemangku kepentingan terkait lainnya, maka produk akhir yang dikembangkan berdasarkan *original design* dan TKDN tinggi, akan turut mendongkrak nilai tambah yang lebih tinggi untuk pemasok komponen di Indonesia. Nilai tambahnya akan semakin tinggi, jika produk akhir dapat diekspor ke luar negeri sehingga menghasilkan net perdagangan yang positif.

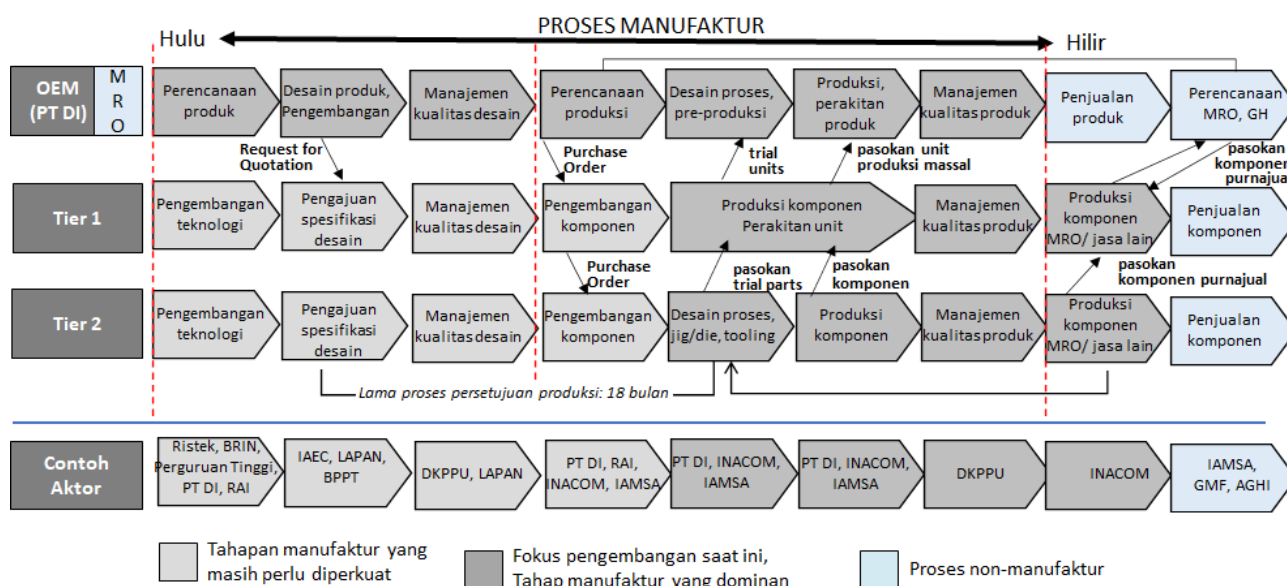
Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2022-2045 ini memberikan kesempatan bagi PT DI sebagai pemilik FAL pesawat di Indonesia untuk dapat memilih strategi pengembangan industri pesawat saja yang disertai dengan penguatan kolaborasi dengan ekosistem kedirgantaraan lokal dan global. Kolaborasi untuk bersama membangun kekuatan industri komponen di dalam negeri akan membantu meningkatkan ketahanan PT DI terhadap gejolak.

PT DI dapat memperkuat kemampuan *aerostructure* yang potensial, dan menjadikan klasifikasi komponen ini menjadi kekhasan Indonesia yang paling kompetitif di kawasan Asia Tenggara. Namun nilai tambah *aerostructure* – terutama *aerostructure-interior* – masih lebih rendah dibandingkan *system engine* maupun *avionics* sehingga strategi kolaborasi bersama dengan pemasok lokal untuk mengejar ketertinggalan di dua klasifikasi komponen tersebut menjadi Langkah yang paling strategis untuk dilaksanakan.

## 6.2 Kapasitas Pengembangan Komponen di Indonesia

### 6.2.1 Potensi Pengembangan

#### 6.2.1.1 Pemetaan Rantai Pasok Komponen dan Teknologi Proses



Gambar 6-4. Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara

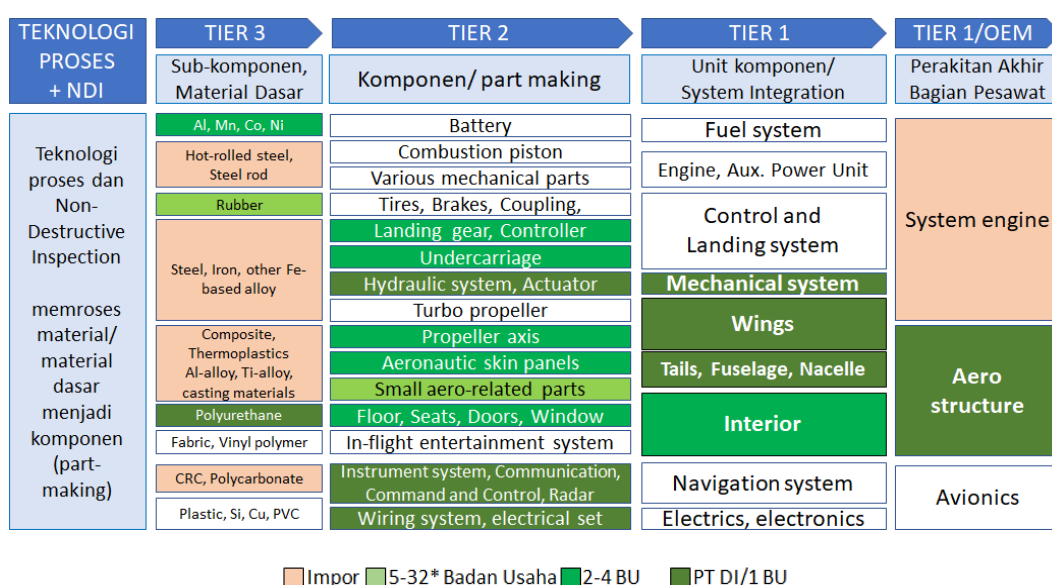
Hasil pemetaan keterkaitan rantai pasok pada proses manufaktur di Indonesia untuk menghasilkan produk akhir pesawat terbang menunjukkan bahwa mayoritas aktivitas terjadi pada OEM (PT DI), dengan Tier 1-2 yang juga ikut memberikan pasokan *jig/tooling* untuk proses perakitan produk akhir. Berdasarkan pengamatan dan wawancara dengan Asosiasi Komponen Dirgantara Indonesia (INACOM), jumlah badan usaha yang memiliki kapasitas *jig/tooling* hingga menghasilkan komponen presisi cukup banyak (>30 badan usaha). Namun badan usaha tersebut tidak menjadikan produksi komponen dirgantara sebagai fokus usaha, sehingga jumlah pemesanan komponen untuk keperluan

dirgantara minim dan frekuensinya tidak teratur. Selain itu, *jig/tooling* tidak memiliki banyak kebutuhan RD&D.

Komponen yang dipesan untuk memenuhi kebutuhan industri kedirgantaraan nasional memenuhi standar nasional karena untuk memenuhi pasar domestik. Untuk dapat memasok kepada Tier 1 dan OEM global, industri komponen di Indonesia tidak hanya harus mampu memiliki klien (kemampuan pemasaran), namun juga dapat meningkatkan perannya dalam melakukan RD&D. Kemampuan desain *jig/tool* dan modifikasi komponen masih perlu disertifikasi sehingga sesuai dengan standar internasional dan sebagai *entry point* untuk dapat diperhitungkan dalam rantai pasok global.

Selain untuk pemenuhan kebutuhan produk akhir pesawat, industri komponen dirgantara juga dapat dimanfaatkan untuk pelaksanaan MRO dan modifikasi, bahkan mendukung proses bisnis ekosistem dirgantara yang terlibat dengan jasa kebandarudaraan (*ground handling*) seperti *trolley*, *garbarata*, dan *motorized equipment*. Melihat keterkaitan rantai pasok di luar proses manufaktur, potensi pengembangan industri komponen di Indonesia cukup luas. Hal ini seharusnya cukup untuk menjadi basis untuk menarik investasi/menumbukan lebih banyak badan usaha yang terlibat secara serius untuk mengembangkan industri komponen dirgantara. Upaya ini juga dapat dilaksanakan melalui kolaborasi yang lebih kuat dengan OEM (PT DI).

Kondisi saat ini menunjukkan terdapat lebih dari 30 anggota INACOM yang mampu menghasilkan komponen presisi, namun hanya 5 anggota yang memiliki sertifikasi AS9100. Hasil pemetaan ini kurang representatif untuk mengetahui jumlah badan usaha yang terlibat dalam pembuatan komponen (*partmaking*). Lima badan usaha yang memiliki sertifikasi menunjukkan kemampuan *partmaking* untuk mendukung *landing system*, *hydraulic system*, dan *mechanical system* yang cukup signifikan. Ke depan, lebih banyak badan usaha bersertifikat yang dibutuhkan agar Indonesia tidak bergantung pada impor Tier 1 yang saat ini masih tinggi. Dengan rencana untuk memproduksi varian pesawat terbang di masa mendatang, kemampuan untuk integrasi sistem/unit komponen baik *engine*, *avionics*, dan *aerostructure* perlu ditingkatkan.



Gambar 6-5. Jumlah Badan Usaha dan Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara [73]

MATERIAL	TEKNOLOGI PROSES			NON DESTRUCTIVE TESTING
<div>Stainless Steel</div> <div>Steel rod</div> <div>Steel bar</div> <div>Cast Iron</div> <div>Ductile Iron</div> <div>Steel Alloy</div> <div>C-Steel Alloy</div> <div>Other Fe-Alloys</div> <div>Ti-Alloy</div> <div>Al-Alloy</div> <div>Composite</div>	<div>Casting</div>	<div>Machining</div> <div>Turning</div> <div>Milling</div> <div>Lathing</div> <div>Holemaking</div> <div>Cutting</div> <div>Turning</div> <div>Hobbing</div> <div>Grinding</div> <div>Broaching</div> <div>Edge treatment</div> <div>Vapor deposition</div> <div>Dry film lubricating</div>	<div>Finishing</div> <div>(Extrude) honing</div> <div>Lapping</div> <div>Fitting</div> <div>Deburring</div>	<div>MPI/MT – MagneticParticle</div> <div>FPI – Fluorescent Penetrant</div> <div>LT – Magnetic Flux Leakage</div> <div>PT – Liquid penetrant</div> <div>UT – Ultrasonic</div> <div>RT – Radiographic</div> <div>Electromagnetic</div> <div>AE – Acoustic Emission</div> <div>Thermography</div> <div>ET – Eddy current testing</div>
	<div>Forging</div>	<div>Non-conventional Machining</div> <div>ECM – Electrochemical Machining</div> <div>EGM – Electrochemical Grinding</div> <div>EDM – Electrical Discharge Mach</div> <div>LBM – Laser Beam Machining</div>	<div>Heat treatment</div> <div>N<sub>2</sub></div> <div>Normalizing</div> <div>Annealing</div> <div>Solution Heat</div> <div>Aging</div> <div>Subzero vacuum</div> <div>Carburizing</div> <div>Hardening</div> <div>Quenching</div> <div>Tempering</div>	
	<div>Brazing</div> <div>Vacuum</div> <div>Induction</div>		<div>Surface treatment</div> <div>Stripping</div> <div>Thermal spray</div> <div>Diffusion</div> <div>Vapor deposition</div> <div>Cd Plating</div> <div>Heat treatment</div> <div>Painting</div> <div>Anodize, Alodine</div>	
<div>Mg</div> <div>Cu</div> <div>Ni</div> <div>Zn</div> <div>Cr</div> <div>Polymer</div> <div>Other CH-based chemical solutions</div>	<div>Stamping</div> <div>Single, Hot</div> <div>Hemming</div> <div>Transfer</div> <div>Tandem</div> <div>Progressive Die</div> <div>Fine Blanking</div> <div>Forging press</div> <div>Tandem press</div>	<div>Chemical processing</div> <div>Cleaning</div> <div>Conversion Ph</div> <div>Stripping</div> <div>Chem Milling</div> <div>Anodizing</div> <div>Dry film coating</div> <div>Plating</div> <div>Etching</div> <div>Surface Treatment/ Passivation</div>	<div>Welding</div> <div>Flash butt</div> <div>Gas tungsten arc</div> <div>Resistance</div> <div>Electro Beam</div> <div>Laser</div> <div>Fusion, diffusion</div> <div>Plasma</div> <div>Induction Braze</div>	
	<div>Extrusion</div>	<div>Metallurgy processing</div> <div>Sizing</div> <div>Compacting</div> <div>Sintering</div> <div>Mixing</div>	<div>Surface Treatment</div> <div>Plating</div> <div>Sputtering</div> <div>Vacuum Metal</div>	
	<div>Resin</div> <div>Thermo-plastic</div> <div>Polymer</div>	<div>Blow molding</div>	<div>Thermosetting</div> <div>Thermosetting injection</div> <div>Thermoplastic injection</div> <div>Double injection</div>	<div>Painting, Clear coating</div>
<div>Glass</div> <div>Rubber</div>		<div>Extrusion</div>	<div>Vulcanizing</div>	
		<div>Forming</div> <div>Hot press</div> <div>Vacuum molding</div> <div>Compression</div>	<div>Printing</div> <div>Jet printing</div> <div>Water transfer</div> <div>Hot stamping</div>	
<div>Fabric</div> <div>Rigid board</div> <div>Adhesive</div>	<div>Weaving</div>	<div>Sewing, Gluing</div>	<div>Soldering</div>	
	<div>Solder paste printing</div>			

Gambar 6-6. Teknologi Proses Rantai Pasok Industri Dirgantara [73]

Berdasarkan pemetaan penguasaan teknologi proses, kapasitas pelaku usaha untuk *machining* dan *finishing* sudah baik. Namun peningkatan kapasitas permesinan, termasuk keahlian *programming* dan *drawing* (untuk desain) masih dibutuhkan. Kemampuan *programming* yang tinggi juga membantu untuk meningkatkan kualitas produk yang lebih presisi. Selain proses produksi yang telah dipetakan, komponen harus melalui rangkaian pengujian non-destruktif/ *Non-Destructive Inspection (NDI)* seperti *electromagnetic* dan *fluorescent penetrant*, namun seringkali badan usaha di Indonesia tidak memiliki mesin untuk proses teknologi dan pengujian tersebut, sehingga harus ekspor dan re-impor untuk melakukan teknologi proses tersebut di luar negeri. Pengadaan permesinan dan peningkatan kapasitas untuk menguasai teknologi proses dan pengujian NDI sebaiknya dapat dilakukan dengan skema kerja sama antara anggota INACOM, termasuk PT DI, sehingga badan usaha tidak harus investasi permesinan secara mandiri untuk menyelesaikan suatu proses. Selain itu, PT DI juga dapat meningkatkan peran anggota INACOM dalam rantai pasok komponen industri pesawat terbang Indonesia. Kerja sama pengembangan *engineering office* dan *center of excellence* yang dilengkapi dengan fasilitas penyiapan pengujian menjadi langkah strategis yang bisa dilaksanakan.

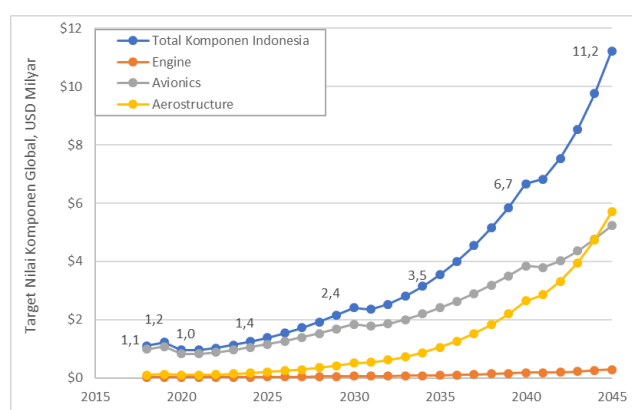
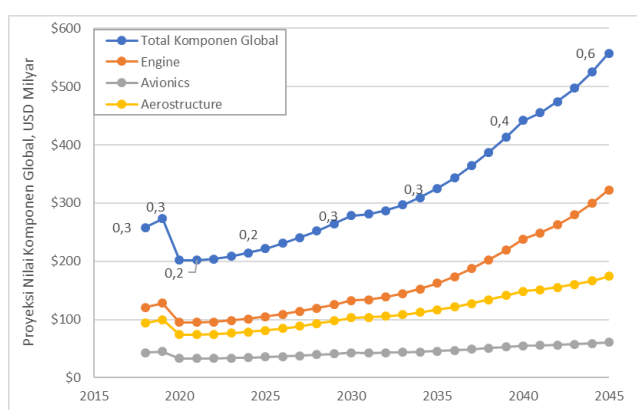
#### 6.2.1.2 Peningkatan Nilai Tambah Komponen Melalui Aerostructure

Berdasarkan Database UN Comtrade pada tahun 2018 (HS Code 6 digit), nilai perdagangan komponen global mencapai sebesar USD258 miliar dengan proporsi *engine* USD121 miliar, *werostructure* USD

94 miliar, dan *avionics* USD43 miliar. Data baseline 2018 ini digunakan untuk proyeksi permintaan global sampai tahun 2045 yang telah mempertimbangkan tren pertumbuhan per tahun, dampak pandemi COVID-19, dan antisipasi risiko penurunan permintaan global di masa mendatang. Dengan proyeksi ini, permintaan komponen global pada tahun 2045 akan mencapai USD557 miliar pada tahun 2045. Pertumbuhan perdagangan komponen dirgantara dunia diperkirakan akan terus didominasi oleh *engine* dengan struktur pasar komponen *engine* yang cenderung terkonsentrasi pada beberapa perusahaan utama dunia dengan *barrier-to-entry* yang tinggi.

Proyeksi Dunia (USD Miliar)	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	CAGR 2025-2045
Engine	121,0	95,0	104,8	132,5	162,3	238,1	322,5	5.8%
Avionics	43,0	33,0	35,6	42,8	45,9	55,0	60,8	2.7%
Aerostructure	94,2	74,0	81,5	103,1	116,7	148,7	173,9	3.9%

Target Indonesia (USD Miliar)	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	CAGR 2025-2045
Engine	0,02	0,02	0,03	0,06	0,1	0,2	0,3	11.8%
Avionics	1,0	0,8	1,1	1,8	2,4	3,8	5,2	7.9%
Aerostructure	0,1	0,1	0,2	0,5	1,0	2,6	5,7	18.2%



Gambar 6-7. Proyeksi Nilai Komponen Global dan Target Nilai Komponen Indonesia (USD Miliar)

Walaupun kontribusi komponen pesawat terbang Indonesia terhadap perdagangan di dunia sangat kecil (0,43 persen), Indonesia berpotensi menjadi pengembang *aerostructure* karena memiliki sejumlah badan usaha yang memiliki keahlian interior maupun *partmaking* yang bersifat pelengkap/ aksesoris untuk *aerostructure*. Selain itu, Indonesia perlu melanjutkan pengembangan industri komponen *avionics* yang saat ini sudah tumbuh dengan cukup baik. Walaupun struktur pasar global cenderung terbuka untuk pengembangan komponen *avionics* dan *aerostructure*, pelaku industri komponen Indonesia juga perlu berinovasi untuk pengembangan *engine* karena memiliki nilai tambah yang lebih tinggi. Melalui pembangunan kemitraan dengan OEM global dan pengembang pesawat terbang di dalam negeri, Indonesia dapat memperluas kompetensi untuk pengembangan komponen pendukung sistem *engine*.

#### 6.2.1.3 Peningkatan Nilai Tingkat Kandungan Dalam Negeri

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 16/ Tahun 2011 tentang Ketentuan dan Tata Cara Penghitungan TKDN, pada Agustus 2019, nilai TKDN N219 yang telah diverifikasi Surveyor Indonesia sudah mencapai 44,69 persen dengan rincian komponen yang sudah mampu diproduksi lokal ditunjukkan pada Gambar 6-8. Potensi industri lokal dalam mengisi rantai pasok N219 untuk sistem dan interior cukup tinggi. Pada tahun 2024, PT DI memiliki target untuk meningkatkan TKDN

hingga 60 persen dengan strategi untuk mengikutkan industri lokal terutama untuk pemasok *airframe* (komponen *vent access*, *windshield*, dan *window*), interior (kursi penumpang, *lavatory*, *seatbelt*), *system* (*AC Compressor*, *Battery*, *Accumulator*, *Landing gear*), *avionics & electrics* (*Radome*, *Piping*), serta komponen berbasis karet (*tire*, *rubber seal*) dan plastik (*hard lining*).



Gambar 6-8. Pemetaan Industri Pemasok Lokal untuk Produk N219



Gambar 6-9. Pemetaan Industri Pemasok Lokal untuk Produk CN235

Sebagai perbandingan, nilai TKDN CN235 mencapai 38,74 persen pada tahun 2013, dengan sebaran rincian komponen impor ditunjukkan pada Gambar 6-9. Potensi pemasok dari industri lokal adalah untuk komponen-komponen pendukung Interior (kursi penumpang, *lavatory*, *galley*, *carpet*), komponen *airframe* (*center wing*) dan pengolahan *raw material* berbasis karet (*rubber seal*). Struktur CN235 mirip dengan rencana desain N245 sehingga diharapkan rantai pasok industri lokal dapat dibangun sejalan dengan produksi N245. Penguatan kolaborasi PT DI dengan badan usaha pemasok komponen di dalam negeri diharapkan mampu meningkatkan kapasitas produksi komponen secara signifikan, meningkatkan keterampilan untuk *assembly system*/unit komponen, dan meningkatkan nilai tambah secara signifikan. Dengan strategi tersebut, maka ditetapkan target tahun 2045 adalah TKDN industri komponen meningkat hingga 2x dari TKDN saat ini.

#### 6.2.1.4 Perkembangan Industri *Flight Simulator*

Badan usaha pendukung industri komponen dapat juga dikembangkan menjadi pemasok untuk industri *flight simulator*, selain pemasok untuk produk akhir pesawat. *Flight simulator* memiliki fitur yang sama dengan produk pesawat, dimana operasionalnya lebih banyak menggunakan komponen elektronik dan sistem digital. Hal ini dapat meningkatkan menguatkan rantai pasok komponen dan meningkatkan keberlanjutan badan usaha dalam menjalankan bisnis pada sektor kedirgantaraan.

Pengembangan *flight simulator* ke depan tetap prospektif karena kebutuhan pelatihan berbagai personil kedirgantaraan, termasuk pilot, tetap besar. Fasilitas simulator pesawat terbang merupakan hal yang penting untuk mengenalkan calon pilot ke dunia operasional penerbangan. Pilot perlu untuk bisa mengatasi berbagai jenis risiko yang dihadapinya saat mengoperasikan pesawat terbang aktual. Calon pilot perlu memperoleh sertifikasi dan pelatihan yang sesuai dengan regulasi. Untuk memperoleh dan mempertahankan sertifikasi, pilot harus memiliki jam terbang yang cukup di pesawat terbang dan menggunakan simulator pesawat. Mengingat biaya sertifikasi pilot cukup tinggi, industri *flight simulator* sebaiknya dibangun di dalam negeri untuk melatih SDM lokal.

Indonesia telah memiliki kapabilitas untuk membuat *flight simulator* sendiri, misalnya melalui produksi PT Wahana Kreasi Teknologi, PT TEST, PT Nexus, dan PT Yamaguci. PT Wahana Kreasi Teknologi telah berhasil membuat alat pelatihan pilot untuk melatih pilot-pilot TNI Angkatan Udara sehingga mengurangi ongkos biaya pelatihan. Selain itu, PT DI juga telah berhasil memenuhi permintaan Malaysia sebagai pengguna CN-235, yang menginginkan pilotnya untuk melakukan pelatihan tanpa harus mengoperasikan langsung pesawat CN-235. Oleh karena itu sejak tahun 2000, PT DI mulai mengembangkan bisnis *flight simulator* untuk CN-235, kemudian berlanjut ke *flight simulator* untuk helikopter militer Superpuma. Kapasitas ke depan dapat ditambahkan untuk simulator pesawat nirawak produksi nasional.

Dengan kemampuan yang telah dimiliki, Indonesia ditargetkan untuk bisa memiliki *Flight Simulator Center* untuk melatih pilot untuk menggunakan pesawat produksi Indonesia, seperti N219, N219A, NC212i, CN235, N245, R80 dan beragam helikopter yang diproduksi PT DI. *Flight Simulator Center* ini dapat berlokasi di badan usaha kedirgantaraan, fasilitas litbang pemerintah, *aerospace park/city*, bandara militer atau bandara komersial. Hal ini dapat direalisasikan dengan dukungan kerja sama antar instansi seperti misalnya antara PT DI dan PT RAI (OEM), BRIN (fasilitas litbang pemerintah),

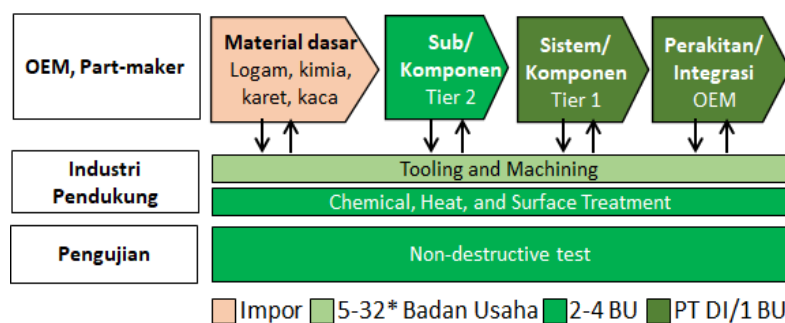
universitas (kegiatan RD&D), IAEC (*engineering office*), LEN, dan INACOM (asosiasi manufaktur komponen).

Dengan menaruh perhatian pada pengembangan teknologi *flight simulator*, Indonesia diharapkan dapat mengembangkan industri *flight simulator* secara mandiri, bahkan dapat melakukan ekspor perangkat untuk negara-negara lain. Program pengembangan *flight simulator* perlu diprioritaskan dan difasilitasi melalui pembangunan *Flight Simulator Center* pada periode 2023-2025.

## 6.2.2 Tantangan Pengembangan

### 6.2.2.1 Rendahnya Badan Usaha yang Tersertifikasi

INACOM beranggotakan 30-40 badan usaha, namun hanya 5 anggota yang memiliki sertifikasi bertaraf internasional. Sertifikasi ini bermanfaat untuk memudahkan verifikasi kemampuan badan usaha sehingga dapat memasok kepada Tier 1-2 internasional untuk kepentingan komersial. Untuk kepentingan produksi pesawat terbang di Indonesia sendiri, 30-40 badan usaha tanpa sertifikasi internasional dapat berpartisipasi dalam rantai pasok industri dirgantara nasional. Namun karena kemampuan dari masing-masing badan usaha tersebut relatif sama – mengandalkan *jig/tooling* untuk berbagai komponen presisi, tingkat pasokan komponen menjadi *overload*. Atas dasar ini, PT DI membuka sistem lelang untuk memilih pemasok komponen dan tidak semua dapat diserap oleh produksi pesawat PT DI saat ini (pesawat keperluan militer).



Gambar 6-10. Jumlah Badan Usaha Tersertifikasi AS9100

Dalam upaya produksi pesawat terbang komersial di Indonesia, badan usaha industri komponen perlu meningkatkan kemampuannya sesuai dengan standar sertifikasi internasional. Beberapa sertifikasi yang perlu diperoleh antara lain AS9100 (standar kualitas untuk sektor dirgantara), CASR Part 21-J (*Design Organization Approval*) sehingga badan usaha dapat melakukan desain dalam memproduksi komponen, serta sertifikasi *National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program* (NADCAP) sebagai verifikasi bahwa badan usaha memiliki kemampuan produksi komponen dengan presisi dan kualitas tinggi. Selain itu, dalam beberapa kasus untuk memenuhi persyaratan untuk menjadi pemasok Tier 1/OEM di Eropa atau Amerika sertifikasi standar EASA/FAA perlu dimiliki. Lebih khusus, badan usaha perlu memiliki kemampuan produksi dengan standar CASR Part 21-G (*Production Organization Approval*).

### 6.2.2.2 Belum Terbentuknya Rantai Pasok Komponen Dirgantara

Ilustrasi ini pada Gambar 6.11 menunjukkan tahapan pengembangan industri komponen dan proses perkembangan peran dalam rantai pasok dengan merujuk pada kehadiran industri otomotif Jepang di Indonesia. Industri manufaktur dapat dimulai dari investasi asing, yang kemudian secara perlahan mengikutkan badan usaha domestik dalam rantai pasoknya. Pada awal investasi dimulai (tahap 0), Indonesia hanya impor unit komponen dari negara berkembang lainnya, dan berkontribusi terhadap perakitan produk saja. Industri otomotif kemudian mendapat kesempatan untuk melokalisasi komponen melalui *copy design* (tahap 1) yang secara bertahap meningkat untuk lokalisasi komponen yang lebih besar atau, dengan kata lain, meningkatkan kapasitas untuk integrasi sistem komponen (tahap 2). Kemampuan desain komponen dan sistem komponen industri lokal secara bertahap terbentuk (tahap 3), dan mendapat kesempatan untuk berpartisipasi pada OEM sebagai bagian dari Departemen RD&D. Industri lokal juga dapat mengembangkan kemampuan mandiri untuk menghasilkan *original design* (tahap 4). Dengan adanya kemampuan desain dan produksi, maka industri domestik dapat mengembangkan rantai pasok dan menghasilkan produk secara mandiri (tahap 5).

Tahap		Level TKDN*	Status
0	Impor unit komponen, perakitan lokal	< 20%	Existing
1	Lokalisasi komponen ( <i>copy design</i> )		MISSING LINK
2	Lokalisasi <i>major parts</i> / unit komponen/ <i>system integration</i>		
3	Pengembangan desain berdasarkan platform OEM eksisting		Existing
4	Pengembangan desain baru ( <i>original</i> ) dengan platform produksi lokal		?
5	Pengembangan <i>original</i> dengan lokalisasi komponen dan sistem	> 80%	

Gambar 6-11. Ilustrasi Pareto Nilai TKDN Industri Dirgantara [74]

Pada saat PT DI bekerja sama dengan ADS dalam pembuatan pesawat militer (tahap 0), upaya lokalisasi komponen dan unit komponen hanya dilakukan oleh PT DI. Hal ini menyebabkan industri dirgantara Indonesia sangat bergantung kepada *offset*. Selain itu, PT DI belum memilih pembagian perannya sebagai OEM maupun pelaku industri komponen selain komitmen untuk mematuhi syarat *confidentiality* dan sertifikasi sehingga belum dapat mengidentifikasi kemampuan badan usaha untuk diikutkan dalam rantai pasok. Kondisi ini berkontribusi pada kesenjangan dalam pengembangan pasokan domestik. PT DI perlu secara simultan meningkatkan peran selain menjadi OEM, juga memimpin peran pengembangan unit komponen (terutama *aerostructure*) sehingga dapat menciptakan ekosistem pengembangan *supply chain* domestik (Tier 2 dan 3). Hal ini dapat dicapai dengan mengembangkan departemen khusus (*supplier development*) di PT DI yang dilengkapi dengan pembinaan badan usaha pemasok komponen dan material dasar.

### 6.2.2.3 Rendahnya Fasilitas Industri Komponen

Saat ini, belum banyak industri manufaktur di Indonesia yang fokus untuk mengembangkan komponen dirgantara karena kebutuhan investasi yang tinggi untuk modal permesinan, dan pelatihan *engineer* dan teknisi yang handal dan memahami keinginan pelanggan. Dengan kondisi tidak stabilnya permintaan komponen dirgantara di dalam negeri, badan usaha komponen dirgantara yang sudah memiliki modal permesinan biasanya tidak hanya mengerjakan industri dirgantara, namun mengerjakan industri manufaktur lain yang lebih stabil, seperti otomotif. Dampaknya, badan usaha komponen dirgantara harus mengusahakan pembiayaan dengan suku bunga dan risiko kredit tinggi. Kondisi ini juga menjadikan badan usaha tidak berminat untuk melakukan RD&D, baik untuk mengembangkan produk komponen maupun mengembangkan proses mengelola komponen.

Penanganan berbagai tantangan ini membutuhkan peningkatan peran PT DI dan industri komponen untuk membentuk konsorsium, misalnya untuk distribusi material, penggunaan fasilitas permesinan, dan fasilitas RD&D dalam rangka mengisi rantai nilai *aerostructure* atau *avionics* dan meningkatkan potensi penyerapan produk komponen untuk mendukung rantai nilai dirgantara lain, misalnya AMO/MRO dan GSE.

## 6.3 Rekomendasi

### 6.3.1 Peningkatan Akses Sertifikasi Badan Usaha

Sertifikasi untuk produk dirgantara secara umum ditangani oleh DKUPPU, Kementerian Perhubungan, sedangkan untuk produk militer oleh Indonesia Military Airworthiness Authority (IMAA), Kementerian Pertahanan. Ruang lingkup sertifikasi DKUPPU hanya berlaku untuk badan usaha produk domestik. Keterbatasan ini juga berkaitan dengan rendahnya minat badan usaha untuk mendaftarkan sertifikasi. Untuk dapat mendukung memasok langsung kepada OEM, Tier 1, maupun AMO/MRO internasional, badan usaha perlu memiliki sertifikasi standar seperti AS9100/ EN9100, sertifikasi untuk desain komponen EASA Part 21-J DOA, fasilitas pengujian prototipe dengan standar MIL-STD-810G, sertifikasi untuk produksi komponen CASR Part 21-G POA, dan sertifikasi untuk kualitas komponen presisi NADCAP. Dengan adanya sertifikasi 21-J DOA, badan usaha dapat melakukan *reverse engineering* dan mengajukan desain komponen (biasanya untuk *repair*), dan sertifikasi 21-G POA memungkinkan badan usaha untuk memiliki standar produksi komponen.

Dalam upaya mendorong badan usaha memperoleh sertifikasi bertaraf internasional tersebut, maka diperlukan upaya-upaya pelatihan seperti membentuk konsorsium untuk menampung pegawai senior/pensiun PT DI dan diaspora dirgantara dengan tujuan memberikan pelatihan/*transfer knowledge* kepada SDM anggota INACOM. Selain SDM pengembang industri dirgantara, program pelatihan dapat berupa *up-skilling/ re-skilling* yang menyasar SDM industri manufaktur bidang lain (misalnya otomotif) untuk memulai bisnis kedirgantaraan (upaya konversi pekerjaan profesional). Selain program pelatihan untuk memperoleh sertifikasi, lembaga pelatihan dan konsorsium diharapkan juga menjadi sarana konsultasi untuk meningkatkan performa produksi dan menjaga kualitas pengiriman/*quality control and deliverance* (QCD).

Ke depan, perluasan akses pelatihan sebaiknya dilaksanakan dengan membentuk perpanjangan DKUPPU dengan menyerahkan kewenangan sertifikasi badan usaha kepada lembaga sertifikasi independen sesuai dengan standar, seperti CASR Part-147 *Training Organization Approval* (TOA). Lembaga yang telah tersertifikasi TOA tersebut dapat memberikan pelatihan, pengujian, dan mengeluarkan sertifikasi bertaraf internasional seperti AS9100, 21-J DOA, 21-G POA, dan NADCAP kepada badan usaha bidang kedirgantaraan.

