



# Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045

# Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045

## KEMENTERIAN PPN/BAPPENAS

- Amalia Adininggar Widyasanti
- Bambang Prijambodo
- Leonardo A.A. Teguh Sambodo
- Yogi Harsudiono
- Afaf Setia Ashari
- Adhitya Kusuma Ardana
- Imroatul Amalia
- Dea Kusuma Andhika
- Farah Annisa

## GIZ INDONESIA

- Zulazmi
- Makhdonal Anwar

## DIASPORA EXPERTS (DE)

- Imam Birowo
- Triyoga Waskito
- Bambang Suryo Darwanto
- Widjaja Sekar
- Riana Amretasari
- Prio Adhi Setiawan
- Muhammad Ridho

## PEMANGKU KEPENTINGAN YANG MEMBERIKAN MASUKAN DALAM WAWANCARA DAN 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 Regio Aviasi Industri, 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)*.



## KATA PENGANTAR

Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 merupakan sebuah analisis yang disusun berdasarkan pengamatan tentang kondisi industri dirgantara Indonesia, kondisi dirgantara global, dan proyeksi pertumbuhan ke depan untuk mencapai visi pengembangan industri kedirgantaraan Indonesia di tahun 2045, yaitu menciptakan **“Ekosistem Industri Kedirgantaraan yang Kondusif dan Berdaya Saing”**. Rekomendasi strategi di dalam kajian ini disusun berdasarkan proses diskusi dengan berbagai pemangku kepentingan, baik industri, akademisi, praktisi, maupun regulator. Implementasi langkah strategis di dalam kajian ini akan ditentukan oleh komitmen tata kelola kebijakan di tingkat nasional dalam melaksanakan rekomendasi kebijakan secara efektif, sistematis, terarah dan berkesinambungan.

Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 disusun bersamaan dengan adanya pandemi Covid-19. Akibatnya, hampir seluruh negara membatasi arus pergerakan manusia dan barang, yang selanjutnya berdampak pada terganggunya rantai pasok di seluruh dunia, serta penurunan aktivitas dan produktivitas manufaktur. Lalu lintas penumpang mengalami penurunan setidaknya 40 persen (tingkat Asia) hingga 70 persen (tingkat global). Kajian ini telah mempertimbangkan aspek pandemi tersebut pada analisis ekonomi serta dampaknya terhadap penyusunan strategi pengembangan industri dirgantara ke depan. Walaupun merupakan tantangan yang besar, situasi pandemi membuka peluang bagi Indonesia untuk lebih cermat dalam menyusun prioritas kebijakan ataupun proaktif dalam melaksanakan langkah-langkah strategis dalam mengembangkan ekosistem industri dirgantara sebagaimana yang telah direkomendasikan.

Kajian ini mencakup langkah-langkah strategis pengembangan ekosistem yang diarahkan melalui empat pilar utama industri kedirgantaraan Indonesia, yaitu: (1) industri pesawat terbang (*fixed wing*) maupun nirawak, (2) komponen dan rantai pasok, (3) *Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO)* dan jasa purna jual, serta (4) layanan angkutan pesawat terbang dan kebandarudaraan. Pengembangan ekosistem industri dirgantara dilengkapi dengan lima misi yang menghubungkan kebijakan antar pilar, yaitu: (1) perbaikan tata kelola kelembagaan dan kebijakan kedirgantaraan, (2) peningkatan kemampuan rekayasa dan rancang bangun, (3) peningkatan kapasitas SDM melalui kerja sama program pendidikan tinggi dan vokasi internasional, (4) pengembangan komersialisasi, kemitraan, dan investasi secara strategis, dan (5) pengembangan infrastruktur industri kedirgantaraan.

Kami mengucapkan terima kasih kepada mitra kerja kami, GIZ Indonesia-ASEAN-Timor Leste, yang melalui dukungan *Program Migration & Diaspora* telah memberikan kesempatan besar kepada kami untuk dapat bekerjasama dengan diaspora tenaga ahli Indonesia di bidang industri dirgantara global untuk dapat menyusun kajian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada berbagai pemangku kepentingan, baik industri, akademisi, praktisi, maupun regulator yang telah berpartisipasi memberikan informasi dan masukan untuk analisis dalam kajian ini. Besar harapan kami, Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 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 bagi bangsa Indonesia.

Jakarta, 28 Desember 2020

Deputi Bidang Ekonomi

Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional/  
Badan Perencanaan Pembangunan Nasional

Amalia Adininggar Widyasanti

## RINGKASAN EKSEKUTIF



Penciptaan Ekosistem Industri Kedirgantaraan yang kondusif dan berdaya saing dilakukan secara terfokus dan mendalam melalui pengembangan empat pilar industri kedirgantaraan yaitu: (1) industri pesawat terbang; (2) komponen dan rantai pasok; (3) MRO dan jasa purna jual; dan (4) jasa penerbangan dan kebandarudaraan.

### 1. Industri Pesawat Terbang

Pengembangan industri pesawat terbang (IPT) yang disesuaikan dengan *value creation*. Investasi *Research Development, and Design* (RD&D) 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 setelah tahap RD&D.

Pengembangan pada tahap awal perlu difokuskan pada satu program pesawat terbang dan satu program *drone* melalui perolehan *Type Certificate* program N219 dan *Large Cargo Drone* yang nilai ekonominya relatif lebih besar dari jenis *drone* lain. Pada periode berikutnya, program pengembangan pesawat dapat dilanjutkan pada tipe yang lebih besar, seperti 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 timing 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.

Pengembangan pesawat penerbangan perintis perlu dilakukan dengan mempertimbangkan kondisi saat ini terkait operasional pesawat perintis yang membutuhkan subsidi.

Adaptasi teknologi baru dilakukan secara berjenjang. Sebagai contoh, penggunaan *electric propulsion* dapat diawali dari pesawat ukuran kecil/*general aviation*, hingga ke pesawat berkapasitas besar di saat teknologi tersebut mapan untuk diterapkan. Dengan strategi di atas, Indonesia diharapkan akan bisa menjadi produsen pesawat terbang *Turboprop* berkapasitas <100 penumpang dengan teknologi mutakhir, menjadi produsen *Large Cargo Drone* pada tahun 2045 serta termasuk dalam bagian Tier *aerostructure* global.

### 2. Pengembangan Komponen dan Rantai Pasok

Industri komponen dikembangkan dengan fokus pada pengembangan *Aerostructure* yang menjadi bagian dari *Global Value Chain* (GVC) melalui kerja sama dengan OEM/Tier 1. Pengembangan komponen pesawat terbang agar 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. Targetnya disini adalah untuk meningkatkan TKDN komponen pesawat terbang hingga 2X lipat serta meningkatkan *market share* industri komponen pesawat hingga 2% dari rantai pasok global.

### **3. Pengembangan AMO/MRO dan Jasa Purna Jual**

Pengembangan industri MRO domestik diharapkan dapat menjadi pendorong pengembangan pilar lain, seperti industri komponen atau unit komponen. Dalam pelaksanaannya, 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 tersebut 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.

### **4. Jasa Penerbangan dan Kebandarudaraan**

Perluasan rute, kapasitas bandara, serta penambahan fasilitas bandara dilakukan berdasarkan proyeksi pertumbuhan ekonomi pasca pandemi Covid-19 yang diperkirakan akan mempengaruhi aktivitas transportasi udara sampai dengan beberapa tahun mendatang. Utilisasi fasilitas bandara milik pemerintah dapat ditingkatkan melalui pelibatan swasta dalam kerja sama operasional.

Pengembangan infrastruktur penerbangan juga diperlukan untuk menyokong program pemerintah dalam memajukan sektor pariwisata dalam negeri dan turut meningkatkan konektivitas nasional termasuk di daerah terdalam, terluar, terisolir dan perbatasan. Pada tahun 2045 mendatang, 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 & kargo 3x-4x lipat.

Pengembangan 4 pilar industri kedirgantaraan nasional yang efektif perlu didukung oleh 5 misi yang merupakan daya dukung pada strategi lintas pilar. Lima misi tersebut antara lain:

#### **1. Perbaikan Tata Kelola Kebijakan Kedirgantaraan**

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

#### **2. Peningkatan Kemampuan Perakayasaan dan Rancang bangun**

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.

#### **3. Peningkatan Kapasitas Sumber Daya Manusia melalui Kerja sama Program Pendidikan Tinggi dan Vokasi Internasional**

Pengembangan SDM dilakukan dengan kurikulum yang disesuaikan dengan kebutuhan industri dan terakreditasi sehingga dapat berkompetisi di tingkat internasional. Pengembangan SDM kedirgantaraan diarahkan untuk penempatan pada sektor yang spesifik untuk 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 pertukaran peserta didik antar negara pada tingkat pendidikan menengah dan tinggi. Selain itu, pengembangan SDM kedirgantaraan dapat dilakukan melalui *up-*

*skilling* SDM manufaktur bidang lain (misalnya otomotif, kereta api, dll.) sehingga dapat menumbuhkan badan usaha baru bidang kedirgantaraan.

#### **4. Pengembangan Komersialisasi, Kemitraan, dan Investasi Secara Strategis**

Penciptaan ekosistem usaha dan investasi yang kondusif bisa dilakukan melalui 3 strategi: (1) rekayasa dan rancang bangun secara mandiri (Contoh: proyek N219 dan N245), (2) rekayasa dan rancang bangun, serta dukungan permodalan bersama mitra, baik di dalam negeri maupun di luar negeri (Contoh: proyek kemitraan KFX/IFX dengan KAI Ltd, Korea Selatan; CASA melalui NC212, CN235), dan (3) penarikan mitra dari negara yang menguasai teknologi tinggi untuk berinvestasi dan memindahkan kompetensi teknologi tingginya ke Indonesia.

#### **5. Pengembangan Infrastruktur Strategis Industri Kedirgantaraan**

Penguatan infrastruktur pendukung industri kedirgantaraan ditujukan untuk (1) meningkatkan fasilitas fisik seperti bandara dan kelengkapannya, (2) mengembangkan lokasi aktivitas kedirgantaraan secara terpadu (misalnya dalam bentuk *Aerocity Park*), (3) menyelaraskan sertifikasi Indonesia dengan standar internasional dan inisiasi *mutual recognition* atas sertifikasi Indonesia, (4) meningkatkan capaian sertifikasi pesawat dan komponen, jasa perbaikan, dan kompetensi SDM yang bertaraf internasional, serta (5) mengembangkan fasilitas laboratorium pengujian yang dibutuhkan oleh pelaku industri.

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>I</b>
<b>RINGKASAN EKSEKUTIF</b>	<b>I</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>VIII</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>IX</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b>	<b>XI</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>XV</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b>	<b>1-1</b>
1.1 KONDISI UMUM EKONOMI DAN PENERBANGAN GLOBAL	1-1
1.2 DASAR HUKUM REGULASI DAN ARAH KEBIJAKAN DIRGANTARA	1-4
1.3 TUJUAN	1-7
1.4 RUANG LINGKUP	1-7
1.5 METODOLOGI	1-8
<b>2. BENCHMARKING ANALYSIS STRATEGI PENGEMBANGAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN NEGARA-NEGARA DUNIA</b>	<b>2-11</b>
2.1 STUDI PERBANDINGAN ( <i>BENCHMARKING ANALYSIS</i> )	2-11
2.2 MALAYSIA	2-12
2.3 SINGAPURA	2-14
2.4 FILIPINA	2-15
2.5 MAROKO	2-17
2.6 CINA	2-18
2.7 INDIA	2-19
2.8 MEKSIKO	2-22
2.9 PERBANDINGAN STRATEGI BERBAGAI NEGARA	2-23
<b>3. TECHNOLOGY FORESIGHT 2045 SEBAGAI PANDUAN PENGEMBANGAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN</b>	<b>3-26</b>
3.1 <i>TECHNOLOGY FORESIGHT</i> INDUSTRI PENERBANGAN INDONESIA 2045	3-26
3.2 INDUSTRI PESAWAT TERBANG	3-27
3.2.1 PESAWAT TERBANG BERAWAK	3-27
3.2.2 PESAWAT TERBANG NIRAWAK	3-29
3.3 INDUSTRI KOMPONEN	3-30
3.4 <i>MAINTENANCE, REPAIR, AND OVERHAUL (AMO/MRO)</i>	3-31
3.5 JASA PENERBANGAN & KEBANDARUDARAAN	3-33



<b>4.</b>	<b><u>RENCANA PENGEMBANGAN INDUSTRI PESAWAT TERBANG (FIXED WING) DAN PESAWAT TERBANG NIRAWAK</u></b>	<b><u>4-35</u></b>
4.1	INDUSTRI PESAWAT TERBANG	4-35
4.2	POTENSI PASAR PESAWAT TERBANG GLOBAL	4-36
4.3	PERKEMBANGAN INDUSTRI PESAWAT TERBANG INDONESIA	4-37
4.3.1	N219	4-38
4.3.2	N219-AMFIBI	4-45
4.3.3	N245	4-46
4.3.4	R80	4-52
4.3.5	PROYEKSI UNIT PRODUKSI	4-55
4.3.6	TANTANGAN PENGEMBANGAN	4-59
4.4	PERKEMBANGAN INDUSTRI PESAWAT TERBANG NIRAWAK	4-62
4.5	PERKEMBANGAN INDUSTRI <i>FLIGHT SIMULATOR</i>	4-65
4.6	ADAPTASI TEKNOLOGI BARU	4-65
4.7	REKOMENDASI	4-67
4.7.1	PEMBENTUKAN EKOSISTEM PENDANAAN DAN KERJA SAMA	4-67
4.7.2	KERANGKA WAKTU PERENCANAAN, SERTIFIKASI PRODUKSI, DAN KOMERSIALISASI PESAWAT TERBANG	4-68
4.7.3	SKEMA PEMASARAN DAN METODE PENJUALAN	4-68
<b>5.</b>	<b><u>RENCANA PENGEMBANGAN KOMPONEN DAN RANTAI PASOK</u></b>	<b><u>5-71</u></b>
5.1	KONDISI PENGEMBANGAN KOMPONEN PESAWAT GLOBAL	5-71
5.1.1	TREN TEKNOLOGI KOMPONEN PESAWAT TERBANG	5-71
5.1.2	POSISI PENGEMBANGAN KOMPONEN PESAWAT INDONESIA DI DUNIA	5-73
5.2	KONDISI PENGEMBANGAN KOMPONEN INDONESIA	5-80
5.2.1	POTENSI PENGEMBANGAN	5-80
5.2.2	TANTANGAN PENGEMBANGAN	5-86
5.3	REKOMENDASI	5-88
5.3.1	PENINGKATAN AKSES SERTIFIKASI BADAN USAHA	5-88
5.3.2	PENINGKATAN KERJA SAMA RANTAI PASOK DAN PEMASARAN SECARA KOLEKTIF	5-88
5.3.3	FOKUS PENGEMBANGAN KOMPONEN DAN EFISIENSI DISTRIBUSI	5-89
<b>6.</b>	<b><u>MAINTENANCE REPAIR AND OVERHAUL (MRO)</u></b>	<b><u>6-92</u></b>
6.1	KONDISI PENGEMBANGAN AMO/MRO GLOBAL	6-92
6.1.1	TREN INDUSTRI DAN TEKNOLOGI AMO/MRO	6-92
6.1.2	TREN PERMINTAAN PASAR AMO/MRO DUNIA	6-93
6.2	KONDISI PENGEMBANGAN AMO/MRO INDONESIA	6-94
6.2.1	POTENSI PENGEMBANGAN	6-94
6.2.2	TANTANGAN PENGEMBANGAN	6-97
6.2.3	REKOMENDASI	6-98
<b>7.</b>	<b><u>JASA PENERBANGAN DAN KEBANDARUDARAAN</u></b>	<b><u>7-102</u></b>
7.1	DATA DAN PROYEKSI JASA PENERBANGAN	7-102
7.1.1	DATA DAN PROYEKSI RUTE INTERNASIONAL DAN DOMESTIK	7-102
7.1.2	DATA DAN PROYEKSI LALU LINTAS INTERNASIONAL DAN DOMESTIK	7-103
7.1.3	DATA PRODUKSI ANGKUTAN UDARA NIAGA BERJADWAL	7-105

7.1.4	DATA PANGSA PASAR BADAN USAHA ANGKUTAN UDARA NIAGA NASIONAL	7-106
7.1.5	DATA DAN PROYEKSI ANGKUTAN UDARA PERINTIS	7-108
7.1.6	SEKTOR PARIWISATA	7-109
<b>7.2</b>	<b>KONDISI KEBANDARUDARAAN INDONESIA</b>	<b>7-111</b>
7.2.1	DATA BANDAR UDARA	7-111
7.2.2	PENGLOLAAN GROUND HANDLING MELALUI KERJA SAMA PEMERINTAH DAN SWASTA	7-112
7.2.3	PENINGKATAN LAYANAN PENUMPANG MELALUI DIGITALISASI BANDAR UDARA	7-113
<b>7.3</b>	<b>TANTANGAN PENGEMBANGAN KEBANDARUDARAAN DAN JASA PENERBANGAN DI INDONESIA</b>	<b>7-114</b>
7.3.1	RENDAHNYA JUMLAH DAN KUALITAS OPERATOR	7-114
7.3.2	HARGA JASA PENERBANGAN KURANG KOMPETITIF	7-115
7.3.3	RENDAHNYA FASILITAS DAN LAYANAN BANDARA	7-115
7.3.4	RENDAHNYA TINGKAT LAYANAN KARGO	7-118
7.3.5	LAYANAN OPERASIONAL ANGKUTAN UDARA	7-119
<b>7.4</b>	<b>REKOMENDASI PENGEMBANGAN KEBANDARUDARAAN INDONESIA</b>	<b>7-122</b>
7.4.1	OPTIMASI FASILITAS BANDARA MELALUI SERTIFIKASI DAN TEKNOLOGI	7-122
7.4.2	INTEGRASI LAYANAN KEBANDARUDARAAN DAN JASA PENERBANGAN	7-123
7.4.3	PENINGKATAN DAYA SAING OPERASIONAL	7-123
<b>8.</b>	<b>ARAH KEBIJAKAN EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN</b>	<b>8-126</b>
8.1	KEBUTUHAN KOORDINASI ANTAR KEMENTERIAN/LEMBAGA UNTUK INDUSTRI DIRGANTARA	8-126
8.2	KEBIJAKAN STRATEGIS PENGEMBANGAN EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	8-126
8.3	KONSEP KEANGGOTAAN DAN PEMBAGIAN PERAN KOMITE KEBIJAKAN INDUSTRI KEDIRGANTARAAN	8-133
<b>9.</b>	<b>REKOMENDASI PENGEMBANGAN FASILITAS DAN INFRASTRUKTUR PENDUKUNG UNTUK PEMENUHAN STRATEGI</b>	<b>9-141</b>
9.1	PERENCANAAN SUMBER DAYA MANUSIA EKOSISTEM DIRGANTARA	9-141
9.2	KEBUTUHAN SERTIFIKASI PENUNJANG EKOSISTEM INDUSTRI DIRGANTARA	9-143
9.3	FASILITAS RISET, RANCANG BANGUN, DAN PENGUJIAN	9-145
9.3.1	CONTOH IMPLEMENTASI KERJA SAMA RISET & PENGEMBANGAN	9-145
9.3.2	POTENSI KERJA SAMA RISET, REKAYASA, DAN RANCANG BANGUN DIRGANTARA DI INDONESIA	9-147
9.4	SKEMA KEMITRAAN EKOSISTEM INDUSTRI DIRGANTARA	9-148
9.4.1	CONTOH KASUS SKEMA <i>STRATEGIC PARTNERSHIP</i>	9-149
9.4.2	PERBANDINGAN STRATEGI KEMITRAAN DIRGANTARA DI ASIA PASIFIK	9-152
9.4.3	REKOMENDASI STRATEGI KEMITRAAN	9-154
9.5	SKEMA PEMBIAYAAN DAN RENCANA INVESTASI	9-155
9.5.1	PEMBIAYAAN INDUSTRI MANUFAKTUR BERBASIS RISET DAN INOVASI DENGAN SUKU BUNGA RENDAH	9-155
9.5.2	PENERAPAN KEBIJAKAN PEMBIAYAAN DAN KONSULTASI INDUSTRI DIRGANTARA	9-156
9.5.3	PENINGKATAN IKLIM INVESTASI	9-157
<b>10.</b>	<b>PENUTUP</b>	<b>10-160</b>
	<b>LAMPIRAN</b>	<b>10-163</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Proyeksi Nilai Perjalanan Penumpang-Km (Pra Covid-19) [1].....	1-1
Gambar 1-2. Nilai Belanja Pariwisata Internasional[2-4] .....	1-2
Gambar 1-3. Proyeksi nilai perjalanan kargo Ton-Km (Freight Ton-Kilometer pra covid-19) [1] .....	1-3
Gambar 1-4. Proyeksi Nilai Perdagangan Barang Global [5].....	1-3
Gambar 1-5. Ruang Lingkup Pembahasan Peta Jalan Ekosistem Industri Dirgantara 2020-2045.....	1-7
Gambar 1-6: Siklus DMAIC.....	1-8
Gambar 3-1: Perbandingan potongan melintang TurboFan Engine & Counter Rotating Open Rotor Engine [33, 34] .....	3-28
Gambar 3-2: Konfigurasi pesawat BWB [36] & Flying V[37].....	3-28
Gambar 3-3: Energy density berbagai jenis bahan bakar [39].....	3-29
Gambar 3-4: 4 tingkatan autonomous capability untuk UAV skala kecil[40] .....	3-30
Gambar 3-5: Konsep & berbagai teknologi yang digunakan di Hangar of the Future [47].....	3-32
Gambar 4-1: Perbedaan beberapa bentuk cross -section after body [61] .....	4-41
Gambar 4-2: Perbedaan hambatan udara untuk beberapa bentuk aft fuselage [62] .....	4-41
Gambar 4-3: Skema Proses RD&D N219 & N219A yang direkomendasikan .....	4-44
Gambar 4-4: Skema Proses RD&D N245 yang direkomendasikan.....	4-48
Gambar 4-5: Grafik produksi jumlah pesawat tahunan & kumulatif untuk program pesawat Indonesia 2020-2045.....	4-57
Gambar 4-6: Grafik nilai bisnis tahunan & kumulatif untuk program pesawat Indonesia 2020-2045 .....	4-58
Gambar 4-7. Proyeksi Produksi dan Nilai Bisnis untuk total 6 Produk .....	4-59
Gambar 4-8: UAS Program dan Flight Management System [81].....	4-64
Gambar 4-9: Ragam jenis teknologi baru yang perlu diadaptasi di ekosistem dirgantara Indonesia .....	4-66
Gambar 4-10. Kerangka Waktu Program Pesawat Terbang .....	4-68
Gambar 5-1. Proyeksi Perkembangan Teknologi Komponen Pesawat [83].....	5-71
Gambar 5-2. Posisi Nilai Net Ekspor Indonesia untuk Produk Pesawat dan Komponen Pesawat [14] .....	5-79
Gambar 5-3. Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara .....	5-80
Gambar 5-4. Jumlah Badan Usaha dan Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara [85] .....	5-81
Gambar 5-5. Teknologi Proses Rantai Pasok Industri Dirgantara .....	5-82
Gambar 5-6. Proyeksi Nilai Komponen Global dan Target Nilai Komponen Indonesia (USD Juta) .....	5-83
Gambar 5-7. Pemetaan Industri Pemasok Lokal Untuk Produk N219.....	5-84
Gambar 5-8. Pemetaan Industri Pemasok Lokal Untuk Produk CN235 .....	5-85
Gambar 5-9. Jumlah Badan Usaha Tersertifikasi AS9100.....	5-86
Gambar 5-10. Ilustrasi Pareto Nilai TKDN Industri Dirgantara [86].....	5-87
Gambar 6-1. Skenario Kontraksi Permintaan AMO/MRO Dunia[87].....	6-93
Gambar 6-2. Pemetaan Usia dan Ukuran Pesawat Terbang yang Beroperasi di Indonesia [90].....	6-95
Gambar 6-3: Komposisi & Kapabilitas AMO/MRO di Indonesia [91] .....	6-96
Gambar 7-1: Visualisasi Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan 2020-2024.....	7-110
Gambar 7-2: Destinasi Pariwisata & Rencana Pembangunan Jangka Menengah nasional 2020-2024 .....	7-110
Gambar 7-3. Ilustrasi Operasional Ground Handling.....	7-112
Gambar 7-4. Data peringkat Passenger, peringkat visa & cost competitiveness [100, 101] .....	7-119
Gambar 8-1. Visi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia.....	8-127
Gambar 8-2. Konsep Struktur Organisasi Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK) .....	8-133
Gambar 8-3. Konsep Aliran Kerja Anggota Inti Komite (KKIK) .....	8-134
Gambar 8-4. Ilustrasi Keanggotaan Komite (non-exhaustive list) .....	8-135
Gambar 9-1: Tiga strategi untuk penguasaan teknologi dirgantara [108].....	9-149
Gambar 9-2. Kemitraan Strategis Airbus dan Rantai Pasok di India [111] .....	9-150
Gambar 9-3: Ragam bentuk kemitraan Boeing di India [112] .....	9-150
Gambar 9-4 Rekomendasi Strategi Kemitraan .....	9-154