### 6.3.2 Peningkatan Kerja sama Rantai Pasok dan Pemasaran Secara Kolektif

Kolaborasi antara PT DI dan badan usaha pemasok komponen dirgantara dapat diperkuat melalui program *supplier development* yang mencakup kerja sama pengembangan SDM, pelaksanaan RD&D, serta rencana produksi. Kerja sama rantai pasok tersebut diarahkan untuk meningkatkan utilisasi fasilitas secara kolektif, dimana fasilitas PT DI untuk pengolahan komponen dan material juga dapat digunakan sebagai fasilitas konsorsium oleh BUMS dan IKM yang tergabung dalam INACOM. Rencana produksi secara konsorsium bermanfaat bagi badan usaha sehingga dapat mengurangi biaya material dan inventori, mengurangi kebutuhan permesinan, meningkatkan kapasitas, mengurangi risiko kegagalan, meningkatkan portfolio, penyerapan suplai *part manufacturing*. Fasilitas RD&D *aerostructure* misalnya dapat dipilih di Bandung (dekat dengan lokasi PT DI) atau Batam (dekat dengan pasar potensial Singapura). Dengan adanya upaya untuk mengoperasikan fasilitas RD&D secara bersama-sama maka risiko pengelolaan dapat ditanggung bersama-sama antara BUMN dan BUMS, dan mitra terkait.

Strategi peningkatan lokalisasi komponen juga tidak perlu lagi bergantung pada program PT DI. Dengan adanya upaya *joint production* dan *joint research* dengan konsorsium PT DI, diharapkan portfolio badan usaha dirgantara Indonesia dapat bertambah secara signifikan – sebagai upaya pemasaran badan usaha tersebut dalam mendapatkan klien internasional secara mandiri. Adapun PT DI sebaiknya berperan menjadi “*marketing hub*” untuk melakukan kerja sama dengan OEM dan Tier 1 di pasar internasional. Sebagai *marketing hub*, PT DI perlu aktif dalam mengikuti forum dagang internasional, mengatur pertemuan untuk memanfaatkan hubungan dagang dengan negara lain (C2C, B2C), dan membangun relasi dengan Tier 1 internasional (B2B). Walaupun menggunakan PT DI sebagai *hub*, PT DI berperan sebagai anggota INACOM yang berkepentingan untuk mendorong industri komponen secara kolektif. Namun, PT DI perlu memisahkan keperluan produksi militer dan komersial untuk menghindari kemungkinan batasan/*confidentiality* kepentingan militer. PT DI juga dapat menjadi payung organisasi untuk membantu badan usaha untuk mengatasi isu legalitas *confidentiality* tersebut. Hal ini dapat mendorong PT DI dan INACOM untuk bersama-sama lebih kompetitif dalam mengisi *global value chain*.

Untuk dapat mewujudkan manfaat yang optimal dari kerja sama tersebut, salah satu upaya yang diperlukan adalah adanya bimbingan bagi anggota-anggota INACOM untuk menguasai pembuatan *aerostructure* yang bukan “*main core product*” PTDI, yang dapat diinisiasi dengan diadakannya “*pilot project*” pembuatan *aerostructure* komponen dan *assembly*. Disini PTDI akan berperan sebagai pemberi tugas, INACOM sebagai pelaksana tugas, Kementerian Perindustrian sebagai pendukung peralatan dan proses, serta Kementerian Perhubungan sebagai penjamin mutu yang saling terikat

satu sama lain untuk memulai dan membuka jalan industri-industri komponen lainnya untuk bisa masuk ke dalam ekosistem industri kedirgantaraan di Indonesia.

Dengan adanya ekosistem rantai pasok komponen dirgantara yang terbentuk, dan portofolio yang dibangun secara kolektif, maka akan semakin mudah bagi lembaga pembiayaan untuk memberikan kredit berbasis rantai pasok. Bantuan pembiayaan tersebut dapat diberikan kepada badan usaha yang ingin meningkatkan kapasitas usaha, melakukan RD&D, serta badan usaha berpengalaman yang ingin memperluas cakupan usahanya untuk memberikan konsultasi kerekeyasaan dan rancang bangun. Ekosistem rantai pasok juga menandai kestabilan bisnis, kemudahan logistik, yang akan membangun daya tarik industri dirgantara Indonesia kepada investor.

### 6.3.3 Fokus Pengembangan Komponen dan Efisiensi Distribusi

Berdasarkan analisis data perdagangan dan analisis rantai pasok, fokus pengembangan komponen dan sistem/unit komponen sebaiknya terlebih dahulu terkonsentrasi pada *aerostructure* dengan memanfaatkan kelengkapan dan kemampuan badan usaha dalam memenuhi rantai pasok domestik. Setelah ekosistem produksi *Aerostructure* optimal, yang ditandai dengan manajemen kualitas, *failure rate* rendah, pengiriman yang tepat waktu, dan penyerapan produk (*market*) yang stabil, maka fokus pengembangan dapat diperluas untuk *avionics* dan *system engine*. Fokus pengembangan *aerostructure* adalah mengembangkan komponen berbasis komposit, dan *thermoplastics (super forming)*.

Fokus pengembangan *avionics* perlu diakselerasi karena memiliki potensi nilai tambah yang tinggi. Pengembangan komponen *avionics* masih bergantung pada bahan dasar impor sehingga potensi pengembangan perlu dilakukan saat integrasi sistem – misalnya *in-flight entertainment system (IES)*. Dalam komponen-komponen elektronik pada IES, penggunaan sensor/IoT perlu ditingkatkan misalnya sensor mata atau sentuh saat menyalakan layar monitor penumpang, lampu baca, atau meningkatkan interaksi IES dengan penumpang. Peningkatan nilai tambah *avionics* dapat dilakukan juga dengan aplikasi AI pada sistem navigasi.

Pengembangan *system engine* dapat dimulai dari pembuatan komponen statik, hidrolik dan pneumatik. Selain itu, keterlibatan dalam pekerjaan AMO/MRO, misalnya melalui *refurbish engine* untuk membangun kapasitas desain dan integrasi *system engine* dan *propeller*, serta *major/structural overhaul*, badan usaha industri komponen dirangara dapat mengembangkan kemampuan desain, pemasangan, dan integrasi sistem/ unit-unit komponen.

Saat ini badan usaha dirgantara memiliki skala produksi yang kecil dan produksi yang belum terintegrasi dengan PT DI sehingga kebutuhan distribusi material awal hingga material yang sudah diproses menjadi sangat mahal. Fasilitas Pusat Logistik Berikat untuk relaksasi impor material dan permesinan juga menjadi kurang relevan untuk volume logistik yang relatif kecil atau karena lokasinya ada di Jakarta dan Bandung. Namun skema relaksasi impor dan pembiayaan masih diperlukan terutama untuk bahan baku (logam, kimia polimer, komposit), permesinan *non-conventional* (teknologi proses), dan pengujian NDI. Selain itu, untuk mempermudah pola distribusi komponen, dibutuhkan “*material shop*” untuk dapat mengelola komponen *fast-moving*. “Material Shop” ini diharapkan tetap dikelola oleh *Supplier Development Program* di PT DI.

7

## MAINTENANCE, REPAIR AND OVERHAUL (MRO)



## 7.1 Kondisi Pengembangan AMO/MRO Global

### 7.1.1 Tren Industri dan Teknologi AMO/MRO

Dalam upaya menekan biaya AMO/MRO, OEM mulai mengintegrasikan layanan purnajual seperti AMO/MRO dan skema *leasing*. Proses akuisisi perusahaan sejak awal 2019 (Boeing- KLX Aerospace Solutions, Safran- Zodiac, dan United Technologies-Rockwell Collins) dinilai dapat meningkatkan kemampuan teknis dan pangsa pasar AMO/MRO. OEM juga menggunakan kontrol atas data yang dimiliki mengenai komponen dan mengakuinya sebagai hak kekayaan intelektual produk pesawat terbang. Dengan mengurangi *middleman* untuk pekerjaan AMO/MRO, biaya pemeliharaan dan biaya pesawat dapat dijadikan *bundle* bagi OEM sehingga lebih mudah mengintegrasikan layanan purna jual pada saat memasarkan dan menjual produk pesawat terbang.

OEM tidak hanya mendesain dan memproduksi, namun melakukan perakitan akhir dan mensyaratkan seluruh pemasok untuk memiliki sertifikasi/standar tertentu serta berhak atas data yang dimiliki komponen – bahkan setelah dijual. Oleh karena itu, pada dasarnya OEM juga berperan dalam operasional dan pemeliharaan pesawat. Data pemeliharaan unit pesawat terbang yang dimiliki oleh OEM merupakan bentuk desain yang mengintegrasikan sensor dengan komponen dan sistem yang terpasang di pesawat – misalnya menggunakan *Radio Frequency Identification* (RFID), *part identification*, sehingga kinerja komponen tersebut dapat dilacak. Data yang dapat disimpan oleh komponen yang menggunakan *part identification* adalah inisial pemasangan, penggantian, konfigurasi dan matriks performa komponen tersebut maupun pesawat terbang secara keseluruhan. Analisis data dapat dilakukan melalui *big data* dan AI. Pengumpulan data tidak memerlukan campur tangan operator, tidak perlu membongkar unit saat *line maintenance*, dan cukup dimonitor dari jarak jauh sehingga mengurangi jam kerja dan dapat meningkatkan produktivitas 20-30 persen.

Kehadiran teknologi dan kontrol data bagi proses AMO/MRO sudah tidak terelakkan. Pada masa COVID-19, Garuda Maintenance Facility (GMF) mulai lebih rutin menggunakan *drone* untuk melakukan inspeksi pesawat dibandingkan melakukan inspeksi langsung oleh operator. Hal ini bermanfaat untuk menjadwalkan pemeliharaan (*predictive maintenance*) dan mempermudah proses administrasi (*material management*), menyiapkan permohonan perbaikan (*repair order*), mengelola pengadaan material dan inventori (*e-procurement*), serta menyesuaikan harga *leasing*/asuransi. Dalam layanan operasional pesawat, pemanfaatan teknologi dan kontrol data terhadap pesawat dapat mengurangi biaya pemeliharaan secara umum, mengurangi biaya bahan bakar, dan mempercepat *turnaround time*.

Dokumentasi data elektronik pada komponen/sistem dan *content management system* (CMS) tidak hanya menjadi standar operasi badan usaha untuk meningkatkan nilai tambah AMO/MRO, namun juga memiliki peran terhadap peran industri dirgantara lain yang terlibat dalam proses AMO/MRO.

OEM maupun AMO/MRO berpacu dalam mengajukan standar operasional untuk mengintegrasikan sensor terhadap komponen sehingga dapat mengakses, mengolah data, serta mengambil keputusan AMO/MRO berdasarkan data. Regulasi mengenai keterbukaan dan kontrol data elektronik pesawat diperlukan sehingga dapat menjamin AMO/MRO independen dapat terus beroperasi.

### 7.1.2 Tren Permintaan Pasar AMO/MRO Dunia

Tabel 7-1. Proyeksi Pesawat Aktif dan Tipe Pekerjaan AMO/MRO [75]

Tipe pesawat (Kapasitas kursi)	Jumlah unit pesawat aktif				CAGR		Share Asia Pasifik/ Dunia	
	2020		2030		Dunia	Asia Pasifik	2020	2030
	Dunia	Asia Pasifik	Dunia	Asia Pasifik				
Total	27.884	4.529	39.011	6.298	3,4%	3,4%	16,24%	16,14%

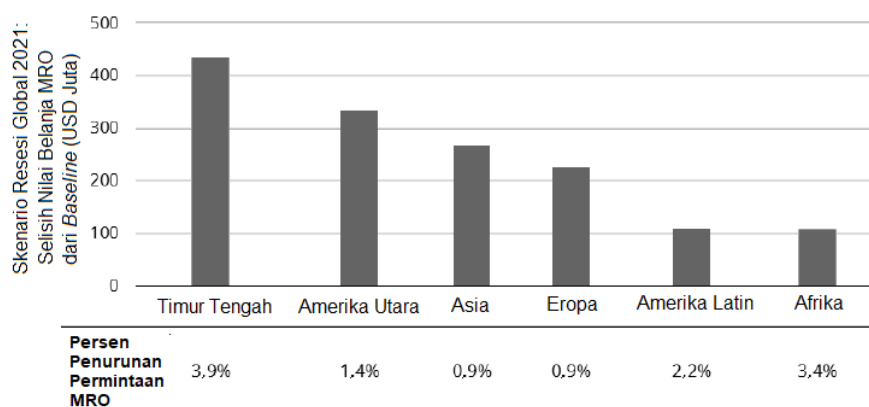
Tipe Pekerjaan MRO	Nilai MRO (USD Milyar)				CAGR		Share Asia Pasifik/ Dunia	
	2020		2030		Dunia	Asia Pasifik	2020	2030
	Dunia	Asia Pasifik	Dunia	Asia Pasifik				
Airframe	\$17,4	\$3,2	\$24,0	\$4,2	3,3%	3%	18%	18%
Engine	\$43,5	\$7,9	\$64,2	\$11,4	4,0%	4%	18%	18%
Component	\$16,3	\$2,7	\$23,1	\$4,1	3,5%	4,3%	17%	18%
Line	\$13,5	\$2,2	\$19,1	\$3,4	3,5%	4,4%	16%	18%
Total	\$90,7	\$16,0	\$130,4	\$23,1	3,7%	3,7%	18%	18%

Proyeksi pada tahun 2030 menunjukkan 17 persen pesawat dunia akan berada di Asia Pasifik (6.298 unit), dan hal ini berkorelasi positif dengan potensi pangsa pasar AMO/MRO dunia. Di Asia Pasifik, pertumbuhan kepemilikan pesawat terbang selama satu dekade terakhir diperkirakan mencapai 3,4 persen, yang mana sejalan dengan angka pertumbuhan global. Unit pesawat terbang aktif di Cina diperkirakan memiliki pertumbuhan di kisaran 7 persen per tahun hingga satu dekade ke depan akibat meningkatnya potensi ekonomi domestik, tingginya investasi infrastruktur, dan berkembangnya masyarakat kelas menengah (kondisi pra pandemi COVID-19). India, sebagai pasar terbesar kedua di Asia Pasifik, yang memiliki rata-rata umur armada <10 tahun juga akan memiliki lonjakan jumlah unit pesawat terbang aktif dalam satu dekade ke depan. Pertumbuhan pesawat terbang di Asia Pasifik juga dipengaruhi oleh Jepang, Korea Selatan, Indonesia, Vietnam, dan Australia.

Proyeksi pesawat terbang tentu saja dipengaruhi oleh pertumbuhan ekonomi negatif di seluruh dunia akibat pandemi COVID-19. Namun, tren pekerjaan AMO/MRO pasca COVID-19 diproyeksikan tidak berubah. Armada *idle* tetap membutuhkan pemeliharaan rutin, bahkan untuk beberapa pekerjaan cenderung meningkat tajam, seperti modifikasi jumlah kapasitas pesawat penumpang, atau pesawat penumpang menjadi pesawat *med-evac* dan kargo. Asia Pasifik sendiri diperkirakan hanya mengalami kontraksi 0,9 persen dari proyeksi belanja AMO/MRO – walaupun menggunakan skenario resesi global akan terus berlangsung pada tahun 2021.

Melihat Asia Pasifik berkontribusi cukup signifikan dalam pertumbuhan unit pesawat terbang aktif dan pekerjaan AMO/MRO, maka Indonesia perlu melihat potensi AMO/MRO di Asia Tenggara. Pra COVID-19, Singapura merupakan hub terbesar di Asia Tenggara dengan potensi pekerjaan AMO/MRO terbesar. Indonesia berpotensi untuk menerima order apabila Singapura mengalami *overload*.

Namun, Thailand saat ini sudah memiliki stasiun *repair* terbanyak di Asia Tenggara yang dapat mengerjakan perbaikan *engine* dan *major overhaul*. Di sisi lain, Indonesia belum memiliki kapasitas perbaikan, sertifikasi, dan portfolio dengan maskapai /OEM untuk pekerjaan tersebut. Terlebih lagi, lokasi Indonesia di Asia Tenggara kurang kompetitif untuk menjadi hub dunia. Sebagai negara kepulauan terbesar, Indonesia perlu mengandalkan pergerakan pesawat regional untuk pekerjaan AMO/MRO. Oleh karena itu, Indonesia perlu lebih fokus untuk mengerjakan AMO/MRO di Indonesia (pesawat domestik dan internasional).



Gambar 7-1. Skenario Kontraksi Permintaan AMO/MRO Dunia [75]

## 7.2 Kondisi Pengembangan AMO/MRO di Indonesia

### 7.2.1 Potensi Pengembangan

#### 7.2.1.1 Proyeksi Peningkatan Nilai AMO/MRO

Proporsi nilai pekerjaan MRO dan tingkat pertumbuhan MRO di dunia digunakan sebagai dasar perhitungan detail pasar potensial MRO di Indonesia. Proporsi nilai pekerjaan MRO (disesuaikan dengan 17 persen *line maintenance* oleh GMF) dan tingkat pertumbuhan MRO di Asia Pasifik digunakan untuk perhitungan daya serap Indonesia. Pasar potensial MRO Indonesia dihitung dengan menggunakan data MRO dunia pada tahun 2019 sebesar USD1,2 miliar. Asumsi pertumbuhan dunia mengacu pada prediksi Boeing untuk pertumbuhan MRO di Asia Tenggara sebesar 5,7 persen (2019-2038), sedangkan daya serap MRO di Indonesia dihitung dari pekerjaan MRO di Indonesia, baik untuk penerbangan domestik maupun internasional (USD 420 juta pada tahun 2019).

Nilai MRO yang dihitung eksklusif untuk pekerjaan komersial dan digunakan sebagai *baseline* pada tahun 2020. Mengacu pada data pertumbuhan lalu lintas pesawat domestik sebesar 6,7 persen (2013-2018) dan pertumbuhan GMF 10,3 persen (2018-2019), seluruh badan usaha MRO diharapkan tumbuh 5-7 persen per tahun. Proyeksi ini juga sudah mempertimbangkan pertumbuhan rendah akibat pandemi COVID-19 pada periode 2020-2025, serta pertumbuhan yang melambat setelah tahun 2040. Upaya Indonesia untuk mengejar daya serap AMO/MRO 7 persen per tahun pada tahun 2025 merupakan pertumbuhan non-organik. Walaupun kondisi ekonomi sedang melemah, hal ini

menjadi kesempatan Indonesia dalam menarik investasi dan membangun kemitraan sehingga dapat mengambil pangsa pasar AMO/MRO di Indonesia. Dengan menggunakan proyeksi pertumbuhan ini, nilai pengeluaran pekerjaan AMO/MRO di Indonesia pada tahun 2045 diperkirakan kurang lebih mendekati USD2 miliar. Untuk mencapai nilai pasar tersebut, diperlukan pengembangan kemampuan di semua segmentasi, utamanya pada jasa *engine dan airframe maintenance* yang akan menjadi kontributor utama aktivitas MRO domestik.

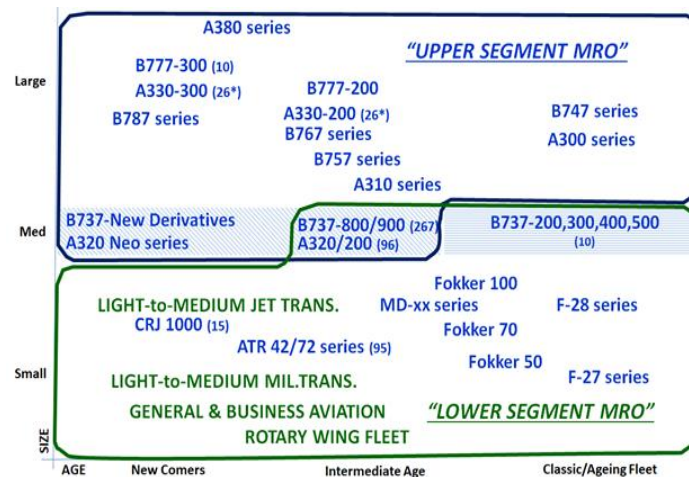
Tabel 7-2. Proyeksi Nilai AMO/MRO di Indonesia (USD Juta) [75] [76] [77]

Deskripsi Pekerjaan MRO	Proyeksi Nilai MRO (USD Juta)***					
	2020	2025	2030	2035	2040	2045
<b>CAGR</b>	<b>3,7%</b>	<b>3,7%</b>	<b>5,7%</b>	<b>5,7%</b>	<b>5,5%</b>	<b>5,5%</b>
<b>Pasar Potensial MRO Indonesia*</b>	<b>1.200</b>	<b>1.439</b>	<b>1.898</b>	<b>2.506</b>	<b>3.277</b>	<b>4.288</b>
Airframe	230	270	346	442	560	710
Engine	576	699	941	1.266	1.686	2.245
Component	216	257	335	437	565	731
Line	179	212	277	361	466	602
<b>CAGR</b>	<b>3,6%</b>	<b>5,4%</b>	<b>7,1%</b>	<b>7,1%</b>	<b>6,3%</b>	<b>6,4%</b>
<b>Daya Serap Indonesia**</b>	<b>420</b>	<b>545</b>	<b>768</b>	<b>1.082</b>	<b>1.472</b>	<b>2.003</b>
Airframe	151	196	273	382	515	694
Engine	113	152	223	325	457	643
Component	82	106	148	207	279	376
Line	72	91	123	168	220	290

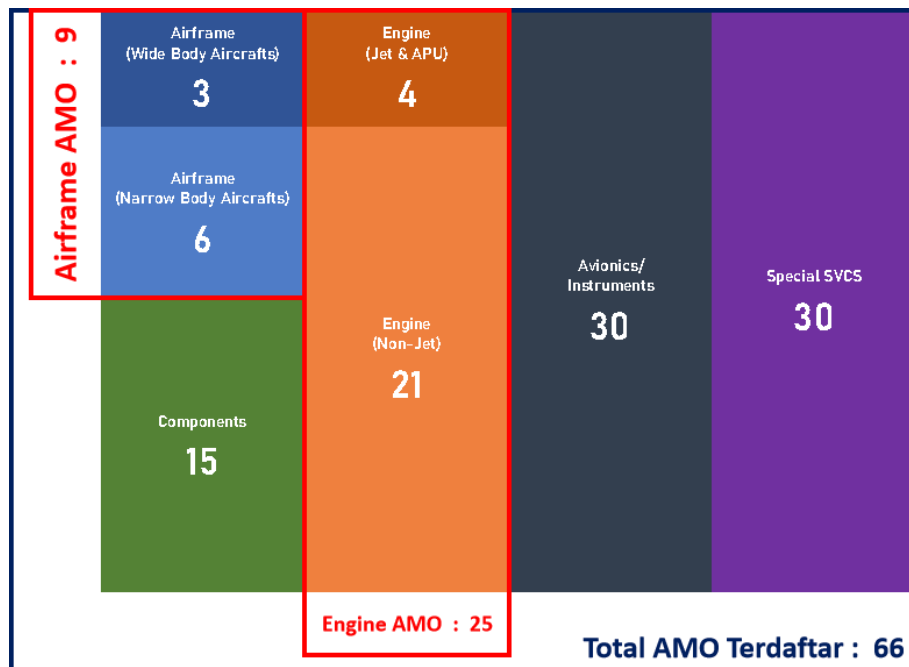
#### 7.2.1.2 Pemetaan Kapasitas Badan Usaha

Semakin kecil ukuran pesawat terbang, maka frekuensi terbang semakin sering dan lebih sering membutuhkan pemeliharaan. Semakin tua suatu pesawat maka nilai perbaikan semakin besar. Berdasarkan umur/tahun produksi, jumlah pesawat terbang yang ada di Indonesia lebih banyak di berada di segmen *intermediate age*.

Berdasarkan pemetaan kompetensi dalam mendukung perakitan pesawat terbang domestik, industri AMO/MRO Indonesia disarankan untuk fokus pada *aerostructure*. Contohnya GMF yang melakukan mayoritas pekerjaan *airframe*. Namun kegiatan AMO/MRO dengan frekuensi tinggi perlu mempertimbangkan kapasitas untuk mengampu pekerjaan *avionics* yang bernilai tambah tinggi seperti *system engine*. Jumlah badan usaha untuk AMO/MRO *avionics* cukup banyak dan kapasitas/portofolionya terbukti untuk mengerjakan AMO/MRO pesawat militer. Namun untuk berpartisipasi pada AMO/MRO *avionics* komersial, badan usaha masih membutuhkan sertifikasi DO 160 G (produk elektronik) dan DO 178 (produk *software*) untuk dapat mengubah atau mengganti *equipment*. Kapasitas badan usaha komponen yang telah mahir untuk produksi komponen presisi dapat ditingkatkan secara spesifik, terutama untuk *refurbish* dan *repair system engine*, termasuk sistem hidrolik dan pneumatik. Hal ini sesuai dengan proyeksi global, dimana potensi pertumbuhan terbesar adalah untuk pekerjaan komponen – terutama komponen *engine* dengan nilai tambah tinggi.



Gambar 7-2. Pemetaan Usia dan Ukuran Pesawat Terbang yang Beroperasi di Indonesia [77] [78]



Gambar 7-3: Komposisi & Kapabilitas AMO/MRO di Indonesia [79]

Berdasarkan informasi yang disajikan di Gambar 7-3, terdapat 66 AMO/MRO di Indonesia di tahun 2019, dengan pendapatan diperkirakan sebesar USD420 Juta dari nilai bisnis keseluruhan sebesar USD1,2 miliar. Dari jumlah itu, sebagian besar didorong oleh GMF dan Batam Aero Technic (BAT) sekitar 80 persen.

Saat ini jumlah AMO dengan kemampuan untuk melaksanakan jasa AMO/MRO *large airframe* berjumlah 3 buah, termasuk mampu menangani *wide body* dan *narrow body aircraft*. Jumlah AMO dengan kemampuan AMO/MRO *large engine* berjumlah 4 buah, termasuk yang mampu menangani *jet engine*. Dari 66 perusahaan AMO, Sebagian besar adalah perusahaan menengah dan kecil, sehingga perlu dilakukan hal hal sebagai berikut:

1. Konsolidasi dan kolaborasi kemampuan perusahaan;
2. Peningkatan kapasitas SDM (*up-silling* dan *re-skilling*), serta dan infrastruktur fasilitas; dan
3. Penyesuaian regulasi untuk mengatur agar setiap AMO/MRO memenuhi persyaratan minimum dari segi kapabilitas, SDM, dan fasilitas infrastruktur agar menjamin kualitas layanan.

#### 7.2.1.3 Potensi Perluasan Pasar di Indonesia

Untuk dapat mengerjakan MRO, badan usaha harus memiliki sertifikasi. Dalam upaya perolehan sertifikasi, AMO/MRO dapat melakukan kerja sama dengan AMO/MRO lain untuk meningkatkan kapasitas SDM dalam kemampuan pekerjaan AMO/MRO pada berbagai jenis pesawat. Selain itu, AMO/MRO perlu mempertimbangkan perkembangan kontrol data dan teknologi. AMO/MRO dapat mengajukan inisiatif untuk memasang sensor pada komponen dan/atau produk pesawat sehingga dapat melakukan manajemen pemeliharaan lebih efisien. Kontrak kerja sama dengan OEM pesawat terbang, *lessor*, atau maskapai yang memiliki kontrol tersebut akan membantu AMO/MRO dalam mengakses data dan menawarkan solusi berdasarkan data komponen dan pesawat yang sudah ada dalam database.

Walaupun secara geografis Indonesia tidak ideal sebagai lokasi transit di Asia Tenggara, Indonesia memiliki banyak layanan penerbangan di berbagai bandara internasional dan domestik – yang merupakan peluang pasar untuk pekerjaan AMO/MRO di Indonesia sendiri. GMF sebagai AMO/MRO terbesar di Indonesia juga sudah melakukan perluasan operasi di bagian timur Indonesia dengan membuka hangar di Denpasar (untuk optimalisasi pasar Australia dan Oceania), Balikpapan, dan *battery charging* di Jayapura. Kerja Sama Operasi (KSO) juga dilakukan oleh GMF dan Merpati Maintenance Facility (MMF) di beberapa rute perintis seperti Biak, meski cenderung sepi.

### 7.2.2 Tantangan Pengembangan

#### 7.2.2.1 Sertifikasi dan Portfolio Terbatas

GMF sebagai AMO/MRO terbesar di Indonesia memiliki sertifikasi pekerjaan yang cukup komprehensif, Namun secara keseluruhan, badan usaha AMO/MRO di Indonesia masih terbatas pada pekerjaan minor (*line maintenance*). GMF sendiri belum mampu melakukan modifikasi mayor, seperti pergantian *equipment* dan sistem, *major overhaul*, yang memiliki nilai tambah tinggi. Untuk memperluas cakupan sertifikasi, GMF membangun portofolio dengan melakukan kerja sama dengan OEM, Maskapai, dan AMO/MRO lain di luar negeri. Contoh kerja sama yang dilakukan adalah melakukan modifikasi *major Airbus multi role tanker transport (MRTT)*. Per April 2020, tingkat delivery Airbus A330 MRTT di Asia Tenggara hanya 17 unit dari total pemesanan 60 unit. Walaupun pasar MRTT rendah, pengalaman GMF dapat menjadi portfolio sehingga mendapatkan sertifikasi modifikasi *major* dan membuka kesempatan pekerjaan mayor untuk pesawat militer maupun komersial di masa mendatang.

#### 7.2.2.2 Kapasitas Pekerjaan Terbatas

Pekerjaan AMO/MRO non-rutin bergantung pada jam terbang pesawat. Saat ini, GMF mengerjakan mayoritas pekerjaan AMO/MRO karena merupakan anak perusahaan dari maskapai Garuda Indonesia – yang merupakan maskapai dengan pangsa pasar terbesar di Indonesia. Namun pangsa pasar maskapai swasta Lion Air juga menunjukkan tren pertumbuhan positif per tahunnya – terlebih dengan penambahan rute *spoke to spoke* yang lebih banyak dibandingkan Garuda. Duopoli maskapai menyebabkan persaingan pasar AMO/MRO di Indonesia semakin ketat dengan Lion Group mengembangkan AMO/MRO sendiri melalui BAT.

Selain dipengaruhi oleh kerja sama maskapai, pekerjaan AMO/MRO di Indonesia juga dipengaruhi oleh kerja sama dengan OEM dan bandar udara. Dengan kontrol data OEM terhadap produk pesawat dan komponennya, maka badan usaha AMO/MRO perlu memiliki strategi untuk dapat mengakses dan mengolah data tersebut. Badan usaha AMO/MRO perlu memiliki keunggulan komparatif dalam memanfaatkan kemajuan teknologi dan analisis data sehingga memberikan nilai tambah kepada pelanggan serta dapat menawarkan harga AMO/MRO yang lebih kompetitif. Apabila PT DI sudah mulai produksi pesawat terbang sendiri, dan operasional maskapai serta *leasing* ditangani oleh PT Garuda Indonesia, maka kerja sama AMO/MRO akan lebih mudah terbentuk. Regulasi dan kontrol data mengenai komponen dan produk pesawat menjadi lebih mudah, sehingga pekerjaan AMO/MRO akan lebih mudah dikerjakan di Indonesia. Produk pesawat terbang akan lebih mudah untuk dipasarkan dan dijual/*lease* apabila dilengkapi asuransi pemeliharaan/AMO/MRO yang menarik.

Kerja sama AMO/MRO dengan bandara bertujuan untuk memudahkan maskapai dalam menjadwalkan pekerjaan AMO/MRO. Maskapai biasanya memilih tempat pemeliharaan saat jam transit cukup lama, atau jam operasional di hanggar/ bandara yang lebih fleksibel. Berdasarkan kenyamanan ini, banyak penerbangan internasional yang pada akhirnya memilih untuk melakukan AMO/MRO di luar Indonesia. Badan usaha AMO/MRO seperti GMF harus bekerja sama dengan OEM dan maskapai untuk dapat mempertahankan klien dalam melakukan pemeliharaan jangka panjang.

Pekerjaan AMO/MRO di Indonesia belum dapat dilakukan kerja sama dengan badan usaha AMO/MRO lainnya, misalnya melalui asosiasi *Indonesia Aircraft Maintenance Services Association* (IAMSAs). Pilihan *outsourcing* AMO/MRO menjadi terbatas. GMF sendiri dengan kepemilikan sertifikasi yang cukup komprehensif serta pengalaman AMO/MRO yang cukup lama dapat melatih dan bekerja sama dengan badan usaha lain. Namun memperhatikan tingkat akses terhadap data komponen, GMF perlu merancang suatu platform kerja sama dengan badan usaha AMO/MRO lainnya. Dengan tumbuhnya badan usaha AMO/MRO baru, diharapkan semakin banyak tenaga kerja yang dapat memiliki spesialisasi pekerjaan AMO/MRO dan dapat diutilisasi di seluruh Indonesia.

#### 7.2.2.3 Tingginya Harga Operasional AMO/MRO

Walaupun upah tenaga kerja Indonesia memiliki keunggulan komparatif dibandingkan negara Asia Tenggara, banyak pekerjaan AMO/MRO yang belum bisa dilakukan oleh Indonesia karena belum lengkapnya fasilitas AMO/MRO. Harga operasional ditentukan oleh pola kerja sama AMO/MRO dengan OEM dan maskapai untuk mendapatkan pekerjaan AMO/MRO, serta akses pekerjaan AMO/MRO di bandara, termasuk untuk mengerjakan perbaikan pada GSE.

Harga operasional juga dipengaruhi oleh tingkat impor komponen yang sangat tinggi untuk mendukung pekerjaan AMO/MRO di Indonesia. Badan usaha AMO/MRO memiliki kapasitas yang terbatas untuk dapat mendesain dan memproduksi sendiri komponen dan material untuk mendukung pekerjaan AMO/MRO. Belum terbentuknya ekosistem antara industri AMO/MRO dengan industri komponen menyebabkan tidak sinkronnya kebutuhan komponen AMO/MRO dengan suplai komponen yang saat ini hanya memasok kebutuhan produk pesawat terbang. Selain itu, belum ada mekanisme untuk menjamin harga pasokan komponen tetap sama apabila AMO/MRO dilakukan di Indonesia bagian timur. Rendahnya fasilitas dan manajemen inventori yang tidak terintegrasi antarpekerjaan AMO/MRO berdampak pada penjadwalan datangnya barang tidak sesuai dengan mulainya pekerjaan AMO/MRO.

### 7.2.3 Rekomendasi

#### 7.2.3.1 Peningkatan Sertifikasi dan Portfolio Kerja

DKUPPU sebagai lembaga yang mengeluarkan sertifikasi AMO/MRO, saat ini dapat mengeluarkan sertifikasi CASR Part 145 AMO sebagai syarat dasar badan usaha AMO/MRO serta CASR Part 21-J DOA sehingga memungkinkan badan usaha untuk melakukan *reverse engineering*, desain komponen, dan produksi komponen untuk *repair*. Pekerjaan utama AMO/MRO yang menjadi sasaran tidak hanya pemeliharaan rutin, dan penyediaan layanan *one stop maintenance*, namun juga peningkatan nilai tambah melalui penggantian komponen dan perbaikan *system engine (hydraulic, pneumatic)*, sistem *avionics*, perakitan/ overhaul untuk angkutan kargo maupun penumpang, serta peralatan GSE terutama *motorized equipment*.