## DAFTAR TABEL

Tabel 1-1. Pengembangan & Pemanfaatan Teknologi Industri Prioritas Alat Transportasi [9] .....	1-5
Tabel 2-1. Perbandingan kondisi industri dirgantara Malaysia 1998 dan 2014[13].....	2-12
Tabel 2-2. Tujuan Ekosistem Industri Dirgantara Malaysia [13].....	2-13
Tabel 2-3. Pendapatan sektor MRO & Aero-Manufacturing untuk beberapa negara ASEAN [13].....	2-15
Tabel 2-4 Insentif Filipina di Bidang Dirgantara [17, 18].....	2-17
Tabel 2-5: Penjualan & Nilai Ekspor Industri Penerbangan Cina 2005-2010 [23].....	2-19
Tabel 2-6: Perbandingan nilai ekspor, target & strategi pengembangan industri dirgantara beberapa negara .....	2-23
Tabel 3-1: Teknologi Potensial yang teridentifikasi akan mempercepat kemajuan industri penerbangan hingga 2045 .....	3-26
Tabel 4-1. Perkiraan Jumlah Delivery Pesawat Terbang Global Berdasarkan Kapasitas[52], [53], [54] .....	4-37
Tabel 4-2. Perkiraan Jumlah Delivery Produk Pesawat Terbang Indonesia yang diturunkan dari [52], [53], [54] .....	4-38
Tabel 4-3: Milestone Program N219 untuk kurun waktu 2020-2024 menurut PTDI [58] .....	4-39
Tabel 4-4. Studi Pasar PTDI untuk penjualan N219 [60] .....	4-40
Tabel 4-5. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas <20 Kursi [60, 63-68].....	4-42
Tabel 4-6: To-Do List Program N219.....	4-44
Tabel 4-7: Milestone Program N219A untuk kurun waktu 2020-2024 menurut PTDI [58].....	4-45
Tabel 4-8: To-Do List Program N219A.....	4-46
Tabel 4-9: Milestone Program N245 untuk kurun waktu 2020-2024 menurut PTDI [58, 70] .....	4-47
Tabel 4-10. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas 40-60 Kursi [71] [72-75] .....	4-50
Tabel 4-11: To-Do List Program N245.....	4-51
Tabel 4-12. Potensi Pembelian Produk R80 [76].....	4-52
Tabel 4-13: Milestone Program R80 untuk kurun waktu 2020-2025 menurut PT RAI [76].....	4-52
Tabel 4-14. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeller Kapasitas 60-80 Kursi [76-78] [79] .....	4-54
Tabel 4-15. To-Do List Program R80 .....	4-55
Tabel 4-16. Perkiraan Jumlah Unit Produksi Produk Pesawat Terbang Indonesia.....	4-56
Tabel 4-17: Perkiraan Nilai jual Produk Pesawat Terbang Nasional (USD Juta) .....	4-58
Tabel 4-18: Tantangan pengembangan berbagai proyek pesawat terbang Indonesia .....	4-59
Tabel 4-19: Berbagai kelas pesawat terbang nirawak serta proyeksi ekonominya hingga tahun 2045.....	4-63
Tabel 5-1. Pesawat dengan Teknologi Hybrid/Elektrik [84].....	5-72
Tabel 5-2. Perbandingan Metodologi dan Analisis Data Komponen dan Produk Pesawat.....	5-73
Tabel 5-3. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Indonesia [14].....	5-74
Tabel 5-4. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Singapura [14] .....	5-75
Tabel 5-5. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Thailand [14].....	5-75
Tabel 5-6. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Malaysia [14].....	5-76
Tabel 5-7. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Filipina [14].....	5-76
Tabel 5-8. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Vietnam [14].....	5-77
Tabel 5-9. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Brazil [14] .....	5-77
Tabel 5-10. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Inggris [14] .....	5-78
Tabel 6-1. Proyeksi Pesawat Aktif dan Tipe Pekerjaan AMO/MRO [87] .....	6-93
Tabel 6-2. Proyeksi Nilai AMO/MRO di Indonesia (USD Juta) [87-89].....	6-95
Tabel 7-1. Data 2013-2018 dan Proyeksi 2020-2045 Rute Internasional.....	7-102
Tabel 7-2. Data 2013-2018 dan Proyeksi 2020-2045 Rute Domestik.....	7-102
Tabel 7-3. Proyeksi Jangka Panjang Pertumbuhan PDB Dunia dan Indonesia [92] .....	7-103
Tabel 7-4. Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri [93].....	7-103
Tabel 7-5. Proyeksi 2020-2045 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri.....	7-104
Tabel 7-6 Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik di Bandara Dalam Negeri [93] .....	7-104
Tabel 7-7. Proyeksi 2020-2045 Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik di Bandara Dalam Negeri .....	7-105
Tabel 7-8. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Internasional Berjadwal [94] .....	7-105
Tabel 7-9. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Dalam Negeri Berjadwal [94] .....	7-106
Tabel 7-10. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Dalam Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [93].....	7-107
Tabel 7-11. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Luar Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [93].....	7-107
Tabel 7-12. Tipe, Kapasitas, dan Jumlah Unit Pesawat Perintis Beroperasi (2018) [95-99].....	7-108
Tabel 7-13. Realisasi Angkutan Udara Perintis Berdasarkan Koordinir Wilayah (2018) [93].....	7-109

Tabel 7-14. Jumlah Bandar Udara di Indonesia Menurut Penggunaannya [94] .....	7-111
Tabel 7-15. Jumlah Bandar Udara dan Pengelola Bandara Tahun 2019 [94] .....	7-111
Tabel 7-16. Komposisi Jumlah Penumpang Berdasarkan Pengelolaan Bandar Udara Tahun 2018 [93] .....	7-112
Tabel 7-17. Klasifikasi Landasan Pacu .....	7-117
Tabel 7-18 Ringkasan OTP Maskapai Berjadwal Dalam Negeri Periode Juli - Desember 2015 [102] .....	7-120
Tabel 7-19 Jumlah Kecelakaan Penerbangan di Indonesia yang diinvestigasi oleh KNKT [103] .....	7-121
Tabel 8-1. Strategi Pilar 1. Pengembangan Industri Pesawat Terbang .....	8-128
Tabel 8-2. Strategi Pilar 2. Peningkatan Nilai Tambah dan Rantai Nilai Komponen Pasar Global .....	8-129
Tabel 8-3. Strategi Pilar 3. Peningkatan Layanan Jasa AMO/MRO dan Jasa Industri .....	8-130
Tabel 8-4. Strategi Pilar 4. Peningkatan Konektivitas dan Layanan Udara .....	8-131
Tabel 8-5. Ringkasan Strategi dan Quick Wins Ekosistem Industri Dirgantara .....	8-132
Tabel 9-1: Ragam sertifikasi yang dibutuhkan untuk menunjang ekosistem industri dirgantara .....	9-143
Tabel 9-2: Pemenuhan sertifikasi yang mendesak .....	9-144
Tabel 9-3. Implementasi Fasilitas Riset, Rancang Bangun, dan Pengujian .....	9-147
Tabel 9-4. Perbandingan Kemitraan OEM dengan Negara Asia Pasifik [114] .....	9-152
Tabel 9-5: Usulan skema insentif yang dapat diterapkan di Indonesia .....	9-155
Tabel 9-6. Peringkat Daya Tarik Industri Manufaktur Dirgantara [116] .....	9-157

## DAFTAR SINGKATAN

ADS	<i>Airbus Defence &amp; Space</i>
AFM	<i>Aircraft Flight Manuals</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>
AOCC	<i>Airport Operation Control Center</i>
AP I	<i>Angkasa Pura I</i>
AP II	<i>Angkasa Pura II</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>
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>
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	<i>Direktorat Kelaik-Udara-an dan Pengoperasian Pesawat Udara</i>
DMAIC	<i>Design Measure Analyze Improve Control</i>
DNP	<i>Direktorat Navigasi Penerbangan</i>
DOA	<i>Design Organization Approval</i>
DODD	<i>Digital Officer with Digital Device</i>
DR&O	<i>Design Requirements &amp; Objectives</i>



E&E	<i>Electrical and Electronic equipment</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>
FTA	<i>Free Trade Agreement</i>
GIVI	<i>German Indonesian Vocational Institute</i>
GLARE	<i>Glass Laminate Aluminum Reinforced Epoxy</i>
GMF	<i>Garuda Maintenance Facility</i>
GSE	<i>Ground Support Equipment</i>
HALE	<i>High Altitude Long Endurance</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>
KKIK	Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan
KKIP	Komite Kebijakan Industri Pertahanan
KNKT	Komisi Nasional Keselamatan Transportasi
KPPIP	Komite Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas
LAPAN	Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
LNSW	<i>Lembaga National Single Window</i>
LPNK	Lembaga Penelitian Non Kementerian
MAC	<i>Malaysian Aerospace Council</i>
MALE	<i>Medium Altitude Long Endurance</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>
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
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>
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>
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>
TC	<i>Type Certificate</i>
TiVA	<i>Trade in Value Added</i>
TKDN	Tingkat Kandungan Dalam Negeri
TOA	<i>Training Organization Approval</i>
TOC	Terminal Operation Center
TSM	<i>Trouble Shooting Manuals</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>

## DAFTAR PUSTAKA

1. *Long-Term Traffic Forecast*. 2018, International Civil Aviation Organization.
2. *Air Transport Statistics*. 2018, International Civil Aviation Organization.
3. *COVID-19: Initial Impact — Assessment of the Novel Coronavirus*. 2020, International Air Transport Association Economics.
4. *International Tourism 2020 Forecast*. 2019. [Diakses: 1 Agustus 2020]; Situs: [www.unwto.org/news/covid-19-international-tourist-numbers-could-fall-60-80-in-2020](http://www.unwto.org/news/covid-19-international-tourist-numbers-could-fall-60-80-in-2020).
5. *International Trade Statistics*. 2019. [Diakses: 1 Agustus 2020]; Situs: <https://data.wto.org/>.
6. *Undang Undang Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan*. 2009, Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia: Jakarta.
7. *Undang Undang Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan*. 2012, Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia: Jakarta.
8. *Undang Undang Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan*. 2013, Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia: Jakarta.
9. *Peraturan Pemerintah Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Nasional 2015 – 2035*. 2015, Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia: Jakarta.
10. *Peraturan Presiden Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan 2016 – 2040*. 2017, Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia: Jakarta.
11. *Peraturan Presiden Nomor 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional*. 2016, Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia: Jakarta.
12. *Peraturan Presiden Nomor 38 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Riset Nasional*. 2018, Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia: Jakarta.
13. *Malaysian Aerospace Industry Blueprint 2030*. 2015, Malaysian Industry-Government Group for High Technology.
14. *International Trade Statistics Database - United Nations Comtrade (UN Comtrade)*. [Diakses: 1 Agustus 2020]; Situs: <https://comtrade.un.org/>.
15. *Aerospace Industry Transformation Map 2020*. 2018, Singapore Economic Development Board.
16. *National Additive Manufacturing Innovation Cluster (NAMIC) Singapore*. [Diakses: 1 Agustus 2020]; Situs: <https://namic.sg/about-us/>.
17. *The Philippine Aerospace Industries Roadmap: Industry Growth Agenda Over A Ten (10) Year Period (2013-2022)*. 2013, The Aerospace Industries Association of The Philippines.
18. *South East Asia Investment Opportunities Tax and Other Incentives*. 2012, PricewaterhouseCoopers (PwC).
19. Rami Ahmad, R.G., Zouhir Regragui Mazili, H. B. Qermane, Sarah Al-Tamimi, *Morocco's Aeronautics Cluster: A fast growing cluster at the doorstep of Europe*. Harvard Business School, 2013.
20. *Moroccan Aerospace Industry: The Most Competitive Base at The Gate of Europe*. 2015, Moroccan Aerospace Industries Association (GIMAS).
21. *Aerospace Industry*. 2018, Morocco's Investment and Trade Agency (AMDIE).
22. *The Effectiveness of China's Industrial Policies in Commercial Aviation Manufacturing*. 2014, RAND Corporation.
23. *China Civil Aviation Industry Statistics Yearbook 2011*. 2011: China Statistics Press.
24. *Aviation Sector Achievements Report*. 2017, Department of Industrial Policy & Ministry of Civil Aviation India.
25. *Indian Aerospace: Taking Off*. 2019, Department of Defence Production, Ministry of Defence India.
26. *Vision 2040 for the Civil Aviation Industry in India. Global Aviation Summit 2019, Mumbai*. 2019, FICCI & KPMG.

27. *Aerospace Industry in Mexico*. 2015. [Diakses: 01 Oktober 2020].
28. Vazquez, M.A.B., C. , *The Aerospace Industry in Mexico: Characteristics and Challenges in Sonora*. 2018, Problemas del DESAROLLO.
29. *Sustainable Development Goals*. [Diakses: 1 Oktober 2020]; Situs: <https://sdgs.un.org/goals>.
30. Holger Kuhn, C.F., *Renewable Energy Perspectives for Aviation*. CEAS 2011 The International Conference of the European Aerospace Societies, 2011.
31. *What is a Fuel Cell?* [Diakses: 1 Oktober 2020; Situs: <https://www.gencellenergy.com/gencell-technology/>].
32. *Neva Aerospace project opens doors for development of aerial robots*. 2017. [Diakses: 1 Oktober 2020]; Situs: <https://www.suasnews.com/2017/03/neva-aerospace-project-opens-doors-development-aerial-robots/>.
33. *TurboFan Engine*. 2014. [Diakses: 1 Oktober 2020]; Situs: [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).
34. *Noise generation of contra-rotating open rotors*. [Diakses: 7 Oktober 2020]; Situs: <https://www.southampton.ac.uk/antc/projects/ror.page>.
35. *Open Rotor Engine Aeroacoustic Technology Final Report -Continuous Lower Energy, Emissions and Noise (CLEEN) Program*. 2013, Federal Aviation Administration - US Department of Transportation.
36. *Past Projects: X-48B Blended Wing Body*. 2010. [Diakses: 17 September 2020]; Situs: <https://www.nasa.gov/centers/dryden/research/X-48B/index.html>.
37. *Successful scale model maiden flight of Flying-V jet*. 2020. [Diakses: 17 September 2020]; Situs: <https://www.inceptivemind.com/successful-scale-model-maiden-flight-flying-v-jet/15089/>.
38. Verdon, M. *The 'Flying-V,' a Fuel-Efficient Alternative to Jumbo Jets, Just Flew for the First Time*. 2020. [Diakses: 7 Oktober 2020]; Situs: <https://robbreport.com/motors/aviation/v-wing-aircraft-fuel-efficient-advanced-airliner-2948619/>.
39. *Chapter 1. Energy 101*. [Diakses: 7 Oktober 2020]; Situs: <https://ourrenewablefuture.org/chapter-1/>.
40. Nonami, K., *Present state and future prospect of autonomous control technology for industrial drones*. IEEJ Transactions on Electrical & Electronic Engineering, 2019.
41. Adams, E. *America's Plan to Somehow Make Drones Not Ruin the Skies*. 2017. [Diakses: 1 September 2020]; Situs: <https://www.wired.com/2017/05/americas-plan-somehow-make-drones-not-ruin-skies/>.
42. Kechidi, M., *From 'aircraft manufacturer' to 'architect-integrator': Airbus's industrial organisation model*. International Journal of Technology and Globalisation 7, 2013: p. 8-22.
43. *3D Printing is Transforming the Aerospace Industry - Here's Why*. 2020. [Diakses: 7 September 2020]; Situs: <https://www.manufacturingtomorrow.com/news/2020/03/13/3d-printing-is-transforming-the-aerospace-industry-heres-why/14964/>.
44. *3D Printing: Decarbonisation meets Digitalisation*. [Diakses: 25 Oktober 2020]; Situs: <https://www.airbus.com/public-affairs/brussels/our-topics/innovation/3d-printing.html>.
45. *How 3D Printing is Transforming the Aerospace Industry*. 2017. [Diakses: 7 September 2020]; Situs: <https://blog.trimech.com/how-3d-printing-in-transforming-the-aerospace-industry>.
46. Wang, Y.G., Christian & Binaud, Nicolas & Bes, Christian & Haftka, Raphael & Kim, Nam, *A cost driven predictive maintenance policy for structural airframe maintenance*. Chinese Journal of Aeronautics, 2017. **30**.
47. *Hangar of the future*. 2016. [Diakses: 17 September 2020]; Situs: <https://www.airbus.com/newsroom/news/en/2016/12/Hangar-of-the-future.html>.
48. *NDT Surface Inspection for the Aerospace MRO Industry*. [Diakses: 25 Oktober 2020]; Situs: <https://www.creaform3d.com/en/ndt-solutions/ndt-surface-inspection-aerospace-mro-industry>.
49. *Airbus Real Time Health Monitoring*. [Diakses: 1 Oktober 2020]; Situs: <https://services.airbus.com/en/aircraft-availability/maintenance-expertise/engineering-support-services/airbus-real-time-health-monitoring.html>.