GMF sebagai AMO/MRO terbesar dan memiliki banyak portfolio dapat memberikan pelatihan kepada badan usaha AMO/MRO baru. Program pelatihan ini dapat berupa *up-skilling* dan *re-skilling* SDM yang memiliki pengalaman *maintenance* dan *repair* untuk industri manufaktur dan kendaraan. Selain program pelatihan untuk memperoleh sertifikasi bertaraf internasional, program pelatihan dapat menjadi sarana konsultasi/*design engineering service* dalam rangka meningkatkan kemampuan AMO/MRO, mengolah data dan teknologi, serta menjaga *delivery time* untuk pekerjaan AMO/MRO.

Upaya peningkatan SDM membutuhkan badan usaha yang memiliki sertifikasi AMTO sehingga dapat menghasilkan teknisi dan *engineer* yang berkualitas untuk pekerjaan AMO/MRO. Saat ini jumlah AMO/MRO yang bekerja sama dengan maskapai untuk meningkatkan kapasitas SDM sudah cukup, misalnya GMF dan MMF yang telah memiliki fasilitas pengembangan SDM bersertifikasi *Aircraft Maintenance Training Organization* (AMTO). Badan usaha tersertifikasi AMTO juga dapat melatih badan usaha manufaktur sehingga dapat memiliki kapasitas dan mendapatkan sertifikasi bertaraf internasional. Badan usaha AMO/MRO perlu memiliki sertifikasi CASR Part 145 (AMO) yang dilengkapi dengan *Instruction for Continued Airworthiness* (ICA), AMM, dan MPD. Dengan mendapatkan sertifikasi tersebut, badan usaha AMO/MRO diharapkan dapat dipercaya oleh OEM maupun maskapai berstandar EASA/FAA.

### 7.2.3.2 Peningkatan Kerja sama AMO/MRO BUMN dengan BUMS

Jumlah industri AMO/MRO asing (136 foreign AMO/MRO) yang memiliki izin untuk beroperasi di Indonesia sangat tinggi dibandingkan industri AMO/MRO domestik (66 badan usaha). Oleh karena itu, kerja sama dengan AMO/MRO asing perlu diperkuat agar mereka dapat berinvestasi dan mendirikan operasional layanan di Indonesia. Sebagai bagian dari fasilitasi kerja sama, Pemerintah dapat meregulasi maskapai atau mengupayakan saat perjanjian bahwa pembiayaan pembelian pesawat (*leasing*) agar memberikan persetujuan keterlibatan industri MRO/AMO domestik khususnya untuk pekerjaan MRO pesawat yang dioperasikan di Indonesia – sejauh memiliki kemampuan, kualitas dan harga yang bersaing dengan AMO/MRO asing.

Dari segi operasional, GMF sebagai BUMN AMO/MRO disarankan untuk membentuk suatu konsorsium atau memiliki departemen tersendiri (*partner/ supplier development*) sehingga dapat bekerja sama dengan badan usaha MRO lain (anggota IAMSAs) dan badan usaha komponen (anggota INACOM) sehingga melengkapi rencana pasokan komponen MRO. Hal ini juga dapat dimanfaatkan untuk melaksanakan *joint operation* dan *joint research* sehingga dapat mengakselerasi kapasitas MRO dan meningkatkan diversifikasi pekerjaan MRO secara cepat. Pembentukan konsorsium membutuhkan komitmen yang kuat dari seluruh pihak untuk bersinergi dan saling melengkapi.

Peningkatan kerja sama dengan AMO/MRO bertaraf internasional, GMF dengan kepemilikan sertifikasi dan portofolio yang luas dapat berperan menjadi “*marketing hub*” sehingga dapat memiliki kemitraan dengan OEM, AMO/MRO, maskapai, *lessor*, atau bandara internasional. Dengan adanya “*marketing hub*”, GMF yang saat ini juga mengerjakan pekerjaan AMO/MRO militer, dapat menggunakan kewenangannya sebagai BUMN untuk mengambil proyek berdasarkan *offset* militer. Pekerjaan AMO/MRO dapat dijadikan suatu tawaran layanan purnajual, saat Indonesia belum mampu memenuhi permintaan produk pesawat dalam negeri. Setelah mendapatkan klien, GMF dapat membagi pekerjaan dengan konsorsium melalui *task card* sehingga dapat meningkatkan efisiensi pekerjaan dan spesialisasi teknis di Indonesia maupun di luar negeri (misalnya Jepang).

Kebutuhan kerja sama dengan ekosistem kedirgantaraan tidak hanya untuk tujuan mendapatkan proyek saja, namun juga peningkatan kapasitas untuk pekerjaan AMO/MRO dan pada jenis pesawat tertentu. Pada proyek overhaul MRTT, GMF disarankan agar bekerja sama dengan AMO/MRO internasional yang lebih berpengalaman (misalnya Lufthansa Technik/LHT) untuk *transfer knowledge*. Kerja sama tersebut diharapkan dapat menjadi portofolio untuk diikuti kembali oleh LHT dalam melakukan proyek *overhaul* pesawat militer maupun komersial.

### 7.2.3.3 Optimasi AMO/MRO Pada Rantai Nilai Dirgantara

Peningkatan efisiensi AMO/MRO dapat dicapai dengan pemanfaatan teknologi dan pengolahan data digital. AMO/MRO perlu memiliki strategi dalam mengakses dan mengolah data komponen/ pesawat terbang berdasarkan kerja sama dengan OEM, maskapai, atau *lessor*. Manajemen pemeliharaan yang lebih efisien membutuhkan pengembangan sistem dokumentasi dan pengolahan data, misalnya menggunakan *blockchain* yang terintegrasi dengan sistem/sensor yang terpasang di komponen pesawat terbang.

Dalam rangka mengurangi nilai operasional AMO/MRO, kebijakan seperti pembebasan PPN, bea impor dan konsesi untuk memenuhi suplai komponen AMO/MRO sangat diperlukan. Namun pola inventori, pengadaan dan logistik memerlukan sistem yang lebih efisien. Pengembangan “*material shop*” dapat dilakukan sehingga dapat mengelola komponen *fast moving*, menyesuaikan kebutuhan kedatangan suplai komponen dengan kebutuhan AMO/MRO dan penjadwalan pesawat. Sistem inventori pada material shop juga dapat menggunakan *pooling* atau *lease* komponen sehingga badan usaha AMO/MRO tidak perlu membeli komponen yang tidak terpakai. Selain itu, suatu platform komunikasi untuk pembagian jadwal kerja dan inventori antara badan usaha AMO/MRO Indonesia/konsorsium juga diperlukan sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja.

Pemerintah juga dapat meregulasi maskapai untuk dapat mengupayakan agar *lessor* memberikan persetujuan untuk layanan jasa AMO/MRO untuk pesawat yang dioperasikan di Indonesia agar dilakukan oleh AMO/MRO Domestik, sejauh memiliki kemampuan, kualitas dan harga yang bersaing. Dari sisi perizinan, hal yang juga dapat dilakukan Kementerian Perhubungan adalah untuk merevisi regulasi CASR Part 145 Amendment 5 tanggal 4 Agustus 2017 yang terkait dengan *validity period certificate*, dan diselaraskan dengan EASA Part 145—dalam bentuk perpanjangan masa berlaku izin dari 2 tahun menjadi *unlimited*, sehingga industri jasa AMO/MRO asing akan lebih tertarik untuk berinvestasi dan bermitra dengan AMO/MRO di Indonesia.

Terbentuknya ekosistem rantai nilai dirgantara untuk pekerjaan AMO/MRO dapat menjadi daya tarik bagi investor AMO/MRO. Hadirnya investor AMO/MRO sangat penting mengingat target pertumbuhan daya serap AMO/MRO hingga 7 persen per tahun (untuk pekerjaan komersial) dan mencapai nilai USD2 miliar pada tahun 2045.

8

## JASA PENERBANGAN DAN KEBANDARUDARAAN



## 8.1 Proyeksi Jasa Penerbangan

## 8.1.1 Data dan Proyeksi Rute Internasional dan Domestik

Pada tahun 2018, terdapat 406 rute domestik dan 153 rute internasional. Peningkatan rute domestik dan internasional hingga 2045 diperkirakan mencapai sekitar 2x lipat, dengan penambahan kapasitas domestik dan internasional sebesar masing-masing mendekati 80 juta penumpang domestik dan 52 juta penumpang internasional. Penambahan rute domestik hingga tahun 2045 akan menghubungkan 125 kota baru hingga mencapai total 263 kota di Indonesia yang memiliki akses angkutan udara. Penambahan rute internasional pada tahun 2045 akan menghubungkan antara 35 kota di Indonesia dengan 135 kota di luar negeri. Setelah tahun 2020, proyek infrastruktur diperkirakan tidak akan tumbuh setinggi periode 2015-2018. Dengan menggunakan tingkat pertumbuhan historis per tahun (CAGR/ *Compound Annual Growth Rate*) pada periode 2015-2018, asumsi proyeksi tahun 2020 untuk rute internasional diperkirakan tidak berubah dari tahun 2018 dan rute domestik akan tumbuh 20 persen, dampak pandemi COVID-19, maka proyeksi pertumbuhan rute internasional dan domestik Indonesia hingga tahun 2045 adalah sebagai berikut.

Tabel 8-1. Data 2013-2018 dan Proyeksi 2020-2045 Rute Internasional

CAGR 2015-2019	RUTE INTERNASIONAL	2015	2016	2017	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	CAGR 2020-2045
14,1%	Rute Sesuai Izin	103	118	129	153	153	175	200	229	262	300	2,7%
12,0%	Kapasitas sesuai Izin (Juta)	40,2	48,4	57,8	56,4	56,4	63,0	72,1	82,5	94,4	108,0	2,6%
	Kota terhubung											
5,0%	Di Indonesia	19	19	19	22	22	23	26	30	34	35	1,9%
17,4%	Di Negara Tujuan	42	51	59	68	68	79	90	103	118	135	2,8%

Tabel 8-2. Data 2013-2018 dan Proyeksi 2020-2045 Rute Domestik

CAGR 2015-2018	RUTE DOMESTIK	2015	2016	2017	2018	2020	2025	2030	2035	2040	2045	CAGR 2020-2045
12,8%	Rute Sesuai Izin	283	313	374	406	416	470	530	674	857	1.090	3,9%
5,3%	Kapasitas sesuai Izin (Juta)	126	130	146	147	149	156	165	182	202	224	1,7%
8,2%	Kota terhubung	109	115	128	138	140	152	164	192	225	263	2,5%

## 8.1.2 Data dan Proyeksi Lalu Lintas Internasional dan Domestik

Proyeksi jangka panjang mengenai pertumbuhan ekonomi digunakan sebagai referensi untuk lalu lintas transportasi udara. Proyeksi yang digunakan adalah berdasarkan perhitungan PDB konstan yang dihitung pada tahun 2018 untuk mengetahui nilai PDB setiap tahun hingga tahun 2050. Data proyeksi PDB dunia diambil dari *Outlook Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), yang memperkirakan 82 persen output ekonomi dunia (*purchase power parity*) dihitung dari 46 negara (terdiri dari 35 negara OECD dan 11 negara non-OECD). Indonesia termasuk negara non-OECD yang pertumbuhan ekonominya relatif signifikan.

Tabel 8-3. Proyeksi Jangka Panjang Pertumbuhan PDB Dunia dan Indonesia [80]

Proyeksi Volume PDB Jangka Panjang OECD	2020	2030	2040	2050
Proyeksi PDB Dunia (USD Juta PPP, Konstan)	103.037.100	137.451.300	175.741.200	218.138.100
Proyeksi CAGR PDB Dunia	3,59%	2,92%	2,49%	2,18%
<b>Referensi perubahan lalu lintas CAGR 10 tl</b>	<b>30% - 41%</b>		<b>85%</b>	<b>88%</b>
Proyeksi PDB Indonesia (USD Juta PPP, Konstan)	3.369.484	5.163.064	7.506.188	10.384.460
Proyeksi CAGR PDB Indonesia	5,34%	4,36%	3,81%	3,30%
<b>Referensi perubahan lalu lintas CAGR 10 tl</b>	<b>41% - 61%</b>		<b>87%</b>	<b>87%</b>

Tabel 8-4 menunjukkan data lalu lintas angkutan udara internasional tahun 2013-2018 untuk penumpang, dan kargo/barang yang menggunakan maskapai luar negeri dan tercatat di bandara dalam negeri. Proyeksi lalu lintas jangka panjang yang disajikan di Tabel 8-5 disusun berdasarkan proyeksi OECD serta disesuaikan dengan penurunan ekonomi akibat pandemi COVID-19. ICAO & UNWTO memperkirakan lalu lintas penerbangan di tingkat internasional turun hingga 70 persen pada tahun 2020.

Tabel 8-4. Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri [81]

CAGR 2013-2018	Lalu Lintas Internasional	2013	2014	2015	2016	2017	2018
4,9%	Pesawat Datang (Ribuan unit)	93,7	98,1	95,5	98,4	119,8	118,8
4,9%	Pesawat Berangkat (Ribuan unit)	93,7	97,5	95,5	98,4	119,6	119,1
<b>4,9%</b>	<b>TOTAL PESAWAT</b>	<b>187,3</b>	<b>195,6</b>	<b>191,0</b>	<b>196,7</b>	<b>239,4</b>	<b>237,9</b>
6,9%	Penumpang Datang (Juta orang)	12,7	13,2	13,2	14,4	16,2	17,7
7,4%	Penumpang Berangkat (Juta orang)	12,8	13,7	13,6	14,8	16,7	18,2
<b>7,1%</b>	<b>TOTAL PENUMPANG</b>	<b>25,5</b>	<b>26,9</b>	<b>26,8</b>	<b>29,2</b>	<b>32,9</b>	<b>35,9</b>
5,4%	Barang Datang (Ribuan Ton)	192,0	187,5	185,3	188,2	224,5	249,9
-0,1%	Barang Berangkat (Ribuan Ton)	208,7	206,6	196,0	204,6	224,3	207,6
<b>2,7%</b>	<b>TOTAL BARANG</b>	<b>400,7</b>	<b>394,1</b>	<b>381,3</b>	<b>392,8</b>	<b>448,8</b>	<b>457,5</b>

Proyeksi lalu lintas angkutan udara penting dilakukan sebagai acuan persiapan kapasitas di Indonesia di masa depan. Hal ini terkait langsung dengan kemampuan bandara untuk menampung aliran keluar/masuk pesawat, penumpang serta barang. Setelah mengalami penurunan pada tahun 2020, CAGR tahun 2013-2018 dinormalisasikan dengan dasar perubahan proyeksi pertumbuhan ekonomi dunia oleh OECD per sepuluh tahun. Hasil proyeksi hingga tahun 2045 menunjukkan jumlah pesawat datang/berangkat tumbuh hingga lebih dari 2x lipat dan jumlah penumpang datang/berangkat diprediksikan tumbuh hingga 3x lipat dibandingkan jumlah pada tahun 2018. Peningkatan volume barang juga meningkat sebesar 2x lipat, dengan persentase impor antara 60-70 persen dari total lalu lintas barang.

Pola perhitungan yang sama digunakan untuk perhitungan domestik. Tabel 8-6 menunjukkan data lalu lintas angkutan udara domestik tahun 2013-2018 untuk penumpang, dan kargo/barang yang menggunakan maskapai luar negeri dan tercatat di bandara dalam negeri. ICAO memperkirakan lalu lintas penerbangan di tingkat domestik Asia Pasifik turun hingga 39 persen pada tahun 2020.

Tabel 8-5. Proyeksi 2020-2045 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri

Lalu Lintas Internasional	2020	2025	2030	2035	2040	2045	CAGR 2020-2045	CAGR 2025-2045
Pesawat Datang (Ribuan unit)	35,6	117,4	129,6	158,8	194,5	239,9	7,9%	3,6%
Pesawat Berangkat (Ribuan unit)	35,7	117,6	129,9	159,5	195,8	241,9	7,9%	3,7%
<b>TOTAL PESAWAT</b>	<b>71,4</b>	<b>235,0</b>	<b>259,5</b>	<b>318,2</b>	<b>390,3</b>	<b>481,8</b>	<b>7,9%</b>	<b>3,7%</b>
Penumpang Datang (Juta orang)	5,3	18,5	21,3	28,3	37,6	50,5	9,4%	5,1%
Penumpang Berangkat (Juta orang)	5,5	19,3	22,4	30,4	41,2	56,4	9,8%	5,5%
<b>TOTAL PENUMPANG</b>	<b>10,8</b>	<b>37,8</b>	<b>43,7</b>	<b>58,6</b>	<b>78,8</b>	<b>106,9</b>	<b>9,6%</b>	<b>5,3%</b>
Barang Datang (Ribuan Ton)	75,0	246,2	285,9	388,6	528,1	724,7	9,5%	5,5%
Barang Berangkat (Ribuan Ton)	62,3	205,5	206,0	207,1	208,2	209,3	5,0%	0,1%
<b>TOTAL BARANG</b>	<b>137,2</b>	<b>451,7</b>	<b>491,9</b>	<b>595,6</b>	<b>736,3</b>	<b>934,0</b>	<b>8,0%</b>	<b>3,7%</b>

Tabel 8-6 Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik di Bandara Dalam Negeri [81]

CAGR 2013-2018	Lalu Lintas Domestik	2013	2014	2015	2016	2017	2018
6,7%	Pesawat Datang (Ribuan unit)	731	691	734	801	856	1.011
6,7%	Pesawat Berangkat (Ribuan unit)	728	691	731	799	853	1.009
<b>6,7%</b>	<b>TOTAL PESAWAT</b>	<b>1.459</b>	<b>1.382</b>	<b>1.465</b>	<b>1.601</b>	<b>1.710</b>	<b>2.019</b>
6,5%	Penumpang Datang (Juta orang)	73,6	72,0	73,6	81,8	89,8	100,9
6,3%	Penumpang Berangkat (Juta orang)	69,4	69,5	70,6	78,1	85,1	94,0
<b>6,4%</b>	<b>TOTAL PENUMPANG</b>	<b>143,0</b>	<b>141,4</b>	<b>144,2</b>	<b>160,0</b>	<b>174,9</b>	<b>194,9</b>
8,4%	Barang Datang (Juta Ton)	0,5	0,4	0,4	0,5	0,5	0,7
7,0%	Barang Berangkat (Juta Ton)	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,7
<b>7,7%</b>	<b>TOTAL BARANG</b>	<b>1,0</b>	<b>0,9</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,0</b>	<b>1,4</b>

Pasca tahun 2022, lalu lintas penerbangan udara domestik diproyeksikan akan tumbuh sangat signifikan sampai dengan tahun 2045. Hal ini seiring dengan peningkatan pendapatan masyarakat dan dorongan kebijakan pemerintah. Berdasarkan proyeksi hingga tahun 2045 di Tabel 8-7, maka jumlah pesawat datang/berangkat domestik akan tumbuh hingga 4x lipat, begitu pula dengan jumlah penumpang datang/berangkat yang diprediksikan tumbuh hingga 3x lipat. Volume barang masuk meningkat sebesar 7x lipat, sedangkan volume barang keluar meningkat hingga lebih dari 5x lipat.

Tabel 8-7. Proyeksi 2020-2045 Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik di Bandara Dalam Negeri

Lalu Lintas Domestik	2020	2025	2030	2035	2040	2045	CAGR 2020-2045	CAGR 2025-2045
Pesawat Datang (Ribuan unit)	617	1.221	1.623	2.157	2.867	3.800	7,5%	5,8%
Pesawat Berangkat (Ribuan unit)	615	1.220	1.625	2.164	2.882	3.827	7,6%	5,9%
<b>TOTAL PESAWAT</b>	<b>1.232</b>	<b>2.441</b>	<b>3.248</b>	<b>4.321</b>	<b>5.749</b>	<b>7.627</b>	<b>7,6%</b>	<b>5,9%</b>
Penumpang Datang (Juta orang)	61,6	121,3	160,0	211,0	278,4	366,1	7,4%	5,7%
Penumpang Berangkat (Juta orang)	57,3	112,1	146,3	191,0	249,2	324,4	7,2%	5,5%
<b>TOTAL PENUMPANG</b>	<b>118,9</b>	<b>233,4</b>	<b>306,3</b>	<b>402,0</b>	<b>527,6</b>	<b>690,5</b>	<b>7,3%</b>	<b>5,6%</b>
Barang Datang (Juta Ton)	0,4	1,0	1,6	2,5	4,0	6,6	11,6%	10,1%
Barang Berangkat (Juta Ton)	0,4	0,9	1,3	1,8	2,6	3,8	9,0%	7,3%
<b>TOTAL BARANG</b>	<b>0,9</b>	<b>1,9</b>	<b>2,9</b>	<b>4,3</b>	<b>6,6</b>	<b>10,4</b>	<b>10,5%</b>	<b>8,9%</b>

### 8.1.3 Data Produksi Angkutan Udara Niaga Berjadwal

Tabel 8-8. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Internasional Berjadwal [82]

DESCRIPTION	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Jul/20
Aircraft KM (thousand)	525.008	446.422	475.594	502.323	584.289	576.372	139.639
Aircraft Departure	636.462	174.519	174.596	199.530	229.300	226.870	51.714
Aircraft Hours	943.317	750.646	728.803	781.071	1.258.569	1.154.261	275.058
Passenger Carried	76.498.400	25.224.456	27.460.950	31.953.301	36.326.544	37.291.525	6.815.558
Freight Carried (Ton)	584.684	436.844	460.346	528.618	559.399	516.629	187.826
Passenger KM performed (thousand)	67.404.814	74.661.479	87.942.519	96.038.229	110.114.111	112.429.700	23.131.930
Seat KM Available (thousand)	81.876.177	109.265.257	119.438.723	127.737.426	146.927.743	143.906.558	36.098.795
Passenger LOAD FACTOR	82,33%	68,33%	73,63%	75,18%	74,94%	78,13%	64,08%
Passenger Growth		-67,03%	8,87%	16,36%	13,69%	2,66%	-81,72%
Aircraft Departure Growth		-72,58%	0,04%	14,28%	14,92%	-1,06%	-77,21%
Ton KM Performed (thousand)		8.262.397	9.545.458	10.634.680	11.910.284	11.931.411	12.200.795
a. Passenger		6.651.201	7.729.106	8.605.207	9.721.572	9.930.339	11.188.636
b. Freight		1.580.277	1.768.593	1.966.406	2.081.545	1.913.970	674.889
c. Mail		30.919	47.759	63.067	107.167	87.102	337.270
Ton KM Available (thousand)		29.450.004	25.961.401	19.354.870	22.038.331	21.926.674	5.426.803
Weight LOAD FACTOR		28,06%	36,77%	54,95%	54,04%	54,42%	224,82%

Produksi angkutan udara niaga berjadwal luar negeri pada tahun 2018 menunjukkan tren pertumbuhan penumpang sebesar 14 persen atau mencapai 36 juta penumpang. Tingkat keterisian penumpang (*load factor*) juga cukup baik di kisaran angka 75 persen, meskipun masih lebih rendah dari tingkat keterisian rata-rata penumpang dalam negeri. Per tahun 2020, produksi angkutan udara akan jauh lebih rendah akibat pandemi COVID-19. Sementara itu, dalam sepuluh tahun terakhir, harga tiket pesawat sangat murah dan konsumen sangat sensitif terhadap kenaikan harga.

Tabel 8-9. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Dalam Negeri Berjadwal [82]

DESCRIPTION	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Jul/20
Aircraft KM (thousand)	525.008	500.323	568.622	618.771	672.614	578.202	190.773
Aircraft Departure	636.462	659.091	763.980	829.615	875.017	729.446	237.736
Aircraft Hours	943.317	981.279	1.114.793	1.231.135	1.281.719	1.055.775	372.295
Passenger Carried	76.498.400	76.628.867	89.385.365	96.890.664	101.961.268	79.466.559	21.611.737
Freight Carried (Ton)	584.684	564.048	604.343	587.017	651.184	577.806	240.365
Passenger KM performed (thousa	67.404.814	65.171.677	73.913.751	78.998.328	86.200.029	70.233.670	19.099.885
Seat KM Available (thousand)	81.876.177	82.740.796	94.106.084	101.861.213	109.811.847	93.977.386	31.277.220
Passenger LOAD FACTOR	82,33%	78,77%	78,54%	77,55%	78,50%	74,73%	61,07%
Passenger Growth		0,17%	16,65%	8,40%	5,23%	-22,06%	-72,80%
Aircraft Departure Growth		3,56%	15,91%	8,59%	5,47%	-16,64%	-67,41%
Ton KM Performed (thousand)		5.940.617	6.497.357	6.951.139	7.794.067	6.340.009	3.478.701
a. Passenger		5.426.400	5.941.057	6.421.150	7.198.669	5.781.941	3.254.692
b. Freight		502.413	540.745	517.339	582.737	542.321	218.082
c. Mail		11.804	15.555	12.650	12.661	15.747	5.927
Ton KM Available (thousand)		8.977.718	11.443.123	11.192.329	12.125.507	10.320.674	3.485.063
Weight LOAD FACTOR		66,17%	56,78%	62,11%	64,28%	61,43%	99,82%

Tabel 8-8 menunjukkan data produksi angkutan niaga internasional berjadwal. Akibat pandemi COVID-19, nilai pertumbuhan jumlah penumpang mengalami penurunan yang sangat drastis. Sementara Tabel 8-9 menunjukkan pertumbuhan penumpang angkutan niaga dalam negeri berjadwal, dimana pertumbuhan penumpang sempat stagnan pada tahun 2015 (0,17 persen) dan *rebound* sebesar 16,65 persen pada tahun 2016, dan diikuti tren perlambatan pertumbuhan pada tahun 2017 (8,4 persen) yang berlanjut hanya 5,23 persen pada tahun 2018. Tingkat pertumbuhan

penumpang relatif sejalan dengan tingkat pertumbuhan keberangkatan pesawat. Dengan angka faktor keterisian penumpang yang stabil di kisaran 77-78 persen pada periode tersebut, maka keberangkatan, sebagai cerminan penyediaan kapasitas secara inheren, akan mengikuti dinamika kebutuhan keberangkatan penumpang dengan *load factor* sebagai titik kontrol keseimbangan.

Tahun 2018 merupakan *booming period* dari jasa penerbangan domestik, dimana jumlah penumpang yang diangkut mengalami puncaknya. Salah satu faktor yang menyebabkan hal ini adalah rendahnya harga tiket pada tahun 2018, yang meningkatkan kecenderungan penumpang untuk menggunakan angkutan udara sebagai alat transportasi. Jumlah penumpang terkoreksi di tahun 2019 dan menurun 22 persen ke angka 79,5 juta, hingga terjadinya pandemi COVID-19 di tahun 2020 yang menyebabkan penurunan jumlah penumpang yang signifikan, hingga ke angka 21,6 juta. Selama pandemi, *load factor* tetap berada di sekitar nilai 60 persen yang menandakan bahwa tidak hanya jumlah penumpangnya yang berkurang, namun maskapai juga memberlakukan penyesuaian jumlah pesawat yang beroperasi guna menekan pengeluaran.

#### 8.1.4 Data Pangsa Pasar Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional

Pada tahun 2018, terdapat 11 maskapai yang melayani penumpang domestik dan 8 maskapai yang terlibat dalam layanan penumpang luar negeri, yang dikelompokkan menjadi empat kelompok besar: (1) Garuda Group yang terdiri dari Garuda dan Citilink, (2) Sriwijaya Group yang terdiri dari Sriwijaya Air dan NAM Air, (3) Lion Group yang terdiri dari Lion Air, Batik Air, dan Wings Abadi Airlines, serta (4) Air Asia Group yang terdiri dari Indonesia Air Asia dan Air Asia Extra.

Tabel 8-10. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Dalam Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [81]

GROUP DATA	2014	2015	2016	2017	2018
GARUDA GROUP	25.837.112	29.341.422	31.052.686	31.830.321	33.875.508
SRIWIJAYA GROUP	8.191.022	8.352.750	10.827.388	12.182.480	12.725.257
LION GROUP	36.435.313	34.516.939	43.308.668	49.107.682	51.724.833
AIR ASIA GROUP	3.106.509	2.322.869	2.288.187	2.121.915	2.188.800
LAINNYA	2.928.444	2.094.887	1.908.437	1.648.266	1.446.870
<b>TOTAL</b>	<b>76.498.400</b>	<b>76.628.867</b>	<b>89.385.366</b>	<b>96.890.664</b>	<b>101.961.268</b>
MARKET SHARE	2014	2015	2016	2017	2018
GARUDA GROUP	33,8%	38,3%	34,7%	32,9%	33,2%
SRIWIJAYA GROUP	10,7%	10,9%	12,1%	12,6%	12,5%
LION GROUP	47,6%	45,0%	48,5%	50,7%	50,7%
AIR ASIA GROUP	4,1%	3,0%	2,6%	2,2%	2,1%
LAINNYA	3,8%	2,7%	2,1%	1,7%	1,4%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Kelompok lainnya diidentifikasi sebagai Travel Express Aviation Services, Trigana Air Services, Transnusa Aviation Mandiri, Asi Pujiastuti, dan Kalstar Aviations (berhenti beroperasi tahun 2017).

Adapun data Tahun 2014 turut mengamati data penumpang oleh maskapai Avia Star Mandiri, Mandala Airlines, Pelita Air Service, Travira Air, dan Sky Aviation.

Pangsa pasar angkutan domestik per tahunnya untuk Lion Group tumbuh cukup signifikan. Hal ini ditopang oleh cakupan penerbangan domestik Lion Group yang sangat luas, bahkan memiliki pangsa pasar terbesar untuk mengangkut penumpang di timur Indonesia. Namun Garuda Group masih cukup dominan untuk pangsa pasar penerbangan internasional. Pangsa pasar Garuda Group untuk angkutan udara internasional bersaing secara ketat dengan Air Asia Group sejak tahun 2014.

Tabel 8-11. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Luar Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [81]

GROUP DATA	2014	2015	2016	2017	2018
GARUDA GROUP	3.995.507	4.171.285	4.291.439	4.878.780	4.972.723
SRIWIJAYA GROUP	135.508	166.883	308.344	309.558	509.002
LION GROUP	1.461.780	1.217.589	1.653.319	2.733.982	3.806.888
AIR ASIA GROUP	4.266.687	3.964.168	4.088.511	4.529.795	4.210.954
LAINNYA	392.979	13.981	35.633	42.327	689
<b>TOTAL</b>	<b>10.252.461</b>	<b>9.533.906</b>	<b>10.377.246</b>	<b>12.494.442</b>	<b>13.500.256</b>
MARKET SHARE	2014	2015	2016	2017	2018
GARUDA GROUP	39,0%	43,8%	41,4%	39,0%	36,8%
SRIWIJAYA GROUP	1,3%	1,8%	3,0%	2,5%	3,8%
LION GROUP	14,3%	12,8%	15,9%	21,9%	28,2%
AIR ASIA GROUP	41,6%	41,6%	39,4%	36,3%	31,2%
LAINNYA	3,8%	0,1%	0,3%	0,3%	0,0%
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

#### 8.1.5 Data dan Proyeksi Angkutan Udara Perintis

Angkutan udara perintis terdiri dari angkutan udara perintis penumpang dan angkutan udara perintis kargo. Peraturan Menteri Perhubungan 9/2016 menetapkan fungsi dan kriteria rute perintis berikut: (i) menghubungkan daerah terpencil, tertinggal dan belum terlayani oleh moda transportasi lain, dan secara komersial belum menguntungkan; (ii) mendorong pertumbuhan dan pengembangan wilayah, dan (iii) mewujudkan stabilitas pertahanan dan keamanan negara, seperti contohnya di daerah perbatasan. Evaluasi rute perintis dilakukan sekurang-kurangnya 1 tahun sekali oleh Direktorat Jenderal Perhubungan Udara, Kuasa Pengguna Anggaran, Unit Penyelenggara Bandar Udara dan Pemerintah Daerah. Hasil evaluasi berupa penetapan kembali rute perintis tersebut, atau penghapusan rute perintis karena dianggap sudah bisa menjadi rute komersial. Per tahun 2018, terdapat lima operator angkutan udara perintis, antara lain: PT Asi Pudiastuti Aviaton, PT Marta Buana Abadi, PT Smart Cakrawala Aviation, PT Asian One, PT Trigana Air Service dengan total unit beroperasi sebanyak 75 unit pesawat.

Berdasarkan kapasitas pesawat perintis, target per keberangkatan setiap penerbangan ditetapkan sebanyak 10 penumpang. Namun dengan rata-rata keterisian hanya 7-8 orang per keberangkatan,

terdapat antara 77.080 hingga 107.221 penumpang yang disubsidi setiap tahun. Ke depan, evaluasi operasional penerbangan perintis dengan frekuensi keberangkatan yang rendah (<70 persen atau setidaknya <4 per minggu), serta tingkat keterisian yang rendah (<50 persen) perlu dilakukan, misalnya Koordinir Wilayah (Korwil) Wamena, dan Dekai, Nabire, Timika, dan Jayapura.

Tabel 8-12. Tipe, Kapasitas, dan Jumlah Unit Pesawat Perintis Beroperasi (2018) [83, 84, 85, 86, 87]

No.	Tipe Pesawat	Kapasitas Penumpang	Unit
1	Grand Caravan C208D	10-12	42
2	Pilatus Porter PC-6	5-7	7
3	LET 410	15-19	1
4	Boeing B737-300/300F/400	132 - 148 & Kargo	7
5	Piaggio P180 Avanti II	8	3
6	DHC 6-300	19	2
7	PAC 750 XSTOL	9-17	1
8	ATR 42-300/500	50	7
9	ATR-72-200/500	68	5
TOTAL			75

Tabel 8-13. Realisasi Angkutan Udara Perintis Berdasarkan Koordinir Wilayah (2018) [81]

NO	KOORDINIR WILAYAH	JUMLAH BANDAR A	JUMLAH RUTE	FREKUENSI KEBERANGKATAN			TOTAL PENUMPANG			PER KEBERANGKATAN		JUMLAH PENUMPANG DISUBSIDI		
				TARGET	REALISASI	%	TARGET	REALISASI	%	TARGET	REALISASI	PER BERANGKAT	SELISIH PER BERANGKAT	SELISIH REALISASI
1	NAGAN RAYA	9	10	1.411	1.461	104%	13.878	8.489	61%	10	6	4	5.844	5.389
2	GUNUNG SITOLI	8	7	604	604	100%	6.120	4.808	79%	10	8	2	1.208	1.312
3	BENGKULU	3	3	-	-	N/A	-	-	N/A	N/A	N/A	-	-	-
4	SINGKEP	10	12	2.298	2.013	88%	27.082	16.287	60%	12	8	4	8.052	10.795
5	PALANGKARAYA	6	5	756	750	99%	7.560	5.529	73%	10	7	3	2.250	2.031
6	KETAPANG	5	4	462	489	106%	5.452	2.662	49%	12	5	7	3.423	2.790
7	TARAKAN	15	15	1.973	2.011	102%	21.861	19.289	88%	11	10	1	2.011	2.572
8	SAMARINDA	6	5	1.512	1.488	98%	15.120	11.350	75%	10	8	2	2.976	3.770
9	SUMENEP	5	4	660	641	97%	6.600	6.014	91%	10	9	1	641	586
10	MASAMBA	5	5	2.024	2.030	100%	19.992	16.758	84%	10	8	2	4.060	3.234
11	WAINGAPU	8	5	1.166	1.166	100%	11.670	10.052	86%	10	9	1	1.166	1.618
12	TERNATE	5	4	316	344	109%	3.392	3.138	93%	11	9	2	688	254
13	LANGGUR	7	8	968	837	86%	14.520	7.840	54%	15	9	6	5.022	6.680
14	SORONG	7	7	1.138	1.144	101%	11.580	7.750	67%	10	7	3	3.432	3.830
15	MANOKWARI	9	11	2.801	2.740	98%	31.344	22.751	73%	11	8	3	8.220	8.593
16	NABIRE	10	10	972	749	77%	11.186	5.144	46%	12	7	5	3.745	6.042
17	JAYAPURA	9	10	1.652	928	56%	17.478	7.344	42%	11	8	3	2.784	10.134
18	WAMENA	9	11	1.616	731	45%	14.642	3.225	22%	9	4	5	3.655	11.417
19	TIMIKA	21	26	1.990	1.407	71%	21.802	10.460	48%	11	7	4	5.628	11.342
20	MERAUKE	12	15	1.590	1.566	98%	17.370	13.385	77%	11	9	2	3.132	3.985
21	DEKAI	18	23	1.528	536	35%	13.954	3.107	22%	9	6	3	1.608	10.847
22	TANAH MERAH	8	14	726	1.507	208%	7.120	7.137	100%	10	5	5	7.535	-
TOTAL		195	214	28.163	25.142	89%	299.723	192.519	64%	11	8	68	77.080	107.221

Korwil dengan frekuensi dan tingkat keberangkatan yang rendah perlu mempertimbangkan skema *joint leasing* atau *pooling* penjadwalan dengan Korwil lain. Hal ini memungkinkan agar beberapa daerah memiliki pesawat yang sama namun jadwal keberangkatannya berbeda-beda. Alternatif lain adalah untuk memiliki skema pembiayaan selain subsidi sehingga dapat mempertahankan tingkat layanan di daerah tersebut. Mengingat pentingnya menjaga integritas rute perintis, diperlukan komitmen Pemerintah dalam memberikan kompensasi apabila pencairan dana subsidi terlambat. Hal ini mempengaruhi perjanjian kerja sama antara operator dan *lessor* yang biasanya bertransaksi

menggunakan nilai tukar USD sehingga kompensasi tersebut disarankan untuk dimasukkan sebagai komponen harga tiket perintis.

Apabila N219 (kapasitas 19 kursi) sudah *Entry into Service*, perlu dipertimbangkan rute mana saja yang sesuai untuk N219. Selain itu, diperlukan kebijakan wajib untuk *pooling leasing* dan *pooling* penjadwalan bagi daerah-daerah yang secara historis memiliki faktor keterisian yang rendah.

### 8.1.6 Sektor Pariwisata

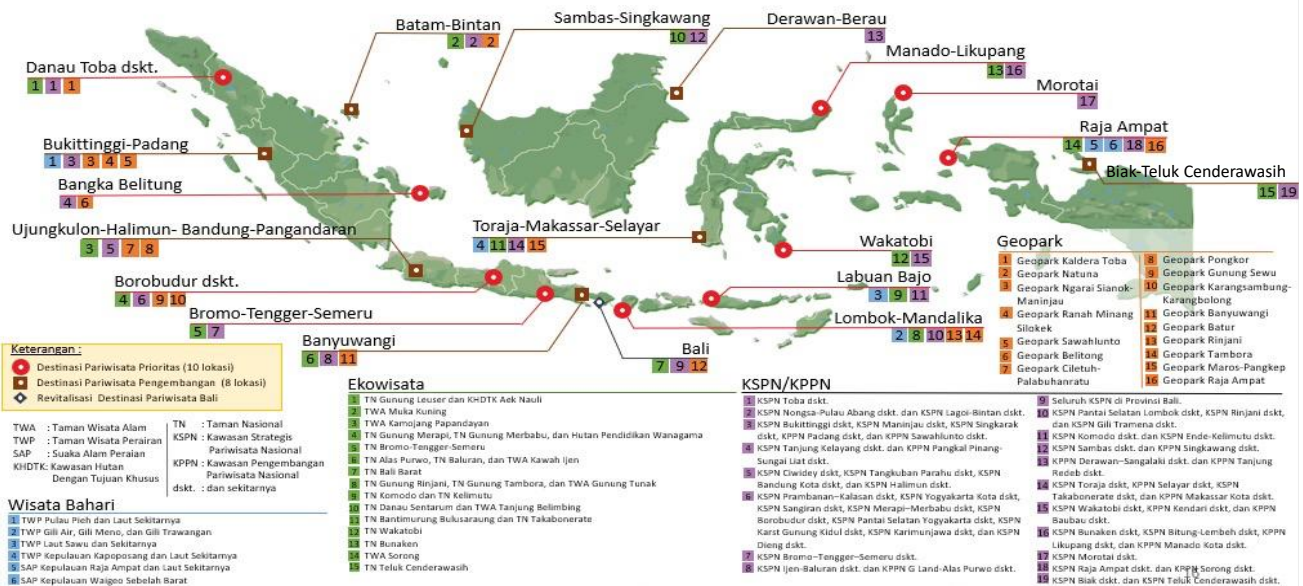
Salah satu sektor yang secara langsung turut disokong oleh pengembangan jasa penerbangan Indonesia adalah pariwisata. Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat atraktivitas tinggi baik secara lokal maupun global. Namun banyak dari destinasi pariwisata di Indonesia yang masih sulit diakses karena keterbatasan infrastruktur transportasi. Dengan misi memacu sektor pariwisata, Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan 2020-2024, telah mencakup rencana sebagai berikut.



Gambar 8-1: Visualisasi Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan 2020-2024

Pemerintah telah menentukan 10 destinasi pariwisata prioritas yang akan didukung salah satunya melalui pembangunan infrastruktur bandar udara (RPJMN 2020-2024). Target yang ditetapkan sampai tahun 2024 (versi revisi akibat pandemi COVID-19) yaitu 1,2-1,4 miliar perjalanan domestik, dan 9,5-14,3 juta wisatawan mancanegara. Selain itu, program peningkatan aksesibilitas ke daerah 3T 1P (Terdalam, Terluar, Terisolir dan Perbatasan) juga dipercepat. Untuk menyokong program ini, pengembangan infrastruktur penerbangan telah direncanakan di 29 daerah 3T 1P yang tertuang di Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan udara tahun 2020-2024.

## DESTINASI PARIWISATA DALAM RPJMN 2020-2024



Gambar 8-2: Destinasi Pariwisata & Rencana Pembangunan Jangka Menengah nasional 2020-2024

Keseriusan pemerintah dalam memacu sektor pariwisata nasional juga tampak dengan dirumuskannya Destinasi Pariwisata dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional 2020-2024. Nampak di Gambar 8-2 bahwa 10 destinasi prioritas pariwisata tak hanya terpusat di pulau Jawa yang tingkat konektivitasnya relatif lebih tinggi dibanding daerah-daerah lain. Dengan menggeser fokus pembangunan ke daerah-daerah terluar Indonesia, variasi dari destinasi wisata akan meningkat sehingga dibutuhkan pembangunan infrastruktur transportasi udara yang mumpuni dan terjangkau.

## 8.2 Kondisi Kebandarudaraan Indonesia

### 8.2.1 Data Bandar Udara

Bandar udara (bandara) merupakan komponen penting dalam pelayanan transportasi udara dan dilengkapi dengan fasilitas penunjang operasional pesawat. Jumlah bandara internasional dalam dua tahun terakhir menunjukkan pertumbuhan signifikan. Adapun jumlah bandara domestik memiliki peningkatan pesat pada tahun 2015, namun pada tahun 2019 justru turun menyamai hingga level keaktifan bandara domestik pada tahun 2012, seperti yang tertera di Tabel 8-14.

Tabel 8-14. Jumlah Bandar Udara di Indonesia Menurut Penggunaannya [82]

TAHUN	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
INTERNASIONAL	29	27	27	27	27	27	30	34
DOMESTIK	216	210	210	264	264	266	235	217

Pengelolaan bandara di Indonesia dilakukan oleh: PT Angkasa Pura I (AP I), PT Angkasa Pura II (AP II), Unit Penyelenggara Bandar Udara (UPBU) di bawah Kementerian Perhubungan, dan Badan Usaha Bandar Udara (BUBU). Jumlah bandara domestik terbanyak dikelola oleh UPBU yang mayoritas berada di kawasan timur Indonesia dan daerah perintis. Di sisi lain, pergerakan penumpang di bagian barat Indonesia masih lebih dominan walaupun jumlah bandara jauh lebih sedikit. Manajemen bandara di timur Indonesia perlu menjadi perhatian khusus karena kebutuhan layanan di wilayah timur Indonesia yang sangat luas, namun belum optimal untuk mengangkut penumpang.

Tabel 8-15. Jumlah Bandar Udara dan Pengelola Bandara Tahun 2019 [82]

PENGELOLA BANDARA	JUMLAH BANDARA	
	DOMESTIK	INTERNASIONAL
AP I	14	13
AP II	16	14
BUBU	8	1
UPBU	179	4
<b>TOTAL</b>	<b>217</b>	<b>34</b>

Tabel 8-16 menunjukkan data komposisi jumlah penumpang untuk masing-masing pengelola bandara Indonesia untuk tahun 2018. Berdasarkan total penumpang dalam negeri dan penumpang luar negeri, sebaran lalu lintas penumpang pada tahun 2018 masih berpusat di bandara BUMN, yaitu AP I dan AP II – dengan komposisi pelayanan penumpang AP I (39%), AP II (47%), BUBU (2%) dan UPBU (12%). Pola pergerakan penumpang di Indonesia menggunakan pola *hub and spoke* dengan sebagian besar *hub* merupakan bandar udara komersial yang dikelola oleh BUMN maupun BUBU, sebaliknya sebagian besar bandar udara *spoke* merupakan bandar udara yang belum menguntungkan secara komersial dan masih dikelola oleh pemerintah (UPBU).

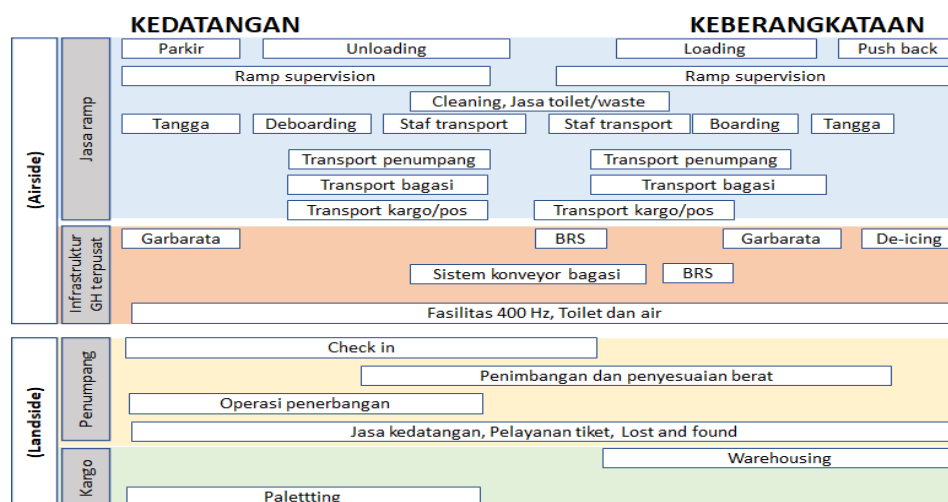
Tabel 8-16. Komposisi Jumlah Penumpang Berdasarkan Pengelolaan Bandar Udara Tahun 2018 [82]

PENGELOLA BANDARA	DALAM NEGERI			LUAR NEGERI		
	DATANG	BERANGKAT	TOTAL	DATANG	BERANGKAT	TOTAL
AP I	39.296.783	35.223.438	74.520.221	8.063.237	8.312.530	16.375.767
AP II	45.404.878	42.451.881	87.856.759	9.584.226	9.888.863	19.473.089
BUBU	2.712.288	2.440.284	5.152.572	34.864	37.397	72.261
UPBU	13.512.036	13.834.773	27.346.809	9.546	8.151	17.697
<b>TOTAL</b>	<b>100.925.985</b>	<b>93.950.376</b>	<b>194.876.361</b>	<b>17.691.873</b>	<b>18.246.941</b>	<b>35.938.814</b>

## 8.2.2 Pengelolaan Ground Handling Melalui Kerja Sama Pemerintah dan Swasta

Berdasarkan data Statistik Angkutan Udara 2013–2018, tingkat pertumbuhan total penumpang domestik adalah sekitar 6,4 persen per tahun dan total penumpang internasional meningkat 7,1

persen per tahun. Tingkat pertumbuhan total pesawat domestik sebesar 6,7 persen per tahun dan total pesawat internasional meningkat 4,9 persen per tahun. Peningkatan lalu lintas pesawat dan penumpang perlu ditunjang dengan kesiapan infrastruktur bandar udara, baik di sisi darat (*land side*) maupun di sisi udara (*airside*), dengan komponen-komponen yang ditunjukkan di Gambar 8-3.



Gambar 8-3. Ilustrasi Operasional *Ground Handling*

Layanan *ground handling* merupakan aktivitas perusahaan penerbangan yang berkaitan dengan pelayanan terhadap penumpang, bagasi, pesawat udara, awak pesawat, kargo, dan pos. Layanan *ground handling*, terutama di *apron*, menjamin ketepatan waktu, ketertiban, kelancaran lalu lintas, dan keselamatan operasional bandara. Pelaksanaan *ground handling* menggunakan alat bantu GSE untuk membantu persiapan pesawat udara saat persiapan keberangkatan (*takeoff*) maupun saat kedatangan (*landing*) sehingga mewujudkan *on-time performance* (OTP) kedatangan/keberangkatan pesawat, termasuk ketepatan waktu *turnaround time* pesawat terbang.

Setiap bandar udara wajib menyediakan fasilitas *ground handling* yang memenuhi persyaratan keselamatan dan keamanan penerbangan, serta standar pelayanan jasa bandar udara. Operasional dan pengembangan jasa *ground handling* memiliki potensi pengembangan yang besar karena jumlah bandara per tahun semakin bertambah, begitu pula dengan lalu lintas pesawat, penumpang, barang, dan pos.

Pengelola *ground handling* saat ini dapat saja terintegrasi dengan pengelola bandara, untuk kemudahan pengelolaan aset fasilitas. Namun demikian, kegiatan operasional *ground handling* sangat luas dan sulit ditangani oleh pihak bandara sendiri, kecuali bandara yang sepi lalu lintas seperti di daerah timur Indonesia. Layanan *ground handling* juga masih bergantung pada layanan manusia, seperti pengaturan jadwal, memindahkan dan mengoperasikan GSE dan menangani *customer service*. Oleh karena itu, pengelola bandara – yang biasanya terdiri dari BUMN Angkasa Pura dan UPBU – sebaiknya fokus dalam memenuhi kebutuhan infrastruktur bandara, meningkatkan utilisasi fasilitas bandara serta, melengkapi fasilitas tersebut berbasis teknologi. Dengan adanya fasilitas bandara berbasis teknologi, bandara dapat meningkatkan kualitas layanan, dan memperbaiki pola

komunikasi *air side* dan *land side* dengan baik. Adapun untuk layanan operasional *ground handling*, sebaiknya tetap dilakukan oleh swasta, dengan tetap bekerja sama dengan pemerintah (sebagai pengelola bandara).

### 8.2.3 Peningkatan Layanan Penumpang Melalui Digitalisasi Bandar Udara

Digitalisasi menjadi bagian penting dari pengembangan bandara di Indonesia, mengingat demografi penumpang pesawat dan pengunjung bandara diperkirakan semakin banyak dari populasi milenial. Digitalisasi bandara memungkinkan layanan penumpang secara mandiri dan digital misalnya *self check-in*, *self gate boarding*, serta penempatan bagasi. Lebih jauh, penerapan teknologi digital dalam kurun waktu 5 tahun lagi dapat mengadopsi *face biometric* atau sidik jari sehingga penumpang dapat langsung masuk pesawat tanpa harus melewati proses *check-in* secara manual. Digitalisasi bandara akan meningkatkan *seamless passenger journey experience*. Namun kepemilikan dan keamanan data penumpang perlu diperhatikan dan dijamin.

Saat ini, produk layanan berbasis digital sudah mulai diterapkan di 15 bandara yang dikelola oleh AP II sejak 2016 dengan meluncurkan berbagai produk digital, baik dari sisi pelayanan maupun operasional bandara. Beberapa teknologi digital yang sudah dimiliki antara lain *digital lounge*, *chatBOT*, *Indonesia Airports Mobile App*, *digital kiosk*, *e-payment*, *mobile check in*, *airport operational control center*, dan sistem *autogate* imigrasi. Beberapa produk digital tersebut antara lain:

1. **Airport Operation Control Center (AOCC)** yang merupakan *control center* untuk mengawasi seluruh aktivitas operasional kedatangan dan keberangkatan, baik di sisi udara (*airside*) dan sisi darat (*land side*). Unsur AOCC terdiri dari 4A (*Airport Operator, Airline Operators, Air Navigation, dan Authorities*). Personil AOCC berasal dari PT Angkasa Pura II, maskapai, *ground handling*, Otoritas Bandara, Bea Cukai, Imigrasi, Karantina, Navigasi serta Kepolisian. Seluruh *stakeholder* berkolaborasi di AOCC untuk mewujudkan efektivitas dan efisiensi penerbangan. AOCC merupakan wadah kolaborasi pemangku kepentingan kontrol lalu lintas udara sehingga tercipta *Airport Collaborative Decision Making* (ACDM). AOCC pertama kali diterapkan di bandara Bandara Sultan Aji Muhammad Sulaiman (SAMS), Sepinggan, Balikpapan dan pada tahun 2018. target penerapan AOCC selanjutnya mencakup sembilan bandara lainnya.
2. **Terminal Operation Center (TOC)** yang terletak di setiap terminal, termasuk terminal kargo. TOC memiliki peran sebagai pos komando terintegrasi yang mengandalkan pengoperasian 2.000 CCTV sepanjang waktu untuk memastikan fungsi dari masing-masing unit seperti keamanan, operasional dan pelayanan dapat berjalan maksimal di setiap terminal. Personil TOC selalu berkoordinasi dengan AOCC guna menjamin kelancaran operasional bandara.
3. **iPerform Apps**. Angkasa Pura II memiliki platform aplikasi *iPerform* di iOS dan Android yang hanya dapat diakses oleh kalangan internal dan menjadi alat bantu operasi internal. Aplikasi ini dapat membantu memantau aktivitas di bandara seperti *status parking stand*, garbarata, data TOC, toilet, hingga terkait bisnis. Melalui *iPerform*, pengoperasian bandara dapat menjadi lebih mudah serta memastikan keberlangsungan pelayanan prima kepada seluruh pengguna jasa di bandara.

4. **Digital Officer with Digital Device (DODD)** atau lebih dikenal dengan Petugas DiLan (Digital Melayani), merupakan personil Angkasa Pura II yang dilengkapi perangkat digital agar dapat dengan cepat menangani permasalahan di lapangan atau memberikan solusi atas pertanyaan penumpang pesawat maupun pengunjung bandara. Personil yang menjadi DODD berasal dari *Terminal Services*, *Aviation Security*, dan *Safety, Risk & Quality Control*. Di setiap perangkat personil DODD terdapat aplikasi *iPerform*, *Indonesia Airports*, *Flight Management Module*, dan lainnya. *i-Millennial Airport Travel Experience Lounge* (iMATE Lounge) merupakan tempat bagi *traveler* untuk menikmati berbagai layanan berbasis digital mulai dari *virtual assistant*, *digital wayfinding*, dan informasi pariwisata. iMATE Lounge merupakan layanan *one stop service* dan *one stop solution* bagi penumpang di bandara-bandara Angkasa Pura.
5. **Aplikasi Tasya dan Robot Dilo.** Pada tahun 2020, Angkasa Pura II mulai mengimplementasikan “*smart and connected airport*” dengan meluncurkan aplikasi *chat* Tasya Pada *mobile apps* Indonesia Airports dan *e-kiosk*. *Digital droid* Robot Dilo dapat ditemukan di terminal bandara. Keduanya memanfaatkan *big data analysis* dan *artificial intelligence* untuk beroperasi sebagai layanan *customer service* serta menemukan solusi atas pertanyaan pengunjung bandara. Saat pengunjung menuliskan nomor penerbangan pada aplikasi Tasya, maka Tasya memberikan informasi proses *check in* dan nomor *boarding gate* secara otomatis. Robot Dilo dilengkapi dengan *virtual reality* sehingga dapat menghibur pengunjung bandara melalui program multimedia seperti musik, video, serta bergerak mengikuti irama musik, dan memandang lawan bicara.

## 8.3 Tantangan Pengembangan Kebandarudaraan dan Jasa Penerbangan di Indonesia

### 8.3.1 Rendahnya Jumlah dan Kualitas Operator

Masih banyak lembaga-lembaga pendidikan yang menghasilkan lulusan operator penerbangan dan bandara yang tidak sesuai dengan persyaratan yang berlaku atau belum memiliki sertifikasi bertaraf internasional. Selama ini, rendahnya layanan penerbangan dan bandara, dan lambatnya inovasi dan penyerapan teknologi masih menghadapi bottleneck terkait dengan ketersediaan jumlah dan kualitas operator. DKUPPU dan DKP (Direktorat Keselamatan Penerbangan) merupakan lembaga yang mengatur, mengontrol dan mengawasi standarisasi baik operator pesawat udara maupun operator airport. Kedua lembaga tersebut diharapkan meningkatkan peran untuk membimbing lembaga diklat operator sehingga dapat sesuai dengan standar internasional.

Selain kualitas, terdapat ketidaksesuaian antara permintaan industri penerbangan dengan lulusan sekolah penerbangan, sehingga lulusan dianggap belum siap memasuki dunia kerja. Misalnya banyak lulusan operator bandara dan angkutan udara yang tidak bekerja di bidangnya, atau belum mendapatkan pekerjaan, serta terdapat kelebihan lulusan sekolah pilot yang tidak terserap oleh maskapai domestik karena merekrut tenaga pilot asing.

### 8.3.2 Harga Jasa Penerbangan Kurang Kompetitif

Biaya operasional menjadi tantangan utama maskapai dalam mempertahankan kinerja keuangan yang positif, sekaligus memberikan layanan dan harga tiket pesawat yang terjangkau bagi masyarakat. Dengan harga jasa penerbangan yang kompetitif, masyarakat dapat memiliki pilihan moda transportasi yang beragam. Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 72 Tahun 2019 yang mengatur Tarif Batas Atas Penumpang Pelayanan Kelas Ekonomi Angkutan Udara Niaga Berjadwal Dalam Negeri mengupayakan penurunan tarif batas atas sebesar 12% hingga 16 persen. Adapun hal-hal yang memengaruhi harga tiket pesawat:

1. **Sewa Pesawat.** Dalam Peraturan Pemerintah Nomor 50 Tahun 2019 tentang Impor dan Penyerahan Alat Angkutan Tertentu serta Penyerahan dan Pemanfaatan Jasa Kena Pajak Terkait Alat Angkutan Tertentu yang Tidak Dipungut Pajak Pertambahan Nilai (PPN) – disebutkan bahwa terdapat tujuh kategori alat angkutan tertentu yang atas impornya tidak dipungut PPN, salah satunya adalah pesawat udara dan suku cadangnya serta alat keselamatan penerbangan. *Indonesia National Air Carriers Association* (INACA) menyebutkan bahwa peraturan ini bermanfaat untuk mendorong daya saing industri angkutan udara, serta menjamin tersedianya peralatan pertahanan dan keamanan yang memadai. Pelaksanaan PP 50/2019 akan menjadikan industri penerbangan nasional lebih kompetitif.
2. **Pajak.** INACA berpendapat bahwa tiket penerbangan dalam negeri masih dikenakan Pajak Pertambahan Nilai (PPN) yang membuat kompetisi tarif domestik lebih mahal. Pada saat yang sama, Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) meminta tarif PPN untuk penerbangan domestik dapat diturunkan dari 10 persen menjadi 5 persen.
3. **Harga Avtur.** Harga avtur di Indonesia mengacu pada *Mean of Platts Singapore* (MOPS) dan besaran harga jual avtur berbeda-beda untuk setiap bandara karena tergantung pada biaya distribusi. Misalnya, Pertamina memberikan harga jual Jet A-1 untuk pesawat di Bandara Sultan Iskandar Muda Banda Aceh sebesar Rp9.800 per liter, sedangkan Suntuk Bandara Soekarno Hatta Cengkareng sebesar Rp 8.410 per liter. Penentuan harga avtur juga dibedakan menjadi dua jenis: (i) *regular* yaitu harga avtur yang dibeli oleh maskapai dan disepakati dalam kontrak jangka panjang; dan (ii) *ron-regular* yang mengacu pada harga avtur pada saat pembelian saja.
4. **Nilai tukar.** Apabila nilai tukar Rupiah terhadap US Dollar semakin melemah, maka nilai pembayaran sewa pesawat juga akan semakin tinggi.
5. **Potensi kartel.** Alasan lain yang diduga mempengaruhi harga tiket pesawat adalah adanya pembentukan harga yang dilakukan beberapa maskapai penerbangan. Komisioner Komisi Pengawas Persaingan Usaha (KPPU) menjadi pengampu untuk memastikan persaingan usaha yang sehat.

### 8.3.3 Rendahnya Fasilitas dan Layanan Bandara

Berdasarkan data Direktorat Bandar Udara, pada tahun 2019 hanya 153 dari total 217 bandara (70 persen) telah memiliki sertifikat fasilitas bandar udara sesuai dengan Peraturan Menteri

Perhubungan Nomor 77 Tahun 2015 tentang Standardisasi dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara. Adapun fasilitas minimum untuk mendukung kegiatan operasional bandara antara lain:

1. **Prasarana sisi darat (*land side facility*)** yang berada di wilayah bandar udara yang tidak langsung berhubungan dengan kegiatan operasi penerbangan, dengan fasilitas antara lain:
  - a. Gedung terminal penumpang;
  - b. Menara pengawas lalu lintas penerbangan (*Air Traffic Controller*);
  - c. Hangar untuk kegiatan pemeliharaan pesawat;
  - d. Apron untuk fasilitas bongkar muat barang dan penumpang serta juga wadah kegiatan pelayanan teknis pesawat;
  - e. Terminal barang/kargo untuk mengelola kargo sebelum dimasukkan ke dalam pesawat;
  - a. Bangunan operasional penerbangan;
  - b. Bangunan gedung *genset/main power house*;
  - c. Bangunan administrasi/perkantoran; dan
  - d. Bangunan Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran (PK-PPK).
2. **Prasarana sisi udara (*airside facility*)** merupakan daerah non-publik dimana setiap orang, barang, dan kendaraan yang akan memasukinya wajib melalui pemeriksaan keamanan dan/atau memiliki izin khusus.
  - a. *Runway* (landasan pacu) yang dapat dipergunakan dua arah, dan dibangun dengan mempertimbangkan arah dan kekuatan angin;

Tabel 8-17. Klasifikasi Landasan Pacu

Panjang landasan	Tipe konstruksi landasan dan contoh pesawat pengguna
< 800 m	Pesawat kecil baling-baling dua (Caravan, Pilatus)
800 meter – 1.200 meter Lebar 20 meter	Material landasan dari rumput atau tanah diperkeras (stabilisasi) Twin Otter, Cessna, DHC 6, CASA 212, DASH 8, N219
1.200 meter – 1.800 meter	F 50 , F 100, N245
≥ 1.800 meter	Material landasan konstruksi aspal Jet sedang: B 737, A 330-300, R80
≥ 3.600 meter Lebar 45 – 60 meter	Bandara internasional dengan konstruksi beton B 767, B-747, Hercules

- b. *Taxiway* (fasilitas penghubung landasan pacu) merupakan jalan penghubung antara *runway* dengan pelataran pesawat (*apron*), hangar, terminal, atau fasilitas lainnya pada bandara;
- c. *Apron* merupakan bagian dari bandara yang digunakan sebagai pelataran parkir pesawat terbang;
- d. *Holding Bay* adalah suatu tempat dimana sebuah pesawat menunggu atau memberikan jalan kepada pesawat lain guna terselenggaranya kelancaran lalu-lintas di darat;

- e. *Runway End Safety Area* (RESA) merupakan area perpanjangan *runway* yang menjadi batas aman pesawat ketika mendarat. Daerah ini ditujukan sebagai antisipasi kecelakaan pesawat terbang yang diakibatkan karena tidak tepat ketika mendarat maupun lepas landas;
- f. Garis Landasan Pacu (*Runway Stripe*) merupakan garis petunjuk/ tanda bagi pilot untuk mengetahui batasan dan arah *runway*;
- g. *Over Run* merupakan bagian dari ujung landasan yang dipergunakan untuk mengakomodasi keperluan pesawat gagal lepas landas, dengan pembagian: (i) *Stopway* yaitu bagian *overrun* yang lebarnya sama dengan *runway* dengan diberi perkerasan tertentu, dan (ii) *Clear way* yaitu bagian *overrun* yang diperlebar dari *stop way*, dan biasanya ditanami rumput;

**3. Peralatan dan utilitas bandar udara** yang terdiri atas: (i) peralatan bantu pendaratan visual; (ii) peralatan kelistrikan bandar udara; (iii) peralatan mekanikal bandar udara; (iv) peralatan pemeliharaan bandar udara; (v) peralatan sistem informasi dan elektronika bandar udara; (vi) peralatan pelayanan darat pesawat udara (GSE) dan kendaraan operasional yang beroperasi di sisi udara; dan (vii) peralatan non mekanikal dan elektrik

Di Indonesia, tidak semua bandara memiliki fasilitas yang layak seperti *runway* yang tidak sesuai dengan standar penerbangan sehingga menyulitkan pilot untuk mendaratkan pesawat. Selain itu, tidak semua bandara juga memiliki kapasitas yang baik dan cukup untuk penanganan barang/kargo. Padahal potensi bisnis logistik dari barang/kargo terus meningkat. Selain itu, setiap bandara harus dilengkapi dengan alat bantu pendaratan yang otomatis. Terutama di Indonesia timur, penggunaan peralatan ILS (*Instrument Landing System*) mampu membantu pendaratan di bandara udara, dengan tingkat kebisingan yang rendah dan pemanfaatan slot pendaratan secara optimum.

Untuk menjadi bandara dengan kelas internasional, Indonesia perlu meningkatkan fasilitas dan layanan bandara. Salah satu visi penerbangan adalah mewujudkan operasional yang berkelanjutan (*sustainable aviation*) yaitu dengan mengurangi pemakaian listrik, mengurangi kebisingan, dan secara umum mengurangi emisi. Selain itu, dengan adanya perkembangan teknologi digital, layanan bandara perlu terintegrasi dengan *public service digital*, yang memberikan kemudahan pelayanan dan kenyamanan bagi penumpang, efisien dan efektif dalam proses pengurusan keberangkatan seperti *self check-in* dan *self baggage claim*. Selanjutnya, teknologi perangkat navigasi pesawat perlu diperbarui, penggunaan *ground handling* berbasis elektrik, serta angkutan antar penumpang/barang dalam bandara berbasis elektrik.

#### 8.3.4 Rendahnya Tingkat Layanan Kargo

Berdasarkan data pertumbuhan kargo, kedatangan barang internasional pada tahun 2018 adalah sebesar 250 ton dengan total barang datang/berangkat 457 ton. Pertumbuhan kilogram kargo internasional pada periode 2013-2018 adalah 5,4 persen per tahun untuk barang datang dan 0,1 persen untuk barang berangkat. Pada periode yang sama, kilogram barang datang dalam negeri pada tahun 2018 sebesar 692 ton dengan total barang datang/berangkat 1.407 ton. Pertumbuhan kilogram kargo dalam negeri pada periode 2013-2018 adalah 8,4 persen per tahun untuk barang datang dan 7 persen untuk barang berangkat.

Berdasarkan beberapa survei yang dilakukan pada angkutan udara oleh IATA, tingkat fasilitas penumpang cukup baik, namun untuk fasilitasi kargo masih sangat rendah. Hal ini ditunjukkan oleh *passenger facilitation score* dengan skor 4.8 dari 10 – yang menunjukkan fasilitasi Pemerintah untuk memberikan kemudahan dalam pergerakan ruang udara seperti pelaksanaan *Open Skies Agreement*, informasi konsumen penerbangan menggunakan teknologi maju, serta sistem kontrol perbatasan otomatis. Namun persyaratan visa untuk kunjungan pariwisata di Indonesia merupakan yang paling mudah di dunia (peringkat 2) dengan *visa requirement score* 8.6 dari 10. Dengan *cost-competitive score* cukup tinggi 8.1 dari 10 menandakan biaya termasuk pajak yang dikenakan pada bandara dan penumpang cukup kompetitif dibandingkan negara lain.



Gambar 8-4. Data peringkat Passenger, peringkat visa & cost competitiveness [88, 89]

Penanganan kargo Indonesia ditandai dengan *Air Trade Facilitation Index* (ATFI) masih memiliki nilai rendah 4.9 dari 10, yang menandakan fasilitas bandara masih tidak cukup karena proses pemeriksaan dan peraturan bea cukai pada perbatasan yang sangat lama dan tidak dapat dipastikan kapan barang tersebut akan selesai diproses. Hal ini oleh badan usaha diartikan sebagai ongkos ketidakpastian, dimana risiko tinggi akan keterlambatan pengiriman tidak hanya menambah biaya gudang/perbatasan, namun juga menurunkan kepercayaan pelanggan. Selain itu *e-freight friendliness index* (EFFI) di Indonesia dapat dikatakan *non-existent* dengan skor 0.06 dari 10. EFFI menilai kegunaan dan proporsi transaksi elektronik dan transaksi berbasis dokumen dalam pengiriman kargo udara. Skor *Enabling Trade Index* (ETI) juga sangat rendah yaitu 4.3 dari 7. ETI dikembangkan oleh World Economic Forum untuk menilai akses pasar domestik dan luar negeri, termasuk mengukur tingkat kerumitan administrasi di perbatasan, dan layanan transportasi serta infrastruktur digital.

Berdasarkan proyeksi ke depan, kilogram barang diperkirakan meningkat 2x untuk barang luar negeri dan meningkat 5x hingga 8x untuk barang domestik hingga tahun 2045. Hal ini membutuhkan keseriusan dalam perluasan area dan perbaikan manajemen *landside facility* untuk penanganan kargo dan pos sehingga tidak terjadi *sorting-backlog* dan bandara tidak menahan barang terlalu lama.

### 8.3.5 Layanan Operasional Angkutan Udara

Perbaikan operasional maskapai juga menjadi salah satu tantangan dalam pengembangan kebandarudaraan dan jasa penerbangan di Indonesia. Beberapa faktor yang menjadi indikator kinerja utama operasional maskapai adalah ketepatan waktu, keselamatan dan kenyamanan.

#### 1. Ketepatan waktu

Ketepatan waktu pelayanan suatu maskapai dihitung melalui variabel *On Time Performance* (OTP) yang membandingkan jumlah penerbangan tepat waktu dengan jumlah penerbangan keseluruhan dalam waktu pengamatan tertentu (3 bulan, 6 bulan) oleh maskapai terkait. Pada periode Juli hingga Desember tahun 2015, Kementerian Perhubungan melakukan evaluasi ketepatan waktu atau *On Time Performance* (OTP) Badan Usaha Angkutan Udara Niaga yang dilakukan kepada 15 maskapai berjadwal dalam negeri. Berdasarkan hasil evaluasi terhadap 15 maskapai tersebut, terdapat 356.621 penerbangan pada periode tersebut dengan penerbangan tepat waktu/OTP pada periode tersebut sebesar 77,16 persen atau sebanyak 275.172 penerbangan. Persentase penerbangan yang mengalami keterlambatan sebesar 20,74 persen atau 73.950 penerbangan, dan sisanya, persentase penerbangan yang mengalami pembatalan yaitu sebesar 2,15 persen, atau sebanyak 7.668 penerbangan. Seiring waktu, beberapa maskapai seperti Garuda Group dan Lion Group berhasil memperbaiki kinerja ketepatan waktu, namun keterlambatan dan pembatalan tidak dapat dihindari sepenuhnya.