50. *Nano needles. Facial recognition. Air travel adapts to make travel safer.* 2020. [Diakses: 11 Oktober 2020]; Situs: <https://www.nationalgeographic.com/travel/2020/08/the-future-of-flying-is-going-high-tech-due-to-coronavirus-cvd/>.
51. *How technology will revolutionise the airport experience after Covid-19.* 2020. [Diakses: 11 Oktober 2020]; Situs: <https://www.airport-technology.com/features/airpor-technology-covid-19/>.
52. *Commercial Market Aircraft Forecast 2017-2036.* 2017, Bombardier.
53. *Turboprop Market Forecast 2017-2037.* Aerei da Trasporto Regionale (ATR), .
54. *Worldwide Market Forecast 2020-2039.* 2020, Japan Aircraft Development Corporation (JADC).
55. Pokja, T.T., *Blueprint Kedirgantaraan Nasional menuju Indonesia Emas 2045 dengan fokus Cluster: Roadmap Industri Pesawat Terbang Nasional.* 2019, Kelompok Kerja Roadmap Industri Pesawat Terbang.
56. *KAJIAN POTENSI PASAR Small Amphibious Aircraft & Seaplane.* Desember 2018, PT Dirgantara Indonesia.
57. *Rancang bangun pesawat udara komuter kapasitas 19 penumpang untuk penerbangan perintis di papua dan daerah terpencil lainnya.* 2013, LAPAN.
58. *Presentasi Blueprint Kedirgantaraan Nasional menuju Indonesia Emas 2045, dengan fokus: Roadmap Industri Pesawat Terbang Nasional.* 2019, Tim Teknis Pokja: Kemenko Kemaritiman, Kemenko Perekonomian, LAPAN, PT Dirgantara Indonesia, Regio Aviasi Industri, IAEC.
59. *Presentasi Pengembangan Pesawat N219.* 2019, LAPAN.
60. *Presentasi Business Update.* Mei 2020, PT Dirgantara Indonesia.
61. Edi, P., *The Design of Advanced N-250 Military Aircraft.* Journal of Multidisciplinary Engineering Science and Technology (JMEST), 2015. 2(6).
62. Torenbeek, E., *Synthesis of Subsonic Airplane Design.* 1982: Delft University Press.
63. *Do 228 NG - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare.* [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: [www.aircraftcompare.com/aircraft/do-228-ng/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/do-228-ng/).
64. *PZL M28B Bryza - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare.* [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: [www.aircraftcompare.com/aircraft/pzl-m28b-bryza/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/pzl-m28b-bryza/).
65. *DHC 6-400 - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare.* [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: [www.aircraftcompare.com/aircraft/dhc-6-400/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/dhc-6-400/).
66. Jackson, P., *Jane's all the World's Aircraft 2000-01.* 91 ed. 2000, Coulsdon, Surrey, United Kingdom.
67. *Cessna SkyCourier.* [Diakses: 17 September 2020]; Situs: <https://cessna.txtav.com/en/turboprop/skycourier>.
68. *LET 410 UVP-E20 Specification Brochure.* [Diakses: 17 September 2020]; Situs: [https://web.archive.org/web/20190423024417/http://www.let.cz/files/file/KeStazeni/2016/EN\\_Brochure\\_L410\\_UVP-E20.pdf](https://web.archive.org/web/20190423024417/http://www.let.cz/files/file/KeStazeni/2016/EN_Brochure_L410_UVP-E20.pdf).
69. *Rancangan Teknokratik RPJMN 2020-2024 Bidang IPTEK.* 2019, Deputy Bidang Pembangunan Manusia, Masyarakat, dan Kebudayaan - Kementerian PPN/ Bappenas.
70. *Blueprint Kedirgantaraan Nasional menuju Indonesia Emas 2045 dengan fokus Roadmap Industri Pesawat Terbang Nasional.* 2020, Lembaga Penerbangan & Antariksa Nasional.
71. *CN235 The Lower Cost Tactical Airlifter.* [Diakses: 10 Oktober 2020]; Situs: [https://web.archive.org/web/20140315054817mp\\_/http://www.airbusmilitary.com/Aircraft/CN235/CN235Spec.aspx](https://web.archive.org/web/20140315054817mp_/http://www.airbusmilitary.com/Aircraft/CN235/CN235Spec.aspx).
72. *Antonov An-140 - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare.* [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: [www.aircraftcompare.com/aircraft/antonov-an-140/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/antonov-an-140/).
73. *ATR 42-600 - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare.* [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: [www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-42-600/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-42-600/).
74. *Xian MA60 - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare.* [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: <https://www.aircraftcompare.com/aircraft/xian-ma60/>.



75. *Bombardier Q300 - Spec Sheet*. 2006. [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: [https://www2.bombardier.com/Used\\_Aircraft/pdf/Q300\\_EN.pdf](https://www2.bombardier.com/Used_Aircraft/pdf/Q300_EN.pdf).
76. *Presentasi Business Plan R80*. Juli 2020, PT Regio Aviasi Industri.
77. *ATR 72-600 - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare*. [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: [www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-72-600/](http://www.aircraftcompare.com/aircraft/atr-72-600/).
78. *Xian MA700 - Price, Specs, Photo Gallery, History - Aircraft Compare*. [Diakses: 19 Agustus 2020]; Situs: <https://www.aircraftcompare.com/aircraft/xian-ma700/>.
79. *DHC Dash 8-400 Specifications*. [Diakses: 10 Oktober 2020]; Situs: <https://dehavilland.com/en>.
80. *N219 Program Status, Mei 2019*. 2019, LAPAN, PT DI.
81. Bessie, R., *IAEC - AirnetX AirTechX*. 2020, Indonesia Aeronautical Engineering Center.
82. *Special Condition for small-category VTOL aircraft*. 2019, European Union Aviation Safety Agency.
83. *Technology Roadmap 2009-2050*. 2009, International Air Transport Association.
84. *Environmental Report 2019, Chapter Four Climate Change Mitigation: Technology and Operations p.124-130*. 2019, International Civil Aviation Organization.
85. *INACOM, Jumlah Badan Usaha dan Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara*, T.D.E. Bappenas, Editor. 2020.
86. *Presentasi pada Rapat Pemutakhiran Roadmap Industri Kedirgantaraan Kluster Komponen*. 2020, PT Dirgantara Indonesia: Jakarta.
87. *Global Fleet & MRO Market Forecast 2020-2030*. 2020, Oliver Wyman.
88. *Services Market Outlook 2019–2038*. 2019, The Boeing Company.
89. *Usulan Peta Jalan MRO. Presentasi pada kegiatan Penyusunan Peta Jalan Dirgantara oleh Kementerian Perindustrian pada 1 Agustus 2019*. 2019, Indonesia Aircraft Maintenance Association (IAMSA): Jakarta.
90. *Indonesia Aviation Outlook 2017: Indonesia Aviation Business and Investment Opportunities*. 2018, Indonesia National Air Carriers Association.
91. *Approved Maintenance Organization Register*. June 2019, Direktorat Jenderal Perhubungan Udara - Kementerian Perhubungan.
92. *Economic Outlook No. 103 Long – term baseline projections*. 2018. [Diakses: 1 Agustus 2020]; Situs: [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO103\\_LTB](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=EO103_LTB).
93. *Statistik Angkutan Udara*. 2018, Pustikom Kementerian Perhubungan Republik Indonesia: Jakarta.
94. *Statistik Perhubungan 2019, Buku I*. . 2020, Jakarta: Pustikom – Kementerian Perhubungan.
95. *Susi Air*. [Diakses: 1 September 2020]; Situs: <https://www.susiair.com/>.
96. *Dimonim Air - Our Fleet*. [Diakses: 01 September 2020]; Situs: <http://dimonimair.com/aircraft/turboprops>.
97. *Smartaviation Profile*. [Diakses: 01 September 2020]; Situs: <http://smartaviation.co.id/aboutus/profile>.
98. *Asian One - About Us - Fleet*. [Diakses: 01 September 2020]; Situs: <https://asianoneair.id/air-craft/>.
99. *Trigana Air Service - Fleet*. [Diakses: 01 September 2020]; Situs: <https://www.trigana-air.com/#fleet>.
100. *The Importance of Air Transport to Indonesia*. 2018, International Air Transport Association.
101. *The Travel & Tourism Competitiveness Report 2017*. 2017, World Economic Forum.
102. *On Time Performance 15 Maskapai Berjadwal Periode Juli-Desember 2015 Sebesar 77,16%*. 2016. [Diakses: 17 Agustus 2020]; Situs: <http://dephub.go.id/post/read/on-time-performance-15-maskapai-berjadwal-periode-juli-desember-2015-sebesar-77,16>.
103. *News - National Transportation Safety Comitee*. [Diakses: 1 Agustus 2020]; Situs: [http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc\\_home/ntsc.htm](http://knkt.dephub.go.id/knkt/ntsc_home/ntsc.htm).

104. *Proposal Percepatan Pengembangan Pendidikan Tinggi Teknik Dirgantara (AE) Institut Teknologi Bandung 2020-2045*. 2020, Institut Teknologi Bandung.
105. *Seletar Aerospace Park*. [Diakses: 17 Agustus 2020].
106. *Aerospace Malaysia Innovation Centre*. [Diakses: 7 September 2020]; Situs: <http://amic.my/about-us/>.
107. *Switzerland Innovation*. [Diakses: 16 Agustus 2020]; Situs: <https://www.switzerland-innovation.com/about-us>.
108. *Kemitraan Strategis untuk Penguasaan Teknologi Tinggi Dirgantara - Executive Summary*. Januari 2020, Ikatan Ahli dan Sarjana Indonesia – Jerman.
109. *Make In India*. [Diakses: 7 September 2020]; Situs: <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,their%20products%20within%20the%20country>.
110. *Airbus in India*. [Diakses: 17 Agustus 2020]; Situs: <https://www.airbus.com/company/worldwide-presence/india.html>.
111. *Airbus India Suppliers*. [Diakses: 01 Agustus 2020].
112. *About Boeing in India*. [Diakses: 10 Oktober 2020]; Situs: <https://www.boeing.co.in/boeing-in-india/about-boeing-in-india.page>.
113. Figueiredo, P., Gutenberg, S., & Sbragia, R., *Risk-Sharing Partnerships With Suppliers: The Case Of Embraer*, in *Management of Technology Challenges in the Management of New Technologies*. 2007. p. 241-262.
114. *Berbagai Sumber dari Airbus & Boeing*. [Diakses: 01 Agustus 2020].
115. *Airbus BizLab*. [Diakses: 12 Oktober 2020]; Situs: <https://www.airbus.com/innovation/innovation-ecosystem/airbus-bizlab.html>.
116. *2020 Aerospace Manufacturing Attractiveness Rankings*. 2020, PwC: United States.



1

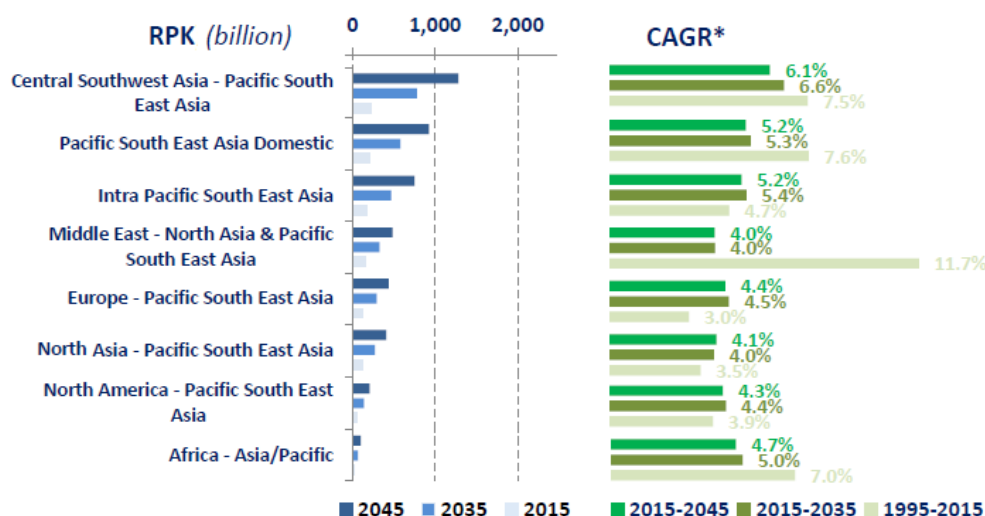
# PENDAHULUAN



# BAB 1 PENDAHULUAN

## 1.1 Kondisi Umum Ekonomi dan Penerbangan Global

International Civil Aviation Organization (ICAO) mengeluarkan perkiraan perjalanan penumpang dan kargo jangka panjang hingga tahun 2045. Pada wilayah Asia Pasifik, lalu lintas penumpang paling tinggi tetap diprediksi antara Asia Selatan dengan Asia Tenggara. Tingkat pertumbuhan lalu lintas di Asia Tenggara juga diproyeksikan cukup stabil antara 4% hingga 6% hingga tahun 2045. Namun demikian, tren pertumbuhan dengan jangka waktu yang lebih panjang menunjukkan pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan pertumbuhan saat ini.

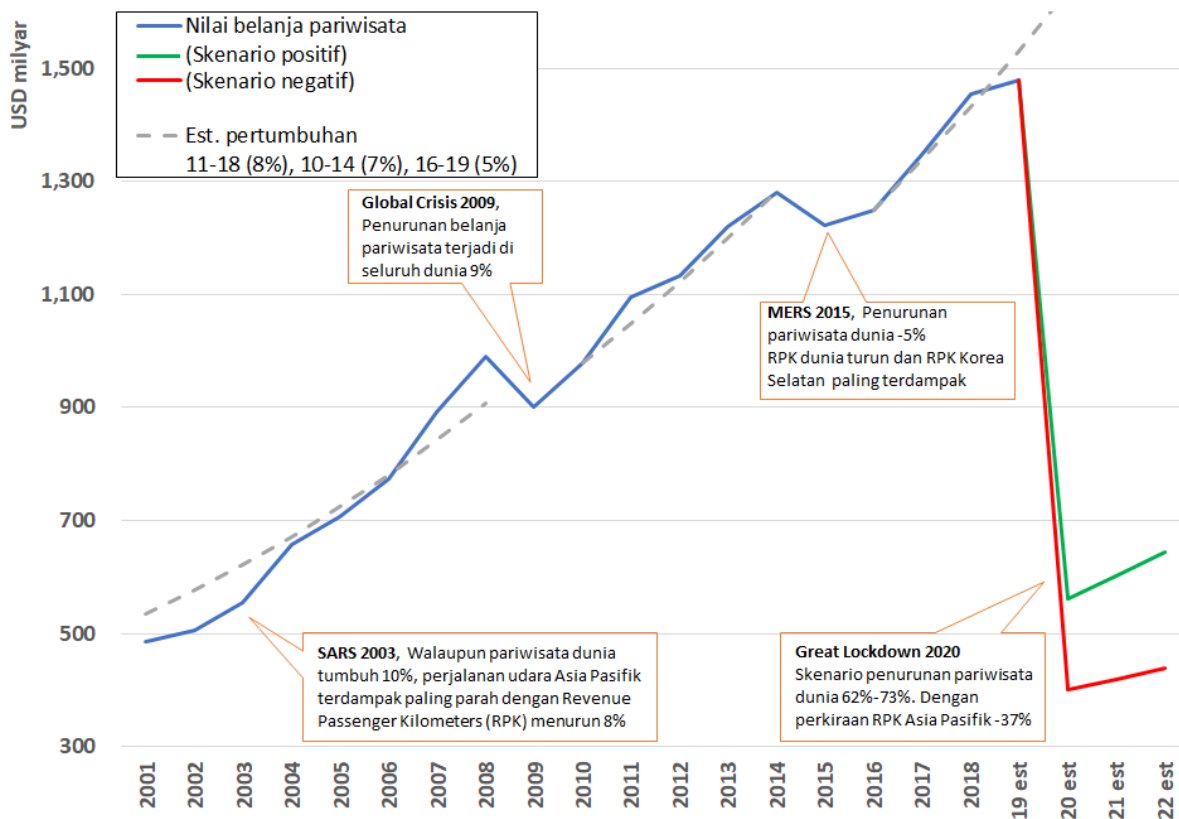


Gambar 1-1. Proyeksi Nilai Perjalanan Penumpang-Km (Pra Covid-19) [1]

Akibat pandemi Covid-19 pada awal tahun 2020, dan diikuti oleh kebijakan *lockdown* yang terjadi di hampir seluruh belahan dunia, proyeksi aktivitas pariwisata pada tahun 2020 diprediksikan turun 62%-73% dari *baseline* 2019. Dalam skenario penurunan 73%, maka setidaknya USD 1.080 miliar hilang dari belanja perjalanan (*loss of tourist receipt*) atau setara dengan nilai belanja pariwisata pada tahun 2011. Sedangkan dalam skenario penurunan 62% nilai pariwisata yang hilang sebesar USD 918 miliar atau hampir setara dengan nilai belanja pariwisata tahun 2010.

Turunnya jumlah perjalanan mempengaruhi pendapatan dari perjalanan penumpang perjalanan udara atau *Revenue Passenger Kilometers* (RPK) di Asia Pasifik turun sebesar -37%. Turunnya perjalanan akibat Covid-19 merupakan terparah sepanjang 20 tahun terakhir dibandingkan dengan penurunan akibat alasan kesehatan lain, seperti SARS (2003) dan MERS (2015). Tingkat perjalanan manusia jauh lebih sering dan jaringan penerbangan lebih mengglobal sehingga penyebaran virus Covid-19 jauh lebih cepat. Akibatnya, banyak negara yang menghentikan penerbangan dari dan ke Cina – sebagai negara penyebaran awal virus. Padahal, lalu lintas Cina sangat signifikan, baik di dalam maupun di luar Asia Pasifik.

Selain pertumbuhan ekonomi secara umum, nilai perjalanan udara sangat dipengaruhi oleh tingkat ekonomi/ kesiapan masyarakat untuk membelanjakan *disposable income* misalnya untuk memilih perjalanan dengan nyaman (*business class*). Pasca Covid-19, dikhawatirkan tidak hanya jumlah penerbangan yang berkurang, namun juga kapasitas pesawat terbang dibatasi. Hal ini mengurangi masyarakat yang semakin tidak mampu untuk melakukan perjalanan – terutama yang sebelumnya hanya mampu untuk membeli tiket murah.

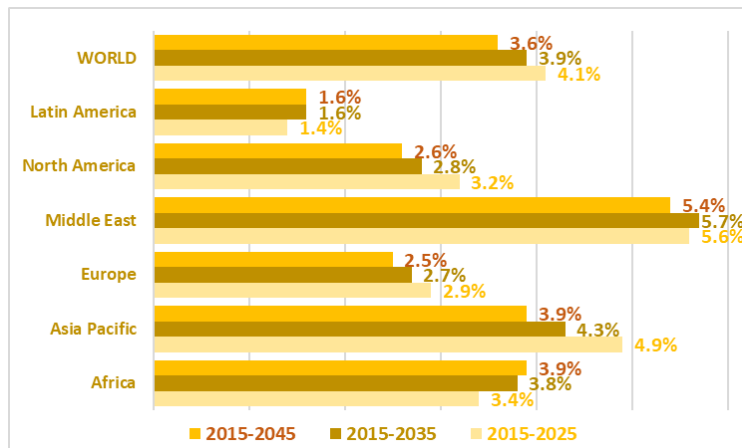


Gambar 1-2. Nilai Belanja Pariwisata Internasional[2-4]

Prediksi optimis (V-Curve) dalam 2-3 tahun ke depan adalah melanjutkan tingkat pertumbuhan sebelumnya (4%-5%). Namun berdasarkan tren pertumbuhan pasca krisis keuangan tahun 2008, tingkat pertumbuhan pasca-krisis tidak pernah mengalami tingkat pertumbuhan yang sama pra-krisis. Sehingga secara realistis, tingkat pertumbuhan perjalanan pasca pandemi Covid-19 kemungkinan hanya tumbuh 2 hingga 4% per tahun.

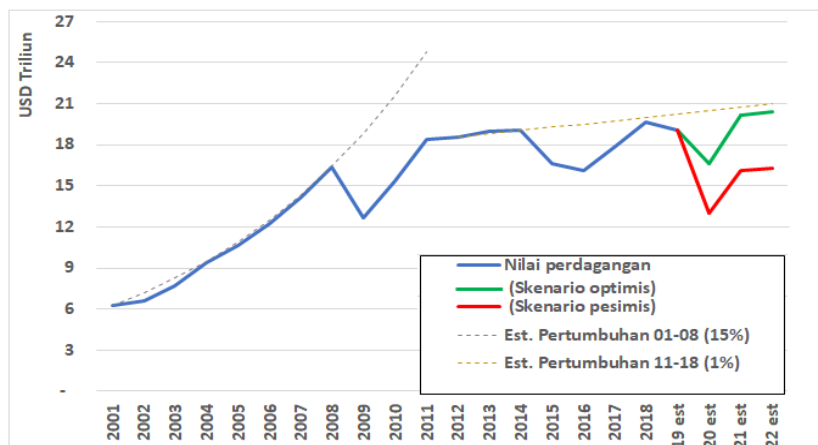
1. V-Shape. Situasi pandemi seperti SARS dan MERS menunjukkan pertumbuhan ekonomi yang akan terjadi sesaat setelah serial *lockdown* berakhir, dimana pertumbuhan ekonomi di tahun 2021 dan seterusnya akan berangkat dari prediksi normal 2020 tanpa krisis. Skenario ini diramalkan oleh IMF pada April 2020, yaitu aktivitas masyarakat dengan cepat Kembali normal karena aktivitas ekonomi yang tiba-tiba terhenti sebenarnya hanya keadaan sementara (*on pause*) karena pandemi. Namun demikian, skenario V-Shape yang lebih realistis hanya akan terjadi setelah vaksin ditemukan.
2. U-Shape atau L-Shape. Pemulihan ekonomi akan membutuhkan waktu yang lebih lama, sampai vaksin Covid-19 atau bahkan vaksin universal corona ditemukan. Implementasi vaksin terhadap seluruh populasi dunia diperkirakan dapat terwujud paling cepat tahun 2022. Konsekuensinya, ekonomi akan tidak tumbuh pada periode tersebut dan paling optimis, pertumbuhan ekonomi baru akan dimulai secara perlahan pada tahun 2025. Pertumbuhan ekonomi hingga tahun 2025 diprediksikan tetap rendah atau bahkan terus turun karena masyarakat memiliki “*new normal*” untuk menghindari keramaian dan membatasi perjalanan yang tidak mendesak. Setelahnya, pertumbuhan ekonomi diramalkan untuk kembali ke tingkat pra-covid (2018) pada tahun 2025 (U-Shape) atau bahkan lebih lama lagi (L-Shape).

Selain penumpang, ICAO juga membuat proyeksi untuk angkutan kargo dimana pertumbuhan dunia diprediksikan sekitar 3% per tahun dan didorong oleh angkutan kargo di daerah Timur Tengah pada tingkat 5% per tahun dan Asia pada tingkat 4% per tahun.



Gambar 1-3. Proyeksi nilai perjalanan kargo Ton-Km (Freight Ton-Kilometer pra covid-19) [1]

Berdasarkan tren lalu lintas barang, nilai perdagangan barang (*total merchandise*) setelah Krisis Global 2008 tidak lagi memiliki tingkat pertumbuhan yang sama (15% per tahun). Hal ini mengindikasikan pertumbuhan nilai perdagangan setelah pulih dari krisis pandemi Covid-19 kemungkinan tidak dapat menyerupai periode sebelumnya. Terlebih lagi, pertumbuhan nilai perdagangan lebih rendah karena adanya kebijakan protektif dari berbagai negara. Pada 2018-2019, perdagangan barang sudah turun -0,1%. Padahal pertumbuhan nilai perdagangan konsisten hanya tumbuh 1% per tahun apabila dihitung dari kondisi stabil pasca krisis global 2008.