Tabel 8-18 Ringkasan OTP Maskapai Berjadwal Dalam Negeri Periode Juli - Desember 2015 [90]

No	Maskapai	Jumlah Penerbangan	Tepat Waktu ( <i>On Time Performance</i> )		Keterlambatan (Delay)		Pembatalan (Cancel)	
1	Batik Air	25.617	23.366	91,2%	1.871	7,3%	380	1,5%
2	Nam Air	9.103	8.248	90,6%	743	8,2%	49	0,5%
3	Garuda Indonesia	90.832	77.955	85,8%	10.919	12,0%	1.958	2,2%
4	Sriwijaya Air	27.200	22.536	82,9%	4.558	16,8%	106	0,4%
5	Indonesia Air Asia Extra	1.835	1.512	82,4%	323	17,6%	-	0,0%
6	Citilink	30.598	24.560	80,3%	5.709	18,7%	329	1,1%
7	Indonesia Air Asia	6.677	5.054	75,7%	1.577	23,6%	159	2,4%
8	Kalstar Aviation	12.251	9.181	74,9%	1.937	15,8%	1.133	9,3%
9	Transnusa	2.929	2.257	77,1%	622	21,2%	50	1,7%
10	Wings Air	32.085	22.531	70,2%	8.859	27,6%	695	2,2%
11	Lion Air	86.043	60.280	70,1%	25.403	29,5%	360	0,4%
12	Susi Air	20.801	11.985	57,6%	7.271	35,0%	1.664	8,0%
13	Travel Express	5.159	2.975	57,7%	1.717	33,3%	467	9,1%
14	Trigana Air	5.212	2.510	48,2%	2.384	45,7%	318	6,1%
15	Aviastar Mandiri	279	222	79,6%	57	20,4%	-	0,0%
		<b>356.621</b>	<b>275.172</b>		<b>73.950</b>		<b>7.668</b>	

Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya keterlambatan penerbangan antara lain:

- a. Faktor teknis operasional disebabkan faktor kondisi bandara (di luar manajemen maskapai) seperti: bandara tidak dapat digunakan, keretakan landasan pacu, keterlambatan pengisian bahan bakar, dan terjadinya antrian pesawat yang akan *take off* maupun landing di bandara. Berdasarkan studi Kementerian Perhubungan pada Juli–Desember 2015, faktor kondisi bandara ini menyumbang 32,75 persen atau sebanyak 24.216 penerbangan dari total keterlambatan penerbangan di ke-15 maskapai pada periode tersebut;
- b. Faktor non teknis operasional disebabkan manajemen maskapai seperti keterlambatan kru pesawat, keterlambatan *catering*, menunggu penumpang *check in*, ketidaksiapan pesawat dan keterlambatan penanganan di darat – yang menyumbang 49,63 persen atau sebanyak 36.702 keterlambatan penerbangan; dan
- c. Faktor lain, misalnya cuaca sebanyak 15,84 persen atau 11.713 keterlambatan penerbangan, atau kejadian luar biasa seperti kerusakan di wilayah bandara sebanyak 2,57 persen, atau 1902 keterlambatan penerbangan.

Sementara itu, faktor yang menyebabkan terjadinya pembatalan penerbangan antara lain:

- a. Faktor teknis operasional sebanyak 370 penerbangan (0,50%);
- b. Faktor non teknis operasional sebanyak 1.481 penerbangan (2%);
- c. Faktor cuaca sebanyak 5.726 penerbangan (7,74%); dan
- d. Faktor lain-lain sebanyak 94 penerbangan (0,13%).

## 2. Keselamatan

ICAO Annex 19 memberikan mandat bagi seluruh negara untuk melaksanakan *Safety Oversight* untuk memastikan operasional penerbangan di dalam negeri memenuhi peraturan internasional terkait keselamatan penerbangan. Tujuan pengelolaan keselamatan penerbangan adalah menciptakan penerbangan yang bebas dari kecelakaan (*zero accident*) sehingga upaya penekanan *rate of accident* harus terus dilakukan.

Tabel 8-19 Jumlah Kecelakaan Penerbangan di Indonesia yang Diinvestigasi oleh KNKT [91]

TAHUN	2015	2016	2017	2018	2019
Jumlah Kecelakaan	28	45	37	46	30
Korban Luka - Luka	10	13	21	5	6
Korban Meninggal	65	5	6	199	5

Jumlah kecelakaan penerbangan per tahun cukup tinggi (30-40 kejadian) yang antara lain disebabkan oleh kecelakaan akibat cuaca, kendala teknis seperti kerusakan mesin atau kehabisan bahan bakar, perangkat lunak yang tidak sesuai dengan fungsi, *human error* karena kurangnya memahami prosedur dan peraturan penerbangan, kelelahan karena jadwal terbang yang padat, serta faktor lainnya yang berada diluar kendali maskapai dan kru pesawat.

### 3. Kenyamanan Pelanggan

Moda transportasi udara masih menjadi pilihan transportasi yang dapat diandalkan karena jam perjalanan yang singkat untuk menempuh daerah di Indonesia yang sangat luas. Namun demikian, penumpang memerlukan angkutan *first/last-mile* dan penumpang diharuskan datang 1-2 jam di bandara sebelum keberangkatan sehingga terdapat waktu tunggu yang tidak terelakkan. Oleh karena itu, peningkatan kenyamanan penumpang di bandara sangat penting. Pengembangan fasilitas bandara berbasis digital yang dapat dilakukan antara lain:

- a. Pengembangan *Airport E-Commerce* dapat mendorong terjadinya transaksi penumpang dengan produk yang ditawarkan dapat berupa *online shopping assistance* untuk produk bebas bea, produk barang khas daerah setempat, paket perjalanan dan tempat wisata, layanan pengiriman bagasi, penjualan tiket *last minute*, layanan perlengkapan haji/umrah, dll.;
- b. Pengembangan *Airport E-Advertising* dapat dimanfaatkan untuk iklan berbagai macam merek produk menggunakan teknologi digital seperti *flight information display system* (FIDS), *Digital Billboard*, *Digital Lounge Branding*. Pengembangan ini dapat menjadi sumber pemasukan bandara penghasil keuntungan (*profit generator*). *E-advertising* dapat menggunakan platform tunggal *Smart Advertising* untuk mengintegrasikan, mengakses, dan mengontrol seluruh iklan yang ada di bandara. Selain itu, bandara dapat meningkatkan interaksi dengan pengunjung melalui *interactive ads* dan *augmented reality advertising*, bahkan melacak jumlah pengunjung yang melihat iklan tersebut;
- c. Pengembangan *Airport E-Payment* seiring dengan peningkatan penggunaan *e-wallet* di Indonesia. Pada tahun 2018, transaksi *e-wallet* di Indonesia mencapai angka USD1,5 miliar dan diprediksi akan meningkat menjadi USD 5 miliar pada tahun 2023. Pembayaran elektronik yang sudah ada di bandara dengan sifat multi *payment* misalnya LinkAja, OVO Parking Payment, TravyPay, dan MasterPass. Selain perlu diperluas pada lebih banyak bandara di Indonesia, *e-payment* perlu disederhanakan sehingga bandara lebih leluasa dalam melayani berbagai platform menjadi *single e-wallet* atau bahkan *integrated e-wallet* yang dapat mengkonversi poin pembayaran menjadi *loyalty point*.
- d. Pengembangan *Airport Big Data* yang salah satu strateginya dapat diperoleh melalui teknologi barcode/RFID pada setiap aktivitas bandara, misalnya saat *check in*, transaksi belanja menggunakan *e-payment*, parkir, atau penggunaan transportasi bandara. Dengan basis data tersebut, bandara dapat melakukan analisis terkait profil konsumen dan perilaku untuk dapat menawarkan produk dan menyesuaikan pengembangan bandara sesuai demografi pengunjung. Namun tingkat keamanan pengumpulan *big data* perlu dijamin sehingga data tidak diperjualbelikan tanpa kesepakatan individu pemilik data.
- e. Pengembangan *Airport Community* meningkatkan kenyamanan pelanggan melalui berbagai produk prioritas yang bisa dimanfaatkan melalui pendaftaran keanggotaan *loyalty program*, seperti *Digital Lounge*. Produk *airport community* misalnya *fast track passenger*, *portable wi-fi*, transportasi dan layanan pengiriman dari/ke bandara terutama untuk menunjang *Transit*

*Oriented Development*, penyewaan *power bank*, parkir valet, *baggage sharing*, *golf car assistance*, layanan *concierge*, sewa mobil, parkir VIP, *vending machine*, dan lainnya.

## 8.4 Rekomendasi Pengembangan Kebandarudaraan Indonesia

### 8.4.1 Optimasi Fasilitas Bandara Melalui Sertifikasi dan Teknologi

Peningkatan fasilitas bandara diutamakan untuk meningkatkan keselamatan, keamanan, dan efisiensi operasi sehingga dapat meningkatkan kenyamanan pelanggan – baik pelanggan pesawat terbang, penumpang, maupun barang dan pos. Oleh karena itu, prioritas pengembangan fasilitas bandara adalah untuk mewujudkan *zero accident* melalui peningkatan sertifikasi pemangku kepentingan dirgantara di lingkungan bandara. Sertifikasi Air Traffic Services, termasuk *Air Traffic Management*, *Air Traffic Control*, *Flight Information Region* (CASR 121,135) diperlukan untuk memastikan bahwa semua pihak memahami standar dan aturan yang digunakan untuk menjamin keselamatan penerbangan. Selain itu, bandara perlu menyusun standar dan mekanisme penerapan fasilitas dan layanan bandara yang mengedepankan keselamatan dan berkelanjutan. Pemangku kepentingan bandara terutama perlu meningkatkan sosialisasi SOP dan upaya penegakan hukum untuk menjalankan prosedur secara serius.

Selain prosedur, efektivitas utilisasi bandara perlu dievaluasi terutama mengenai sarana dan prasarana yang mendukung lalu lintas pesawat, penumpang, dan barang, frekuensi penerbangan, serta dukungannya terhadap program pariwisata Indonesia. Selain itu, optimasi fasilitas bandara perlu dilakukan dengan pemanfaatan teknologi, misalnya optimasi rute *hub-to-spoke* dan rute *spoke-to-spoke*. Bila diperlukan, optimasi rute perlu menggunakan ASEAN Single Aviation Market untuk membuka rute internasional baru di lingkungan Asia Tenggara.

Optimasi, sarana dan prasarana bandara perlu ditingkatkan untuk melayani jasa penerbangan, yaitu air traffic services, *air traffic control* (sistem navigasi), serta fasilitas bandara lainnya sesuai dengan kemajuan teknologi dan prinsip berkelanjutan. Pemanfaatan Teknologi *Instrument Landing System* (ILS) membantu pendaratan di bandara udara dengan tingkat level kebisingan yang rendah dan pemanfaatan slot pendaratan secara optimum. Teknologi perangkat navigasi pesawat, *automatic dependent surveillance – broadcast* (ads – b), *airnav radar box*, *satelit ADS – B live flight tracker and airport status* dapat mengurangi kesalahan dalam pembacaan radar lokasi pesawat dan pengaturan *landing* atau *take off* yang lebih baik serta *airport operation control center* (AOCC) untuk *collaborative decision making*. Pnggunaan GSE dan angkutan barang/penumpang berbasis elektrik yang rendah emisi dan tidak bising juga menjadi perwujudan bandara yang ramah lingkungan. Teknologi digital seperti pelayanan mandiri untuk tiket, konfirmasi bagasi dan barang juga perlu ditingkatkan seara terstandar pada seluruh bandara untuk meningkatkan kenyamanan penumpang serta optimasi penanganan barang dan pos.

#### 8.4.2 Integrasi Layanan Kebandarudaraan dan Jasa Penerbangan

Bandara primer atau *hub* menyediakan layanan kompleks sehingga membutuhkan integrasi informasi dan tingkat pengendalian operasional yang tinggi. Solusi yang dapat dilaksanakan yaitu melakukan kerja sama operasi *ground handling* dengan pihak swasta untuk meningkatkan efisiensi pelayanan dan harga kompetitif yang dapat ditawarkan kepada maskapai dan masyarakat, serta efisiensi struktur organisasi yang berdampak kepada penyederhanaan pembagian sektor pelayanan, transparansi data, konektivitas informasi dan layanan, frekuensi kontrak kerja sama, serta kebutuhan administrasi. Multi-operator untuk menangani *ground handling* tidak direkomendasikan karena akan mempersulit koordinasi operasional. Hal ini juga selaras dengan Peraturan Menteri Perhubungan RI Nomor 56 tahun 2015 tentang Kegiatan Pengusahaan di Bandar Udara, yang menyebutkan bahwa persyaratan administrasi izin BUBU.

Layanan bandara yang mendesak untuk dilakukan kerja sama adalah penanganan barang dan pos oleh penyedia jasa *ground handling* dan operator bandara. Berdasarkan data pertumbuhan dan proyeksi kedatangan/keberangkatan barang dan pos, pelayanan tersebut perlu ditingkatkan melalui efisiensi regulasi bea cukai di perbatasan. Sampai tahun 2019, terjadi perubahan instansi pelaku pemeriksaan di perbatasan (post-border) dari Direktur Jenderal Bea Cukai, Kementerian Keuangan kepada Balai Pengawasan Tertib Niaga, Kementerian Perdagangan. Peralihan ini sudah mengintegrasikan teknologi informasi melalui Lembaga National Single Window (LNSW). Hal ini diharapkan dapat menghindari *multiple inspection* – terutama untuk komponen elektronik (volume besar). Berdasarkan skor *e-Freight Friendliness Index* yang sangat rendah, bandara perlu menggunakan *database* dan data elektronik (*e-Air Waybill*) yang terintegrasi dengan layanan LNSW untuk inspeksi kedatangan/keberangkatan barang dan pos. Selain itu, pemeriksaan diharapkan dapat menggunakan teknologi inspeksi misalnya sensor untuk mengenali jenis paket (misalnya *Vision Artificial Intelligence*) atau dikombinasikan dengan conveyor belt yang otomatis mengatur barang untuk diangkut/diambil dari pesawat.

#### 8.4.3 Peningkatan Daya Saing Operasional

Pemerintah perlu mengakomodasi fasilitas bandar udara dan jasa penerbangan di seluruh Indonesia. Beberapa perbaikan lainnya yang dapat diupayakan untuk meningkatkan daya saing operasional bandara antara lain: (i) penetapan harga angkutan domestik sesuai mekanisme pasar, namun pemerintah memiliki opsi intervensi jika terjadi persaingan usaha tidak sehat; (ii) jangka waktu perizinan program perintis sebaiknya diperpanjang, sedangkan prosedur perizinan sebaiknya dibuat lebih sederhana; (iii) pembiayaan perintis ditentukan berdasarkan kesepakatan dengan pemerintah daerah, termasuk dapat menyewa atau menjadwalkan dan mengoperasikan pesawat secara kolektif; (iv) pentingnya memasukan risiko keterlambatan pembayaran subsidi sebagai komponen tiket harga perintis; dan (v) pembangunan *training center* serta kerja sama diklat yang melibatkan operator dan lembaga pendidikan dan pelatihan yang tersertifikasi internasional.

# 9

## PENGEMBANGAN SDM, KEMITRAAN, PENDANAAN DAN INVESTASI



### 9.1 Perencanaan Sumber Daya Manusia untuk Mendukung Ekosistem Kedirgantaraan

Indonesia memiliki beberapa institusi yang berkaitan langsung dengan pengembangan SDM di bidang kedirgantaraan. Sekolah tinggi, institusi pendidikan tinggi hingga lembaga sertifikasi lokal merupakan sebagian dari sekian banyak dari lembaga-lembaga yang dimiliki Indonesia sekarang. Namun, hanya sedikit lembaga pendidikan tinggi di Indonesia yang menyelenggarakan pendidikan tingkat sarjana dalam bidang teknik kedirgantaraan dan hingga saat ini, baru ada satu institusi di Indonesia yang menyelenggarakan program doktor di bidang kedirgantaraan. Dengan kondisi seperti ini, diperkirakan akan ada kesenjangan SDM lulusan pendidikan tinggi sekitar 650 orang per tahun pada tahun 2045 [104]. Selain itu, kapasitas serta kualitas dari institusi yang sekarang dimiliki Indonesia perlu ditingkatkan. Kestabilan ketersediaan tenaga kerja juga turut menjadi hal penting yang dipertimbangkan. Di sisi lain, utilitas SDM kedirgantaraan juga masih rendah karena program pengembangan pesawat terbang yang tidak pasti. Oleh karena itu, diperlukan strategi peningkatan industri kedirgantaraan sebagai pengguna dari SDM terampil.

Proyeksi kebutuhan SDM yang selaras dengan pengembangan ekosistem kedirgantaraan sampai tahun 2045 dapat dilakukan dengan terlebih dahulu dengan menyusun peta okupansi untuk masing-masing pilar ekosistem industri dirgantara. Pembentukan KKIK diharapkan dapat membantu perencanaan kebutuhan SDM lebih rinci untuk memenuhi tujuan dari setiap pilar. Secara ringkas, beberapa rekomendasi yang perlu dilakukan dalam pengembangan SDM kedirgantaraan antara lain:

#### 1. Kerja sama lembaga pendidikan dan industri untuk *apprenticeship*

*Apprenticeship* berbeda dengan *internship* (magang) yang hanya membina siswa di lingkungan industri selama 6 bulan hingga 1 tahun. Pola *apprenticeship* yang dimaksud adalah perpanjangan dari *dual vocation training* – yaitu menyeimbangkan jam belajar teori di sekolah dan jam praktik kerja di industri – kemudian dilanjutkan dengan pembinaan siswa secara intensif hingga menjabat suatu posisi di industri setelah kelulusan. Dengan program kerja sama seperti ini, proses rekrutmen dan *link and match* lulusan vokasi/universitas dapat lebih efisien serta menjamin daya serap tenaga kerja yang berkualitas.

#### 2. Peningkatan kapasitas operator/teknisi untuk menjadi *engineer* dan *designer*.

Badan usaha membutuhkan kualifikasi *engineer* dan *designer* untuk dapat bersaing menjadi pemasok Tier 1 (integrasi sistem komponen)/OEM tingkat internasional. Kemampuan RD&D diperlukan untuk memenuhi seluruh rantai nilai dirgantara – mulai dari desain material, desain komponen, sistem komponen, produk pesawat terbang. Bahkan pada tahap produksi, diperlukan keahlian dan kapasitas operator dan teknisi untuk dapat mendesain perbaikan sistem produksi (*flexible manufacturing system*) hingga kontrol kualitas produk melalui otomasi industri.

#### 3. *Up-skilling* dan *re-skilling* jabatan untuk industri dirgantara

Berdasarkan pemetaan tingkatan industri dirgantara (Tier 1-3) di Indonesia, masih terdapat badan usaha yang beralih fungsi dari industri manufaktur bahkan industri pertambangan untuk menjadi pemasok industri kedirgantaraan. Hal yang perlu diperhatikan bahwa Industri kedirgantaraan memiliki kualifikasi yang jauh lebih kompleks dibandingkan industri manufaktur lainnya. Meskipun badan usaha tersebut telah memiliki sertifikasi bidang kedirgantaraan, SDM di dalamnya belum tentu memiliki konsistensi keahlian/kapasitas yang sama sesuai standar SDM industri kedirgantaraan. Oleh karena itu, diperlukan skema pelatihan khusus (*up-skilling* dan *re-skilling*) yang memfasilitasi alih profesi dari industri lain ke industri kedirgantaraan. Pelatihan tersebut perlu disesuaikan untuk memenuhi kualifikasi pada berbagai jabatan— baik pada tingkat operator, teknisi, *engineer*, dan *designer*.

#### **4. Program *coaching* dan *mentoring* dari karyawan senior**

Karyawan senior/pensiun diharapkan dapat melakukan transfer pengetahuan dan keterampilan mengenai pengalaman teknis dan budaya kerja pada industri dirgantara melalui program rekognisi pembelajaran lampau (RPL). Pengalaman teknis yang sangat diperlukan adalah untuk kemampuan rekayasa dan rancang bangun. Karyawan senior dapat dimanfaatkan sebagai tenaga ahli untuk mengisi *engineering office* dan konsultasi kolaborasi RD&D dan komersialisasi pada industri.

#### **5. Strategi kemitraan untuk pembinaan SDM**

Pendirian sekolah penerbangan dan program pelatihan SDM (*one-off*) sering kali menjadi strategi *offset* kedirgantaraan yang paling mudah diterapkan di Indonesia. Namun Indonesia perlu memanfaatkan kemitraan untuk mengirim siswa Indonesia dalam jumlah besar untuk melakukan *dual vocation training* atau pemagangan (*internship*) di lembaga RD&D/Tier 1/OEM luar negeri sehingga dapat membawa pengalaman dan potensi kerja sama pengembangan pesawat terbang di Indonesia. Rujukan yang dapat digunakan yaitu Institut Vokasi Indonesia-Jerman (German Indonesian Vocational Institute) yang diinisiasi untuk mendorong terbangunnya peningkatan (*upgrading*) dari kapasitas dan kapabilitas SDM kedirgantaraan yang berkualitas melalui pendidikan vokasi.

#### **6. Pembangunan pusat pendidikan, riset, dan inovasi teknologi dirgantara.**

Keberadaan pusat keunggulan Pendidikan riset, dan inovasi ini diharapkan dapat memacu jumlah inovasi dalam negeri di bidang kedirgantaraan serta menurunkan angka kesenjangan SDM. Pusat ini diharapkan memiliki fasilitas pengujian, penelitian dan praktik yang akan mendukung pengembangan produk kedirgantaraan di masa depan [104].

## **9.2 Kebutuhan Sertifikasi Penunjang Ekosistem Industri Dirgantara**

Industri dirgantara merupakan industri dengan cakupan potensi ekonomi yang sangat luas karena tidak hanya mencakup pasar domestik namun juga pasar internasional. Namun, untuk dapat bersaing di pasar internasional, seluruh entitas yang terlibat dalam industri dirgantara harus memiliki standar yang sama dengan ketentuan global sehingga sertifikasi keahlian dan kelayakan operasional mutlak diperlukan. Hingga saat ini, lembaga sertifikasi dan manajemen kualitas seperti ISO 17025 dan NADCAP belum ada di Indonesia. Selain itu, sertifikasi yang dikeluarkan oleh DKUPPU masih memiliki batasan-batasan sehingga salah satu upaya penting untuk mengembangkan industri dirgantara

adalah dengan memberdayakan pihak swasta untuk bisa membimbing dan memberikan sertifikasi, dengan memfokuskan peran pemerintah sebagai regulator. Hal ini dapat menunjang pemenuhan permintaan global tanpa bergantung pada permintaan/rantai pasok domestik.

Tabel 9-1: Ragam sertifikasi yang dibutuhkan untuk menunjang ekosistem industri dirgantara

Kategori	Sertifikasi	Tujuan/ Cakupan
Badan Pengujian	<i>ISO 17025</i>	Pengujian kualitas, kalibrasi, dan tingkat kepresisian
	<i>National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program (NADCAP)</i>	Perubahan produk khusus aeronautika dan militer dari segi mekanis, kimia atau fisik dengan tingkat kepresisian yang tinggi
Badan Usaha	<i>ISO 9001</i>	Manajemen dan kualitas (umum)
	<i>AS/EN/JN 9100</i>	Manajemen dan kualitas (khusus aeronautika)
	<i>Design Organization Approval (DOA) EASA Part 21J</i>	Desain pesawat dan komponen untuk pengembangan, produksi dan perbaikan
	<i>AMO Part 145 (Maintenance Organization)</i> <i>Part 21J Minor/Major DOA</i> <i>Part 21G POA</i>	Pemeliharaan dan perbaikan (MRO) untuk tingkat perbaikan sederhana/ kompleks
	<i>Civil Aviation Safety Regulations (CASR) Part 65</i>	Operasional <i>Air Traffic Control</i>
Badan/ Organisasi Pelatihan SDM	<i>CASR Part 141</i>	Sekolah penerbangan
	<i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR) Part 147</i>	Pelatihan <i>rating</i> dan sertifikasi SDM
	<i>TOA (Training Organisation Approval)</i>	
Komponen	<i>Part Manufacturing Approval (PMA) Form 1</i>	Proses produksi dan hasil akhir produk yang sesuai dengan kualitas kelayakan udara
	<i>Production Approval (POA), EASA Part 21-G, Form 1</i>	Proses produksi komponen dan hasil akhir produk yang sesuai dengan kualitas kelayakan udara
	<i>DO 160</i>	Pengujian kondisi lingkungan untuk komponen elektronik
	<i>DO 178</i>	Pengujian kondisi lingkungan untuk produk <i>software</i>
	<i>DO 254</i>	Pengujian kondisi lingkungan untuk perangkat keras elektronik
Produk Pesawat	<i>Type Certificate</i>	Komponen yang sudah lulus uji desain dan siap untuk proses manufaktur
		Kelayakan terbang produk pesawat terbang
Tenaga Kerja	<i>Aircraft Maintenance Engineer License (AMEL)</i>	Standarisasi Tenaga Ahli Tersertifikasi

Kategori	Sertifikasi	Tujuan/ Cakupan
MRO	AMTO	Standarisasi Tenaga Ahli Tersertifikasi
	<i>Certificate of Maintenance Approval (COMA)</i>	Standarisasi Tenaga Ahli Tersertifikasi

Adapun dari daftar sertifikasi yang teridentifikasi, berikut hal-hal yang perlu segera dilakukan.

Tabel 9-2: Pemenuhan sertifikasi yang mendesak

Kategori	Sertifikasi	Rekomendasi
Badan Usaha Sertifikasi Pokok	AS/EN/JN 9100 (Produksi)  AS 9110 (Jasa AMO/MRO)  <i>National Aerospace and Defense Contractors Accreditation Program (NADCAP)</i>  (Produksi Presisi)	Meningkatkan pelatihan badan usaha untuk dapat memperoleh sertifikasi
Pesawat, Komponen, AMO/MRO, SDM	<i>Type Certificate</i>	Bilateral <i>airworthiness agreement (mutual recognition EASA)</i> untuk TC pesawat, DOA, POA, AMO, AMTO
Produksi Komponen	<i>Civil Aviation Safety Regulations (CASR) Part 21-G (Production Organization Approval)</i>	Masa berlaku yang diatur Permenhub 98/2015 (5 tahun) disesuaikan dengan
Desain Komponen	<i>CASR Part 21-J (Design Organization Approval)</i>	<i>EU L 224/ I (unlimited)</i> atau dilakukan audit berkala
Perubahan/ Penggantian Equipment	DO 160-G (Produk Elektronik) DO 178 (Produk <i>software</i> )  <i>Flammability</i>	Fasilitas dan operator laboratorium memperoleh sertifikasi NADCAP sehingga hasil laboratorium dapat diakui secara internasional
Jasa AMO/MRO	CASR Part 145 ( <i>Maintenance Organization</i> ) dilengkapi dengan: - <i>Instruction for Continued Airworthiness (ICA)</i> - <i>Aircraft Maintenance Manuals (AMM)</i> - <i>Maintenance Planning Document (MPD)</i>	Masa berlaku yang diatur Permenhub 57/2017 (2 tahun) disesuaikan dengan EU L 362/ I ( <i>unlimited</i> ) atau dilakukan audit berkala
Pelatihan SDM	CASR Part 147  ( <i>Training Organization Approval</i> )	Penyetaraan masa berlaku yang diatur Permenhub 84/2017 (2 tahun) disesuaikan dengan EU L 362 /IV ( <i>unlimited</i> ) atau dilakukan audit berkala

### 9.3 Fasilitas Riset, Rancang Bangun, dan Pengujian

### 9.3.1 Contoh Implementasi Kerja sama Riset & Pengembangan

Pembangunan fasilitas riset dan pengembangan bertujuan untuk mengembangkan serta melakukan validasi berbagai inovasi di bidang manufaktur industri kedirgantaraan. Banyak fasilitas riset dan pengembangan teknologi manufaktur kedirgantaraan yang berkembang di negara lain melalui berbagai kerja sama dan pendanaan antara pemerintah, perusahaan, dan perguruan tinggi. Beberapa contoh penerapan kerja sama riset dan pengembangan yang dapat dijadikan acuan antara lain:

1. **National Additive Manufacturing Innovation Klaster (NAMIC)** [16], di Singapura yang dibangun untuk menyiapkan Singapura akan revolusi industri 4.0 yang turut diinisiasi oleh teknologi *additive manufacturing (AM)* atau *3D Printing*. NAMIC berperan untuk (i) mengatur dan menerapkan strategi Singapura terkait produksi yang memanfaatkan teknologi AM; (ii) bertindak sebagai penghubung antara industri, pelaku penelitian, dan lembaga publik dengan mengidentifikasi teknologi dan perusahaan AM yang menjanjikan secara global; dan (iii) mendanai penelitian penerapan AM berdasarkan kebutuhan dan aplikasi sektor industri.

NAMIC memiliki 3 lokasi pengembangan (hub) yang terletak di Nanyang Technological University (NTU), National University of Singapore (NUS), dan Singapore University of technology and Design (SUTD) dan fokus kepada 6 area riset dan inovasi, yaitu manufaktur masa depan, kedirgantaraan dan pertahanan, kelautan dan lepas pantai, bangunan dan konstruksi, *biomedical and food*, dan elektronik. Kegiatan utama NAMIC adalah mendorong kolaborasi untuk mencapai kepemimpinan global/regional dalam teknologi AM, dengan mengkatalisasi ekosistem untuk pertumbuhan model bisnis baru berbasis teknologi AM. Selain itu, NAMIC juga membuat dan menyediakan platform untuk pengujian, pembelajaran, dan implementasi metodologi AM sehingga dapat mengembangkan standar AM untuk mempercepat penelitian dan adopsi industri, serta memberikan pelatihan dan sertifikasi bagi para profesional industri. Hal ini penting untuk mempercepat penerjemahan riset AM hulu ke dalam aplikasi komersial untuk industri dan mendampingi proses adopsi riset menjadi bisnis.

2. **Seletar Aerospace Park** [105] merupakan ekosistem dirgantara yang dibangun untuk mendukung visi Singapura menjadi pusat penerbangan global. Dari luas 320 Ha, 160 Ha digunakan untuk infrastruktur khusus yang didedikasikan bagi industri kedirgantaraan, dan sisanya digunakan untuk Bandara Seletar. *Seletar Aerospace Park* adalah rumah bagi klaster industri kedirgantaraan yang terdiri dari lebih dari 60 perusahaan multi-nasional, perusahaan lokal, serta komunitas lokal yang melibatkan 6.000 profesional serta aktivitas bisnis kedirgantaraan lainnya. Kegiatan utama yang dilakukan di *Seletar Aerospace Park* meliputi pembuatan dan perakitan komponen dan sistem pesawat terbang, AMO/MRO, bisnis penerbangan umum, kegiatan pelatihan, serta riset dan pengembangan terkait industri dirgantara. Selain itu, *Seletar Aerospace Park* juga memiliki spektrum solusi luar angkasa untuk memenuhi kebutuhan perusahaan multinasional, UKM, dan perusahaan baru di seluruh tahap pertumbuhan mereka. Disisi lain, JTC AeroSpace menawarkan ruang modular berbasis lahan “*plug-and-play*” bagi perusahaan untuk mengatur operasi mereka dengan cepat dan JTC Aviation One and Two dengan banyak tenant menyediakan ruangan kecil untuk UKM. Selain itu Singapura juga turut membangun berbagai kerja sama strategis lainnya di

bidang kedirgantaraan seperti kerja sama riset antara SUTD, *Economic Development Board*, Politeknik Temasek di Singapura dan Airbus di project *Hangar of the future* [47]. Dengan menerapkan berbagai *emerging technologies*, Singapura juga memfasilitasi peningkatan produktivitas operasional AMO/MRO untuk bersaing dengan negara Asia Tenggara lainnya (Indonesia, Thailand, Filipina), dimana biaya tenaga kerja lebih rendah.

3. ***Aerospace Malaysia Innovation Centre (AMIC)*** [106] merupakan organisasi yang didirikan pada tahun 2011 dengan pelibatan industri global serta institusi akademik yang berfokus pada riset dan pengembangan teknologi kedirgantaraan masa depan. Dengan hubungan langsung ke Perdana Menteri Malaysia serta CTO Airbus Group, AMIC memiliki komite khusus yang terdiri dari anggotanya yang bertugas untuk mendefinisikan strategi AMIC. Anggota utama AMIC, yaitu Airbus, Rolls Royce & CTRM, memiliki peran besar untuk mengarahkan riset. Terdapat 3 area riset yang diprioritaskan yaitu “*Sustainable Aviation*”, “*Factory of The Future*”, dan “*Training of The Future*”. Salah satu bentuk nyata riset AMIC adalah bahan bakar jet dari *microalgae*, manufaktur material komposit dengan cara yang inovatif, serta *green materials* untuk digunakan di sektor penerbangan (*sustainable aviation*), serta penerapan industri 4.0 dalam Airbus Malaysia Digital Initiative yang didasari pada kerja sama dengan Airbus (*Factory of the Future & Training of the Future*). AMIC juga menunjuk Universiti Putra Malaysia sebagai institusi yang mengkoordinir dan menggunakan SDM pakar serta sebagai perantara yang menjembatani berbagai anggota AMIC di berbagai proyek mereka.
4. ***Switzerland Innovation*** [107] merupakan ekosistem teknologi tinggi yang menghubungkan antara pihak industri dan institusi pendidikan tinggi di Swiss. Platform ini bertujuan untuk mewujudkan kolaborasi serta menghasilkan investasi RD&D dari dalam dan luar negeri. Switzerland Innovation juga melokalisasi perusahaan asing, serta mitra penelitian yang menciptakan lapangan kerja dan mengembangkan produk, layanan, dan proses baru yang dapat dipasarkan agar memberikan manfaat bagi masyarakat Swiss. Pengembangan hasil riset dan penelitian dilakukan dengan mengintegrasikan *start-up* berbasis riset sehingga dapat segera menghasilkan solusi yang dapat dipasarkan, menciptakan kondisi yang menarik untuk kelompok penelitian. *Start-up* juga berperan sebagai katalisator untuk melokalisasi perusahaan yang mapan, meningkatkan daya tarik dan daya saing melalui profil kompetensi yang jelas di lokasi serta kondisi dan layanan yang sangat baik untuk pelanggan. Switzerland Innovation memiliki fokus pada 5 bidang inovasi, yaitu *health and life science*, *computer and computational science*, *energy*, *natural science*, and *environment*, *mobility and transportation*, dan *manufacturing and materials* di 5 lokasi pengembangan yaitu Taman Zurich, Taman Innovaare, Taman Basel Area, Taman Biel/Bienne, Taman Network West EPFL.

Tabel 9-3. Implementasi Fasilitas Riset, Rancang Bangun, dan Pengujian

Aspek	NAMIC	Seletar Aerospace Park	AMIC	Switzerland Innovation
Tujuan	Menghubungkan industri, pelaku penelitian, dan lembaga publik terkait inovasi di bidang AM.	Menciptakan rumah bagi kluster industri kedirgantaraan yang terdiri dari lebih dari perusahaan multi-nasional dan perusahaan kedirgantaraan lokal	Menghubungkan pelaku industri dan institusi pendidikan untuk riset & pengembangan di bidang dirgantara Malaysia	Membentuk ekosistem inovasi bagi perusahaan domestik dan internasional dengan universitas dan lembaga pendidikan tinggi.
Area Inovasi/ Riset/ Sektor Fokus	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manufaktur masa depan</li> <li>• Dirgantara dan pertahanan</li> <li>• Kelautan dan lepas pantai</li> <li>• Bangunan dan konstruksi</li> <li>• Biomedical and Food</li> <li>• Elektronik.</li> </ul>	Industri Kedirgantaraan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produksi bahan bakar jet dari <i>microalgae</i></li> <li>• Manufaktur material komposit inovatif</li> <li>• <i>Green materials</i> untuk industri penerbangan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Health and life science</i></li> <li>• <i>Computer and computational science</i></li> <li>• <i>Energy, natural science, and environment</i></li> <li>• <i>Mobility and transportation</i></li> <li>• <i>Manufacturing and materials</i></li> </ul>
Entitas/ Stakeholder	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perusahaan produsen dan konsumen</li> <li>• Pemerintah</li> <li>• Peneliti Lembaga Pendidikan Tinggi</li> <li>• Investor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perusahaan multi nasional</li> <li>• UKM bidang kedirgantaraan</li> <li>• Komunitas kedirgantaraan lainnya</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Industri (Airbus, Rolls Royce, CTRM, dll.)</li> <li>• Institusi pendidikan</li> <li>• Pemerintah Malaysia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perusahaan</li> <li>• Pemerintah</li> <li>• Peneliti dari Universitas dan Lembaga Pendidikan Tinggi</li> <li>• Investor</li> </ul>
Lokasi Pengembangan	Nanyang Technological University (NTU), National University of Singapore (NUS), dan Singapore University of technology and Design (SUTD)	Kawasan Selatar, Singapura	Selangor, Malaysia	Taman Zurich, Taman Innovaare, Taman Basel Area, Taman Biel/Bienne, Taman Network West EPFL

### 9.3.2 Potensi Kerja Sama Riset, Rekayasa, dan Rancang Bangun Dirgantara di Indonesia

Fasilitas riset, rancang bangun dan pengujian yang telah dibentuk secara umum perlu melibatkan entitas utama peneliti dari universitas dan lembaga pendidikan tinggi, perusahaan yang dapat merangkap menjadi produsen produk komersial, konsumen produk hilir hingga menjadi investor serta pemerintah yang dapat berperan dalam pembentukan badan penghubung antar entitas, penyedia fasilitas hingga bantuan pembiayaan. Fasilitas RD&D harus menjadi ujung tombak bagi pengembangan industri kedirgantaraan di dalam negeri.

Pada Rakornas Penguatan Inovasi 2019 beberapa rekomendasi yang perlu menjadi perhatian, yaitu:

1. Sinkronisasi dan harmonisasi kebijakan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dengan kebijakan di bidang ekonomi, industri dan pendidikan, dalam rangka penguatan inovasi nasional;
2. Pengadaan Pemerintah menjadi penggerak penguatan inovasi sesuai dengan amanat Undang – Undang;
3. Mendorong proses alih teknologi dalam rangka mempercepat penguatan kapasitas inovasi nasional melalui antara lain: *technology acquisition*, pembelian lisensi dan *turnkey project*;
4. Peraturan dan model bisnis yang kondusif untuk terciptanya ekosistem inovasi yang lebih baik dalam proses alih teknologi dari lembaga litbangyasa untuk terciptanya *spin – off* industri;
5. Berperan sebagai *collaboration hub* dalam menjalankan program *flagship* Nasional/Program Strategis dengan *budgeting power* sebagai wahana alih teknologi;
6. Membangun *competitive edge* dengan menciptakan “*the same level of playing fields*” bagi produk inovasi nasional;
7. Insentif dan lingkungan maturisasi produk inovasi (*sandboxing*), serta dikembangkan regulasi TKDN dan SNI produk inovasi;
8. Pengelolaan kegiatan maturisasi produk inovasi dengan membentuk *Project Management Office* (PMO) yang beranggotakan wakil Kementerian/Lembaga dan pihak – pihak terkait inovasi lainnya;
9. Mendorong BUMN menjadi salah satu pelaku dalam memberikan dampak ekonomi besar dengan melibatkan peran lembaga iptek dalam pengembangannya; dan
10. Skema *venture capital* dan asuransi teknologi serta kebijakan fiskal yang mendukung penguatan inovasi.

Rencana PT DI untuk membangun kerja sama dengan Institut Teknologi Bandung, Turkish Aerospace Industry dan the Boeing Company diharapkan dapat didukung Pemerintah untuk menindaklanjuti rekomendasi tersebut di atas. Hasilnya tidak saja dapat diwujudkan dalam *engineering office* dan *center of excellence*, tapi juga dalam bentuk kerja sama riset untuk kemajuan industri kedirgantaraan nasional di masa yang akan datang.

## 9.4 Skema Kemitraan Ekosistem Industri Dirgantara

Setelah transfer teknologi pada era B. J. Habibie dalam periode 40 sampai dengan 20 tahun yang lalu, seperti yang ditampilkan di Gambar 9-1, saat ini di Indonesia setidaknya menjalankan dua strategi untuk mencapai kemandirian teknologi yang dicita-citakan, yaitu:

1. Strategi dengan melakukan rekayasa dan rancang bangun secara mandiri, seperti yang dilakukan pada proyek N219 sekarang dan yang nantinya akan dilanjutkan dengan N245, N219A dan R80.
2. Strategi dengan melakukan rekayasa dan rancang bangun, modal bersama dengan mitra, baik di dalam negeri maupun di luar negeri, seperti pada proyek kemitraan KFX/IFX yang dilakukan oleh PT DI dengan KAI Ltd, Korea Selatan; proyek kemitraan dengan CASA melalui NC212 dan CN235;

### Tiga Strategi dalam Penguasaan Teknologi Kedirgantaraan



**Kemitraan strategis**, yaitu strategi mengundang mitra dari negara yang menguasai teknologi tinggi untuk berinvestasi dan memindahkan kompetensi teknologi tingginya di Indonesia untuk mempercepat penguasaan teknologi di dalam negeri.

Konsep kemitraan strategis dapat dilakukan melalui 4 strategi:

Menghadirkan **Global Player di Indonesia** sehingga Indonesia dapat menjadi bagian dari *Global Supply Chain*

Meningkatkan **kerja sama Indonesia dengan OEM terkait RD&D dan pembangunan rantai pasok**, terutama untuk komponen pendukung *Aerostructure* dan *Engine*

Menyiapkan **ekosistem industri digital, ekosistem RD&D, keahlian non-teknis, dan layanan purna jual dalam kemitraan**

Memperkuat **ekosistem industri dirgantara** serta **skema insentif** yang lebih menarik dari negara lain

Gambar 9-1: Strategi Penguasaan Teknologi Dirgantara [108]

Strategi lain yang bisa ditempuh dan telah terbukti efektif diterapkan oleh negara-negara tetangga yaitu mengundang mitra dari negara yang menguasai teknologi tinggi untuk berinvestasi dan memindahkan kompetensi teknologi tingginya di Indonesia melalui kemitraan strategis. Langkah ini telah dirintis oleh PT DI melalui rencana kemitraan the Boeing Company untuk pendirian Boeing Design Center di Indonesia. Strategi ini menjadi kunci untuk mempercepat penguasaan teknologi tinggi serta membawa dampak yang cukup besar dalam perekonomian di dalam negeri. *Strategic partnership* atau kemitraan strategis seperti ini juga merupakan cara efektif bagi perusahaan untuk berbagi keahlian, mendapatkan modal, dan sumber daya.

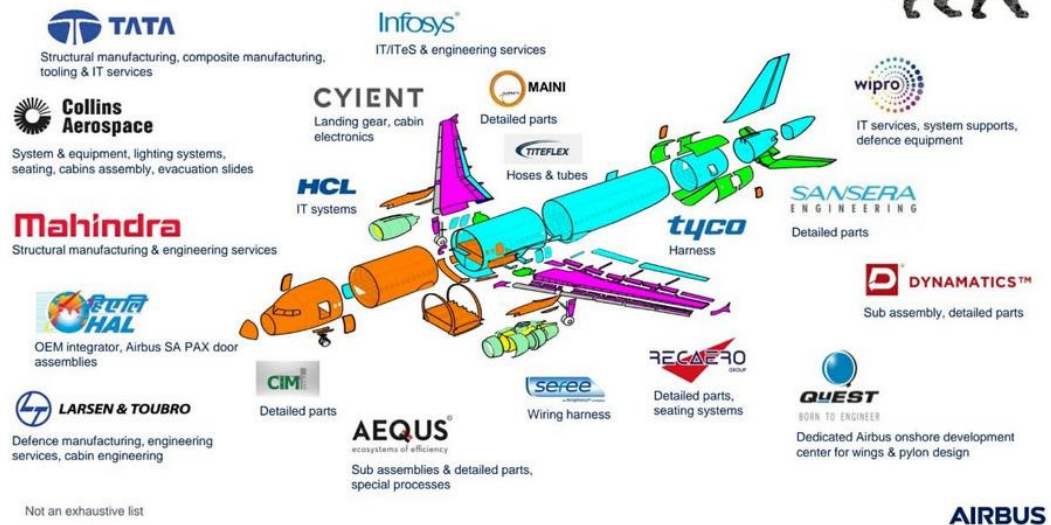
#### 9.4.1 Contoh Kasus Skema *Strategic Partnership*

##### 9.4.1.1 Make in India

Selama beberapa dekade, teknologi dan pengetahuan dari perusahaan telah menjadi katalisator pertumbuhan sektor kedirgantaraan sipil India dan mendukung modernisasi angkatan bersenjata. Modalitas ini kemudian diungkit lebih tinggi oleh Perdana Menteri India yang pada tahun 2014 meresmikan inisiatif "*Make In India*" [109, 110] yang bertujuan untuk mendirikan India *global manufacturing hub*, dengan cara mendorong perusahaan lokal dan multinasional di India untuk memproduksi produk mereka di India. Salah satu sektor yang mendapat dukungan adalah sektor kedirgantaraan dengan cara menjalin kerja sama langsung dengan OEM global.

Didorong oleh inisiatif ini, Airbus meningkatkan kemitraannya untuk layanan *sourcing*, teknik, inovasi, pemeliharaan, dan pelatihan sehingga berhasil berkontribusi pada peningkatan portofolio produk India secara global. Saat ini, pengadaan tahunan Airbus dari India tersebut melampaui USD 650 juta dari lebih dari 45 pemasok India yang menyediakan layanan teknik dan IT, *aerostructures*, material, dan kabin untuk beberapa pesawat terkemuka Airbus. Pemasok - baik publik maupun swasta - mempekerjakan lebih dari 7.000 orang, termasuk 1.500 insinyur yang mengerjakan proyek.

## Airbus 'Make in India' Partnerships



Gambar 9-2. Kemitraan Strategis Airbus dan Rantai Pasok di India [111]

Selain aktivitas rekayasa dan rancang bangun serta RD&D yang terintegrasi, terjalinnya ekosistem rantai pasok yang cukup lengkap di India sehingga dapat memasok berbagai komponen serta sistem komponen secara utuh menjadi salah satu daya tarik untuk terus mengembangkan kemitraan di India. Selain itu, SDM *engineer* India cukup banyak yang terserap pada manufaktur sehingga Airbus juga bermitra untuk melakukan pelatihan kerja tetap terlibat dalam proyeknya. Pelatihan dan pendampingan intensif memastikan keterampilan pekerja selalu mutakhir dan sesuai dengan standar Airbus. Kerja sama dengan basis pemasok di India memainkan peran utama dalam mendorong pertumbuhan dan meningkatkan daya saing rantai nilai Airbus dan ekosistem dirgantara di India.



Gambar 9-3: Ragam bentuk kemitraan Boeing di India [112]

Selain Airbus, Boeing sebagai perusahaan kompetitor Airbus juga memiliki kerja sama yang kuat dengan pemerintah India pada inisiatif “Make in India” [112]. Boeing memiliki pusat riset dan

teknologi di India (Boeing India Engineering & Technology Center) yang terus berkembang dan membuka banyak lapangan kerja di Bengaluru dan Chennai. Kini Boeing sendiri memiliki 3.500 pekerja di India dan telah berhasil untuk membantu meningkatkan rantai pasok komponen penerbangan di India baik di sektor komersial maupun militer.

Skema *partnership* yang diusung Boeing di India mampu membantu membuka 7.000 pekerjaan tambahan untuk lebih dari 200 *supplier partners*. Kemitraan Boeing di India mencakup bidang IT, produksi, *engineering services*, serta institusi akademik. Selain itu, juga dibentuk kerja sama di bidang RD&D dengan perusahaan lokal. Hal ini menghasilkan lebih dari US 1 miliar dalam bentuk *annual sourcing* yang dibelanjakan oleh Boeing di India. Sebagai contoh adalah kerja sama dengan Tata Advances Systems untuk produksi CH-47 Chinook Crown & Tailcone Assembly, AH-64 Apache Secondary Structures, AH-64 Vertical Stabilizer dan 777 Uplock Box.

Kehadiran duapolis kekuatan besar dirgantara dunia, Airbus dan Boeing, serta *global key player* lainnya di India menjadikan kapasitas dari ekosistem kedirgantaraan lokal India terbangun dari sisi *upscaling* dan *upgrading* secara integral dengan teknologi kedirgantaraan dunia terkini.

#### 9.4.1.2 Strategic Partnership Embraer

Kemitraan strategis oleh Embraer [113] dilaksanakan setelah kebijakan Pemerintah Brazil untuk melaksanakan deregulasi dan privatisasi BUMN milik Brazil pada tahun 1994, termasuk perusahaan pesawat terbang Embraer. Padahal saat itu, Embraer tengah mengembangkan pesawat terbang yang produknya akan dibeli oleh negara-negara Amerika Selatan lainnya. Karena tidak lagi memiliki saham pemerintah dan memiliki sumber pembiayaan terbatas, Embraer perlu mengurangi siklus RD&D dan mempercepat komersialisasi produk pesawat. Selain kebutuhan sumber daya, Embraer juga perlu meningkatkan peluang pasar melalui kemitraan pengembangan dan produksi di tingkat global.

Kemitraan strategis menjadi pilihan Embraer karena memiliki kapabilitas dalam desain dan produksi pesawat komersial. Beberapa faktor yang menentukan keberhasilan Embraer antara lain:















































































1. **Menggunakan teknologi informasi.** Embraer menggunakan *virtual reality center* dan *electronic mock-up* untuk meningkatkan kualitas kerja tim dalam mengerjakan proyek jarak jauh. Hasil dari pelaksanaan pada tahun 1990-2010 telah meningkatkan kemudahan pembangunan kemitraan strategis dengan kebutuhan teknologi informasi untuk manajemen proyek dan melakukan;
2. **Memiliki keahlian desain dan teknologi inti.** Karyawan Embraer telah memiliki keahlian RD&D dan produksi, yang diperkuat dengan kemampuan manajemen proyek dan dukungan teknis di tingkat global untuk menjaga kestabilan rantai pasok dan produksi *just-in-time*; dan
3. **Memiliki keahlian negosiasi, teknis, dan layanan purna jual.** Embraer menyusun persyaratan, tanggung jawab, dan spesifikasi teknis desain sehingga kerja sama bermanfaat bagi seluruh mitra dalam partisipasi proyek, investasi, anggaran, serta tingkat risiko. Skema kerja sama ditawarkan dalam layanan suku cadang, asuransi, dan pelatihan yang relevan dengan kebutuhan mitra.

Selain itu, Embraer juga menyepakati di awal tentang pembagian tanggung jawab dalam kerja sama untuk menghindari terjadinya *conflict of interest* saat pelaksanaan kerja sama. Pembagian tanggung jawab kemitraan dengan Embraer antara lain:

1. **Sebesar 36 persen risk sharing partners** dalam pendanaan proyek dan risiko keuangan, berpartisipasi dalam desain dan *value added* teknologi (Eropa, Amerika, Jepang);
2. **Sebesar 57 persen pemasok internasional** menyediakan sistem, suku cadang, komponen dan layanan. *Supplier* memiliki opsi berpartisipasi untuk investasi RD&D, untuk *share* penjualan, atau hanya dibayar berdasarkan kontrak per proyek; dan
3. **Sebesar 7 persen pemasok Brasil** Embraer memiliki pemasok *outsourcing* domestik berdasarkan kontrak per proyek untuk sistem rekayasa, perawatan mesin dan kimia, serta layanan produksi/*finishing*.

#### 9.4.2 Perbandingan Strategi Kemitraan Dirgantara di Asia Pasifik

Tabel 9-4. Perbandingan Kemitraan OEM dengan Negara Asia Pasifik [114]

Kerja sama OEM di Asia Pasifik		India	China	Singapura	Malaysia	Indonesia
Riset dan Pengembangan		 	 	 		
Kegiatan Inovasi		 	 	 		
Rekayasa	Desain Analisis Pengembangan	 	 	 	 	 Joint D&D CN235  Design IFX/KFX
Rantai Pasok Pesawat Terbang		 	 	 	 	
Manufaktur dan Produksi Komponen Pesawat Terbang		 		 	 	 Production Under License BO-105, SA330, AS332 Fuselage & Tailboom Mk2/H225 Customization & Completion Center AS332/EC725/ H225, AS365/565, EC135, AS350/550/555  Production Under License NC212-100/200 Component Production NC212i, CN235, C295 Component Production A320, A321A350, A380  Production Under License Bell 412 SP/HP Component & Tailboom Bell 412, Huey Customization & Completion Center Bell 412 EP  Tidak aktif
Perakitan Akhir Pesawat Terbang ( <i>Final Assembly Line</i> )		 Tidak aktif	 			 Assembly Line NC212i, CN235 Final Assembly CN295
Pelatihan Pilot dan Penerbangan		 	 	 	 	 
Pelatihan dan Aktivitas MRO		 	 	 		 Service Center NBO-105, NSA-330, NAS332/EC725, AS365/565, EC135, AS350/550/555  Service Center CN295  Service Center Bell 412
Pendidikan		 	 	 	 	N/A
Nilai Kerja sama (per tahun)		\$500 juta (2015) \$2 milyar (2020)	\$500 juta (2015)	\$700-800 juta	\$500 juta	N/A
		\$1 milyar (2018)	\$0.7-1 milyar (2018)	N/A	\$271 juta ( <i>offset</i> 7 tahun)	N/A
Pertambahan tenaga kerja lokal		6.000+ termasuk 1.500 insinyur	1.900+	700+	500+	N/A
		7.000+	6.000+	(est) 300	N/A	N/A

Tabel 9-4 menunjukkan bahwa kemitraan strategis di industri kedirgantaraan di negara-negara tetangga dengan *global players* seperti Boeing dan Airbus sudah mencakup aspek yang menyeluruh dari hulu hingga ke hilir. Tak hanya pembuatan (*manufacturing*) komponen dan perawatan pesawat (MRO), skema kemitraan juga mencakup aspek rekayasa dan rancang bangun, riset teknologi tinggi,

dan bahkan pengembangan inovasi terkini dari *global player*. Indonesia saat ini masih tertinggal jauh dibandingkan dengan negara-negara tetangga dalam penguasaan teknologi tinggi di bidang dirgantara melalui kemitraan strategis.

Kemitraan strategis yang dimiliki Indonesia saat ini dengan *global players* di bidang dirgantara tidak menunjukkan nilai ekonomi yang signifikan saat dibandingkan dengan nilai dan cakupan kerja sama yang dilakukan oleh dua negara tetangga Indonesia, yaitu Malaysia dan Singapura. Indonesia tidak memiliki kerja sama dalam hal riset dan pengembangan, serta rantai pasok pesawat terbang. Kerja sama saat ini dalam hal rekayasa dan desain (*supplier aerostructure, fuselage, wing* untuk OEM global) dan rekayasa analisis yang sudah relatif lama. Namun perkembangan dalam satu terakhir menunjukkan tren yang positif bagi Indonesia untuk mengejar ketertinggalannya. Selepas kerjasama dalam rekayasa dan rancang bangun bersama dengan CASA dalam program CN235 di tahun 1978, PT DI saat ini sudah memulai kerja sama dengan Airbus untuk pengembangan *aerostructure* di Indonesia. PT DI juga sedang menjajaki kemitraan strategi dengan the Boeing Company untuk mendirikan *Boeing Design Center* di Indonesia. Kerja sama yang dibangun dengan Turkish Aerospace Industry yang melibatkan ITB juga diharapkan dapat memperkuat kapabilitas dalam mengampu pengerjaan proyek-proyek industri kedirgantaraan yang didukung transfer pengetahuan, serta riset dan inovasi.

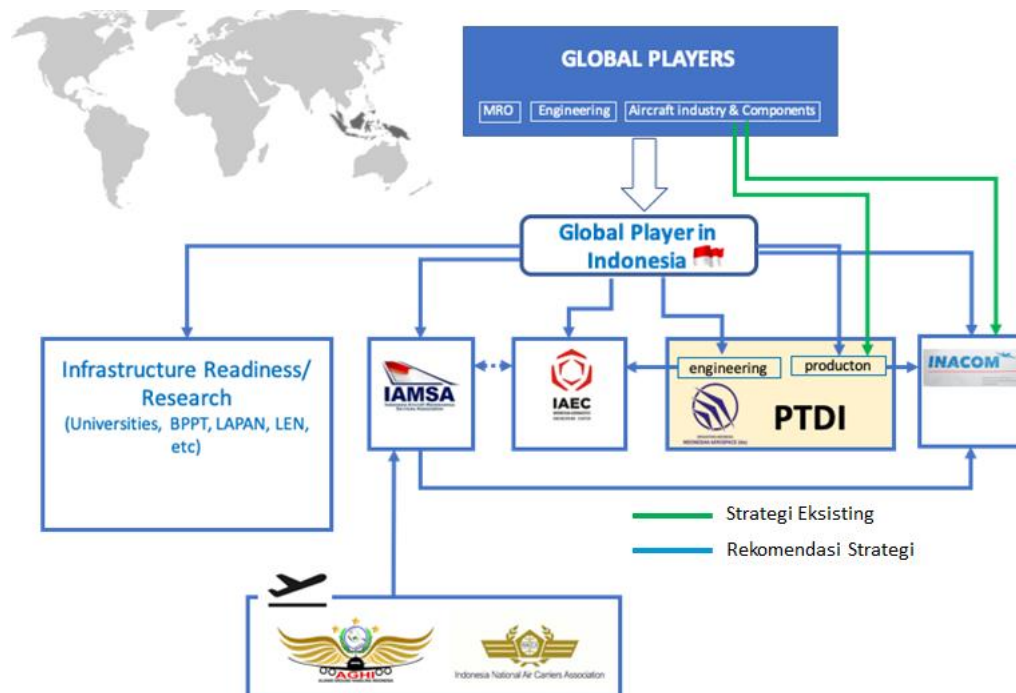
Dengan melakukan *strategic partnership* langsung dengan *global players*, Indonesia dapat mempercepat keterlibatannya dalam pengembangan teknologi terkini dalam rekayasa dan rancang bangun pesawat masa depan. Hal ini juga dalam waktu yang bersamaan akan turut melengkapi rantai pasok domestik. Keterlibatan dalam kegiatan inovasi dan RD&D dengan *global player* tidak hanya akan meningkatkan nilai tambah produksi (*intangible*), namun juga menjadi dasar pengembangan komponen pesawat terbang dalam negeri, dengan tanpa harus diadakan program pengembangan pesawat terbang sendiri, yang memakan banyak biaya. Kegiatan RD&D untuk teknologi dan inovasi tidak harus bergantung pada kepentingan pengembangan pesawat terbang di Indonesia saja. Sebagai contoh, Airbus mendirikan BizLab Bengaluru [115] di India sejak 2015 sebagai akselerator ekosistem di bidang inovasi dengan *global players*, dimana *start-up* lokal India dan intrapreneur Airbus dapat bertemu di dalam satu ekosistem untuk mempercepat transformasi ide-ide inovatif menjadi bisnis yang mempunyai nilai tambah. Hingga saat ini, Airbus Bizlab sudah menghasilkan lebih dari 2.000 *start-up* dan kerja sama antar bisnis (B2B) di India.

Kerja sama strategis Airbus dengan China dalam FAL untuk membangun pesawat *single aisle* dan *wide body* mencapai nilai optimum di mana sejak Airbus meresmikan fasilitas Perakitan Akhir (FAL) di Tianjin, China, sudah lebih dari 380 pesawat jet dari A320 telah dikirimkan dari lokasi tersebut ke pelanggan maskapai penerbangan di China dan internasional, menjadikan FAL di Tianjin yang telah mempekerjakan lebih dari 750 insinyur dan teknisi lokal China sebagai bagian dari *global supply chain* Airbus dan sebagai satu dari empat lokasi global sekaligus partner strategis Airbus untuk perakitan pesawat jet komersial A320, di luar Eropa dan US, serta bergabung dengan lokasi Airbus lainnya seperti di Toulouse, Prancis; Hamburg, Jerman; dan Mobile di negara bagian Alabama, AS.

Kerja sama yang terjalin juga secara langsung berdampak pada peningkatan kualitas SDM lokal. Dengan bersentuhan dengan pengembangan teknologi terkini di bidang kedirgantaraan, terlibat langsung dalam pengembangan inovasi yang akan digunakan untuk pesawat masa depan, serta

terbiasa dengan metode bekerja sesuai standar global, kualitas SDM lokal akan meningkat dan akan mampu untuk berkontribusi secara konkret dalam realisasi proyek dari inovasi *proof-of-concept* menjadi produk manufaktur yang diproduksi secara industrial dengan kualitas tersertifikasi yang teruji di global.

#### 9.4.3 Rekomendasi Strategi Kemitraan



Gambar 9-4 Rekomendasi Strategi Kemitraan

Kehadiran *global player* (baik OEM maupun Tier 1) di Indonesia akan mendorong kegiatan dengan teknologi dengan *state-of-the-art* dan standarisasi global di Indonesia. Selain itu, investasi dari perusahaan global juga akan melengkapi strategi pengembangan kedirgantaraan di Indonesia yang saat ini lebih banyak didorong oleh ‘Penguasaan teknologi kedirgantaraan dengan cara membuat pesawat sendiri’ (Strategi no. 1) dan mendorong *risk-sharing* dengan *partner* (Strategi no.2). Untuk dapat mengembangkan ekosistem kedirgantaraan Indonesia secara menyeluruh dan terintegrasi, *global players* di industri aviasi global perlu diundang dengan skema *strategic partnership* untuk dapat secara sinergis mengembangkan ekosistem kedirgantaraan di Indonesia, serta mengembangkan teknologi dirgantara di Indonesia. Langkah-langkah strategis dalam mewujudkan pengembangan industri dirgantara berdaya saing antara lain:

1. Meningkatkan kemitraan strategis jangka panjang (*long term strategic partnership*) dan investasi yang saling menguntungkan dengan industri dirgantara besar di dunia, khususnya dalam bidang rekayasa dan rancang bangun (*engineering*), produksi dan manufakturing, *Maintenance Repair and Overhaul* (AMO/MRO) serta inovasi riset dan teknologi sehingga akan menumbuhkan kemampuan rekayasa dan rancang bangun (*engineering*) dirgantara Indonesia dengan lebih cepat. Beberapa upaya yang bisa dilakukan sbb:

- a. Menerapkan kebijakan yang kondusif untuk menarik *global players* untuk bermitra secara strategis dengan industri nasional, seperti insentif pajak, penyiapan infrastruktur, dan kepastian hukum; dan
  - b. Menerapkan kebijakan dan memberikan arahan strategis untuk membentuk kolaborasi yang efektif dan berkelanjutan antarpada pelaku industri dirgantara nasional dan dengan *global partner*.
2. Membangun iklim ekosistem yang kuat dengan membentuk dan menunjuk badan yang bertindak sebagai perwakilan dan atas nama pemerintah Indonesia yang bertindak sebagai integrator *stakeholders* kedirgantaraan di Indonesia untuk meningkatkan daya saing global dalam penguasaan teknologi tinggi;
  3. Mendorong terjadi kerja sama/kemitraan strategis untuk setiap pemesanan pesawat baru oleh pemerintah Indonesia maupun swasta yang beroperasi di Indonesia, berupa paket pekerjaan rekayasa rancang bangun, sehingga memberikan nilai tambah bagi peningkatan dan pembangunan kemampuan rekayasa dirgantara di Indonesia;
  4. Mendorong perusahaan BUMN, UKM dan swasta yang bergerak di bidang industri pesawat terbang untuk menjadi *first supplier* dari perusahaan penguasa teknologi tinggi dunia seperti Airbus dan Boeing, sehingga:
    - a) Membangun kompetensi SDM Indonesia, dengan terlibat langsung dalam penguasaan teknologi tinggi dirgantara dunia saat ini (*update dan upgrade*);
    - b) Mendorong entitas *stakeholder* kedirgantaraan Indonesia untuk mampu bersaing dalam kompetisi global dalam bidang rekayasa dan rancang bangun pesawat yang berteknologi tinggi di dunia; dan
    - c) Mendorong entitas perawatan pesawat di Indonesia (seperti GMF) untuk meningkatkan kapasitas dan *capability*nya dengan memiliki sertifikasi EASA dan FAA dalam *major modification* sehingga mampu bersaing dalam kompetensi global dan merebut kembali market AMO/MRO ke Indonesia.
  5. Mengajak *global player* di dunia kedirgantaraan (seperti Boeing, Airbus, Safran, Rolls Royce, dll) untuk berinvestasi, membangun dan memindahkan kompetensi rekayasa dan rancang bangunnya ke Indonesia. Dengan demikian terjadi *transfer of knowledge* dan SDM Indonesia terlibat langsung dalam teknologi tinggi baru dalam rancang bangun *future aircraft*.

# 10

## SKEMA PEMBIAYAAN DAN PENGEMBANGAN KEMITRAAN INVESTASIS



## BAB 10 Skema Pembiayaan dan Pengembangan Kemitraan Investasi

### 10.1 Tantangan dan Alternatif Skema Pembiayaan

Industri manufaktur merupakan industri padat modal, terlebih dengan kebutuhan fasilitas, kemajuan teknologi, serta kebutuhan proyek riset dan pengembangan industri yang semakin cepat berubah. Sektor industri manufaktur membutuhkan pinjaman dalam jumlah besar, tenor panjang, dengan tingkat bunga rendah. Namun kondisi keuangan dan tantangan pembiayaan di Indonesia masih cukup banyak, antara lain sebagai berikut:

1. **Ongkos pembiayaan (*cost of fund*) tinggi.** Kondisi fiskal Indonesia yang terbatas serta biaya utang (*cost of debt*) dan biaya modal (*cost of equity*) yang sangat tinggi menyebabkan bunga pinjaman Indonesia ke nasabah sangat tinggi dibandingkan negara Asia Tenggara lainnya;
2. **Pasar modal yang dangkal.** Nilai obligasi (*market bond*) Indonesia termasuk cukup dangkal (16 persen PDB) dibandingkan negara lain seperti Malaysia (24 persen PDB) [155]. Berkaitan dengan kondisi keuangan yang dangkal dan pembiayaan hutang yang tinggi, skema pembiayaan pinjaman untuk tenor jangka panjang menjadi terbatas dan pembiayaan berdasarkan hutang sulit dilakukan, terutama untuk pembiayaan proyek.;
3. **Pemerintah belum memiliki prioritas pengembangan industri untuk meningkatkan akses perbankan.**

Tantangan ini memiliki dua sisi dari pengalaman industri maupun pengalaman bank. Berdasarkan pengalaman industri, penjaminan berupa aset tetap sulit dipenuhi, jarang ditemui jenis pinjaman berdasarkan proyek, serta untuk pemenuhan modal kerja, jumlah pinjaman yang diterima rata-rata hanya <80 persen dari jumlah yang dibutuhkan karena ketersediaan uang perbankan (*money supply*) yang rendah. Sementara berdasarkan pengalaman perbankan, permintaan dari industri manufaktur rendah, menghasilkan tingkat return rendah, serta industri yang tidak memiliki nilai aset yang cukup sebagai penjaminan pinjaman. Dengan pengalaman yang berulang, perbankan menghindari risiko tinggi dalam memberikan pinjaman kepada industri manufaktur dan mengalihkan alokasi pinjaman untuk industri lainnya (misalnya *real estate*). Selain itu, industri kedirgantaraan di Indonesia kurang berkembang sehingga rekam jejak pinjaman tidak tersedia.

#### 4. **Fluktuasi mata uang IDR terhadap USD**

Dengan upaya Pemerintah Indonesia untuk menarik investasi asing, belum ada upaya untuk menjamin nilai investasi masuk (dalam nilai USD) memiliki pengembalian investasi dapat diterima dengan nilai USD yang setara. Walaupun suku bunga investasi yang ditawarkan pada berbagai instrument pasar keuangan di Indonesia cukup menarik, namun dengan fluktuasi nilai mata uang Rupiah terhadap USD dan tanpa tersedianya jaminan nilai mata uang, menjadikan iklim berinvestasi di Indonesia kurang menarik.

5. **Instrumen Pemerintah terbatas pada APBN (likuiditas terbatas) & PMN (meningkatkan risiko nilai aset BUMN).** Pembiayaan langsung terhadap industri dianggap belum terlalu penting. Apabila sektor yang dibina dianggap prioritas, maka sektor tersebut beserta proyek/program didalamnya diasumsikan perlu diambil alih oleh BUMN. Strategi pembiayaan BUMN untuk sektor strategis tersebut dilakukan melalui optiasi implementasi Perpres No. 118/2020 tentang Pengadaan Teknologi Industri melalui Proyek Putar Kunci (*Turnkey*). Namun perlu diperhatikan pola pembiayaan kepada BUMN untuk sumber pembiayaan yang berasal dari APBN karena likuiditas yang terbatas. Akibatnya, pembiayaan proyek dengan *cost overrun* seringkali tidak dapat dibiayai pada periode selanjutnya karena kepercayaan proyek menurun. Selain itu, pembiayaan melalui Penyertaan Modal Negara (PMN) meningkatkan risiko aset BUMN. Terlebih lagi, pembiayaan kepada BUMN dengan status Tbk melalui PMN dapat mengurangi nilai aset yang dimiliki *stakeholder* non-pemerintah.

Industri manufaktur di Indonesia tidak lagi dapat bertumpu pada kondisi pasar keuangan Indonesia untuk mendapatkan pinjaman investasi/modal kerja. Dalam rangka mengembangkan rantai nilai industri dan memperdalam struktur industri, perlu disusun skema pembiayaan industri sehingga dapat mendukung IKM secara masif. Penyediaan skema pembiayaan yang sangat mendesak membutuhkan intervensi dan komitmen Pemerintah untuk menyediakan skema khusus yang dapat menyediakan pinjaman dalam jumlah besar, tenor panjang, dan suku bunga rendah. Hal ini tidak hanya berlaku untuk industri yang dapat memperoleh pinjaman berbasis aset, namun juga kegiatan industri berbasis proyek (seperti kegiatan litbang industri). Di sisi lain, program pembiayaan tidak mengorbankan lembaga perbankan, sehingga ketentuan asuransi dan penjaminan juga perlu diperhatikan.

#### 10.1.1 Rekomendasi Dukungan Skema Pembiayaan

Beberapa alternatif solusi untuk tantangan tersebut di atas ditampilkan pada Tabel 10.1. Ilustrasi dari tiga skema pembiayaan terpilih adalah sebagai berikut.