Gambar 1-4. Proyeksi Nilai Perdagangan Barang Global [5]

Dengan adanya pandemi Covid-19 pada tahun 2020, produksi manufaktur turun secara drastis (otomotif, elektronik), sehingga nilai perdagangan barang diprediksikan turun antara 13% hingga 32%. Dengan prediksi optimis V-Curve, WTO memproyeksikan pertumbuhan perdagangan barang pada tahun pasca Covid-19 adalah sebesar 21%-24%. Setelah tahun 2021, apabila tren proteksi perdagangan terus terjadi maka pertumbuhan angkutan kargo tidak lagi tumbuh 3% per tahun, namun diprediksikan rendah sekitar 1-2 % per tahun. Walaupun pada masa Covid-19, angkutan kargo memiliki peningkatan cukup signifikan untuk mengangkut barang esensial seperti alat kesehatan dan bahan pangan – diperkirakan bahwa keadaan darurat ini tidak akan berlangsung secara permanen karena tingkat biaya angkut yang sangat tinggi. Oleh karena itu, angkutan udara yang lebih murah dan dapat menjangkau *first-last mile* untuk lalu lintas daerah/ pedalaman seperti pesawat terbang nirawak (*drone*) menjadi alternatif yang perlu dipertimbangkan secara serius.



## 1.2 Dasar Hukum Regulasi dan Arah Kebijakan Dirgantara

### 1. UU Nomor 1 Tahun 2009 tentang Penerbangan [6]

Undang-Undang (UU) Nomor 01 Tahun 2009, khususnya pada Bab XVII, turut mengatur pemberdayaan Industri dan Teknologi Penerbangan, termasuk mengatur mengenai kewajiban pemerintah dalam pemberdayaan industri dan pengembangan teknologi penerbangan, syarat minimum kewajiban pemerintah dalam pemberdayaan industri, serta penguatan transportasi udara nasional.

UU 01/2009 mengamanatkan pemerintah wajib memberdayakan dan mengembangkan teknologi penerbangan secara terpadu termasuk: (a) Rancang Bangun, Produksi, dan Pemeliharaan pesawat udara, (b) Mesin, Baling-baling dan Komponen pesawat udara, (c) Fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, (d) Teknologi, Informasi, dan navigasi penerbangan, (e) Kebandarudaraan, serta (f) Fasilitas pendidikan dan pelatihan personel penerbangan. Selain pemberdayaan dan pengembangan teknologi penerbangan, pemerintah juga wajib melakukan penguatan transportasi udara nasional dengan cara: (a) Mengembangkan riset pemasaran dan rancang bangun yang laik jual, (b) Mengembangkan standarisasi dari komponen penerbangan dengan menggunakan sebanyak –banyaknya muatan lokal dan alih teknologi, (c) Mengembangkan industri bahan baku dan komponen, (d) Memberikan kemudahan fasilitas pembiayaan dan perpajakan, (e) Memfasilitasi kerja sama dengan industri sejenis dan pasar pengguna di dalam dan luar negeri, serta (f) Menetapkan kawasan industri penerbangan terpadu.

### 2. UU Nomor 16 Tahun 2012 tentang Industri Pertahanan [7]

UU 16/2012 bertujuan untuk mewujudkan industri pertahanan yang profesional, efektif, efisien, terintegrasi dan inovatif dengan menjadikan industri dalam negeri sebagai prioritas dalam pemenuhan kebutuhan peralatan pertahanan dan keamanan. Pada Bagian Ketujuh tentang Pengadaan, Pemeliharaan, dan Perbaikan Alat Peralatan Pertahanan dan Keamanan (Alpalhankam), pengguna wajib menggunakan, melakukan pemeliharaan, dan perbaikan alat peralatan pertahanan dan keamanan di dalam negeri.

Apabila belum dapat dipenuhi oleh industri pertahanan, maka dapat menggunakan produk luar negeri, dengan memenuhi persyaratan tertentu, antara lain: (a) Alpalhankam belum atau tidak bisa dibuat di dalam negeri, (b) Mengikutsertakan partisipasi Industri Pertahanan, (c) Kewajiban alih Teknologi, (d) Jaminan tidak adanya potensi embargo, kondisionalitas politik dan hambatan penggunaan Alpalhankam dalam upaya mempertahankan kedaulatan NKRI, (e) Adanya imbal dagang, kandungan lokal (TKDN) dan/atau *offset* paling rendah 85% (delapan puluh lima persen), (f) TKDN dan/atau *offset* paling rendah 35% dengan peningkatan 10% setiap lima tahun, (g) Pemberlakuan *offset* paling lama 18 bulan sejak UU 16/2002 diundangkan.

### 3. UU Nomor 21 Tahun 2013 tentang Keantariksaan [8]

UU 21/2013 khususnya pada Bagian Keempat menguraikan tentang penugasan kepada Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN) untuk mengembangkan teknologi aeronautika, termasuk: (a) Menyusun dan melaksanakan program penguasaan dan pengembangan teknologi aeronautika, (b) Mengembangkan sarana, prasarana, dan sumber daya yang terkait dengan teknologi aeronautika, (c) Bekerja sama dengan instansi terkait.

### 4. PP Nomor 14 Tahun 2015 tentang Rencana Induk Pembangunan Nasional 2015 – 2035 [9]

Peraturan Pemerintah (Perpres) 14/2015 mengidentifikasi industri dirgantara sebagai industri alat transportasi, yang termasuk Pesawat Terbang Propeller, Komponen Pesawat, Serta Perawatan Pesawat, sebagai industri prioritas. Poin-poin pengembangan industri prioritas alat transportasi periode 2015-2019, antara lain:

- a. Melaksanakan pengembangan roadmap industri alat transportasi secara komprehensif yang bersifat antar moda dan dengan memperhatikan kapasitas, kualitas, teknologi, dan karakteristik kebutuhan

transportasi/konektivitas di dalam negeri, serta kaitannya dengan jaringan transportasi global yang memperhatikan posisi geostrategis Indonesia.

- b. Memperkuat subsektor pemesinan (revitalisasi mesin, peralatan presisi) pada industri pesawat terbang.
- c. Penyediaan bahan pendukung (Komposit, keramik, plastik, dan karet) untuk industri alat transportasi.
- d. Mengembangkan kebijakan penguasaan teknologi bahan bakar (Fosil dan non-fosil) untuk penggerak mula.
- e. Mengembangkan komponen logam berstandar untuk efisiensi industri alat transportasi.
- f. Memfasilitasi penguasaan teknologi sistem manufaktur bagi industri alat transportasi yang efisiensi.
- g. Mengembangkan *design center* industri alat transportasi.

Sedangkan pada periode 2020-2035, poin-poin pengembangan utama adalah untuk menguatkan sub sektor industri permesinan melalui modernisasi mesin dan peralatan presisi pada industri pesawat terbang dan roket peluncur, serta memfasilitasi penelitian dan pengembangan material maju (komposit, keramik, plastik, karet, dan propelan) dengan spesifikasi yang sesuai bagi industri alat transportasi.

Tabel 1-1. Pengembangan & Pemanfaatan Teknologi Industri Prioritas Alat Transportasi [9]

Periode 2015 – 2019	Periode 2020 – 2024	Periode 2025 – 2030
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 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>▪ Mesin pesawat untuk jarak jauh.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Material komposit keramik yang ringan dan kuat.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ <i>Intelligent production.</i></li> </ul>

## 5. PERPRES Nomor 45 Tahun 2017 tentang Rencana Induk Penyelenggaraan Keantariksaan 2016 – 2040 [10]

Perpres 45/2017 memuat visi misi, kebijakan, strategi, dan peta rencana strategis penyelenggaraan keantariksaan.

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>▪ Terbangnya 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</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> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membangun pesawat terbang nasional jenis baru dan teknologi terbaru sesuai dengan kebutuhan nasional.</li> </ul>

kebutuhan industri pesawat terbang. ▪ Membangun pesawat transport baru dan/atau UAV sesuai dengan kebutuhan dan teknologi maju.	▪ Melibatkan lembaga penelitian dan pengembangan serta perguruan tinggi dalam kegiatan industri pesawat terbang.	▪ Melibatkan penelitian dan pengembangannya serta perguruan tinggi dengan teknologi terbaru dengan pesawat jenis terbaru.
--	--	---

## 6. PERPRES Nomor 3 Tahun 2016 tentang Percepatan Pelaksanaan Proyek Strategis Nasional [11]

Perpres 3/2016 menyatakan terdapat dua program strategis nasional yang berkaitan dengan pesawat terbang, yaitu Program Industri Pesawat Jarak Menengah N-245 dan R-80.

## 7. PERPRES No 38 Tahun 2018 tentang Rencana Induk Riset Nasional [12]

Peraturan Presiden (PP) 38/2018 menuangkan visi riset nasional 2017-2045 adalah untuk menciptakan masyarakat Indonesia yang inovatif berbasis ilmu pengetahuan dan teknologi; serta menciptakan keunggulan kompetitif bangsa secara global berbasis riset. Prioritas Riset Nasional periode 2017-2019 difokuskan pada tujuh bidang yaitu: (1) Ketahanan Pangan, (2) Energi Baru dan Terbarukan, (3) Kesehatan dan Obat, (4) Transportasi, (5) Teknologi Informasi dan Komunikasi, (6) Teknologi Pertahanan dan Keamanan, dan (7) 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. Sedangkan topik riset yang terkait moda transportasi udara, dalam tema riset "Teknologi Pengaturan Industri Transportasi" memiliki target antara lain untuk menyelesaikan uji kelayakan terbang N219 atau tipe potensial lain yang layak industri, serta menghasilkan prototipe interior dan *avionics system* N245,

Melihat dua peraturan turunan terakhir terkait dirgantara: (1) Perpres 3/2018 memberikan mandat percepatan pelaksanaan program Industri Pesawat sebagai salah satu program strategis nasional. Sementara, (2) Perpres 45/2017 menargetkan pencapaian bidang aeronautika pada jangka pendek, menengah, dan panjang. Target-target tersebut memerlukan upaya koordinasi yang sangat kuat agar dapat tercapai, mengingat anggaran keantariksaan yang masih sangat rendah. Selain itu industri kedirgantaraan dikategorikan sebagai dari industri alat transportasi yang merupakan industri andalan. Artinya, industri dirgantara diharapkan menjadi industri yang berperan besar (*prime mover*) perekonomian Indonesia.

Industri dirgantara yang dapat diandalkan berarti memiliki keunggulan kompetitif, mengutamakan SDM yang berpengetahuan dan terampil, serta mengaplikasikan ilmu pengetahuan dan teknologi menjadi produk bernilai tambah tinggi. Dari beberapa regulasi di atas, Pemerintah telah memiliki menunjukkan keseriusan dalam mengembangkan industri dirgantara. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu peta jalan serta badan koordinasi tingkat tinggi sehingga memastikan strategi dan rencana aksi pengembangan industri dirgantara untuk sinergi antar lembaga, dan implementasi target dapat tercapai di setiap periode.

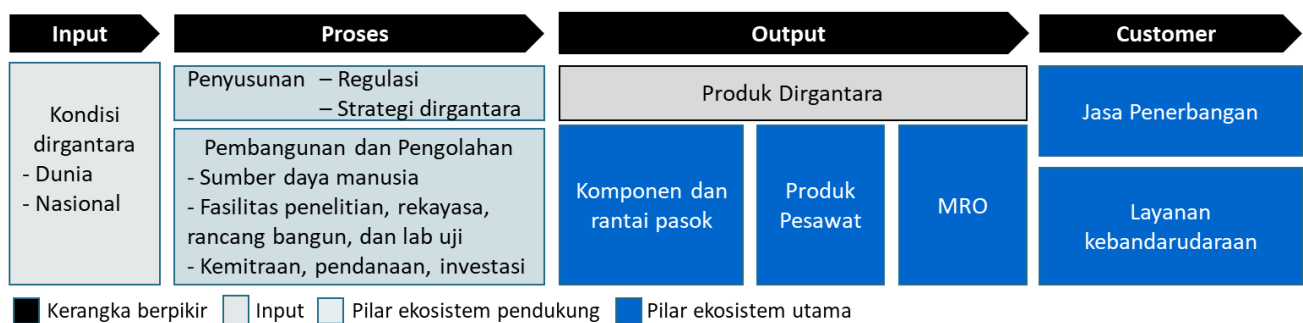
### 1.3 Tujuan

Tujuan dari penyusunan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 antara lain:

1. Mengidentifikasi kondisi ekosistem industri dirgantara nasional, termasuk potensi dan tantangan pengembangan,
2. Mengumpulkan data dan analisis data mengenai industri dirgantara pada tingkat global dan nasional,
3. Menyusun rekomendasi pengembangan industri dirgantara yang komprehensif dan saling terkait antar ekosistem industri dirgantara,
4. Mengidentifikasi pemangku kepentingan yang dapat mengimplementasikan strategi rekomendasi pengembangan ekosistem industri dirgantara.

### 1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penyusunan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 diidentifikasi melalui rantai nilai ekosistem dirgantara dan produk dirgantara itu sendiri.



Gambar 1-5. Ruang Lingkup Pembahasan

Ruang lingkup ekosistem industri dirgantara dijabarkan melalui proses bisnis input-proses-output-customer/ pelanggan pengguna produk dirgantara. Dari perspektif ekosistem dirgantara,

- **Input** disini merupakan kondisi industri dirgantara di tingkat nasional dan global.
- **Proses** adalah hal-hal yang dapat dilakukan oleh pemangku kepentingan industri dirgantara, meliputi penyusunan regulasi, penyusunan strategi dirgantara, serta pengolahan dan pengembangan SDM, fasilitas penelitian, rekayasa, rancang bangun, dan pengujian, serta skema kemitraan, pendanaan, dan menarik investasi.
- **Output** terdiri dari produk dirgantara, yang meliputi produk pesawat terbang, komponen pesawat terbang dan rantai pasoknya, serta jasa perbaikan di sektor AMO/MRO. Ketiga komponen tersebut merupakan pilar ekosistem utama.
- **Customer** adalah layanan penerbangan dan kebandarudaraan, dimana produk dirgantara digunakan langsung oleh masyarakat.

Atas penjabaran ini, ruang lingkup ekosistem dirgantara akan diidentifikasi sebagai pilar-pilar pengembangan: pesawat terbang, komponen dan rantai pasok, AMO/MRO, dan layanan penerbangan dan kebandarudaraan. Adapun, proses pengambilan keputusan dan implementasi strategi diidentifikasi sebagai misi pengembangan ekosistem industri dirgantara, yaitu: (1) penyusunan regulasi dan strategi, (2) peningkatan kapasitas SDM, (3)

pembangunan dan pemeliharaan fasilitas pendukung dirgantara (termasuk laboratorium pengujian), (4) penguatan rekayasa dan rancang bangun, dan (5) kemitraan, pendanaan, dan investasi.

## 1.5 Metodologi

Berdasarkan rantai nilai dan kerangka berpikir ekosistem industri dirgantara, digunakan metodologi/pendekatan *Define-Measure-Analyze-Improve-Control (DMAIC)* untuk mencapai tujuan penulisan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045. DMAIC merupakan suatu kerangka berpikir yang mengacu pada siklus perbaikan *six sigma*. Walaupun seringkali digunakan untuk implementasi *lean manufacturing* untuk mewujudkan *continuous improvement*, kerangka DMAIC seringkali digunakan sebagai kerangka berpikir untuk mengoptimalkan berbagai jenis proses bisnis. Pendekatan DMAIC berbasis data dan berupaya untuk mewujudkan perbaikan proses bisnis industri dirgantara secara keseluruhan, maupun perbaikan proses bisnis yang telah didefinisikan pada setiap pilar.



Gambar 1-6: Siklus DMAIC

Pada penyusunan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045, tahap *Define* dituliskan sebagai identifikasi permasalahan dan perkembangan industri dirgantara saat ini, termasuk data yang ada di tingkat nasional dan global,. *Measure* dituliskan sebagai aspirasi, target, dan potensi pengembangan ke depan. Tahapan *Improve* dituliskan sebagai strategi rekomendasi per pilar ekosistem. Sedangkan tahapan *Control* belum menjadi tahapan dalam penyusunan kajian ini – namun dimaksudkan untuk diimplementasikan setelah langkah kebijakan ditetapkan.

D — *Define*. Menentukan permasalahan yang ada serta menentukan tujuan industri dirgantara secara keseluruhan. Permasalahan dapat diidentifikasi pada suatu bagian industri dirgantara maupun secara sistematis, berdasarkan pengamatan terhadap tren industri dirgantara dan tren perjalanan penumpang/barang dunia, rantai pasok industri dirgantara, pemangku kepentingan yang terlibat, serta regulasi yang relevan. Adapun dalam menentukan tujuan industri dirgantara, diperlukan penyesuaian antara kondisi saat ini serta gambaran terhadap sumber daya yang dimiliki untuk mencapai target-target yang realistis. Selain itu, dalam menentukan tujuan industri dirgantara secara keseluruhan perlu menjaga kesinambungan antara pencapaian tujuan satu pilar dengan pilar lainnya serta dapat disepakati oleh berbagai pemangku kepentingan.

M — *Measure*. Mengukur kondisi saat ini, termasuk mengukur performa pilar industri dirgantara, menetapkan *baseline*, serta menetapkan indikator performa seluruh ekosistem industri dirgantara. Pada setiap pilar, dibutuhkan pengukuran analisis lebih lanjut pada setiap proses bisnis melalui proses pengamatan, wawancara langsung dengan pelaku industri dan praktisi, maupun seminar, dan forum besar lainnya. Dari tahapan ini, sudah mulai dapat diidentifikasi pokok permasalahan, maupun dampak kondisi saat ini terhadap tujuan dirgantara

A — *Analysis*. Analisis pokok permasalahan berdasarkan kondisi saat ini beserta potensi pengembangan kondisi saat ini untuk mencapai tujuan. Analisis ini dilakukan pada model bisnis pada setiap pilar berdasarkan nilai rantai *input-proses-output-customer*. Pada tahapan ini, dilakukan pengumpulan data kondisi saat ini serta wawancara dengan beberapa pemangku kepentingan yang memiliki keahlian dan pengalaman bidang dirgantara untuk mengidentifikasi permasalahan pokok, sehingga rekomendasi yang dihasilkan tidak hanya menyelesaikan gejala permasalahan.

I — *Improve*. Menyusun rekomendasi perubahan dan perbaikan yang sesuai dengan analisis kondisi sehingga dapat mencapai target yang realistis. Dalam menyusun strategi, dilakukan analisis data yang telah dikumpulkan berdasarkan hasil diskusi dengan berbagai kepentingan. Setiap rekomendasi disusun dan disandingkan secara *straightforward* antara kondisi terkini hingga kondisi ideal/ manfaat solusi yang diharapkan, sehingga langkah-langkah strategi dapat disusun berdasarkan periode waktu tertentu. Adapun hasil rekomendasi didiskusikan dengan seluruh pemangku kepentingan sebelum dituliskan pada kajian ini sehingga masing-masing pemangku kepentingan dapat memberikan masukan terhadap rencana aksi dan strategi, baik jangka pendek dan jangka panjang.

C — *Control*. Tahapan kontrol terhadap implementasi pelaksanaan strategi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 dimaksudkan untuk dilaksanakan oleh Komite/ suatu badan koordinasi seluruh pemangku kepentingan industri dirgantara. Komite tersebut diharapkan dapat mengimplementasikan rencana yang sudah dituliskan, serta dapat menyusun tata kelola untuk mengendalikan pelaksanaan strategi. Namun demikian, analisis data terkini harus relevan dengan garis besar peta jalan, diukur dengan indikator kinerja yang tepat, serta dapat merangkul seluruh pemangku kepentingan sehingga dapat mencapai tujuan dan visi di dalam kajian ini hingga 2045.





# 2

## ***BENCHMARKING ANALYSIS*** **STRATEGI PENGEMBANGAN** **INDUSTRI KEDIRGANTARAAN** **NEGARA-NEGARA DUNIA**

## 2.1 Studi Perbandingan (*Benchmarking Analysis*)

Dalam penyusunan sebuah rencana jangka panjang layaknya pada penyusunan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 ini, diperlukan adanya perbandingan atau *benchmarking analysis* terkait strategi-strategi yang dilakukan oleh negara-negara lain dalam pengembangan industri kedirgantaraan. Hal ini merupakan langkah yang vital untuk dapat menimbang laju pertumbuhan pasar serta identifikasi negara-negara kompetitor. *Benchmarking analysis* disini juga turut digunakan sebagai sarana pengumpulan informasi yang dapat dijadikan sebagai tolok ukur seberapa efektif berbagai strategi pengembangan yang diimplementasikan di beberapa negara dunia.

Indonesia sebagai sebuah negara yang sejatinya memiliki potensi pengembangan serta utilisasi industri dirgantara yang besar perlu menentukan strategi apa yang patut diambil guna membangun industri kedirgantaraannya hingga tahun 2045 nanti. Dengan berkaca pada beberapa negara lain yang telah secara faktual menunjukkan perkembangan positif dengan menerapkan kebijakan & pendekatan yang terbukti efektif, Indonesia dapat mengambil langkah untuk mengadopsi, menggunakan atau menyesuaikan strateginya. Untuk studi perbandingan disini, hal-hal yang akan ditinjau meliputi nilai ekspor industri kedirgantaraan masing-masing negara, fokus pengembangan industrinya hingga beberapa tahun kedepan berikut langkah-langkah konkret yang diambil, dan juga visi termasuk target masing-masing negara untuk bidang kedirgantaraan.

Sebelum memulai analisa, perlu ditentukan negara-negara mana saja yang akan ditinjau dalam *benchmarking analysis* disini. Pada studi ini, faktor-faktor yang menjadi dasar pemilihan negara yang adakan diidentifikasi strateginya meliputi:

1. Kemiripan letak geografis dengan Indonesia
2. Kondisi serta laju pertumbuhan ekonomi
3. Tingkat kemajuan aktual industri dirgantara lokal
4. Ketersediaan informasi terkait *roadmap/blueprint/report* industri dirgantara

Malaysia & Singapura sebagai sesama negara ASEAN termasuk negara yang faktanya memiliki industri kedirgantaraan yang berkembang pesat di beberapa tahun terakhir. Kedua negara tetangga tersebut juga memiliki laju pertumbuhan ekonomi yang baik dan informasi terkait pertumbuhan industri dirgantara mereka dapat diperoleh dengan mudah.

Filipina, Maroko & Meksiko merupakan tiga negara yang memiliki tingkat kemajuan aktual industri dirgantara yang setingkat dengan Indonesia. Walau yang satu memiliki kemiripan letak geografis dan yang lain tidak, pertumbuhan industri dirgantara kedua negara ini yang juga positif di beberapa tahun terakhir ini juga patut dipelajari lebih lanjut.

India & Cina merupakan dua dari pasar industri dirgantara dunia yang paling atraktif saat ini. Kedua negara dengan populasi terbesar di dunia ini secara efektif telah membuktikan bahwa mereka dapat memanfaatkan jumlah SDM-nya yang banyak untuk memacu laju ekonomi serta memajukan industri *high-tech* mereka. Oleh karena itu, Indonesia sebagai negara dengan populasi keempat terbesar perlu melakukan penelusuran lebih lanjut terkait langkah-langkah apa saja yang diambil oleh kedua negara besar ini.

## 2.2 Malaysia

Malaysia menyadari pentingnya perkembangan industri *high-tech* negaranya di akhir tahun 90an. Penyusunan *blueprint* dirgantara negara diinisiasi pada tahun 1998, dimana kondisi industri di bidang dirgantara kala itu hanya fokus untuk mendukung operasi *flag-carrier* mereka, Malaysian Airlines, serta untuk menyokong operasional angkatan udara negara, Royal Malaysian Airforce. *Blueprint* industri kedirgantaraan Malaysia tahun 1997 mengandung beberapa inisiatif penting untuk mentransformasi Malaysia menjadi negara dengan kapabilitas industri regional dan internasional pada tahun 2015. Salah satu strategi yang dinilai efektif adalah keputusan Malaysia untuk mendirikan Malaysian Aerospace Council (MAC) pada tahun 2001, yang banyak berdampak pada kondisi ekosistem kedirgantaraan negara[13].

MAC didirikan sebagai badan tinggi tingkat nasional yang diketuai langsung oleh perdana menteri Malaysia dan direpresentasikan oleh menteri kabinet negara, kepala badan-badan lain yang relevan serta kepala industri. Sejak tahun 2001, MAC yang bertanggung jawab untuk mengidentifikasi klaster yang dinilai perlu untuk diberikan perhatian lebih diindustri kedirgantaraan negara. MAC memfokuskan perkembangan industri penerbangan kepada hanya 4 klaster penting, yaitu (1) AMO/MRO, (2) Industri Manufaktur Komponen Pesawat Terbang, (3) Avionik dan Integrasi Sistem, serta (4) *Training* dan Edukasi bidang Penerbangan[13].

Selain memiliki badan tinggi khusus yang mengatur arah perkembangan industri kedirgantaraannya, pemerintah Malaysia juga turut menyokong kemajuan industri dengan menerapkan kebijakan-kebijakan yang dinilai *business-friendly* untuk dapat menarik investor asing. Beberapa dari kebijakan tersebut adalah:

1. Paket insentif spesial untuk industri dirgantara dari tahun 2010 hingga 2014
2. Pembebasan pajak untuk impor komponen AMO/MRO
3. *Outsourcing* pesawat, komponen, *ground systems*, simulator, *ground support equipments* untuk AMO/MRO
4. Program pengembangan pesawat terbang internasional
5. Program *offset*

Tabel 2-1. Perbandingan kondisi industri dirgantara Malaysia 1998 dan 2014[13]

	1998	2014
<b>Pendapatan (Miliar RM)</b>	0,9	11,8
<b>Ekspor (Miliar RM)</b>	-	2.130
<b>Investasi (Miliar RM)</b>	-	4,2
<b>Jumlah Perusahaan</b>	50	150
<b>Jumlah Pekerja</b>	6.800	19.500

Hasil dari keputusan dan strategi yang diambil Malaysia terlihat jelas pada tahun 2014. Dibandingkan dengan pada saat diinisiasi pada tahun 1998, pendapatan sektoral industri kedirgantaraan telah meningkat lebih dari 10 kali lipat dari hanya 0,9 miliar RM pada tahun 1998 ke 11,8 miliar RM pada tahun 2014[13]. Sejak diberlakukan pada tahun 2010, kebijakan paket insentif spesial menghasilkan investasi RM4,2B hanya dalam 5 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 *global minded & export-oriented* pada tahun 2014.

Dengan status industri dirgantara yang kini terbukti menarik untuk investor asing dan OEM Tier-1, Malaysia bermimpi lebih besar. Hingga tahun 2030, Malaysia menargetkan untuk dapat menjadi *Aerospace Nation* terbesar di Asia Tenggara dan menjadi bagian penting pasar global serta untuk meningkatkan pendapatan sektoral hingga 5x lipat (USD 13,2 miliar pada tahun 2030). Untuknya, strategi yang akan diadopsi Malaysia hingga 2030 meliputi:

1. Menyusun Kebijakan Pengadaan, Program Kolaborasi Industri & Kebijakan Zona Industri sebagai dasar pengembangan industri di masa depan
2. Meningkatkan efektivitas institusi yang berkaitan langsung dengan industri
3. Harmonisasi regulasi untuk sektor sipil maupun militer
4. Investasi *Research & Technology (R&T)* untuk meningkatkan tingkat kompetensi dan membuka kemampuan baru
5. Memberikan insentif untuk *investment* dan *funding* di bidang kedirgantaraan
6. Menarik dan mempersiapkan Sumber Daya Manusia (SDM)
7. Memperluas bisnis yang ada, meraih pasar baru, dan meningkatkan kapasitas rantai pasok local.

Tabel 2-2. Tujuan Ekosistem Industri Dirgantara Malaysia [13]

	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 pemasok tenaga kerja yang kompeten terbesar	-	No. 1	No. 1	No. 1

Tabel 2-2 menunjukkan target capaian Malaysia untuk ekosistem industri dirgantara. Dengan target yang progresif meningkat setiap 5 tahun, Malaysia juga turut menyediakan skema insentif kepada badan usaha/proyek yang memiliki kepentingan strategis nasional, melakukan aktivitas manufaktur, proyek berbasis RD&D, dengan memberikan status investasi PS/ITA, serta beberapa insentif fiskal lain:

- a. Insentif untuk status *Pioneer Status (PS)* diberikan kepada badan usaha dengan pembebasan pajak penghasilan (*statutory income*) sebesar 70%-100% selama 5-10 tahun.
- b. Alternatif insentif adalah status *Investment Tax Allowance (ITA)* diberikan kepada badan usaha dengan pembebasan pajak atas pengeluaran modal (*qualified capital expenditure*) sebesar 60%-100% selama 5-10 tahun.
- c. Pembebasan pajak bangunan.
- d. Pembebasan bea untuk mesin dan peralatan manufaktur.

## 2.3 Singapura

Berdasarkan data tahun 2018, Singapura merupakan negara dengan jumlah pendapatan sektor kedirgantaraan terbesar di ASEAN[14]. Dengan letak negaranya yang tidak terlalu jauh dari Indonesia, Singapura merupakan tolok ukur terbaik untuk analisa perbandingan ini. Pada tahun 2018 sendiri, pendapatan bidang dirgantara Singapura sudah mencapai, USD 18 miliar, jauh diatas negara dengan pendapatan kedua terbesar di ASEAN yaitu Malaysia yang hanya berada di angka USD 2 miliar.

Singapura merupakan negara kecil yang dengan letak geografis yang strategis di Asia tenggara. Dengan kepastian hukum yang jelas, investor asing lebih tertarik untuk menginvestasikan uang mereka di negara kecil ini dibandingkan dengan dua negara besar yang mengapitnya yaitu Malaysia dan Indonesia. Pada tahun 2018, Singapura menginisiasi *Industry Transformation Map* (ITM)[15] negaranya untuk sektor dirgantara yang menargetkan untuk memperoleh pendapatan USD 4 miliar tambahan di sektor manufaktur komponen pesawat terbang pada tahun 2020. Angka ini merupakan peningkatan 22% dari total pendapatan pada tahun 2018 dan sudah berlipat dari pendapatan negara Malaysia. Peningkatan ini akan turut menyumbang 1000 lapangan kerja baru bagi warga singapura.

Singapura menyadari bahwa negaranya merupakan *aerospace nation* yang dikenali dunia internasional. Oleh karena itu, 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 yang bermunculan dengan cara investasi secara berlanjut di bidang infrastruktur R&D publik, mengembangkan teknologi yang relevan untuk industri serta menyiapkan kebijakan baru untuk segmen industri baru (contoh: *drone*, etc.).
3. Mempersiapkan warga Singapura dengan kemampuan yang relevan dengan cara *upskilling/reskilling* tenaga kerja aktual dan juga yang tidak terserap penuh, memberikan pelatihan kepada pekerja sesuai dengan permintaan pemain-pemain di industri penerbangan dan tentunya mempersiapkan tenaga kerja untuk masa depan.
4. Mempererat ikatan dengan asosiasi industri sebagai partner utama yang dilakukan dengan cara meningkatkan *engagement* serta kolaborasi dengan asosiasi lokal seperti *Association of Aerospace Industries Singapore* (AAIS) dan *Singapore Institute of Aerospace Engineers* (SIAE).

Ekosistem yang sarat dengan aktivitas RD&D menjadi daya tarik utama bagi investor. Namun dengan kemajuan industri dirgantara negara-negara sekitarnya yang menawarkan *labor cost* lebih rendah, Singapura lantas secara aktif memberlakukan strategi-strategi guna tetap menjadi negara dengan perputaran uang di bidang dirgantara terbesar di Asia Tenggara. Guna menjadi dan terus menarik berbagai investor asing untuk meningkatkan ekosistem dirgantaranya, Singapura memberlakukan beberapa skema insentif, antara lain:

1. Skema *leasing* pesawat terbang yang menawarkan tarif pajak konsesi 8% atas pendapatan *leasing* pesawat/ mesin/ aktivitas lain sesuai ketentuan. Selain itu, berhak atas pemotongan pajak atas bunga dan pembayaran dan pinjaman untuk pembelian pesawat/ mesin. Skema insentif ini berlangsung hingga lima tahun, dengan kemungkinan perpanjangan.
2. Skema insentif untuk badan usaha yang melakukan pengembangan/perluasan usaha. Skema ini menawarkan pembebasan pajak usaha dan tarif pajak konsesi antara 5%-10% atas penghasilan aktivitas bisnis selama lima tahun, dengan kemungkinan perpanjangan.
3. 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 beroperasi. Contoh kerja sama dirgantara Singapura antara lain:

1. Kerja sama manufaktur komponen 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* memanfaatkan riset mengenai komponen dan manufaktur seperti Polymer Matrix Composite Program (PMCP) dan National Additive Manufacturing Innovation Cluster (NAMIC) [16]. Adapun Pabrik Digital Thales 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. Adapun, 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. 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 laboratorium* 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 fasilitas pelatihan awak pesawat terbesar Airbus yang memiliki berkapasitas 10.000 peserta pelatihan per tahun.

## 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 sektoral untuk bidang kedirgantaraan yang setingkat dengan Indonesia, dengan pendapatan manufaktur komponen pesawat terbang sebesar USD 0,38 miliar (Indonesia USD 0,36 miliar) dan pendapatan AMO/MRO di besaran USD 0,5 miliar (Indonesia USD 1 miliar).

Tabel 2-3: 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 sektor dirgantara sebesar USD 2,5 miliar [17]. Dengan kata lain, dalam kurang dari 10 tahun, Filipina berambisi untuk



meningkatkan *revenue* mereka hingga 4 kali tahun 2013. 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. Ini meliputi bidang infrastruktur yang belum cukup, 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. Dengan demikian, dilakukan identifikasi bidang-bidang penting yang dinilai perlu untuk diberikan atensi lebih agar dapat meningkatkan *market capture value* negaranya. Dalam ranah peningkatan kemampuan industri lokal dan pendukungnya, berikut merupakan bidang-bidang yang telah diidentifikasi:

#### **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 penerbangannya. 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 klaster dirgantara regional.

Seperti negara-negara lain, Filipina juga memberikan sederet insentif untuk *high capital investment* yang bertujuan untuk meningkatkan taraf kompetitif industri dirgantaranya. 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:

- a. 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
- b. Peningkatan kapasitas bandara Ninoy Aquino International Airport (NAIA) di Manila.
- c. Misi investasi / promosi untuk mendatangkan OEM dan investasi dirgantara lainnya yang disusun oleh berbagai badan investasi berdasarkan sektor industri dirgantara (BOI/Board of Investment) maupun berdasarkan 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).
- d. Perpanjangan insentif pemerintah untuk investasi modal tinggi yang ditujukan untuk manufaktur dirgantara, seperti pembebasan pajak penghasilan (*tax holiday*), sewa jangka panjang, subsidi sewa, pembebasan pajak, tanpa bunga, pemberian fasilitas kredit, dan jaminan pinjaman.

Tabel 2-4 Insentif Filipina di Bidang Dirgantara [17, 18]

INSENTIF	Board of Investments (BOI) (Executive Order No. 226, amandemen)	Philippine Economic Zone Authority (PEZA) (Republic Act No. 7916, amandemen)
Pembebasan Pajak Penghasilan (ITH)	4 - 6 tahun (maksimum 8 tahun)	
Bonus pembebasan pajak penghasilan	3 tahun dengan syarat tertentu	
Tarif pajak khusus	Tidak ada	Tarif Pajak Khusus 5% atas Pendapatan Kotor (GIE/ <i>Gross Income Earned</i> ) setelah periode Pembebasan Pajak Penghasilan (ITH/ <i>Income Tax Holiday</i> )
Impor Barang Modal, Suku Cadang dan Perlengkapan	0% Bea Impor	Bebas Pajak dan Bea Impor
Impor bahan baku dan perlengkapan yang digunakan untuk keperluan ekspor	Kredit Pajak	Bebas Pajak dan Bea Impor
Pajak Penambahan Nilai	Tarif 0% untuk Ekspor	0%
Status Pekerja Warga Negara Asing (WNA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>WNA mendapatkan Visa Kerja Non-Imigran Spesial. WNA yang dipekerjakan untuk posisi supervisi, teknis atau penasihat dalam waktu 5 tahun sejak pendaftaran proyek, dapat diperpanjang untuk periode terbatas. WNA yang dipekerjakan untuk posisi manajer umum, bendahara, atau yang setara, berasal dari perusahaan terdaftar milik asing dapat dipertahankan untuk jangka waktu yang lebih lama.</li> <li>Karyawan WNA dapat membawa pasangan dan anak-anak di bawah 21 tahun 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 dirgantara Eropa untuk membangun *manufacturing center* mereka. Industri penerbangan Maroko pada awalnya tidak sebesar sekarang. Berawal pada tahun 1960, Maroko melihat dirgantara sebagai sektor yang hanya diperlukan untuk operasi dan *maintenance flag carrier* mereka. Hal ini mulai berubah pada tahun 90an, dimana EADS (sekarang Airbus Group), Boeing & Safran melihat Maroko sebagai potensi lokasi baru industri aeronautika mereka, dan sejak tahun 2002, pemain-pemain lain juga tertarik hingga akhirnya Maroko membuat klaster aeronautika untuk mengatur dan menyokong kemajuan industri ini yang dinilai pesat. Hal ini juga berkat pemerintah Maroko yang secara agresif mempromosikan negaranya sebagai pusat industri penerbangan pada tahun 2002 [19].

Pada tahun 2012, pendapatan sektor kedirgantaraan Maroko sudah mencapai angka USD 1 miliar, dengan 105 perusahaan asing yang berkantor di klaster aeronautika Maroko dan 10.000 tenaga kerja [19]. Maroko kini memiliki ambisi besar untuk mengembangkan industri kedirgantaraannya pada sektor MRO, perakitan (*assembly*), EWIS (*Electrical Wire Interconnected System*) dan *Engineering*. Selain itu, Maroko juga menargetkan untuk menggandakan jumlah perusahaan dan lapangan kerja, kedirgantaraan, 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:

- Pengembangan zona industri khusus (*Integrated Aerocity*) untuk mendukung perusahaan dalam pertumbuhan Internasional mereka 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 IKM Dirgantara lokal lainnya. Selain itu, 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.
- Subsidi dan insentif untuk investasi yang besarnya disesuaikan dengan kebutuhan proyek dan *offset*.
- Mendirikan IMA Aerospace Engineering School yang merupakan pusat pendidikan-pelatihan untuk mempersiapkan tenaga kerja industri dirgantara 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]:

- a. *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 Engine maupun sistem pesawat lainnya
- b. Boeing Sourcing Ecosystem merupakan proyek/ nota kesepakatan dengan pemerintah Maroko dengan tujuan untuk menciptakan ekosistem pemasok dirgantara di Maroko – termasuk mengkoordinasikan pemasok Maroko melalui platform asosiasi (120 pemasok, 8.700 pekerjaan spesialis), serta menyediakan pelatihan khusus yang dirancang dan disertifikasi oleh Boeing.
- c. Bombardier Aerospace untuk 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 Institut 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 juga memberikan berbagai insentif investasi sebagai berikut [20] [21]:

- a. Subsidi keuangan sebesar 15% dari total investasi (dengan ketentuan jumlah karyawan dan ukuran investasi), dapat mencapai hingga 30% dalam kondisi tertentu,
- b. Kontribusi keuangan untuk biaya pelatihan: EUR 6.000 per insinyur dan EUR2.000 per teknisi,
- c. Pembebasan pajak perusahaan selama 5 tahun dan 17,5% sesudahnya,
- d. Untuk Kawasan *Free Zone*: bebas bea masuk, serta bebas pajak penghasilan selama 5 tahun kemudian 8,75% selama 20 tahun,
- e. Tarif tetap 20% untuk pajak individu karyawan,
- f. Pembebasan dari PPN untuk impor peralatan baru selama dua tahun pertama,
- g. Pembiayaan dan dukungan kebijakan khusus untuk mendukung IKM dalam investasi teknologi dan pengembangan usaha.

## 2.6 Cina

Menyadari bahwa negaranya memiliki potensi besar di jumlah SDM, berbeda dengan negara-negara lain diatas, jalur yang diambil Cina untuk memajukan industri kedirgantaraan negaranya adalah dengan meningkatkan kemampuan produksi pesawat terbang lokal. Dengan keputusan ini, Cina mampu untuk memfokuskan kebijakan-kebijakan pemerintahnya untuk mendorong industri manufaktur pesawat terbang dan komponen pesawat terbang negaranya. Pada awalnya, seluruh industri pesawat terbang Cina berada di bawah satu badan, yaitu disebut AVIC (*Aviation Industry Corporation of China*), yang bertanggung jawab untuk mengatur berbagai kebutuhan industri dirgantara. Layaknya sebuah ekosistem yang dibawah oleh satu badan, ranah AVIC mencakup produksi pesawat serta komponen seperti *engine*, *avionics*, dll. baik yang termasuk ke sektor pesawat komersial, maupun sektor militer.

Namun di 90an pihak militer tidak puas dengan produk pesawat terbang militer dari AVIC, dan membuat militer negara Cina untuk memilih membeli pesawat tempur asing. Hal ini menjadi titik balik pemerintah Cina untuk merombak ekosistem dirgantara Cina. AVIC lantas dipisah menjadi AVIC I dan AVIC II dengan intensi untuk meningkatkan kompetisi antara kedua badan utama di bidang dirgantara di negeri tirai bambu.

Namun, produk dirgantara Cina nyatanya tidak mampu untuk menembus pasar internasional dengan ketatnya persaingan dengan Airbus dan Boeing. Hal ini juga karena skema kedua industri di dalam negeri yang sudah

berkompetisi dan lebih melihat satu sama lain ketimbang melihat pasar global. Walau ditujukan untuk industri dirgantara, 80% dari pemasukan kedua badan tersebut adalah dari penjualan komponen untuk sektor lain, seperti bidang otomotif, dll. [22], hingga pada 2012 dimana proporsi dari komponen pesawat terbang sudah meningkat kembali. Dengan ini, pemerintah kembali memutuskan untuk melebur kedua industri tersebut dan di waktu yang sama membuat COMAC. Disini juga turut dituliskan roadmap industri yang jelas dengan rencana untuk pembuatan pesawat terbang nasional. Disini lah lahir program pesawat terbang COMAC C919, yang menjadi tombak utama industri dirgantara Cina. Intensi pembentukan COMAC adalah untuk lebih mencerminkan dua perusahaan utama di industri penerbangan global, Airbus & Boeing.

COMAC membawahi hampir semua sektor di industri dirgantara Cina, mulai dari pusat riset, industri komponen, maskapai penerbangan bahkan majalah penerbangan di Cina. Pada tahun 2012, AVIC memiliki 400.000 pekerja sementara COMAC hanya memiliki 6.000 pekerja banyak darinya yang tidak bekerja di sektor penerbangan secara langsung. Proyek utama COMAC adalah ARJ-21 dan C919. Dengan ini, Cina mampu untuk meningkatkan nilai penjualan total dari industri penerbangannya sebesar USD 6,8 miliar hanya dalam 5 tahun, dengan rata-rata peningkatan per tahun 18,6 persen [23]. Walaupun demikian, hingga tahun 2010, nilai ekspor dari hasil industri penerbangan Cina masih didominasi di pasar lokal, seperti yang ditunjukkan di Tabel 2-5.