##### 1. Skema Pembiayaan Industri

###### a. Skema *2-step backed finance*

Rekomendasi skema ini bertujuan untuk pembiayaan *cost of fund* perbankan dimana Pemerintah memberikan pinjaman kepada lembaga perbankan (*backed finance*). Skema ini serupa dengan Fasilitas Likuiditas Pembiayaan Perumahan (FLPP).

Kementerian Keuangan (sumber APBN) memberikan pinjaman dengan bunga rendah yang diberikan di awal. Pinjaman tersebut dicatat sebagai dana bergulir, disimpan pada “rekening khusus”. Bank menanggung seluruh risiko kredit sehingga diizinkan untuk memiliki margin atas dana rekening khusus (lebih menarik dari bunga deposito). Bank kemudian meneruskan pinjaman dana bergulir oleh Pemerintah kepada nasabah industri dengan suku bunga rata-rata dari rekening khusus dan suku bunga yang berlaku pasar. Bank membayar beban bunga kepada pemerintah setiap semester. Dana pemerintah yang mengendap dalam rekening khusus (*idle*) maupun nasabah gagal bayar (*non-performing loan*) dikenakan bunga (setara bunga deposito).

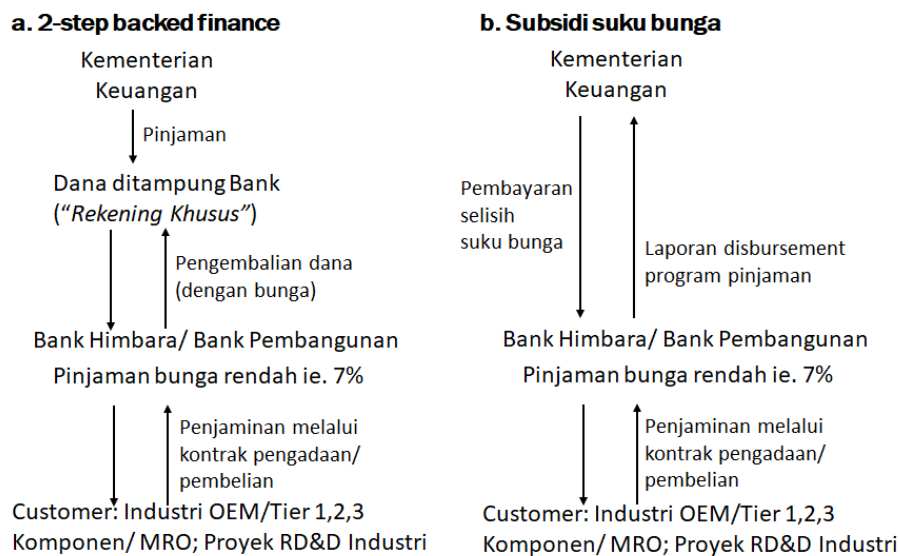
Tabel 10-1. Alternatif Instrumen dan Sumber Pembiayaan untuk Ekosistem Industri Kedirgantaraan Nasional

Dukungan Ekosistem Pembiayaan	Tantangan dan Kebutuhan Pembiayaan	Instrumen dan Sumber Pembiayaan
<b>Pengembangan industri dan rantai pasok produk dirgantara</b>	Pembiayaan IKM baru/modal kecil sehingga agunan tidak diterima oleh bank, agunan berupa kontrak kerjasama  Pembiayaan IKM berdasarkan proyek, dengan risiko keberhasilan proyek tidak diketahui	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembiayaan kredit perbankan melalui <i>on-lending/backed finance</i> (*)</li> <li>• Subsidi suku bunga bank (*)</li> <li>• Jaminan Pemerintah kepada bank yang memberikan kredit UKM (bentuk agunan dapat berupa <i>letter of sales agreement, letter of guarantee</i> dari KKIK)</li> <li>• Pinjaman bergulir dengan <i>grace period</i></li> </ul>
	Pembiayaan IKM untuk proyek, likuiditas rendah	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembiayaan langsung melalui kompetisi dalam bentuk yang diselenggarakan K/L dan BUMN</li> <li>• <i>Crowd funding</i></li> </ul>
	Penjualan dan ekspor	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembiayaan ekspor (<i>National Interest Account</i>)</li> <li>• Asuransi kredit ie. <i>letter of credit</i> (LC/SBLC)</li> </ul>
<b>Pengembangan industri jasa dirgantara (penerbangan)</b>	Sewa (lease) produk pesawat	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembiayaan kredit modal dengan penjaminan oleh pihak ke-3 (Asuransi, SMI)</li> <li>• Skema sewa dengan multi-insurer (banyak penjamin) (AFIC*)</li> <li>• Skema sewa pesawat oleh Pemda dengan melibatkan maskapai daerah, perusahaan <i>leasing</i>, dan special purpose vehicle (SPV) untuk pembelian pesawat domestik (*)</li> </ul>
<b>Pelaksanaan pengembangan/</b>	Pembiayaan proyek RD&D hingga perolehan sertifikasi dan prototipe produksi membutuhkan pembiayaan tinggi, dengan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Offset</i> dan/atau kemitraan melalui hibah, <i>co-financing, co-investment</i></li> <li>• Pembiayaan langsung (APBN)</li> </ul>

Dukungan Ekosistem Pembiayaan	Tantangan dan Kebutuhan Pembiayaan	Instrumen dan Sumber Pembiayaan
rekayasa, desain, rancang bangun	risiko proyek tidak diketahui dan jangka waktu panjang (>10 tahun)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pembiayaan modal/Penyertaan Modal Negara terhadap BUMN/Gabungan Industri (dikombinasikan dengan Mekanisme Penjaminan dan Pembiayaan Aset Agregat)</li> <li>Pembiayaan campuran (<i>blended financing</i>) untuk hutang-ekuitas</li> <li>Pembiayaan KPBU untuk infrastruktur dengan proyeksi revenue tetap</li> <li><i>Crowd funding</i></li> </ul>
Pembangunan infrastruktur pendukung (termasuk untuk Pendidikan)	Pembiayaan proyek infrastruktur membutuhkan pembiayaan tinggi, dengan risiko manajemen proyek tidak selesai tepat waktu, jangka waktu panjang (>10 tahun)	
	Pembiayaan proyek infrastruktur, termasuk memulai lini produksi memiliki risiko rendahnya modal/ ekuitas, namun dalam jangka Panjang memiliki proyeksi <i>revenue</i> tetap	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyertaan modal Pemerintah melalui BUMN</li> <li><i>Merger and acquisition</i>/pembentukan <i>holding</i> untuk agregasi aset</li> <li>Pembiayaan campuran (<i>blended financing</i>) untuk hutang-ekuitas,</li> <li>Pembiayaan langsung berdasarkan obligasi dengan opsi konversi saham</li> <li>Restrukturisasi proyek dan struktur pembiayaan lebih kecil untuk dapat meningkatkan return agregat melalui sekuritisasi/pembiayaan hutang</li> <li>Pembiayaan risiko (hutang sintetis, ekuitas sintetis) dalam bentuk blended sekuritas (saham/obligasi) untuk memperoleh modal dari pasar terbuka</li> </ul>
Dukungan finansial lainnya	Instrumen asuransi dan penjaminan untuk proyek dengan likuiditas rendah	<p>Asuransi: Penjamin ke-3, konstruksi, <i>start-up</i>, sumber daya, kargo, cuaca</p> <p>Penjaminan: teknologi/ performansi, likuiditas, penjaminan risiko sebagian, penjaminan kredit sebagian</p>
	Optimasi pengalaman berinvestasi di Indonesia menggunakan mata uang asing	Perlindungan nilai pendapatan dalam USD ( <i>hedging revenue</i> ) melalui <i>Interest hedging/ Currency Exchange Fund /Sharia hedging</i>

(\*) Skema On-Lending serupa dengan pembiayaan Fasilitas Likuiditas Pembiayaan Perumahan (FLPP)

(\*\*) Skema subsidi serupa dengan pembiayaan Kredit Usaha Rakyat



Gambar 10-1 Rekomendasi Skema Pembiayaan Industri

#### b. Skema subsidi bunga untuk industri

Tantangan pembiayaan industri selain tidak tersedianya dana, suku bunga yang ditawarkan perbankan cukup tinggi. Rekomendasi skema ini serupa dengan pembiayaan Kredit Usaha Rakyat (KUR). Dalam skema KUR, Pemerintah menanggung risiko kredit dan membiayai selisih bunga pasar dengan bunga acuan sehingga nasabah menerima suku bunga rendah 6 persen. Pada skema subsidi kepada industri, subsidi suku bunga tidak dapat sebesar KUR, namun diharapkan tetap kompetitif dibandingkan skema pinjaman konvensional.

Kedua skema pembiayaan bermaksud membiayai *cost of fund* perbankan sehingga memiliki cukup pendanaan untuk memberikan pinjaman kepada nasabah. Karena Pemerintah telah memberikan pembiayaan di awal serta tidak mengatur keuntungan yang diperoleh bank untuk program pinjaman ini, maka jaminan risiko pinjaman ditanggung oleh lembaga perbankan. Namun penjaminan juga menjadi isu karena perbankan memberikan nilai pinjaman berdasarkan nilai aset sebagai agunan. Oleh karena itu, skema ini dapat dilengkapi dengan program Pemerintah yang menjamin perbankan sehingga dapat menerima bentuk agunan berupa *Letter of Sales Agreement* atau *Letter of Guarantee* dari KKIK.

Strategi pembiayaan khusus perlu dibuat untuk skema sewa dan operasional pesawat, dengan dikombinasikan dengan skema konsultasi dan intervensi operasional penerbangan, misalnya untuk sewa pesawat (*dry lease*, *wet lease*), sewa/ tukar mesin dan suku cadang lainnya, perjanjian penyewaan kembali, manajemen aset, dan konsultasi mengenai pemeliharaan pesawat dan operasional seperti pengembangan rute, manajemen maskapai, maupun pengembangan bisnis terkait dirgantara.

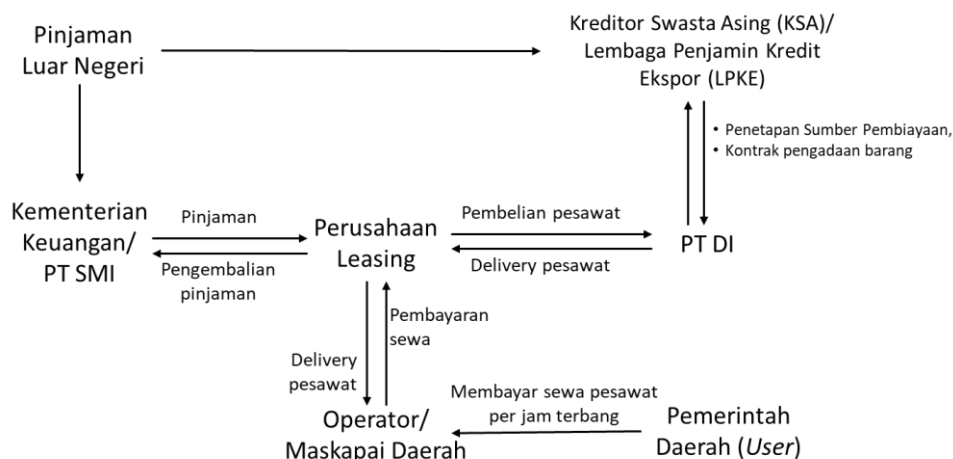
Pembiayaan sewa utamanya direkomendasikan untuk mendorong penciptaan pasar/permintaan bagi pesawat domestik. Karena pembelian pesawat dikenakan PPnBM, maka opsi sewa pesawat

diharapkan dapat mendorong penggunaan pesawat, terutama di daerah 3T sebagai target pasar pesawat perintis. Setiap daerah belum tentu memiliki jadwal penerbangan yang pasti setiap minggu, akibatnya keterisian pesawat dan utilitas pesawat sangat rendah. Dengan sewa pesawat, Pemerintah Daerah tidak perlu membeli dan mengoperasikan pesawat perintis secara mandiri. Terlebih lagi apabila Pemerintah daerah dapat membentuk *holding* atau kepemilikan bersama oleh Pemerintah Daerah lain, dan melibatkan maskapai daerah. Hal ini dapat mengatasi inefisiensi operasional pesawat antar daerah dan meningkatkan utilitas pesawat. Dengan kerja sama ini, setiap daerah dapat mengatur penjadwalan pesawat perintis sehingga tingkat layanan dan tingkat keterisian dapat dijaga. Oleh karena itu, rekomendasi skema pembiayaan perlu disertai dukungan kebijakan untuk mengatur kerja sama operasional maskapai dan pembiayaan Pemerintah Daerah.

## 2. a. Skema Pembiayaan Sewa Pesawat kepada Operator/Pemerintah Daerah Melalui Pembiayaan Luar Negeri

Rekomendasi skema ini memanfaatkan program Kreditor Swasta Asing (KSE)/ Lembaga Penjamin Kredit Ekspor (LPKSE) yang disediakan Pemerintah untuk menjamin pinjaman dari luar negeri. Pinjaman ini kemudian diteruskan misalnya kepada PT DI untuk produksi pesawat. Adapun pembayaran pinjaman terhadap perusahaan *leasing* dilakukan oleh Kementerian Keuangan, sehingga perusahaan *leasing* dapat meneruskan sewa pesawat pada maskapai daerah. Sebagai timbal balik, maskapai membayar sewa terhadap perusahaan *leasing*, dan perusahaan *leasing* membayarkan pinjaman kepada Kementerian Keuangan.

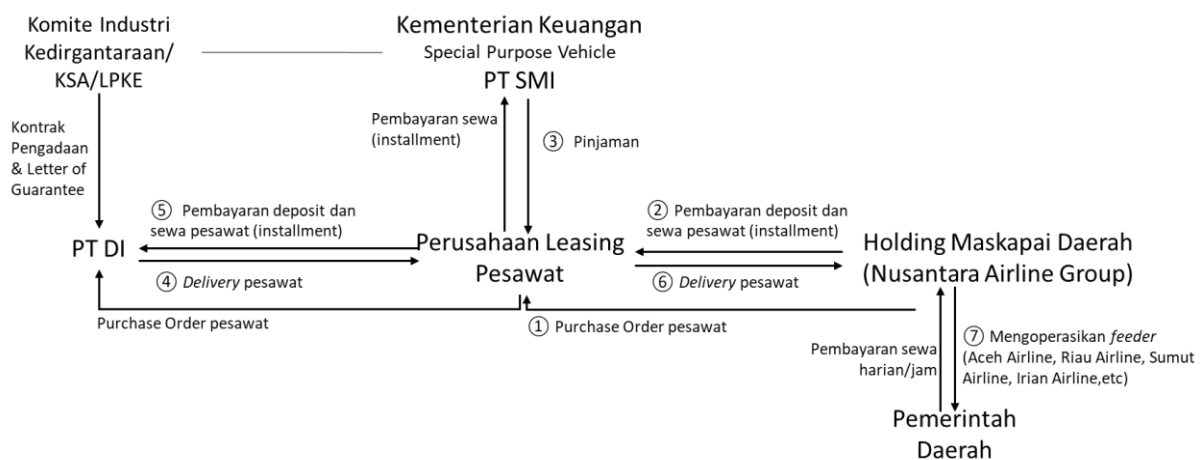
Dalam rekomendasi ini, perlu diperhatikan bahwa perusahaan *leasing* domestik perlu dibentuk untuk mendukung pesawat domestik. Kementerian Keuangan dapat menggunakan SPV untuk meningkatkan likuiditas, serta Pemerintah Daerah sebagai pengguna akhir dapat membayar sewa kepada maskapai daerah untuk penggunaan per jam/per hari.



Gambar 10-2 Rekomendasi Skema Sewa Pesawat Melalui Pembiayaan Luar Negeri [92]

## 2. b. Skema Pembiayaan Sewa Pesawat oleh Pemda dengan melibatkan Maskapai Daerah (holding Nusantara Airline Group), Perusahaan *Leasing*, dan SPV (sebagai sumber biaya)

Maskapai (*holding*)/Pemerintah Daerah melakukan pemesanan pembelian (*purchase order/ PO*) sejumlah pesawat serta memberikan deposit terhadap perusahaan *leasing*, dimana *leasing* dibiayai oleh SPV (PT SMI) dan dijamin oleh Pemerintah (melalui *Letter of Guarantee* yang dikeluarkan oleh KKIK). Setelah menerima pembiayaan dari PT SMI, perusahaan *leasing* meneruskan PO misalnya kepada PT DI dan melakukan pembayaran terhadap PT DI sesuai jadwal *delivery* pesawat. Pesawat kemudian diberikan kepada Pemerintah Daerah untuk koordinasi pemakaian pesawat secara harian/jam yang dioperasikan oleh maskapai. Dengan kata lain, Pemerintah Daerah menjalankan operasional pesawat perintis (*feeder*) di bawah Aircraft Operator (AOC) Group (Nusantara Airline Group) dengan sumber anggaran untuk alokasi dana sewa jam terbang.

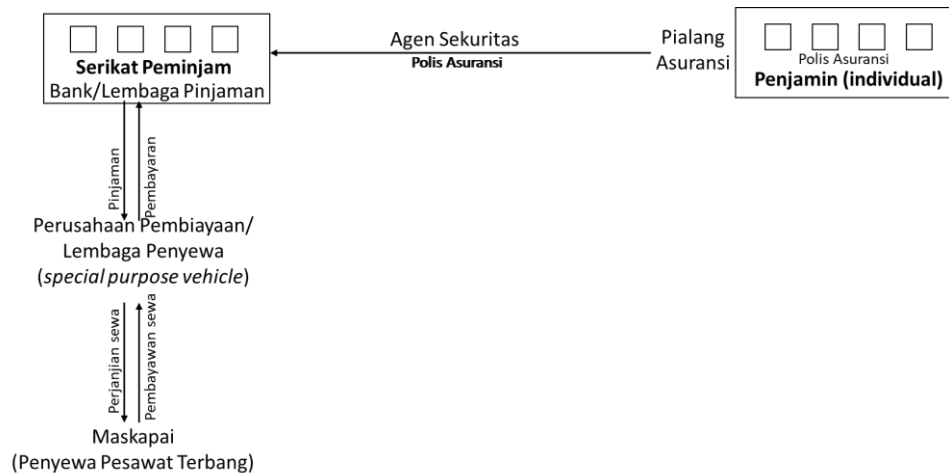


Gambar 10-3 Rekomendasi Skema Sewa Pesawat Melibatkan Perusahaan Leasing [92]

## 3. Contoh Ilustrasi Skema Leasing Menggunakan Multi-Penjamin di Negara Lain

Penjamin menanggung risiko gagal bayar sesuai jadwal pembayaran pokok dan bunga. Penjamin/asuransi berasumsi kegagalan pembayaran akan berlanjut sehingga memajukan jadwal pembayaran untuk menghindari ketidaksesuaian pendanaan atau periode bunga sehingga dapat menjamin penjualan pesawat atau pembiayaan kembali dengan hutang. Perbedaan dengan agen kredit ekspor Eropa antara lain:

1. Penjamin adalah multikorporasi asuransi: transaksi bukan berdasarkan risiko negara, namun peringkat kredit perusahaan asuransi. Setiap perusahaan asuransi hanya bertanggung jawab atas kewajibannya sendiri, tidak ada kewajiban bersama;
2. Analisis peraturan modal bank: analisis berdasarkan hutang, eksposur, dan perjanjian antar kreditur masing-masing perusahaan asuransi; dan
3. Aturan berlaku pada perusahaan asuransi: Dengan dasar perjanjian komersial, penyewaan/pembelian bukan berdasarkan aturan negara asal OEM. Penjamin memiliki lisensi tertentu sehingga dapat memberikan asuransi kepada pelanggan di negara yg berbeda.



Gambar 10-4 Contoh Skema Aircraft Non-Payment Insurance [93]

## 10.2 Peningkatan Iklim Investasi

Tabel 10-2 menunjukkan peringkat daya tarik manufaktur kedirgantaraan (*aerospace manufacturing attractiveness*) yang dihitung berdasarkan 7 aspek yaitu biaya, tenaga kerja, infrastruktur, industri, risiko geopolitik, ekonomi dan kebijakan perpajakan. Berdasarkan indeks tersebut, Indonesia berada pada posisi 33 secara keseluruhan dan peringkat ke – 4 di Asia Tenggara, masih kalah dari Singapura, Malaysia dan Thailand.

Tabel 10-2. Peringkat Daya Tarik Industri Manufaktur Dirgantara [116]

Negara	Peringkat Global	Biaya	Tenaga kerja	Infrastruktur	Industri	Risiko Geopolitik	Ekonomi	Kebijakan Perpajakan
Singapura	2	15	6	4	2	14	11	7
Malaysia	18	27	7	19	16	8	10	80
Thailand	29	41	50	40	38	17	3	68
Indonesia	33	54	17	49	48	16	15	81
Filipina	34	47	2	69	26	27	21	95
Vietnam	38	38	67	55	56	9	2	109

Aspek biaya dinilai berdasarkan sub-aspek yang terdiri dari produktivitas tenaga kerja, harga listrik, rasio biaya operasional per harga jual pesawat, gaji karyawan, serta belanja modal pesawat. Pada sub-aspek harga listrik, harga listrik di Indonesia merupakan listrik paling murah diantara negara ASEAN, begitupun dengan gaji karyawan dimana rata-rata gaji karyawan di Indonesia jauh lebih murah dari gaji tenaga kerja Singapura, Malaysia dan Thailand [18]. Namun berdasarkan laporan APO Productivity Databook (2018), produktivitas tenaga kerja di Indonesia merupakan yang paling rendah di ASEAN sehingga total biaya produksi relatif lebih tinggi. Dari aspek tenaga kerja sendiri, tingkat keterampilan Indonesia masih belum dinilai sama dengan standar internasional, tenaga kerja dengan keahlian atau pendidikan tinggi sulit didapatkan.

Dari aspek infrastruktur, konektivitas antar bandara di Indonesia masih dinilai rendah. Karena bentuk kepulauan dan topografi yang beragam, *first-last mile* menggunakan angkutan darat dan kereta api yang masih belum merata juga menjadi pertimbangan logistik yang berisiko tinggi. Sementara potensi pasar kedirgantaraan di Indonesia sangat besar, ukuran industri dirgantara (tingkat penjualan pesawat, margin keuntungan penjualan pesawat) masih kecil terutama dibandingkan negara berbasis industri manufaktur seperti Singapura dan Malaysia. Selain itu, kematangan rantai pasok industri untuk memenuhi tingkat konsumsi pesawat juga masih rendah.

Aspek lain yang menjadi masalah bagi Indonesia adalah mengenai kebijakan perpajakan. Aspek kebijakan perpajakan ditentukan oleh kemudahan untuk melakukan pembayaran pajak. Berdasarkan Peraturan Menteri Industri, kedirgantaraan seharusnya termasuk industri pionir. Namun selain tingkat pajak yang rendah, minat investasi ditentukan oleh kemudahan pembayaran pajak. Skor kemudahan membayar pajak Indonesia (75,8) masih jauh berada di bawah Singapura (skor 91,6). Hal ini dipengaruhi oleh jumlah pembayaran yang harus dilakukan (26 kali) dibandingkan Singapura (5 kali), kemudahan prosedur *post-filing* seperti *tax return*, serta waktu yang diperlukan untuk mengurus pajak (Indonesia 191 jam) dibandingkan Singapura (64 jam).

Selain memberikan tingkat insentif yang menarik dibandingkan negara Asia Tenggara, perlu diperhatikan aspek non-insentif untuk menunjang operasional saat investor sudah beroperasi di Indonesia. Berdasarkan survey daya tarik industri penerbangan dari PwC, Indonesia perlu meningkatkan ukuran industri dan keterkaitan rantai pasok industri, meningkatkan *throughput* dan tingkat penjualan sesuai dengan tingkat konsumsi dan pasar potensial komponen/ produk/ layanan pesawat. Berkaitan dengan infrastruktur transportasi, misalnya konektivitas bandar udara di seluruh Indonesia dan keterkaitannya dengan moda transportasi darat dan laut serta pembangunan Kawasan berbasis *Transit Oriented Development* di sekitar bandar udara.

Indonesia juga perlu melakukan perbaikan iklim investasi dari aspek lain yang tidak langsung mempengaruhi industri kedirgantaraan, seperti kemudahan pembayaran pajak dan perbaikan kualitas SDM – terutama lulusan sekolah kejuruan yang perlu memiliki kualifikasi Pendidikan tinggi – sehingga meningkatkan produktivitas karyawan. Risiko strategis/geopolitik yang mempengaruhi investasi seperti menurunkan tingkat korupsi di jajaran pemerintah pusat maupun daerah, meningkatkan komitmen pembangunan berkelanjutan untuk menurunkan risiko yang berkaitan dengan perubahan iklim, meningkatkan kestabilan politik dan pengambilan keputusan, serta meningkatkan kepastian hukum dan konsistensi penegakan hukum.

Dengan makin terbukanya persaingan di dunia global dan regional, Indonesia memerlukan terobosan-terobosan skema insentif dari negara kompetitor (terutama negara tetangga di regional) yang lebih menarik untuk mampu menarik OEM/Tier 2 global ke Indonesia. Tabel 10-3 10.3 menunjukkan beberapa usulan skema insentif yang relevan untuk tiap-tiap pilar yang dapat diterapkan untuk meningkatkan daya tarik Indonesia di pasar industri kedirgantaraan dunia.

Tabel 10-3: Usulan Skema Insentif yang Dapat Disediakan Pemerintah Indonesia

Usulan Skema Insentif	Prioritas implementasi			
	1. IPT	2. Komponen	3. MRO	4. Bandara
1. Integrasi <i>Aerospace Park</i> pada Kawasan Ekonomi Khusus/Kawasan Industri sehingga meningkatkan keterkaitan ekosistem industri dirgantara, termasuk kegiatan RD&D	<i>Berlaku umum</i>			
2. Integrasi fasilitas fiskal pada Kawasan Aerospace Park sehingga bebas konsesi, bea masuk, terutama untuk peningkatan produktivitas	Alat riset/pengujian	mesin non-konvensional	Komponen rusak	Fasilitas bandara, GSE
3. Insentif investasi ( <i>tax holiday, tax allowance</i> ) untuk OEM/ Tier 1/ AMO/ Leasing yang menanamkan modal mendirikan fasilitas/ memiliki nilai proyek tertentu dengan periode > 5 tahun	RD&D dan komersialisasi unit komponen & produk pesawat		Modifikasi major	Layanan digital
4. Insentif fiskal ( <i>tax deduction, tax credit</i> ) berbasis kegiatan untuk pelaksanaan/ kolaborasi RD&D, lokalisasi hasil riset, pemenuhan sertifikasi, peningkatan kapasitas SDM	<i>Berlaku umum</i>			
5. Relaksasi Daftar Negatif Investasi, terutama saat industri domestik sudah cukup kompetitif	N/A	N/A	N/A	Bandara, maskapai
6. Skema pembiayaan untuk a. pendirian usaha: institusi RD&D, institusi pelatihan, konsultasi, sertifikasi, pendirian IKM baru b. penyediaan fasilitas: fasilitas IKM untuk peningkatan produksi, dukungan industri digital, fasilitas vokasi, up-skilling dan re-skilling SDM di sekolah maupun badan usaha (incl. IKM) c. berbasis kegiatan: IKM melakukan kegiatan berbasis RD&D, membeli paten, melakukan	<i>Aerostructure, propeller, engine</i>	mesin non-konvensional	Hangar MRO	Layanan bandara digital, Flight simulator
7. Penyederhanaan skema perpajakan, termasuk untuk klaim investasi	<i>Berlaku umum</i>			
8. Peningkatan frekuensi exhibisi bisnis dan pertemuan bisnis khusus dirgantara, termasuk untuk meningkatkan keberterimaan sertifikasi produk dirgantara Indonesia	<i>Berlaku umum</i>			

# 11

## PENUTUP



## BAB 11 PENUTUP

Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2022-2045 ini memotret kondisi saat ini dan memproyeksikan capaian yang diinginkan di masa depan. Tahapan yang ditempuh mencakup lima tahapan yaitu (i) penguatan konsolidasi pada tahun 2022-2024; (ii) peningkatan kapasitas dan kemitraan strategi pada tahun 2025-2029; (iii) peningkatan komersialisasi pada tahun 2030-2034; (iv) penguatan inovasi pada tahun 2035-2039; dan (v) pertumbuhan berkelanjutan dan berdaya saing pada tahun 2040-2045.

Pelaksanaan setiap strategi untuk membutuhkan dukungan kebijakan pemerintah yang berpihak kepada ekosistem industri kedirgantaraan nasional, serta kolaborasi dengan pemangku kepentingan lainnya. Keterlibatan pemangku kepentingan tidak hanya untuk menyusun dan menetapkan kebijakan, namun disesuaikan dengan pendapat untuk mengenali inovasi teknologi, perkembangan riset dan desain, serta melibatkan asosiasi/badan usaha sehingga dapat memastikan bahwa arahan kebijakan relevan dengan kondisi terkini di lapangan serta kebijakan yang diambil *feasible* dan bermanfaat untuk diimplementasikan hingga tingkat operasional.

Dalam upaya mewujudkan pengembangan kerja sama lintas pemangku kepentingan yang efektif, maka perlu dibentuk KKIK. Lembaga ini ibantu oleh banyak pihak untuk menerjemahkan visi dan misi dalam Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2022-2045 menjadi langkah aksi yang lebih nyata dan dapat sasaran-sasaran yang telah ditetapkan.

# LAMPIRAN



## DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. E. Covid-19, "Our World in Data," Juli 2022. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?zoomToSelection=true&time=2020-03-01..latest&facet=none&pickerSort=asc&pickerMetric=location&Metric=Confirmed+cases&Interval=7-day+rolling+average&Relative+to+Population=true&Color+by+test+pos>. [Accessed 17 September 2022].
- [2] Asian Development Bank, "Asian Development Bank Outlook," 2022.
- [3] "CEIC Company Data," Juli 2022. [Online]. Available: <https://www.ceicdata.com/en/indicator/consumer-price-index-cpi-growth>. [Accessed 17 September 2022].
- [4] PT Aerodromo Nusantara Indonesia, "Strategi Pengembangan Industri Komponen Indonesia," in *Presentasi Peta Jalan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045*, Jakarta, 7 Juli 2022.
- [5] International Civil Aviation Organization, "ICAO Long-Term Traffic Forecasts," June 2018.
- [6] International Civil Aviation Organization, "ICAO Post-Covid Long-Term Traffic Forecasts,," June 2021.
- [7] Asian Development Bank Outlook 2022, "Food and Energy Price," Bloomberg, September 2022.
- [8] "Visi Indonesia 2045," Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/Bappenas, 2019.
- [9] Badan Pusat Statistik, "Statistik Industri Besar dan Sedang," Jakarta, 2021.
- [10] Our World in Data (2019, "Air Trips per Capita," 2019.
- [11] Bapak Sukardi, CSE Aviation, "Peta Jalan Pembangunan Ekosistem Industri Kedirgantaraan 2022-2045," Jakarta, 9 November 2022.
- [12] International Trade Center, "Trademap," 2021. [Online]. Available: <https://www.trademap.org/Index.aspx>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [13] International Trade Center, "ITC Export Potential Map," 2021. [Online]. Available: <https://exportpotential.intracen.org/en/>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [14] "Undang-Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan," Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta, 2009.
- [15] "Undang-Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan," Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta, 2012.
- [16] "Undang-Undang Nomor 13 Tahun 2013 tentang Keantariksaan," Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta, 2013.
- [17] "Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Industri Nasional 2015-2035," Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta, 2015.
- [18] Kementerian Perindustrian, "Harnessing The Ecosystem Of Aerospace Industry," in *Side Event for The 3rd Development Working Group Meeting G20*, Belitung, September 2022.

- [19] "Peraturan Presiden Nomor 76 Tahun 2014 tentang Mekanisme Imbal Dagang," Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta, 2014.
- [20] "Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantarikaan 2016-2040," Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta., 2017.
- [21] "Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Riset Nasional," Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta, 2018.
- [22] "Peraturan Presiden Nomor 109 Tahun 2020 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional," Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta, 2020.
- [23] "Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2022 tentang Kebijakan Industri Nasional 2020-2024," Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia, Jakarta, 2022.
- [24] "Malaysian Aerospace Industry Blueprint 2030," Malaysian Industry-Government Group for High Technology, 2015.
- [25] Malaysian Investment Development Authority, "Setting Up in Malaysia Manufacturing Sector," 2021. [Online]. Available: <https://www.mida.gov.my/invest-in-malaysia/>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [26] SME Corp, "Malaysia Digital Financing Initiative," 2022. [Online]. Available: <https://smecorp.microleapasia.com/>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [27] Bank Negara Malaysia, "Special Funds by Bank Negara Malaysia," 2021. [Online]. Available: <https://www.bnm.gov.my/-/special-funds-by-bank-negara-malaysia-tiks2-tub2-dan-sdrs>. [Accessed 19 September 2021].
- [28] Malaysian Technology Development Corporation, "Business Start Up and Growth Fund," 2021. [Online]. Available: <https://www.mtdc.com.my/strategic-investments>. [Accessed 19 September 2021].
- [29] Malaysian Industrial Development Finance Berhad , "Scheme Funds for manufacturing and Services," 2021. [Online]. Available: <https://www.growyourbusiness.com.my/business-financing>. [Accessed 19 September 2021].
- [30] PricewaterhouseCoopers (PwC), "South East Asia Investment Opportunities Tax and Other Incentives," 2012.
- [31] "China Civil Aviation Industry Statistics Yearbook 2011," China Statistics Press, 2011.
- [32] Civil Aviation Authority of Thailand, "Future Plans on Policies, Regulations and Initiatives to Promote Aerospace Investments in Thailand," Frost and Sullivan, 15 Januari 2018.
- [33] Centre for Aviation (CAPA), "MRO in Thailand: Rapid Growth as U-Tapao and Sukhothai Facilities Open," September 2018. [Online]. Available: <https://centreforaviation.com/analysis/reports/mro-in-thailand-rapid-growth-as-u-tapao-and-sukhothai-facilities-open-430886>. [Accessed 19 Oktober 2022].
- [34] Aerospace Technology, "TASA and Airbus Industries Extend Repair Station Services Contract," September 2020. [Online]. Available: <https://www.aerospace-technology.com/news/tasa-airbus-industries-repair-contract/>. [Accessed 19 Oktober 2022].
- [35] Permira, "Permira Funds Advised by PDM support Revima, a Leading aviation MRO Specialist," April 2019. [Online]. Available: <https://www.permira.com/about/news/>. [Accessed 19 Oktober 2022].