Tabel 2-5: Penjualan & Nilai Ekspor Industri Penerbangan Cina 2005-2010 [23]

	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Sales and Revenue</b>	<b>(Millions of U.S. Dollars in Constant Prices of 2005)</b>					
Output	\$6,847	\$7,475	\$11,482	\$13,377	\$12,728	\$16,043
% change over previous year	Not available	9.2%	53.6%	16.5%	-4.9%	26.0%
Exports	\$995	\$1,262	\$2,003	\$2,775	\$1,779	\$2,107
% change over previous year	26.8%	58.8%	38.5%	-35.9%	18.4%	26.8%
Exports as a share of sales (%)	14.5%	16.9%	17.4%	20.7%	14.0%	13.1%

Kebijakan yang diambil pemerintah Cina 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, Cina justru memusatkan kebijakannya untuk kemajuan industri lokal dari dalam dan penjualan pesawat terbang lokal ke pembeli asing. Fokus kebijakan pemerintah Cina untuk industri penerbangannya antara lain [22]:

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

## 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% per tahun merupakan angka yang fantastis dan menjadikan India salah satu negara yang perlu dipelajari strateginya. Memiliki target besar untuk menjadi pasar aviasi terbesar ke-3 di dunia pada tahun 2020 dan yang terbesar pada tahun 2030 [24], dan dengan

*growth rate* 20%/tahun, India memusatkan upayanya untuk membangun industri kedirgantaraan negaranya ke 5 segmen, yaitu:

1. Kebijakan & Insentif

Untuk menarik investor asing, India menerapkan beberapa kebijakan *Foreign Direct Investment* di beberapa subsektor. 100% FDI untuk pengembangan airport, pembuatan rute tak berjadwal, AMO/MRO, institusi pelatihan teknis penerbangan serta *ground handling services* diperbolehkan. Untuk pembuatan rute berjadwal regional dan lokal, berlaku kebijakan FDI hingga 49%. Kebijakan negara ini tetap harus mengacu pada aturan-aturan yang berlaku di masing-masing zona di India. Guna meningkatkan konektivitas regional serta mendorong penduduknya untuk bepergian menggunakan pesawat terbang, India memberlakukan pembatasan harga tiket maksimal untuk rute-rute yang masuk kedalam skema konektivitas regional negaranya. Diatas itu, tarif total untuk operasional airport juga dikurangi.

Sektor AMO/MRO juga diberi dorongan dengan memberlakukan kemudahan ketentuan-ketentuan untuk airport dengan potensi pembuatan AMO/MRO dan pemberian *tax exemptions* untuk *tools & tool kits* yang menyokong digunakan untuk operasional AMO/MRO.

2. Pengembangan Infrastruktur

Salah satu bentuk nyata dedikasi India dalam pembangunan terlihat di banyaknya airport besar baru yang dibangun dan direvitalisasi di India (160 airport pada tahun 2017). Dengan menerapkan skema pendanaan gabungan dari swasta dan pemerintah, India mampu mengidentifikasi dan memacu pertumbuhan dan pembangunan airport-airport lokal. Selain itu pengembangan *Cargo Hubs* juga dilakukan untuk memusatkan segala bentuk perpindahan barang di satu daerah (dekat airport). Sebagai pilot project, Delhi telah dipilih untuk menjadi *Cargo Hub* pertama di India.

3. Innovation & Technology

Setelah banyak merambah di *engineering services*, India mulai memusatkan perhatiannya ke industri antariksa lokal. Dengan jumlah dan kualitas SDM negaranya sekarang, India berani untuk maju satu langkah didepan negara-negara berkembang lainnya dan memusatkan inovasi teknologi nya di bidang rekayasa & 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 *foreign expert* disini terutama di sub-sektor AMO/MRO serta perolehan *clearance* untuk OEM dan suppliers dibuat lebih mudah. Selain itu untuk mendorong pasar AMO/MRO India, pemerintah juga setuju untuk memudahkan pemberian *permit* untuk pesawat yang akan service di India.

5. Skill Development/Job Creation

Bentuk paling nyata dari pengembangan keterampilan SDM India adalah dengan banyaknya bermunculan *engineering centre* pemain-pemain besar di bidang dirgantara dunia. Kerja sama yang dijalin langsung dengan OEM dan *supplier* mereka serta mempromosikan kemampuan SDM India untuk dapat mengerjakan pekerjaan serupa dengan hanya sebagian dari cost yang harus dikeluarkan oleh ahli negara-negara dunia terbukti efektif pada beberapa tahun kebelakang. Skema ini, yang menjual *skill* dari SDM lokal, adalah yang membedakan India dengan negara-negara lain diatas, yang memfokuskan upaya pengembangan industri lokalnya di bidang manufaktur komponen pesawat terbang.

India juga mengembangkan *National Aviation University* khusus untuk mencetak ready-to-work SDM di bidang penerbangan serta untuk meningkatkan tingkat kompetitif SDM lokal untuk dapat bekerja di kancah global.

Selain itu, untuk mewujudkan visi India pada tahun 2040, strategi di India untuk sektor aviasi difokuskan pada penyusunan investasi, pengembangan ekosistem RD&D, serta peningkatan partisipasi IKM. Strategi peningkatan investasi antara lain [25, 26]:

- a. Strategi investasi India dibagi menjadi dua rute: (a) Rute otomatis, (b) Rute Pemerintah dengan evaluasi tingkat teknologi tinggi. Rute otomatis mengatur batasan investasi asing untuk produksi komponen di India sebesar 49%, Layanan Transportasi Udara Regional sebesar 49%, serta meningkatkan batasan ekuitas asing untuk Layanan Transportasi Udara Tidak Terjadwal dan Layanan Penanganan Darat dari 74% menjadi 100%. Sedangkan Rute Pemerintah mengatur batasan investasi asing untuk produksi komponen di India hingga 100%.
- b. Meningkatkan fleksibilitas *offset* dengan mitra / OEM asing 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.
- c. 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:

- a. 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*,
- b. Mendukung IKM untuk menjadi pemasok komponen hingga kontraktor proyek putar kunci – terutama pembangunan sistem elektronik dirgantara. Pada pengembangan sektor pertahanan untuk publik, setidaknya 25% harus didukung oleh IKM. IKM didorong hingga dapat melakukan sub-/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,
- c. Untuk meningkatkan partisipasi IKM dalam produk militer, 65% 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,
- d. Pinjaman usaha hingga INR10 juta (USD 130 ribu) dapat diproses kurang dari 1 jam melalui portal online. Selain itu, disediakan pembiayaan mikro dengan skema MUDRA sebesar INR1 juta (USD 13 ribu) untuk partisipasi mitra dalam menciptakan budaya inklusif dan berkelanjutan,
- e. Mengembangkan direktori online/ daftar industri manufaktur di India untuk memperkuat rantai pasok. Sistem aplikasi online untuk 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%.

Strategi RD&D dan Pengembangan SDM antara lain:

- a. Lembaga Pendidikan memproduksi lebih dari 100.000 tenaga kerja aviasi per tahun pada level pekerja, teknisi, supervisi, maupun manajemen. Kemitraan pendidikan dengan badan usaha melalui Akreditasi & Afiliasi (A&A Sector Skill Council) untuk meningkatkan kapasitas insinyur,
- b. Aerospace & Aviation Skill Sector Council (AASSC) monitor kemajuan dalam pengembangan keterampilan, mengembangkan standar kualifikasi dan standar jabatan kerja nasional pada 38 kritis posisi kerja bidang aviasi,
- c. Aviation Multi-Skill Development Center (AMSDC) menargetkan 70% 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 layaknya Maroko untuk Eropa. Walau peringkat global *attractiveness ranking* Meksiko tidak tinggi, industri penerbangan merupakan salah satu yang terbesar dan yang diberikan perhatian lebih oleh pemerintahnya. Dalam rentang waktu dari 2009 hingga 2014, industrinya berkembang di angka 20% per tahun dan pada tahun 2014 sendiri mencapai angka USD 1 miliar untuk nilai ekspor dan meningkatkan jumlah lapangan kerja di industrinya hingga hampir 2x lipat [27].

Strategi yang diambil Meksiko disini adalah dengan meningkatkan kompetensi SDM lokalnya untuk menarik investor asing untuk berani membuka *manufacturing centre* mereka 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 negaranya di sektor penerbangan dan militer.

Dengan adanya *Free Trade Agreement* (FTA) di Meksiko, Meksiko mampu menarik dan mendatangkan banyak pemain global di industri penerbangan untuk berani berinvestasi di negaranya. FTA yang dijalin dengan 45 negara lain ini membuat posisi Meksiko lebih atraktif untuk beberapa negara tetangga di benua Amerika Utara serta negara-negara Eropa yang memberikan *Foreign Direct Investment* (FDI) di Meksiko. Selain itu Meksiko juga memiliki kesepakatan langsung (*Bilateral Air Safety Agreement*) dengan Amerika Serikat untuk memiliki badan di negaranya yang diberi kewenangan untuk memberikan sertifikasi untuk komponen, sistem pesawat dan bahkan pesawat secara menyeluruh yang dimanufaktur di Meksiko. Hal ini terutama membuat menarik perhatian perusahaan-perusahaan di Amerika Serikat untuk membuka cabang di Meksiko, dimana *labor cost* negaranya lebih rendah.

Selain itu, Meksiko memiliki program strategis nasional untuk memandu industri dalam Pro-Aeréo (FEMIA) 2012 – 2020 dengan target industri dirgantara untuk memperoleh: (1) omset ekspor sebesar USD 12 miliar, (2) menciptakan lapangan kerja untuk 110.000 tenaga kerja di bidang kedirgantaraan, (3) menjadi hub MRO dan layanan dirgantara di Amerika Latin, (4) meningkatkan kandungan produk lokal dalam produksi dirgantara hingga 50% pada tahun 2020.

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

- a. Promosi dan pengembangan pasar Meksiko dan internasional, serta menciptakan instrumen untuk mendukung pertumbuhan industri berkelanjutan. Inisiatif ini dapat dilakukan melalui partisipasi manufaktur dalam program internasional untuk mengakses teknologi dan pasar baru, optimasi strategi *offset*, serta mempromosikan program dukungan dan insentif khusus untuk industri dirgantara, misalnya akses pembiayaan khusus untuk industri dirgantara.
- b. 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. Menurut Mexico National Flight Plan, institusi/ pusat penelitian tersebut memiliki akses pada klaster dirgantara Meksiko, ruang teknologi dan pengujian yang menyediakan layanan teknis, infrastruktur, teknologi peralatan, serta dukungan teknis dan administratif. klaster dirgantara juga membentuk organisasi mereka sendiri untuk berkoordinasi antara industri dan pendidikan tinggi serta lembaga penelitian.
- c. Mengembangkan teknologi yang diperlukan termasuk klaster khusus, area dan teknologi baru, laboratorium R&D dan pengembangan material baru. Hal ini dilakukan dengan membuka *Proof Testing Aerospace Lab* untuk melayani industri, Kerja sama RD&D dan manufaktur untuk Engine.
- d. Mengembangkan program pemerintah-swasta untuk memfasilitasi pertumbuhan industri, dengan 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.
- e. Memperkuat dan mengembangkan kemampuan industri dirgantara dengan menghubungkan rantai pasok, mengembangkan pemasok lokal dan mendorong pengembangan klaster di seluruh Meksiko.



## 2.9 Perbandingan Strategi berbagai Negara

Setelah pembahasan secara komprehensif tentang strategi pengembangan industri dirgantara beberapa negara di atas, di bawah ini akan dilakukan komparasi mengenai strategi-strategi negara-negara di atas yang disajikan di Tabel 2-6. Dengan adanya perbandingan ini, penyusunan kajian ini diharapkan untuk dapat berkaca dan mengadopsi strategi-strategi negara-negara dunia yang terbukti efektif hingga kini.

Tabel 2-6: Perbandingan nilai ekspor, target & strategi pengembangan industri dirgantara beberapa negara

Negara	Kondisi Terdahulu	Target	Strategi
<b>Malaysia</b>	<b>Revenue 2014</b> USD 2,64 miliar	<b>2030:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Peningkatan Revenue 5x dalam 16 tahun (USD 13,2 miliar pada 2030)</li> <li>– <i>Aerospace Nation</i> terbesar di Asia tenggara dan menjadi bagian penting pasar global</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kebijakan yang <i>business friendly</i> (menyediakan paket insentif investasi untuk industri kedirgantaraan)</li> <li>– Meningkatkan <i>competitiveness</i> industri lokal agar <i>qualified</i> untuk proyek besar masa depan</li> <li>– Investasi R&amp;T untuk meningkatkan tingkat kompetisi dan membuka kapabilitas baru</li> </ul>
<b>Singapura</b>	<b>Revenue 2016</b> USD 18 miliar	<b>2020:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Kenaikan 25% <i>revenue</i> dalam 4 tahun menjadi USD 22 miliar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Mengejar <i>Operational Excellence</i></li> <li>– Mendorong Inovasi dan memperluas kapabilitas industri lokal</li> <li>– Meningkatkan kompetensi dan kemampuan SDM lokal</li> </ul>
<b>Filipina</b>	<b>Revenue 2013</b> USD 0,5 miliar	<b>2022:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Revenue: USD 2,5 miliar</li> <li>– Menjadi <i>major hub</i> untuk produksi komponen OEM dan <i>services</i> untuk industri pesawat <i>komersial</i> global</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Meningkatkan kemampuan manufaktur dan SDM</li> <li>– Mendorong industri lokal produsen material, kimia &amp; alat pengerjaan agar sesuai <i>standard aerospace industry</i></li> <li>– Insentif untuk investasi, sewa jangka panjang, <i>tax holiday, zero interest</i></li> <li>– Kolaborasi lokal dan dengan negara ASEAN lain</li> </ul>
<b>Maroko</b>	<b>Revenue 2012</b> USD 1,0 miliar	<b>2025:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Menggandakan jumlah perusahaan, serta mengkonfirmasi posisi sebagai negara paling menarik di gerbang Eropa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Pengembangan <i>Integrated Aerocity</i> sebagai <i>free &amp; special development zone</i>.</li> <li>– Proses administrasi yang dipermudah untuk perusahaan di <i>Aerocity</i> dan perusahaan yang <i>export-oriented</i></li> <li>– Fokus ke pasar Perancis &amp; Eropa</li> <li>– <i>Financial subsidy</i> untuk investasi &amp; <i>financial support</i> untuk pengembangan SDM lokal</li> </ul>
<b>Cina</b>	<b>Revenue AVIC 2011</b>  USD 40,8 miliar	<b>2020:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Revenue AVIC: USD 160 miliar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Memajukan industri produksi pesawat lokal</li> <li>– Memicu kompetisi dalam negeri untuk meningkatkan kualitas produk lokal</li> <li>– Mengajak negara lain untuk membeli pesawat terbang buatan Cina dengan persuasi diplomatik dan pinjaman</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- Menganjurkan maskapai lokal untuk membeli pesawat buatan Cina</li> </ul>
<b>India</b>	<b>Market Size 2016</b>  USD 16 miliar	<b>2030:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasar terbesar <i>civil aviation</i> dunia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kebijakan kemudahan 100% investasi asing untuk sektor aviasi &amp; AMO/MRO</li> <li>- Mendorong rute domestik dengan mengatur harga tiket termahal</li> <li>- <i>Instant immigration</i> untuk <i>foreign expert &amp; permit</i> untuk <i>service</i> di India</li> <li>- Mencetak SDM yang kompetitif dengan skema <i>exchange</i> di Eropa</li> </ul>
<b>Meksiko</b>	<b>Total Export 2014</b>  USD 1,05 miliar	<b>2020:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Menjadi top 10 <i>global aerospace supplier</i></li> <li>- Total Export: USD 7,5 miliar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Memiliki kerja sama dengan Amerika Serikat untuk dapat memiliki badan yang berwenang untuk menyertifikasi produk dirgantara lokal</li> <li>- Mengajak negara-negara yang tercatat memiliki FTA dengan Meksiko untuk melakukan FDI di negara yang strategis lokasinya (dekat dengan Amerika Serikat)</li> </ul>

# 3

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



3.1 *Technology Foresight* Industri Penerbangan Indonesia 2045

Percepatan perkembangan suatu sektor industri terutama yang masuk kategori *high-tech* seperti sektor dirgantara 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 dirgantara nasional ke depan.

Oleh karena itu, tak hanya dengan memperhatikan kondisi ekonomi & potensi pasar dunia, berbagai regulasi dalam negeri serta berbagai strategi yang diadopsi oleh berbagai negara di dunia untuk mengembangkan industri kedirgantaraannya, penyusunan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 ini juga turut mempertimbangkan perkembangan teknologi yang telah mulai diadopsi negara-negara lain dan yang diprediksi dapat merevolusi cara kerja dan operasional industri dirgantara hingga nanti pada tahun 2045. Perumusan rekomendasi yang mempertimbangkan perkembangan teknologi akan memastikan bahwa arah kebijakan ke depan akan tetap relevan dengan situasi yang ada di masa mendatang.

Tabel 3-1: Teknologi Potensial yang teridentifikasi akan mempercepat kemajuan industri penerbangan hingga 2045

Industri Pesawat Terbang	Berawak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan bakar alternatif (<i>biofuel, hydrogen, fuel cell</i>)</li> <li>Sistem propulsi baru (<i>distributed, elektrik, CROR</i>)</li> <li>Material baru (<i>Carbon fiber reinforced plastic/CFRP, Glass laminate aluminum reinforced epoxy/GLARE</i>)</li> <li>Konfigurasi pesawat terbang (<i>Flying V, Blended Wing Body</i>)</li> <li>Bebas emisi (<i>cleaner</i>), tidak bising (<i>quieter</i>), lebih canggih dan terkoneksi (<i>smarter</i>)</li> </ul>
	Nirawak	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sistem pesawat otonom &amp; sistem kendali</li> <li>Teknologi baterai baru</li> <li>Drone pengiriman paket/ kargo</li> <li>Mobilitas kota (<i>urban taxi, flying cars</i>)</li> </ul>
Industri Komponen		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Avionics, Electronics, Software Production</i></li> <li><i>Maritime Patrol Avionics</i></li> <li>Teknik produksi manufaktur (<i>3-D Printing</i> untuk logam)</li> </ul>
Maintenance, Repair, and Overhaul (MRO)		<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Engine workshops</i></li> <li><i>Predictive maintenance (Structural Health Monitoring</i> dengan Big data)</li> <li>Teknologi <i>3-D scan</i> dan <i>3-D print</i> untuk Komponen non-struktural</li> <li>Analisis dan <i>monitoring</i> pesawat terbang secara <i>real-time</i></li> </ul>
Kebandarudaraan		<ul style="list-style-type: none"> <li>Bandara bebas emisi (<i>cleaner</i>) dan tidak bising (<i>low noise</i>)</li> <li>Penerapan <i>Approach Lighting System (ALS)/ Microwave Landing System (MLS)</i> di semua bandara nasional</li> <li>Bandara <i>smart and connected</i></li> <li>Metode <i>screening</i> untuk kesehatan dan keamanan</li> <li>Aeropark yang berdekatan dengan Bandara Hub/Kelas I (<i>Integrated</i>)</li> </ul>

Indonesia sebagai negara yang berkembang yang ingin memajukan sektor kedirgantaraannya tidak cukup hanya dengan bergantung pada teknologi yang ada sekarang. Industri dirgantara merupakan salah satu industri yang memiliki tingkat kesukaran yang tinggi untuk berubah dan terdisrupsi akibat ketatnya regulasi di hampir setiap aspeknya. Konsep ‘*Green and Smart Skies*’ dapat dijadikan acuan dalam pengembangan peran Indonesia sebagai

negara maritim yang memanfaatkan ruang udara dengan efisien, ekonomis dan berkesinambungan dalam menjaga aspek lingkungan. Pada bagian ini, dilakukan identifikasi komponen-komponen apa saja yang dinilai akan dapat mengubah cara pandang industri kedirgantaraan hingga 2045. Untuk itu, sesuai dengan pembagian kluster industri di bagian-bagian berikutnya, pengklasifikasian teknologi berujung pada 4 sektor, yang antara lain adalah teknologi yang dapat diterapkan di industri pesawat terbang, teknologi yang dapat diterapkan di industri AMO/MRO serta teknologi yang dapat diterapkan untuk memajukan jasa penerbangan dan kebandarudaraan. Tabel 3-1 merangkum beberapa teknologi yang telah diidentifikasi yang akan perlu dipersiapkan untuk menghadapi perkembangan industri kedirgantaraan global.

## 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] yang telah dicanangkan oleh UN untuk dicapai di masa datang (mulai 2030), 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>, 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 di industri pesawat terbang ini dan yang berawak.

Perlu dilakukan pemilihan produk pesawat terbang yang akan dikembangkan dengan menyesuaikan kepada perkembangan arah kebijakan dan teknologi baik di tingkat global ataupun di tingkat nasional. Pemilihan produk ini sangat penting diantaranya agar kedepan tidak bersaing *head to head* dengan industri penerbangan besar dunia.

### 3.2.1 Pesawat Terbang Berawak

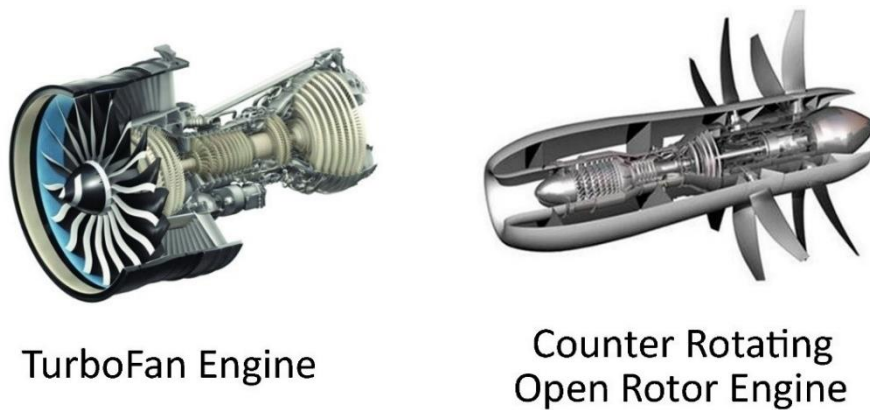
Kedepannya, pesawat terbang berawak akan mulai beralih untuk mencari alternatif bahan bakar lain yang berkelanjutan. Bahan bakar alternatif seperti biofuel dan hidrogen atau penggunaan *fuel cell* sebagai bahan bakar utama pesawat terbang sangat potensial untuk menggantikan bahan bakar fosil yang kini masih menjadi bahan bakar utama aviasi global [30]. Harapan untuk beralih ke penerbangan yang berkelanjutan, harga bahan bakar fosil yang fluktuatif serta pasokan yang tak menentu menjadi dasar utama peralihan ini.

Dengan tingkat pencemaran lingkungan yang lebih rendah dari bahan bakar fosil, hidrogen serta biofuel merupakan pilihan alternatif bahan bakar yang mudah untuk diperoleh dan diimplementasikan. 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. Produksi kedua alternatif bahan bakar ini juga berkelanjutan, tak seperti bahan bakar fosil yang terbatas keberadaannya.

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 telah ditemukan sejak tahun 1903, teknologi yang menjanjikan ini juga baru sekarang mulai dipergunakan sebagai sumber daya utama 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.

Tak hanya bahan bakarnya, sistem propulsinya 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* serta *overall redundancy* sistem propulsinya pun akan meningkat [32]. Sistem ini terutama diaplikasikan di kategori baru pesawat terbang, 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 .



TurboFan Engine

Counter Rotating Open Rotor Engine

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 CROR. Dengan keunggulan *bypass-ratio* yang jauh lebih besar dari sistem propulsi *ducted turbofan* yang banyak digunakan pesawat komersial menjadikan konsep ini banyak menjadi bahan riset. Konsep ini menawarkan konsumsi bahan bakar yang secara signifikan lebih rendah dari mesin jet pesawat sekarang, hingga 26% 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 *cost-effective* dan lebih *sustainable* dan tren ini akan terus berlanjut di masa depan. CFRP (Carbon Fibre Reinforced Plastic) & GLARE (Glass Laminated Aluminum Reinforced Epoxy) dan keramik merupakan sedikit banyak dari beberapa contoh penggunaan material baru di industri pesawat sekarang ini.



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

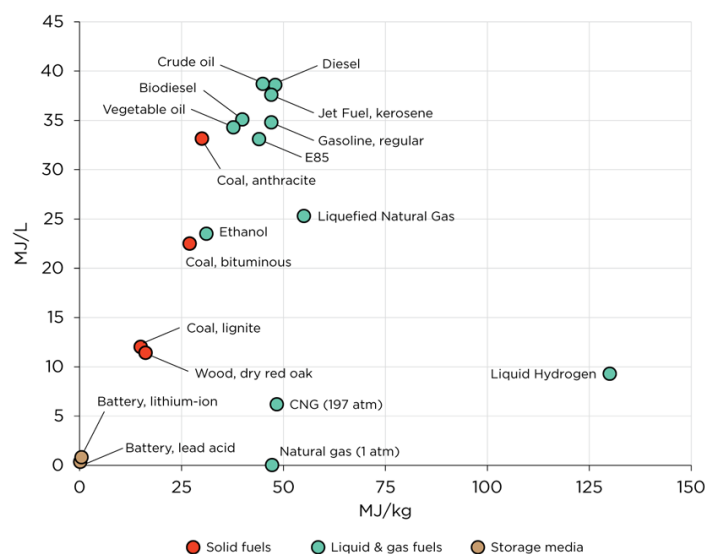


Tak hanya komponen-komponen pesawatnya, rancang bangun keseluruhan dari pesawat juga terus mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Berawal dari desain pesawat terbang oleh Wright bersaudara pada tahun 1903, konfigurasi dari pesawat terbang kini telah berubah drastis ke bentuk *tube & wings*. Walau 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 yang sedang digadang-gadang di industri pesawat terbang dunia adalah BWB (*Blended Wing Body*), yang dimulai dari Amerika. 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 dari Belanda baru-baru ini memiliki desain yang mirip dengan BWB dari Amerika, namun dengan bagian tengah pesawat yang terpotong. Kedua konsep ini masih dalam fase-fase awal riset pengembangan dan sudah dapat diklaim untuk dapat mengurangi penggunaan bahan bakar hingga 20% [38].

### 3.2.2 Pesawat Terbang Nirawak

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

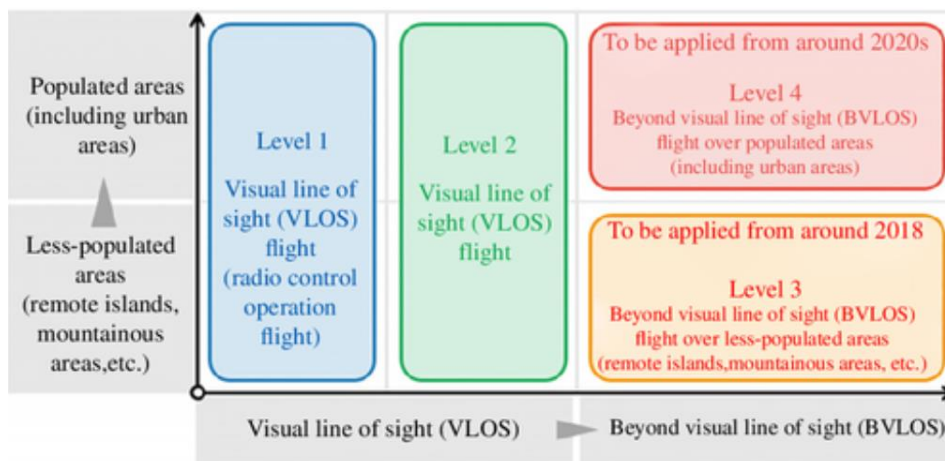
Terutama untuk pesawat terbang nirawak, inovasi baterai sebagai media penyimpanan energi utama adalah topik yang penting untuk selalu ditinjau. Karena konstruksinya yang relatif kecil, pesawat terbang nirawak juga bergantung besar dengan baterai dan karena banyak digunakan di industri-industri lain, perkembangan teknologi penyimpanan daya juga akan mengalami peningkatan yang cukup drastis di beberapa tahun mendatang. Seperti yang ditunjukkan Gambar 3-3, hingga 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.



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



Selain itu, 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 adanya input dari 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 akan 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 3-4: 4 tingkatan *autonomous capability* untuk UAV skala kecil[40]

Aspek lainnya yang penting adalah terkait dengan kebijakan operasional pesawat terbang nirawak di lingkungan sipil. Dengan semakin banyak beredarnya *drone* kecil yang dapat dengan mudah diperoleh masyarakat dan dengan penggunaannya untuk pengiriman paket skala kecil, perlu diterbitkan regulasi untuk mengatur batasan-batasan penggunaan serta pengoperasian pesawat-pesawat kecil ini [41]. Hal ini juga dapat secara bersamaan menetapkan aturan-aturan terkait ruang terbang yang diperbolehkan untuk penerbangan *drone* kecil komersial ini dan penerbangan UAM untuk bisa terpisah dan tidak mengganggu ruang terbang pesawat-pesawat berawak komersial. Kebijakan yang dilatar belakangi aspek keselamatan ini perlu untuk digagas dan diatur untuk mengurangi risiko kejadian tak terduga kedepannya.

### 3.3 Industri Komponen

Di sektor industri manufaktur komponen pesawat terbang, juga terdapat banyak inovasi-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 maupun nirawak yang mengawasi perairan Indonesia.

Skema produksi pesawat terbang pun juga akan mengalami peralihan dari sebuah perusahaan yang membuat semua komponen untuk pesawat terbangnya sendiri ke perusahaan pesawat terbang yang mengambil peran integrator dan memberikan pekerjaan minor kepada para subkontraktornya. Sudah sejak lama perusahaan besar seperti Airbus [42] dan Boeing mengadopsi skema ini dan terbukti efektif dalam memajukan ekosistem dirgantara. dan kedepannya, Indonesia yang industri penerbangannya sekarang masih bertumpu ke PTDI 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*. *3D Printing* kini merevolusi cara manufaktur berbagai komponen di banyak industri besar, tak terkecuali industri pesawat terbang [43]. Pasar *3D Printing* untuk bidang dirgantara regional Asia Pasifik diprediksi untuk 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. Waktu produksinya yang masih relatif lama serta terbatasnya jenis material yang dapat digunakan membuat industri pesawat terbang sukar 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 dirgantara (titanium, besi, alumunium) 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]. Revolusi industri yang tampak tak jauh dari sekarang membuat teknologi *3D Printing* salah satu teknologi yang patut untuk ditinjau dan diteliti lebih kedepannya. Hanya dengan kurang dari 10 tahun, *3D Printing* telah berubah dari teknologi skala laboratorium menjadi salah satu metode manufaktur utama untuk memproduksi komponen-komponen.

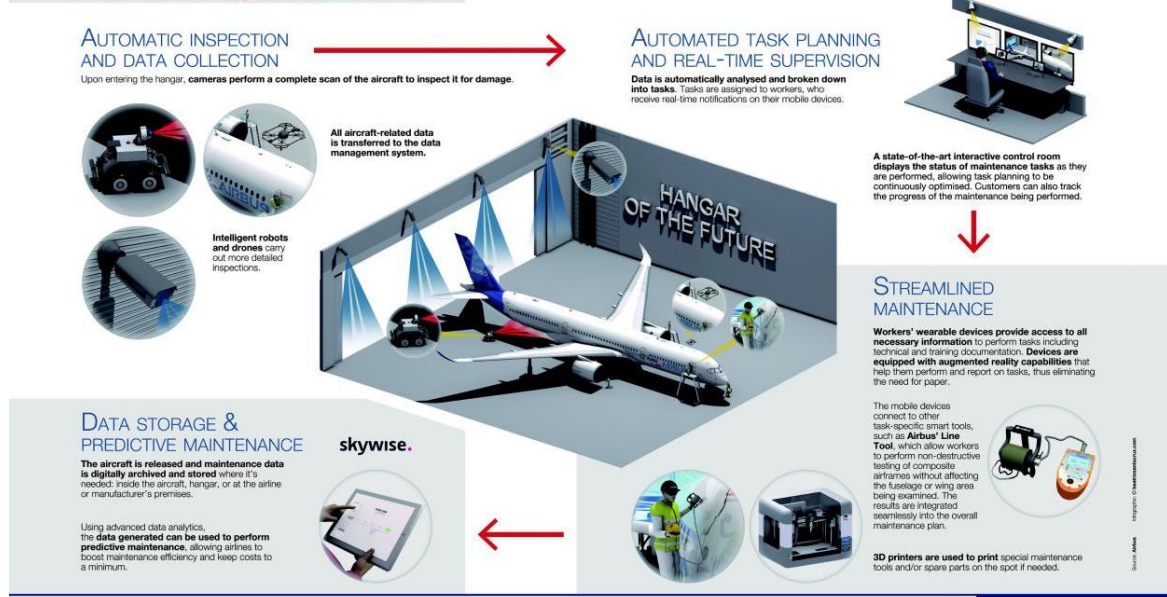
### 3.4 Maintenance, Repair, and Overhaul (AMO/MRO)

Dalam pengoperasiannya, pesawat terbang perlu diinspeksi dan dirawat untuk tetap menjaga kondisi dari komponen-komponennya serta untuk menjamin seluruh fungsi yang ada di pesawat terbang dapat berjalan dengan baik, saat nanti dibutuhkan. Oleh karena itu industri AMO/MRO memiliki peran penting dalam memastikan kondisi pesawat terbang selalu prima saat operasi. Dalam perkembangannya, industri AMO/MRO yang pada awalnya hanya fokus ke *corrective/breakdown maintenance* kini telah jauh 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, dapat dilakukan *predictive maintenance* dalam bentuk *Structural Health Monitoring (SHM)* [46]. Disini *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 & inovasi untuk bagian ini yang permintaannya akan terus meningkat di masa depan.

# HANGAR OF THE FUTURE DEMONSTRATOR

Less time in the hangar, more time in the air



Gambar 3-5: Konsep & berbagai teknologi yang digunakan di *Hangar of the Future* [47]

Konsep yang sekarang sedang dijalankan lewat *pilot project* antara Airbus dan negara Singapura dan diprediksi akan banyak diimplementasikan di berbagai AMO/MRO kelas 1 dunia adalah *Hangar of the Future*. Disini, tak seperti hangar konvensional, inspeksi serta *repair* dapat dilakukan dengan memanfaatkan teknologi otomatisasi dan *Internet of Things* (IoT) [47]. Di masa depan, akan semakin sedikit campur tangan manusia dalam proses perawatan dan peremajaan pesawat terbang. 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, kedepannya tentu konsep ini akan banyak mengalami pembaharuan untuk dapat digunakan di semua jenis pesawat dan mayoritas jenis *maintenance & repair*.

Selain itu, teknologi lain yang akan mempermudah dan menghemat waktu perawatan pesawat adalah dengan *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, kedepannya AMO/MRO dapat menggunakan metode *3D Printing* untuk membuat komponen pesawat yang *non-essential* dan *non-critical* (misal *seat ash tray*). Walaupun demikian, tantangan kedepan dari produk yang di manufaktur menggunakan metode *3D Printing* adalah perbedaannya dari segi warna serta sifat material yg belum tentu flame resistant.

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. Seperti yang tertera diatas, arah kemajuan teknologi industri dirgantara adalah ke *smarter and more sustainable aviation*. Sebagai bentuk nyata dari partisipasi arah kemajuan ini oleh berbagai jasa penerbangan dan kebandarudaraan, kini bandara dunia semakin terkoneksi dan terus menerapkan sistem pintar yang dapat memberikan data yang telah diolah sistem untuk membantu manusia mengambil keputusan terbaik. Hal ini berlaku untuk operasional bandara sisi depan (interaksi dengan penumpang) dan juga di sisi belakang (manajemen operasional pesawat terbang). Untuk bandara-bandara kecil di Indonesia, kedepannya diperlukan adanya penyamarataan tingkat kesiapan teknologi agar dapat mengakomodir berbagai jenis pesawat dan meningkatkan keselamatan operasional pesawat terbang. Teknologi yang simpel dan modern seperti penerapan *Approach Landing System / Microwave Landing System* dapat menjadi solusi untuk berbagai bandara di Indonesia.

Wabah Covid-19 yang marak di semester pertama tahun 2020 membuat aktivitas bandara dunia menurun drastis dan juga secara bersamaan menurunkan keinginan kepercayaan masyarakat untuk bepergian terutama dengan pesawat terbang. Pertimbangan masyarakat sekarang adalah keamanan dan kesehatan mereka, dan disini diperlukan adanya inovasi teknologi yang efektif di tiap-tiap bandar udara sebagai garda terdepan untuk bisa kembali meyakinkan masyarakat bahwa bepergian dengan pesawat terbang itu aman. Bandara sebagai tempat bertemu dan berinteraksi penumpang merupakan tempat pertama yang menghubungkan dunia luar dengan lingkungan pesawat terbang. Kini telah banyak bermunculan teknologi terapan dari berbagai sektor lain yang digunakan untuk meminimalisir dan mensterilkan berbagai bentuk interaksi antar manusia 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]. Dengan adanya wabah Covid-19, sangat mungkin bahwa nantinya prosedur serupa akan dijadikan standar baru setiap negara yang mewajibkan setiap penumpang mengikuti prosedur ini [51].

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 rute ini untuk memajukan industri pesawat terbang lokal negaranya. Industri pesawat terbang sebagai industri yang terkoneksi secara internasional memiliki intensitas keluar masuk barang yang cukup tinggi dan dengan meletakkan *Aeropark* di dekat bandara besar, laju keluar masuk barang-barang ini berikut para expatriat dapat lebih dikontrol.

# 4

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





## 4.1 Industri Pesawat Terbang

Kompleksitas Industri Pesawat Terbang yang mencakup berbagai kegiatan, beragam aturan dan instansi pemerintah, dapat digambarkan sebagai berikut:

1. Kegiatan desain (*conceptual, preliminary dan detail design*), dilakukan oleh Organisasi Desain (DOA - *Design Organisation Approval*).  
Outputnya 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 atau Produksi, yang dilakukan oleh Organisasi Produksi (POA – *Production Organisation Approval*).  
Outputnya adalah produk, biasanya 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. Sepanjang proses dari fase Desain ke fase Produksi / Manufaktur ke fase 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, itu berarti mereka dapat dijual kepada operator dan dapat dioperasikan oleh operator yang memiliki lisensi untuk mengoperasikan pesawat jenis ini. Instansi Pemerintah yang terkait adalah Kementerian Perhubungan.
8. Banyak Dokumen (Manual) yang harus disiapkan oleh Produsen Pesawat, diantaranya AFM (*Aircraft Flight Manuals*), AMM (*Aircraft Maintenance Manuals*), MPD (*Maintenance Planning Document*) dll.

Dokumen ini harus memastikan bahwa pesawat selalu dalam status layak terbang, yang disebut ICA (*Instruction for Continuous Airworthiness*).

Pembuatan Manual biasanya dilakukan di pertengahan program pengembangan pesawat dan dokumen2 ini bersifat *mandatory* yang harus disetujui oleh Otoritas (Kementerian Perhubungan).

9. Secara berkala dalam pengoperasiannya pesawat harus diinspeksi atau mendapatkan *maintenance service*. Perusahaan yang melakukan perawatan pesawat diatur dalam Part 145 AMO (*Aircraft Maintenance Organization*), yang juga disebut AMO/MRO (*Maintenance Repair Overhaul*).

AMO/MRO hanya dapat melakukan perawatan sebagaimana didefinisikan dalam AMM (*Aircraft Maintenance Manuals*), MPD (*Maintenance Planning Document*), TSM (*Troubleshooting Manuals*) dan 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 (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/OEM (*Original Equipment Manufacturer*) 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 transpor komersial di Indonesia yang sedang berjalan maupun sedang direncanakan.

Keempat program pengembangan pesawat tersebut adalah:

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

Pembahasan berikutnya akan diperinci untuk masing-masing program tersebut di atas.

## 4.2 Potensi Pasar Pesawat Terbang Global

Pembahasan studi pasar dilakukan dengan menganalisis potensi pasar pesawat terbang global untuk *range* kapasitas 15 sampai 100 penumpang. Pemilihan *range* kapasitas ini sesuai dengan program pengembangan pesawat yang sedang berjalan dan/atau sedang direncanakan di Indonesia.

Analisa pasar dilakukan dengan mengambil acuan laporan studi pasar yang sudah dilakukan oleh OEM (ATR, Bombardier) dan Corporation (JADC). Proyeksi kebutuhan pesawat berdasar kapasitas penumpang selama 20 ke depan dapat dilihat di Tabel 4-1.



Tabel 4-1. Perkiraan Jumlah *Delivery* Pesawat Terbang Global Berdasarkan Kapasitas[52], [53], [54]

Proyeksi pesawat berdasarkan jumlah kursi		Tahun ke-0	Periode 20 tahun		Tahun ke-20	CAGR 20 th (%)
		Pesawat Aktif	Jumlah <i>delivery</i>	Jumlah <i>retired</i>	Pesawat Aktif	
15-19	JADC 2020-2039	1.196	885	1.052	1.029	-0,75%
40-60	ATR 2018-2037	2.260	630	1.220	4.060	2,97%
61-80	ATR 2018-2037		2.390			
60-100	Bombardier 2017-2036	3.300	5.750	2.100	6.950	3,79%
100-150	Bombardier 2017-2036	3.600	6.800	3.100	7.300	3,60%

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% per tahun selama 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 & 100-150 kursi diperkirakan akan bertambah masing-masing sebanyak 5.750 & 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 diperkirakan 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 tahun 2020, perkiraan penambahan 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.

Terlepas dari berbagai proyeksi diatas, perlu dicatat bahwa kondisi pasar pesawat adalah sangat dinamis. Yang diproyeksikan pada saat ini dapat dengan cepat berubah di kemudian hari. Analisa pasar di sub-bab ini hanyalah untuk mendapatkan gambaran seberapa besar potensi pesawat produksi dalam negeri di dunia penerbangan domestik dan internasional.

### 4.3 Perkembangan Industri Pesawat Terbang Indonesia

Sejak tahun 1970-an Indonesia telah membangun industri pesawat terbang dengan mendirikan PT. IPTN (Industri Pesawat Terbang Nusantara). Industri ini dimulai dengan produksi pesawat transpor militer NC212 oleh IPTN (sekarang PTDI) di bawah lisensi dari CASA Spanyol (sekarang Airbus Defence and Space, ADS), kemudian desain dan pembuatan pesawat transpor militer CN235 secara bersama dengan CASA (ADS) dan pengembangan pesawat N250 secara mandiri oleh PTDI. Sayangnya, program N250 berakhir sebelum mendapatkan TC karena Indonesia dilanda krisis moneter pada kurun 1997-2000. Kerja sama dengan ADS yang terbaru adalah pemberian lisensi kepada PTDI 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).

Selain PTDI ada PT RAI (Regio Aviasi Industri) yang berencana untuk mengembangkan pesawat terbang transpor komersial berkapasitas 80 penumpang yang bernama R80. Tabel 4-2 menunjukkan perkiraan potensi pasar pesawat terbang rancangan PTDI dan PT RAI yang diturunkan dari potensi pasar pesawat global dari Tabel 4-1.

Tabel 4-2. Perkiraan Jumlah *Delivery* Produk Pesawat Terbang Indonesia yang diturunkan dari [52], [53], [54]

Proyeksi pesawat berdasarkan jumlah kursi		Periode 20 tahun	CAGR 20 th (%)	Potensi Pasar Pesawat Terbang Indonesia	Proyeksi <i>delivery</i> dunia berdasarkan kategori kursi*	Asumsi 25% pasar diisi Indonesia
		Jumlah <i>delivery</i>				
15-19	JADC 2020-2039	885	-0,75%	N219 (19 Kursi)	90%: 796	199 (33 Amfibi)
40-60	ATR 2018-2037	630	2,97%	N245 (40-50 Kursi)	90%: 567	142
61-80	ATR 2018-2037	2.390				
60-100	Bombardier 2017-2036	5.750	3,79%	R80 (60-80 Kursi)	45%: 2588	647
100-150	Bombardier 2017-2036	6.800	3,60%			

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

- *Delivery* pesawat baru global/dunia mengacu pada data di Tabel 4-1.
- 10% reduksi dari *delivery* baru dunia karena pengaruh Covid-19 (yang berarti potensi 2 tahun *delivery* hilang)
- 25% dari *delivery* dunia diasumsikan diisi oleh pesawat dalam negeri (pangsa pasar pesawat PTDI dan RAI adalah 25% dari total pasar dunia)

Asumsi ini 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 & N219A (kapasitas 19 penumpang):

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

Untuk pesawat N219-Amfibi, total *delivery* dunia 148 unit 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 5750 unit dari prediksi Bombardier yang meliputi pesawat jet dan propeler dengan pangsa pasar yang sama 50%.