- [36] Board of Investment, "Thailand: Aerospace Industry," 2017.
- [37] Eastern Economic Corridor of Innovation, "Incentives for Targeted Industries: Aviation," 2022. [Online]. Available: <https://www.eeci.or.th/en/focused-industries/aviation/>. [Accessed 19 Oktober 2022].
- [38] International Air Transport Association, "The Importance of Air Transport to Turkiye," 2018.
- [39] Investment Office Republic of Turkiye, "Turkish Defense and Aerospace Industry 2021," 2021.
- [40] Turkish Aerospace Industries, Inc, "SpaceWire: European Space Agency," 2019. [Online]. Available: [pacewire.esa.int](http://pacewire.esa.int). [Accessed 20 Oktober 2022].
- [41] Daily Sabah, Oktober 2021. [Online]. Available: <https://www.dailysabah.com/business/tech/turkish-space-agency-unveils-5-year-strategic-plan>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [42] Turkish Airlines , "Three awards to Turkish Airlines for its successful Aircraft Financing Models," 2016. [Online]. Available: <https://www.turkishairlines.com/fr-fr/press-room/awards/>. [Accessed 19 Oktober 2022].
- [43] Organisation for Economic Co-operation and Development, "Financing SMEs and Entrepreneurs 2022: An OECD Scoreboard," 2022.
- [44] Bombardier, "Commercial Market Aircraft Forecast 2017-2036," 2017.
- [45] Aerei da Trasporto Regionale (ATR), "Turboprop Market Forecast 2017-2037," 2017.
- [46] Japan Aircraft Development Corporation (JADC), "Worldwide Market Forecast 2020-2039," 2020.
- [47] Tim Teknis Kelompok Kerja:Kemenko Kemaritiman, Kemenko Perekonomian, LAPAN, PT Dirgantara Indonesia, Regio Aviasi Industri, IAEC, "Cluster: Roadmap Industri Pesawat Terbang Nasional," in *Diskusi Kedirgantaraan Nasional menuju Indonesia Emas 2045*, Jakarta, 2019.
- [48] PT Dirgantara Indonesia, "Business Update," in *Penyusunan Studi Pengembangan Industri Kedirgantaraan*, Mei 2020.
- [49] "Aircraft Compare: Do 228 NG - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: [www.aircraftcompare.com/aircraft/do-228-ng/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/do-228-ng/). [Accessed 19 Agustus 2020].
- [50] "Aircraft Compare: PZL M28B Bryza - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: [www.aircraftcompare.com/aircraft/pzl-m28b-bryza/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/pzl-m28b-bryza/). [Accessed 19 Agustus 20].
- [51] "Aircraft Compare: DHC 6-400 - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: [www.aircraftcompare.com/aircraft/dhc-6-400/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/dhc-6-400/). [Accessed 19 Agustus 2020].
- [52] P. Jackson, *Jane's all the World's Aircraft 2000*, Surrey, United Kingdom: Coulsdon, 2000.
- [53] "Cessna Skycourier," [Online]. Available: <https://cessna.txtav.com/en/turboprop/skycourier>. [Accessed 17 September 2020].
- [54] "LET 410 UVP-E20 Specification Brochure," [Online]. Available: [/http://www.let.cz/files/file/KeStazeni/2016/EN\\_Brochure\\_L410\\_UVP-E20.pdf](http://www.let.cz/files/file/KeStazeni/2016/EN_Brochure_L410_UVP-E20.pdf). [Accessed 17 September 2020].
- [55] PT Dirgantara Indonesia, "Kajian Potensi Pasar Small Amphibious Aircraft & Seaplane," Desember 2018.

- [56] Lembaga Antariksa Nasional, "Rancang Bangun Pesawat Udara Komuter Kapasitas 19 Penumpang untuk Penerbangan Perintis di Papua dan Daerah Terpencil Lainnya," LAPAN, 2013.
- [57] Tim Teknis Kelompok Kerja: LAPAN Lembaga Antariksa Nasional, "Pengembangan Pesawat N219," in *Diskusi Kedirgantaraan Nasional menuju Indonesia Emas 2045*, Jakarta, Mei 2019.
- [58] "CN235 The Lower Cost Tactical Airlifter," [Online]. Available: <http://www.airbusmilitary.com/Aircraft/CN235/CN235Spec.aspx>. [Accessed 10 Oktober 2020].
- [59] "Aircraft Compare: Antonov An-140 - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: [www.aircraftcompare.com/aircraft/antonov-an-140/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/antonov-an-140/). [Accessed 19 Agustus 20].
- [60] "Aircraft Compare: ATR 42-600 - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: [www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-42-600/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-42-600/). [Accessed 20 Agustus 2020].
- [61] "Aircraft Compare: ATR 42-600 - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: [www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-42-600/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-42-600/). [Accessed 19 Agustus 2020].
- [62] "Aircraft Compare: Xian MA60 - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: <https://www.aircraftcompare.com/aircraft/xian-ma60/>. [Accessed 19 Agustus 2020].
- [63] PT Regio Aviasi Industri, "Business Plan R80," Juli 2020.
- [64] "Aircraft Compare: ATR 72-600 - Price, Specs, Photo Gallery, History," [Online]. Available: [www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-72-600/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-72-600/). [Accessed 19 Agustus 2020].
- [65] "Aircraft Compare: Xian MA700 - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare," [Online]. Available: <https://www.aircraftcompare.com/aircraft/xian-ma700/>. [Accessed 19 Agustus 2020].
- [66] "DHC Dash 8-400 Specifications," [Online]. Available: <https://dehavilland.com/en>. [Accessed 10 Oktober 2020].
- [67] R. Bessie, "Indonesia Aeronautical Engineering Center: AirnetX AirTechX," 2020.
- [68] European Union Aviation Safety Agency., "Special Condition for Small-Category VTOL Aircraft," 2019.
- [69] International Air Transport Association, "Technology Roadmap 2009-2050," 2009.
- [70] International Civil Aviation Organization, "Environmental Report 2019," *Chapter Four Climate Change Mitigation: Technology and Operations*, pp. 124-130, 2019.
- [71] United Nations Comtrade (UN Comtrade), "International Trade Statistics Database," [Online]. Available: <https://comtrade.un.org/>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [72] United Nations Comtrade (UN Comtrade), "International Trade Statistics Database," [Online]. Available: <https://comtrade.un.org/>. [Accessed 1 Agustus 2020].
- [73] Asosiasi Industri Komponen INACOM, "Jumlah Badan Usaha dan Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara," in *Penyusunan Studi Pengembangan Industri Ke, IPEK Bappenas*, 2020.
- [74] PT Dirgantara Indonesia, in *Rapat Pemutakhiran Roadmap Industri Kedirgantaraan Klaster Komponen*, 2020.
- [75] Oliver Wyman, "Global Fleet & MRO Market Forecast 2020-2030," 2020.

- [76] The Boeing Company, "Services Market Outlook 2019–2038," 2019.
- [77] Indonesia Aircraft Maintenance Association (IAMSA), "Usulan Peta Jalan MRO," in *Penyusunan Peta Jalan Dirgantara oleh Kementerian Perindustrian*, Jakarta, 1 Agustus 2019.
- [78] Indonesia National Air Carriers Association (INACA), "Indonesia Aviation Outlook 2017," in *Indonesia Aviation Business and Investment Opportunities*, 2018.
- [79] Direktorat Jenderal Perhubungan Udara - Kementerian Perhubungan, "Approved Maintenance Organization Register," Juni 2019.
- [80] "Economic Outlook No. 103 Long-Term Baseline Projections," 2018. [Online]. Available: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO103\\_LTB](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO103_LTB). [Accessed Agustus 2020].
- [81] Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi, Kementerian Perhubungan, "Statistik Angkutan Udara," Jakarta, 2018.
- [82] Pusat Teknologi Informasi dan Komunikasi, Kementerian Perhubungan, "Buku I: Statistik Perhubungan 2019," Jakarta, 2020.
- [83] Susi Air, [Online]. Available: <https://www.susiair.com/>. [Accessed September 2020].
- [84] Dimonim Air, "Our Fleet," [Online]. Available: <http://dimonimair.com/aircraft/turboprops>. [Accessed September 2020].
- [85] "Smartaviation Profile," [Online]. Available: <http://smartaviation.co.id/aboutus/profile>. [Accessed September 2020].
- [86] Asian One, "About Us - Fleet," [Online]. Available: <https://asianoneair.id/air-craft/>. [Accessed September 2020].
- [87] Trigana Air Service, "Fleet," [Online]. Available: <https://www.trigana-air.com/#fleet>. [Accessed September 2020].
- [88] International Air Transport Association, "The Importance of Air Transport to Indonesia," 2018.
- [89] World Economic Forum, "The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017," 2017.
- [90] Kementerian Perhubungan, "On Time Performance 15 Maskapai Berjadwal Periode Juli-Desember 2015," 2016. [Online]. Available: <http://dephub.go.id/post/read/on-time-performance-15-maskapai-berjadwal-periode-juli-desember-2015-sebesar-77,16..> [Accessed 19 Agustus 2020].
- [91] Kementerian Perhubungan, "News - National Transportation Safety Comitee," [Online]. Available: [http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc\\_home/ntsc.htm..](http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc_home/ntsc.htm..) [Accessed 1 Agustus 2020].
- [92] Kementerian PPN/Bappenas, "Bahan Diskusi Kedeputian Ekonomi Bappenas dengan PT Dirgantara Indonesia," 28 Oktober 2022.
- [93] Norton Rose Fulbright, "Marsh Broker & Boeing," [Online]. Available: [nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/fafe9ab9/afic](https://nortonrosefulbright.com/en/knowledge/publications/fafe9ab9/afic). [Accessed 20 Otober 2022].
- [94] "Susi Air," [Online]. Available: <https://www.susiair.com/>. [Accessed 1 September 2020].
- [95] ICAO, "Long-Term Traffic Forecast," April 2018.

- [96] A. d. T. R. (ATR).
- [97] UNWTO, "Forecast of International Tourist Receipt," 2020.
- [98] K. P. R. Indonesia, "Statistik Angkutan Udara," 2018.
- [99] "Aircraft Compare," [Online]. Available: <https://www.aircraftcompare.com/>. [Accessed 01 08 2020].
- [100] Malaysian Investment Development Authority (MIDA).
- [101] "Aviation Catalog," 2018.
- [102] "Approved Maintenance Organization Register," June 2019.
- [103] Garuda Maintenance Facility.
- [104] "The Importance of Air Transport to Indonesia," IATA, 2018.
- [105] "Air Passenger Market Analysis," IATA, April 2020.
- [106] "Technology Roadmap 2009-2050," IATA, 2009.
- [107] "Air Transport Statistics," ICAO, 2018.
- [108] "Environmental Report 2019, Chapter Four Climate Change Mitigation: Technology and Operations p.124-130.," ICAO, 2019.
- [109] "Long-Term Traffic Forecast," ICAO, April 2018.
- [110] "Indonesia Aviation Outlook," INACA, 2017.
- [111] Malaysian Industry-Government Group for High-Technology (MIGHT).
- [112] Malaysian Department of Standard (DoS).
- [113] Indonesia Aircraft Maintenance Association (IAMSAs).
- [114] "Economic Outlook No. 103 Long – term baseline projections.," July 2018. [Online]. Available: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO103\\_LTB](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO103_LTB). [Accessed 01 Agustus 2020].
- [115] "Global Fleet & MRO Market Forecast 2020-2030," Oliver Wyman, 2020.
- [116] PT Regio Aviasi Industri.
- [117] Boeing.
- [118] "UN Comtrade Database," [Online]. Available: <https://comtrade.un.org/>. [Accessed 01 Agustus 2020].
- [119] "Impact assessment of the COVID-19 outbreak on international tourism.," UNWTO, Juni 2020. [Online]. Available: <https://www.unwto.org/impact-assessment-of-the-covid-19-outbreak-on-international-tourism>. [Accessed 01 Agustus 2020].
- [120] Kementerian Perhubungan, 2016.
- [121] Komisi Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT), Sekretariat Jenderal Kementerian Perhubungan, 2019.
- [122] "Selekar Aerospace Park," [Online].

- [123] "AMIC," [Online].
- [124] "Airbus India Suppliers," [Online].
- [125] "Kerjasama eksisting Indonesia oleh PT DI," 2020.
- [126] "Aerospace Manufacturing Attractiveness," PWC, 2019.
- [127] P. G. S. & S. R. Figueiredo, "Risk-Sharing Partnerships With Suppliers: The Case Of Embraer," in *Management of Technology Challenges in the Management of New Technologies*, 2007, pp. 241-262.
- [128] "World Trade Statistical Review," World Trade Organization (WTO), 2019.
- [129] "Switzerland Innovation," [Online]. Available: <https://www.switzerland-innovation.com/about-us>. [Accessed 16 Agustus 2020].
- [130] Statistik Perhubungan 2019, Buku I., Jakarta: Pustikom – Kementerian Perhubungan, 2019.
- [131] "NAMIC Singapore," [Online]. Available: <https://namic.sg/about-us/>. [Accessed 2020 Agustus 2020].
- [132] "Airbus in India," [Online]. Available: <https://www.airbus.com/company/worldwide-presence/india.html>. [Accessed 17 Agustus 2020].
- [133] "Make In India," [Online]. Available: <https://www.makeinindia.com/article/-/v/make-in-india-reason-vision-for-the-initiative#:~:text=new%20processes-,Prime%20Minister%20Narendra%20Modi%20launched%20the%20Make%20in%20India%20initiative,thei,r%20products%20within%20the%20country..> [Accessed 01 September 2020].
- [134] "Turboprop Market Forecast 2017-2037," Aerei da Trasporto Regionale (ATR), .
- [135] Tim Teknis Pokja: Kemenko Kemaritiman, Kemenko Perekonomian, LAPAN, PT Dirgantara Indonesia, Regio Aviasi Industri, IAEC, "Blueprint Kedirgantaraan Nasional menuju Indonesia Emas 2045, dengan focus cluster: Roadmap Industri Pesawat Terbang Nasional," Tim Teknis Pokja: Kemenko Kemaritiman, Kemenko Perekonomian, LAPAN, PT Dirgantara Indonesia, Regio Aviasi Industri, IAEC, 2019.
- [136] "Rancang bangun pesawat udara komuter kapasitas 19 penumpang untuk penerbangan perintis di papua dan daerah terpencil lainnya," LAPAN, 2013.
- [137] "Pengembangan Pesawat N219," LAPAN, 2019.
- [138] "Commercial Aircraft Market forecast 2014 – 2033," Bombardier, 2014.
- [139] "Presentasi Business Update," PT Dirgantara Indonesia, Mei 2020.
- [140] "Commercial Market Aircraft Forecast 2017-2036," Bombardier, 2017.
- [141] "Worldwide Market Forecast 2020-2039.," Japan Aircraft Development Corporation (JADC), 2020.
- [142] "Presentasi Business Plan R80," PT Regio Aviasi Industri, Juli 2020.
- [143] T. T. Pokja, "Blueprint Kedirgantaraan Nasional menuju Indonesia Emas 2045 dengan fokus Cluster: Roadmap Industri Pesawat Terbang Nasional," KELOMPOK KERJA ROADMAP INDUSTRI PESAWAT TERBANG, November 2019.
- [144] "KAJIAN POTENSI PASARSmall Amphibious Aircraft & Seaplane," PT Dirgantara Indonesia, Desember 2018.

- [145] "Kemitraan Strategis untuk Penguasaan Teknologi Tinggi Dirgantara - Executive Summary," Ikatan Ahli dan Sarjana Indonesia – Jerman, Januari 2020.
- [146] "Past Projects: X-48B Blended Wing Body," NASA, 12 Februari 2010. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/centers/dryden/research/X-48B/index.html>. [Accessed 17 September 2020].
- [147] "Successful scale model maiden flight of Flying-V jet," Inceptive Mind, 2 September 2020. [Online]. Available: <https://www.inceptivemind.com/successful-scale-model-maiden-flight-flying-v-jet/15089/>. [Accessed 17 September 2020].
- [148] "Hangar of the future," Airbus, 06 Desember 2016. [Online]. Available: <https://www.airbus.com/newsroom/news/en/2016/12/Hangar-of-the-future.html>. [Accessed 17 September 2020].
- [149] Bappenas, Visi Indonesia 2045, 2020.
- [150] Deputy Ekonomi Kementerian PPN/Bappenas, "Why Should Indonesia Develop Aerospace Industry?," in *Deputi Ekonomi Kementerian PPN/Bappenas*, 9 November 2022.
- [151] "Undang Undang Nomor 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia," Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia, Jakarta, 2009.
- [152] Deputy Bidang Pembangunan Manusia, Masyarakat, dan Kebudayaan - Kementerian PPN/ Bappenas, "Rancangan Teknokratik RPJMN 2020-2024 Bidang IPTEK," 2019.
- [153] Lembaga Antariksa Nasional (LAPAN), PT Dirgantara Indonesia, "N219 Program Status," Mei 2019.
- [154] International Air Transport Association, "Developing Sustainable Aviation Fuel (SAF)," Juni 2022. [Online]. Available: <https://www.iata.org/en/programs/environment/sustainable-aviation-fuels/>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [155] Pertamina, "Pertamina Supports National Clean Energy Strategic Program," September 2021. [Online]. Available: <https://pertamina.com/en/news-room/news-release/successfully-creates-bioavtur-j2.4-pertamina-supports-national-clean-energy-strategic-program>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [156] Malaysian Investment Development Authority, "Incentives for New Investment in Manufacturing Sector," Juli 2020.
- [157] Asian Development bank, "Asia Bond Monitor," September 2022.
- [158] Credit Guarantee Corporation, "Malaysia Government-Funded Schemes," 2022. [Online]. Available: <https://cgc.com.my/government-funded-schemes/>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [159] Singapore Economic Development Board, "Aerospace Industry Transformation Map 2020," 2018.
- [160] "National Additive Manufacturing Innovation Cluster (NAMIC) Singapore," [Online]. Available: <https://namic.sg/about-us/>. [Accessed 1 Agustus 2020].
- [161] The Aerospace Industries Association of The Philippines, "The Philippine Aerospace Industries Roadmap: Industry Growth Agenda Over a Ten Year Period (2013-2022)," 2013.
- [162] Enterprise Singapore, "Financial Assistance Scheme for SME," 2022. [Online]. Available: <https://www.enterprisesg.gov.sg/financial-assistance/>. [Accessed 19 Oktober 2022].

- [163] R. Z. R. M. H. B. Q. S. A. Rami Ahmad, "Morocco's Aeronautics Cluster: A fast growing cluster at the doorstep of Europe," 2013.
- [164] Moroccan Aerospace Industries Association (GIMAS)., "Moroccan Aerospace Industry: The Most Competitive Base at The Gate of Europe," 2015.
- [165] Morocco's Investment and Trade Agency (AMDIE), "Aerospace Industry," 2018.
- [166] RAND Corporation, "The Effectiveness of China's Industrial Policies in Commercial Aviation Manufacturing," 2014.
- [167] Department of Industrial Policy & Ministry of Civil Aviation India, "Aviation Sector Achievements Report," 2017.
- [168] Global Aviation Summit 2019, "Vision 2040 for the Civil Aviation Industry in India," FICCI & KPMG, Mumbai, 2019.
- [169] M. o. D. I. Department of Defence Production, "Indian Aerospace: Taking Off," 2019.
- [170] RAND Corporation, "The Effectiveness of China's Industrial Policies in Commercial Aviation Manufacturing," 2014.
- [171] USA International Trade Administration, "Mexico - Aerospace - International Trade Administration," 2020. [Online]. Available: <https://www.trade.gov/country-commercial-guides/mexico-aerospace>. [Accessed 19 Oktober 2022].
- [172] PricewaterhouseCoopers, "Aerospace Industry in Mexico," Mei 2015.
- [173] Vazquez, M.A.B., C., "The Aerospace Industry in Mexico: Characteristics and Challenges in Sonora," *Problemas del DESAROLLO*, 2018.
- [174] ProMéxico, "Flight Plan Mexico's Aerospace Industry Road Map 2013," Mexico City, June 2013.
- [175] United Nations, "Sustainable Development Goals," [Online]. Available: <https://sdgs.un.org/goals>. [Accessed 1 Oktober 2022].
- [176] D. E. Covid-19, "Our World in Data," Juli 2022. [Online]. Available: <https://ourworldindata.org/explorers/coronavirus-data-explorer?>. [Accessed 17 September 2022].
- [177] Holger Kuhn, "Renewable Energy Perspectives for Aviation," *CEAS 2011 The International Conference of the European Aerospace Societies*, 2011.
- [178] "What is a Fuel Cell?," [Online]. Available: <https://www.gencellenergy.com/gencell-technology/>. [Accessed 1 Oktober 2020].
- [179] "Neva Aerospace Project Opens Doors for Development of Aerial Robots," 2017. [Online]. Available: <https://www.suasnews.com/2017/03/neva-aerospace-project-opens-doors-development-aerial-robots/>. [Accessed 1 Oktober 2020].
- [180] "Noise generation of contra-rotating open rotors," [Online]. Available: <https://www.southampton.ac.uk/antc/projects/ror.page>. [Accessed 7 Oktober 2020].
- [181] "TurboFan Engine," 2014. [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/figure/Schematic-high-bypass-turbofan-engine-8\\_fig1\\_275541751](https://www.researchgate.net/figure/Schematic-high-bypass-turbofan-engine-8_fig1_275541751). [Accessed 1 Oktober 2020].

- [182] Federal Aviation Administration - US Department of Transportation, "Open Rotor Engine Aeroacoustic Technology Final Report - Continuous Lower Energy, Emissions and Noise (CLEEN) Program," 2013.
- [183] National Aeronautics and Space Administration, "Past Projects: X-48B Blended Wing Body," 2010. [Online]. Available: <https://www.nasa.gov/centers/dryden/research/X-48B/index.html>. [Accessed 17 September 2020].
- [184] Inceptive Mind (Technology and Innovation), "Successful Scale Model Maiden Flight of Flying-V Jet," 2020. [Online]. Available: <https://www.inceptivemind.com/successful-scale-model-maiden-flight-flying-v-jet/15089/>. [Accessed 17 September 2020].
- [185] M. Verdon, "The 'Flying-V,' a Fuel-Efficient Alternative to Jumbo Jets, Just Flew for the First Time," 2020. [Online]. Available: <https://robbreport.com/motors/aviation/v-wing-aircraft-fuel-efficient-advanced-airliner-2948619/>. [Accessed 7 Oktober 2020].
- [186] D. F. Richard Heinberg, "Chapter 1. Energy 101," in *Our Renewable Future: Laying The Path for One Hundred Percent Clean Energy*, 2016.
- [187] N. Kenzo, "Present State and Future Prospect of Autonomous Control Technology for Industrial Drones," *IEEJ Transactions on Electrical & Electronic Engineering*, 2019.
- [188] E. Adams, "America's Plan to Somehow Make Drones Not Ruin the Skies," 2017. [Online]. Available: <https://www.wired.com/2017/05/americas-plan-somehow-make-drones-not-ruin-skies/>. [Accessed 1 September 2020].
- [189] M. Kechidi, "International Journal of Technology and Globalisation: Airbus's Industrial Organisation Mmodel," *From 'Aircraft Manufacturer' to 'Architect Integrator'*, no. 7, pp. 8-22., 2013.
- [190] "3D Printing is Transforming the Aerospace Industry - Here's Why," 2020. [Online]. Available: Situs: <https://www.manufacturingtomorrow.com/news/2020/03/13/3d-printing-is-transforming-the-aerospace-industry-heres-why/14964/>. [Accessed 20 Oktober 2022].
- [191] "3D Printing: Decarbonisation meets Digitalisation," [Online]. Available: <https://www.airbus.com/public-affairs/brussels/our-topics/innovation/3d-printing.html>. [Accessed 1 November 2022].
- [192] "How 3D Printing is Transforming the Aerospace Industry," 2017. [Online]. Available: <https://blog.trimech.com/how-3d-printing-in-transforming-the-aerospace-industry>. [Accessed 7 September 2020].
- [193] C. G. N. B. C. B. R. T. H. N. H. K. Yiwei Wang, "A Cost Driven Predictive Maintenance Policy for Structural Airframe Maintenance," *Chinese Journal of Aeronautics*, p. 30, 2017.
- [194] Airbus, "Hangar of the Future," 2016. [Online]. Available: <https://www.airbus.com/newsroom/news/en/2016/12/Hangar-of-the-future.html>. [Accessed 17 September 2020].
- [195] "NDT Surface Inspection for the Aerospace MRO Industry," [Online]. Available: <https://www.creaform3d.com/en/ndt-solutions/ndt-surface-inspection-aerospace-mro-industry>. [Accessed 25 Oktober 2022].

- [196] Airbus, "Real Time Health Monitoring," [Online]. Available: <https://services.airbus.com/en/aircraft-availability/maintenance-expertise/engineering-support-services/airbus-real-time-health-monitoring.html>. [Accessed 25 Oktober 2022].
- [197] J. Snow, "Nano Needles. Facial Recognition. Air Travel Adapts to Make Travel Safer," Oktober 2020. [Online]. Available: <https://www.nationalgeographic.com/travel/2020/08/the-future-of-flying-is-going-high-tech-due-to-coronavirus-cvd/>. [Accessed 25 Oktober 2022].
- [198] A. Berti, "How Technology will Revolutionise the Airport Experience After Covid-19," Agustus 2020. [Online]. Available: <https://www.airport-technology.com/features/airport-technology-covid-19/>. [Accessed 25 Oktober 2022].
- [199] P. Edi, "The Design of Advanced N-250 Military Aircraft," *Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST)*, vol. 2, no. 6, 2015.
- [200] E. Torenbeek, *Synthesis of Subsonic Airplane Design*, Delft University Press, 1982.
- [201] "Proposal Percepatan Pengembangan Pendidikan Tinggi Teknik Dirgantara (AERI) 2045," in *Studi Pengembangan Industri Kedirgantaraan dengan IPEK, Bappenas*, 2020.
- [202] "Seletar Aerospace Park," [Online]. Available: <https://www.seletarairport.com/seletar-aerospace-park.html>. [Accessed Oktober 2022].
- [203] "Aerospace Malaysia Innovation Centre," [Online]. Available: <http://amic.my/about-us/>. [Accessed Oktober 2022].
- [204] "Switzerland Innovation," [Online]. Available: <https://www.switzerland-innovation.com/about-us>. [Accessed Oktober 2022].
- [205] Kementerian Riset dan Teknologi, "Rakornas Penguatan Inovasi," Jakarta, 2019.
- [206] Ikatan Ahli dan Sarjana Indonesia – Jerman, "Executive Summary: Kemitraan Strategis untuk Penguasaan Teknologi Tinggi Dirgantara," Januari 2020.
- [207] Deputi Ekonomi Kementerian PPN/Bappenas, "The Indonesia Aerospace Industry," 2022.
- [208] "Make In India," [Online]. Available: <https://www.makeinindia.com/article/-/v/make-in-india-reason-vision-for-the-initiative#>. [Accessed September 2020].
- [209] "Airbus in India," [Online]. Available: <https://www.airbus.com/company/worldwide-presence/india.html>. [Accessed Agustus 2020].
- [210] "Airbus India Suppliers," [Online]. Available: <https://www.airbus.com/company/worldwide-presence/india.html>. [Accessed Agustus 2020].
- [211] "About Boeing in India," [Online]. Available: <https://www.boeing.co.in/boeing-in-india/about-boeing-in-india.page>. [Accessed Oktober 2020].
- [212] P. Figueiredo, S. Gutenberg and R. Sbragia, "Risk-Sharing Partnerships With Suppliers: The Case Of Embraer," *Management of Technology Challenges in the Management of New Technologies*, pp. 241-262, 2007.
- [213] Berbagai sumber, Boeing dan Airbus, 2020.

- [214] Airbus, "Airbus BizLab," [Online]. Available: <https://www.airbus.com/innovation/innovation-ecosystem/airbus-bizlab.html>. [Accessed 12 Oktober 2020].
- [215] Berbagai sumber, 2022.
- [216] PricewaterhouseCoopers, "Aerospace Manufacturing Attractiveness Rankings 2020," United States, 2020.

**LAMPIRAN II. Rincian HS-6 untuk Komponen dan Produk Pesawat Terbang**

TIER 1	TIER 2-3	HS-6	DESCRIPTION HS-6
System engine	Landing system	401130	Rubber; new pneumatic tyres, of a kind used on aircraft
		401213	Retreaded tyres; of a kind used on aircraft
		880320	Aircraft and spacecraft; under-carriages and parts thereof
		880510	Aircraft launching gear, deck-arrestor or similar gear and parts thereof
	Combustion	840710	Engines; for aircraft, spark-ignition reciprocating or rotary internal combustion piston engines
		840910	Engines; parts of aircraft engines (spark-ignition reciprocating or rotary internal combustion piston engines)
	Wings, Propeller	841111	Turbojets, turbopropellers and other gas turbines of a thrust not exceeding 25 kN
		841112	Turbojets, turbopropellers and other gas turbines of a thrust exceeding 25 kN
		841121	Turbojets, turbopropellers and other gas turbines of a power not exceeding 1 100 kW
		841122	Turbojets, turbopropellers and other gas turbines of a power exceeding 1 100 kW
		841191	Turbojets, turbopropellers and other gas turbines of turbojets or turbopropellers
Aerostructure	Fuselage and part accessories	880310	Aircraft and spacecraft; propellers and rotors and parts thereof
		880330	Aircraft and spacecraft; parts of aeroplanes or helicopters n.e.c. in heading no. 8803
		880390	Aircraft and spacecraft; parts thereof n.e.c. in chapter 88
	Interior	700711	Glass; safety glass, toughened (tempered), of size and shape suitable for incorporation in vehicles, aircraft, spacecraft or vessels
		700721	Glass; safety glass, laminated, of size and shape suitable for incorporation in vehicles, aircraft, spacecraft or vessels
		940110	Seats; of a kind used for aircraft
Avionics	Navigation system	901420	Navigational instruments and appliances; for aeronautical or space navigation (excluding compasses)
		910400	Clocks; instrument panel clocks and clocks of a similar type for vehicles, aircraft, spacecraft or vessels
	Electric, electronics	854430	Insulated electric conductors; ignition wiring sets and other wiring sets of a kind used in vehicles, aircraft or ships
Aircraft products	Helikopter	880211	Helicopters; of an unladen weight not exceeding 2000kg
		880212	Helicopters; of an unladen weight exceeding 2000kg

TIER 1	TIER 2-3	HS-6	DESCRIPTION HS-6
	Pesawat terbang	880230	Aeroplanes and other aircraft; of an unladen weight exceeding 2000kg but not exceeding 15,000kg
		880240	Aeroplanes and other aircraft; of an unladen weight exceeding 15,000kg
Motor and Airframe	Motor	847990	Machines and mechanical appliances having individual functions, others
		850131	Electric motors and generators (excluding generating sets), of an output not exceeding 750 W
		850132	- - Of an output exceeding 750 W but not exceeding 75 kW
		854290	Electronic integrated circuits and microassemblies, parts of
		854370	Electrical machines and apparatus, having individual functions as other machines
	Propeller, Fuselage, Tail, Wing	841191	Turbojets, turbopropellers and other gas turbines of turbojets or turbopropellers
		681510	Articles of stone or of other mineral substances (including articles of peat); Nonelectrical articles of graphite or other carbon (carbon fiber)
		681599	Articles of stone or of other mineral substances (including articles of peat); Others
		701990	Glass fibers (including glass wool)
Other Parts	Cable	854420	Insulated cables not fitted with connectors, for a voltage not exceeding 66 kV, insulated with rubber or plastics
	Gear	870870	Road wheels and parts and accessories thereof of the motor vehicles of headings 87.01 to 87.05
		950300	Tricycles, scooters, pedal cars and similar wheeled toys; models and similar recreational models, working or not; puzzles of all kinds.
Power Source	Battery	850750	Electric accumulators, including separators therefor; Nickelmetal hydride
		850760	Electric accumulators, including separators therefor; Lithiumion
		850780	Electric accumulators, including separators therefor; Other accumulators
Flight Control	Autopilot, Electronic Control	854231	Processors and controllers, whether/not combined with memories, converters, logic circuits, amplifiers, clock, timing circuits, or other circuits
		903290	Automatic regulating or controlling instruments and apparatus; Parts and accessories
	Actuator	870830	Brakes and servo-brakes; parts thereof :
Signal/ Communication	Datalink	851718	Other apparatus for transmission or reception of voice, images or other data, including apparatus for communication in a wired or wireless network:
		854233	Amplifiers
		852560	Transmission apparatus incorporating reception apparatus
		852990	Parts suitable for use solely or principally with the apparatus of headings 85.25 to 85.28; Other than aerals

TIER 1	TIER 2-3	HS-6	DESCRIPTION HS-6
	Antenna	852910	Parts suitable for use solely or principally with the apparatus of headings 85.25 to 85.28 (Reception, radar, reception apparatus)
Payload	Camera	852580	Transmission apparatus for radiobroadcasting or television; television cameras, digital cameras and video camera recorders
		900219	Lenses, prisms, mirrors and other optical elements, of any material, mounted, being parts of or fittings for instruments or apparatus; Other
		900630	Cameras specially designed for underwater use, for aerial survey or for medical or surgical examination of internal organs; comparison cameras for forensic or criminological purposes
Drone	Cargo <i>drone</i>	880220	Aeroplanes and other aircraft; of an unladen weight not exceeding 2000kg
	Sub-orbital <i>drone</i> / survey	880260	Spacecraft (including satellites) and suborbital and spacecraft launch vehicles

**LAMPIRAN III. Partner perdagangan dengan nilai perdagangan tertinggi untuk masing-masing HS Code Komponen dan Produk Pesawat Terbang**

Bagian Pesawat		HS-6	Indonesia		Negara SEA+Australia		Dunia	
			Top Export Partners	Top Import Partners	Top Export Partners	Top Import Partners	Top Export Partners	Top Import Partners
System engine	Landing system	401130	Thailand	USA	Thailand	Singapura	Jepang	USA
		401213	Thailand	Thailand	Thailand	Malaysia	Belgium	China
		880320	Malaysia	Prancis	Singapura	Australia	Jerman	USA
		880510	USA	Spain	Australia	Singapura	USA	Singapura
	Combustion	840710	Iran	USA	Thailand	Singapura	UAE	Singapura
		840910	Singapura	USA	Singapura	Singapura	Singapura	Arab Saudi
	Wings, Propeller	841111	Malaysia	USA	Singapura	Australia	USA	USA
		841112	Russia	USA	Singapura	Singapura	Inggris	Inggris
		841121	USA	Prancis	Singapura	Singapura	Canada	USA
		841122	Singapura	USA	Singapura	Singapura	Canada	Spain
		841191	USA	Prancis	Singapura	Singapura	Inggris	USA
Aerostructure	Fuselage and part accessories	880310	Korea Selatan	USA	Singapura	Australia	Inggris	USA
		880330	Singapura	USA	Singapura	Singapura	Inggris	USA
		880390	Inggris	Inggris	Filipina	Thailand	USA	Prancis
	Interior	700711	Jepang	China	Thailand	Vietnam	China	Jerman
		700721	Jepang	Thailand	Thailand	Australia	China	Jerman
		940110	Canada	USA	Singapura	Singapura	Inggris	USA
Avionics	Navigation system	901420	Malaysia	USA	Singapura	Singapura	Jerman	USA
		910400	Singapura	Filipina	Filipina	Indonesia	Prancis	USA
	E&E	854430	Jepang	Singapura	Vietnam	Thailand	Mexico	USA
Produk Pesawat Terbang	Helikopter	880211	#N/A	USA	Singapura	Indonesia	Canada	USA
		880212	Australia	USA	Australia	Thailand	Italy	Norwegia
	Pesawat terbang	880230	Vietnam	USA	Australia	Australia	Prancis	USA
		880240	Filipina	Prancis	Singapura	Singapura	Prancis	China



**Kementerian PPN/  
Bappenas**  
Kementerian Perencanaan Pembangunan  
Nasional/Badan Perencanaan  
Pembangunan Nasional (Bappenas)  
Jalan Taman Suropati No.2 Jakarta 10310,  
Telp. 021 3193 6207 Fax 021 3145 374