## 4.3.1 N219

### 4.3.1.1 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). Pada saat ini (September 2020) N219 belum mendapatkan sertifikasi

CASR 23, yaitu standar kelaikan udara pesawat terbang untuk keperluan komuter/pengangkutan penumpang dengan kapasitas 19 kursi. Tingkat kemajuan dalam memperoleh Type Certificate N219 per bulan Mei 2020 masih sekitar 79%, dengan status kemajuan *Flight Test* sebesar 28,6%.

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 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 [57], sehingga pengembangan N219 sudah menghabiskan waktu 13 tahun, 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. Walaupun N219 ditargetkan untuk pasar domestik, namun dengan keterlambatan ini maka teknologi yang disandang oleh N219 dikhawatirkan sudah tidak relevan bagi pasar internasional. Oleh karena itu, teknologi dalam program ini yang diharapkan beradaptasi mengikuti standar keberlanjutan/lingkungan (seperti tingkat emisi dan kebisingan) serta standar pemeliharaan dan perbaikan (AMO/MRO). Per Desember 2019, N219 masih berada di fase pengembangan dan sudah dibangun 2 pesawat terbang prototipe untuk pengujian penerbangan. Selain itu juga ada 2 pesawat prototipe yang dipergunakan untuk uji statik dan *fatigue*. Hingga saat ini (September 2020), masih dilakukan *lab test*, *ground test* & *flight test* yang diprasyaratkan untuk memperoleh *Type Certificate* (TC) pesawat N219.

Tabel 4-3 menunjukkan milestone program N219 yang direncanakan oleh PTDI.

Tabel 4-3: *Milestone Program N219 untuk kurun waktu 2020-2024 menurut PTDI* [58]

Program	2020	2021	2022	2023	2024
N219	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 pesawat N219 digunakan <i>customer</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembiayaan pengembangan <i>Line Production</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Line Production</i></li> <li>• Sinkronisasi dengan Program N219A</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Produksi Massal</li> <li>• Mayoritas Airline Nasional Perintis menggunakan N219</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TKDN 60%</li> <li>• <i>Full Rate Production</i></li> </ul>

Selama proses desain dan pembuatan N219, sebagian dana yang telah dialokasikan tidak dapat diserap oleh PTDI dan harus dikembalikan ke pemerintah Indonesia (pada tahun 2014, 2016 dan 2017) [59]. Ini menunjukkan bahwa PTDI memiliki keterbatasan sumber daya untuk menjalankan program atau terdapat ketidakselarasan perencanaan atau penjadwalan program dengan realisasi yang ada.

Dari Tabel 4-3, tampaknya fase EIS pada tahun 2020 tidak dapat dicapai karena hingga akhir 2019 N219 belum disertifikasi (TC belum diberikan). Dapat diperkirakan, bahwa program ini membutuhkan minimal satu tahun lagi untuk mendapatkan TC. Oleh karena itu, fase EIS pada tahun 2022 lebih realistis. Garis waktu yang penting dan menentukan adalah tahun 2020. Karena pada saat yang bersamaan dengan penyelesaian TC, proses industrialisasi untuk produksi serial harus dimulai. Pendanaan untuk *jig & tools*, jalur perakitan akhir, pengadaan bahan impor harus siap / tersedia.

Secara mandiri, PTDI melakukan studi pasar untuk mendukung pengembangan pesawat N219. Tabel 4-4 menunjukkan potensi penjualan pesawat N219 untuk pasar domestik dan internasional.

Tabel 4-4. Studi Pasar PTDI untuk penjualan N219 [60]

PASAR	POTENSI MARKET DUNIA (UNIT PESAWAT)	TARGET PENJUALAN PTDI (UNIT PESAWAT)	MARKET SHARE
<b>INTERNASIONAL</b>	<b>1.910</b>	<b>297</b>	<b>16%</b>
Asia Tenggara	55	28	
Asia Pasifik	278	98	
Afrika	370	111	
Timur Tengah	33	-	
Eropa	217	-	
Amerika Latin	394	60	
Amerika Utara	563	-	
<b>DOMESTIK</b>	<b>235</b>	<b>235</b>	
Perintis	235	95	
Non-Perintis (Penerbangan Charter & Terjadwal)		80	
Pariwisata/Amfibi		60	
<b>TOTAL</b>	<b>2.145</b>	<b>532</b>	<b>25%</b>

Potensi pasar N219 diperkirakan sebesar 235 unit (pasar domestik) dan 297 unit (pasar internasional) sehingga potensi penjualan N219 diperkirakan sebesar 532 unit. Potensi penjualan yang paling besar oleh Pemerintah Nigeria sebanyak 100 unit namun dengan persyaratan adanya transfer industri. Tanpa adanya perjanjian tersebut, potensi penjualan N219 masih tetap bergantung pada pasar domestik sebanyak 235 unit. Detail status potensi pasar N219 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4-4. Dapat dilihat bahwa hasil studi pasar yang dilakukan oleh PTDI jauh lebih besar daripada hasil studi pasar yang dirilis oleh JADC. Hal ini tentunya bergantung kepada asumsi yang diambil dalam melakukan studi pasar tersebut, seperti proyeksi pertumbuhan GDP, pertumbuhan penumpang, dll. Apabila dalam perjalanan waktu ternyata studi pasar PTDI yang lebih mendekati realitas pasar maka hal itu akan sangat baik pengaruhnya untuk produksi PTDI (melampaui hasil studi pasar JADC yang sekarang diambil sebagai referensi perhitungan di studi ini).

#### 4.3.1.2 Evaluasi Teknis

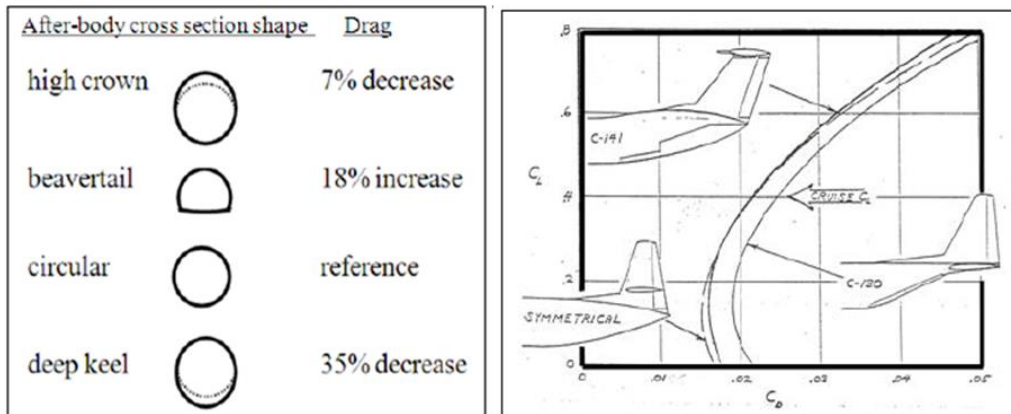
Secara keseluruhan, perolehan *Type Certificate* N219 masih memiliki kendala teknis dan masih membutuhkan *lab test*, *ground test* dan *flight test*. Rangkaian pengujian ini yang kurang lebih membutuhkan 1 tahun, dengan asumsi bahwa pembiayaan dan fasilitas tersedia pada tahun 2020.

Per April 2020, status N219 cukup jauh dibandingkan dengan target desain awal, yaitu:

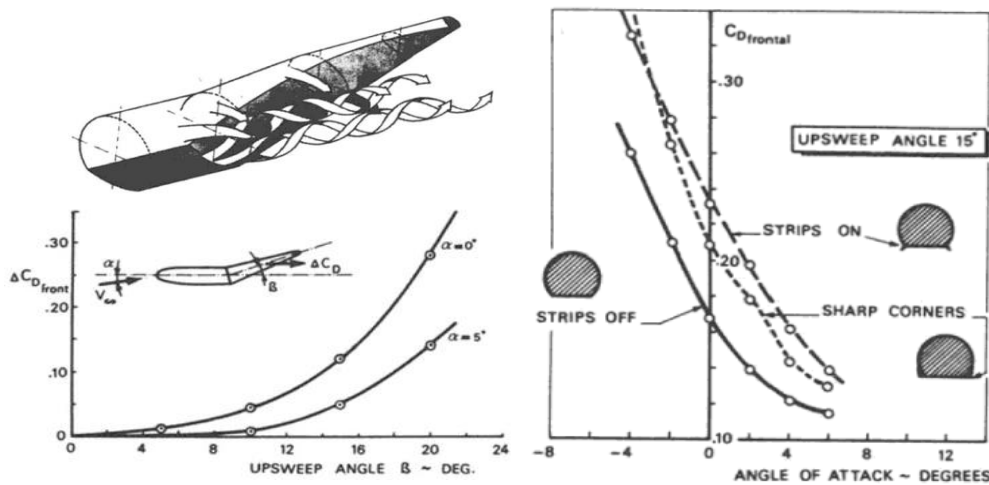
- MTOW: 6,700 kg (target 7,030 kg) sehingga belum dapat mencapai target *payload* atau *range yang lebih*
- Kecepatan jelajah: 180 KEAS (target 190 KEAS)
- Ketinggian operasi: 12.000 ft (target 24.000 ft)
- Defleksi flap: 18° (target 30°) sehingga membutuhkan landasan lebih panjang dari target dan perlu didesain ulang.
- Membutuhkan panjang landasan untuk *take-off*: 1.029 m (target 435 meter).

Desain N219 disarankan untuk menggunakan konsep aerodinamika *laminar flow* dan menggunakan *winglets*. Bentuk after-body disarankan untuk mengadopsi bentuk simetris (*circular* atau *high crown*) dibandingkan bentuk saat ini (*beavertails*) untuk menghindari *vortex shedding*, tambahan *drag*, getaran lateral (*lateral oscillations*) pada kecepatan rendah (lihat Gambar 4-1 & Gambar 4-2). Selain itu, juga disarankan untuk menggunakan *fairing* di landing gear N219 guna mengurangi *drag* akibat *flow separation* di sisi bawah pesawat.

Gambar 4-1 & Gambar 4-2 masing-masing menunjukkan perbedaan bentuk *cross-section after body* dan perbedaan hambatan udara untuk beberapa bentuk *aft fuselage*.



Gambar 4-1: Perbedaan beberapa bentuk *cross -section after body* [61]










Gambar 4-2: Perbedaan hambatan udara untuk beberapa bentuk *aft fuselage* [62]







N219 juga diharapkan menggunakan material baru seperti *composites* dan *Glare* (*Glass laminate aluminum reinforced epoxy*). Juga disarankan menggunakan *engine* yang lebih efisien serta dilengkapi sistem *avionics* yang lebih canggih, seperti *performance-based navigation* dan *advance vision system*. Selain itu dalam pengoperasiannya, *turnaround time* N219 disarankan dapat kurang dari 30 menit dan dapat dikonversi menjadi pesawat transpor kargo dalam waktu kurang dari 50 menit. Harga jual N219 disarankan 5-10% lebih rendah dari kompetitor dan ongkos operasi 10-20% lebih rendah dari kompetitor (diantaranya Twin Otter DHC-6, LET 410 UVP-20, Cessna Sky Courier). Berbagai rekomendasi di atas perlu dilakukan agar pesawat bisa mencapai target DR&O.

Perbandingan beberapa produk kompetitor dalam kelas kursi yang sama dapat dilihat di Tabel 4-5.

Tabel 4-5. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas <20 Kursi [60, 63-68]

	<b>N219 Nurtanio</b>	<b>Twin Otter DHC-6-400</b>	<b>Do 228NG</b>	<b>PZL M28 Bryza</b>	<b>LET 410</b>	<b>Sky Courier</b>	<b>Harbin Y12</b>
<b>Parameter</b>							
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	-
<b>Parameter</b>	<b>N219 Nurtanio</b>	<b>Twin Otter DHC-6-400</b>	<b>Do 228NG</b>	<b>PZL M28 Bryza</b>	<b>LET 410</b>	<b>Sky Courier</b>	<b>Harbin Y12</b>



							
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



Seperti yang ditunjukkan Gambar 4-3, tahapan proses RD&D N219 & N219A, diharapkan untuk bisa dimulai dari komitmen pendanaan RD&D serta pengujiannya. Hal ini guna membantu memperoleh *Type Certificate* N19, yang hingga bulan Mei 2020 masih di kisaran 79% dan Flight Test di kisaran 29%. Setelah N219 sudah *Entry to Service*, barulah fokus bisa dipindah ke RD&D N219A untuk nantinya bisa memiliki pesawat amfibi yang bisa *Entry to Service* sebagai varian N219.

Gambar 4-3 menunjukkan proses R&D N219 & N219A yang direkomendasikan.



Gambar 4-3: Skema Proses RD&D N219 & N219A yang direkomendasikan

#### 4.3.1.3 Rekomendasi Program N219

N219 adalah program penting dan harus diselesaikan sepenuhnya sampai memperoleh TC. Berikut merupakan beberapa rekomendasi untuk program N219:

1. Perbaiki Manajemen Proyek N219 oleh PTDI, agar program dapat dikendalikan dengan lebih baik (tidak ada kelebihan biaya dan sesuai dengan jadwal waktu)
2. Rencana pendanaan untuk penyelesaian TC dan untuk memulai produksi (pengadaan material, mesin, avionik, dll.) harus diserahkan oleh PTDI untuk mendapat persetujuan dari pemerintah.
3. Sangat disarankan untuk tidak menggunakan dana N219A untuk aktivitas N219.
4. Fasilitas kredit ekspor (atau sejenis) diberikan kepada PTDI untuk memulai produksi bagi pelanggan definitif.
5. Insentif dapat diberikan kepada operator swasta yang melayani penerbangan perintis di daerah terpencil/pedesaan/luar Indonesia untuk pembelian atau sewa (*leasing*) pesawat N219.
6. Meningkatkan partisipasi perusahaan dalam negeri dalam rantai pasokan pesawat N219. Untuk pasar Afrika & Amerika Selatan yang banyak memesan N219, *light-assembly-line* dapat dipertimbangkan untuk dibangun.
7. Peningkatan *control program* agar program tetap berjalan dengan benar.
8. Pendanaan untuk penyelesaian TC diberikan sebelum pendanaan untuk memulai produksi.
9. Diadakan proyek khusus di bawah sektor transportasi/penerbangan nasional/penerbangan perintis di dalam RPJMN 2020-2024 untuk finalisasi dan industrialisasi N219.

Tabel 4-6 menunjukkan perkiraan kasar "*To-Do List*" yang harus dijalankan oleh PTDI beserta ekosistem dirgantara dalam program N219. List ini bisa diupdate/diaktualisasikan apabila diperlukan.

Tabel 4-6: *To-Do List* Program N219

No.	Program activity	Responsibler		KPI	Allocation Time
		Main	Support		
1	Type Certification (TC) Completion	PTDI, DKPPU	LAPAN, INACOM, IAEC	TC granted	Q4-2020/Q1-2021
2	Serial Production Preparation	PTDI	INACOM	Jigs, Fixture, FAL	2020-2022
3	Design Improvement to meet DR&O (target performance)	PTDI	LAPAN, IAEC	DR&O achieved	2020-2021
4	Amendment TC	PTDI, DKPPU	LAPAN, INACOM, IAEC	Amendment TC granted	2022
5	Entry Into Service	PTDI, DKPPU		1st A/C ready	2022

## 4.3.2 N219-Amfibi

### 4.3.2.1 Status Pengembangan & Potensi Penyerapan Pasar

Dengan bentuk kepulauan, adanya pengembangan model amfibi akan sangat membantu pemerataan akses transportasi di Indonesia yang belum memiliki infrastruktur bandara. Pengembangan model amfibi merupakan kelanjutan dari pengembangan N219. Oleh karena itu, program N219A harus menunggu keberhasilan program N219 sebagai basic pesawat terbang untuk N219A. Apabila N219 telah mendapatkan TC, maka desain N219 telah selesai dan desain model amfibi dapat segera dimulai. Untuk menghasilkan model amfibi, pesawat N219 harus ditingkatkan performanya untuk mengatasi drag akibat pengaruh *floats*, sehingga diperlukan optimalisasi struktur pesawat setelah floats terintegrasi. Akibatnya, upaya desain prototipe N219A masih memerlukan waktu setelah TC N219 diperoleh.

Untuk potensi pasar pesawat N219A, LAPAN memperkirakan 148 unit yang terdiri dari 42 unit (pasar domestik) dan 106 unit (pasar internasional) [55, 56]. Namun dari pasar potensial ini, belum ada LOI maupun perjanjian lain yang memastikan pembelian unit N219A. Sedangkan perbandingan produk amfibi dengan kapasitas 19 kursi 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. Perbandingan beberapa produk kompetitor dalam kelas kursi yang sama (19 kursi) dapat dilihat di Tabel 4-5 untuk produk yang non-amfibi.

Tabel 4-7 menunjukkan milestone program N219A untuk dari tahun 2020 hingga 2024.

Tabel 4-7: Milestone Program N219A untuk kurun waktu 2020-2024 menurut PTDI [58]

Program	2020	2021	2022	2023	2024
N219A	<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>

Seperti yang ditampilkan di Tabel 4-3 dan Tabel 4-7, meskipun program utamanya (N219) mengalami keterlambatan, namun program N219A diharapkan tidak mengalami keterlambatan. Hingga Desember 2019, status dari program pesawat amfibi ini masih berada di fase desain konseptual. Dana untuk program ini sudah diajukan dengan jumlah total 330,5 miliar rupiah (sekitar USD 24 juta) untuk periode 2020-2024 [69]. Program ini sudah diterima sebagai salah satu dari 45 program penelitian di PRN (Prioritas Riset Nasional).

### 4.3.2.2 Evaluasi Teknis

Desain N219-Amfibi tidak terpisahkan dari selesainya desain N219. Struktur *floats* yang harus terintegrasi dengan struktur N219 akan menambah berat dan gaya tahan (*weight and drag*) sehingga berpotensi untuk menurunkan performa yang ditargetkan. Fase desain floats N219A merupakan fase terpenting dan harus diperbarui seiring dengan perkembangan desain N219. Struktur *floats* disarankan terbuat dari material komposit untuk mengurangi

berat dan menghindari korosi. Fase desain N219A memerlukan iterasi berulang kali untuk mencapai performa optimal.

Selain *floats* yang mempengaruhi berat dan gaya tahan, perlu dipertimbangkan penggantian mesin (dengan yang lebih kuat) sehingga target kecepatan dan muatan (*payload*) untuk menampung 19 penumpang dapat tercapai. Kompromi desain dan target performa N219A dibandingkan N219 juga perlu dipertimbangkan untuk mencapai target waktu dan sesuai dengan alokasi pendanaan.

#### 4.3.2.3 Rekomendasi Program N219A

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

1. Kontrol anggaran dan disiplin anggaran harus ditegakkan kepada pengguna akhir, yaitu PTDI (Anggaran yang dialokasikan untuk N219A tidak digunakan untuk pengembangan N219 lebih lanjut dan untuk kegiatan Type Certification N219)
2. Karena pasarnya kecil, maka perlu dibuat perluasan pasar dengan jenis subsidi dan insentif yang serupa dengan pesawat N219.
3. Pesawat N219A harus didasarkan pada desain optimal (atau desain terbaik) dari N219 (sebagai pesawat dasar/*basic aircraft*). Oleh karena itu, penyelesaian program N219 adalah *mandatory*.
4. Selama uji terbang, kemungkinan kecelakaan fatal dapat terjadi, misal hilangnya pesawat (tenggelam ke dalam air) karena masalah stabilitas pesawat sewaktu tinggal landas dan mendarat di atas air. Oleh karena itu diperlukan *test pilot* yang mahir dan berpengalaman dalam mengoperasikan pesawat amfibi.

Tabel 4-8 menunjukkan perkiraan kasar “*To-Do List*” yang harus dijalankan oleh PTDI beserta ekosistem dirgantara dalam program N219A. List ini bisa diaktualisasikan apabila diperlukan.

Tabel 4-8: *To-Do List* Program N219A

No.	Program activity	Responsible		KPI	Allocation Time
		Main	Support		
1	Floats Design	PTDI	LAPAN, IAEC	Design Docs.	2020-2021
2	Floats Production	PTDI	INACOM	Floats	2022
3	Floats integration, Prototyping	PTDI	INACOM	Prototype A/C	2022
3	First Flight & Testing	PTDI	LAPAN, IAEC	Test Docs.	2023
4	TC (STC) Completion	PTDI, DKPPU	LAPAN, INACOM, IAEC	TC (STC) granted	2024
5	Entry Into Service	PTDI, DKPPU		1st A/C ready	2025

### 4.3.3 N245

#### 4.3.3.1 Status Pengembangan & Potensi Penyerapan Pasar

PTDI bersama dengan ADS mengembangkan seri CN235 untuk angkutan militer dan misi khusus (MSA, MPA, ASW). Pengalaman PTDI 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 transpor 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. 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 membutuhkan penggantian mesin (dengan yang lebih kuat), sayap, dan roda pendaratan (*landing gear*) untuk menjaga target kinerja (kecepatan, muatan) yang optimal. Melihat perjalanan pengembangan PT DI, manajemen produksi sering kali kurang cepat beradaptasi dengan perkembangan kemampuan desain dan pemenuhan kebutuhan pembiayaan program. Tanpa adanya upaya manajemen yang luar biasa dalam menjaga jadwal waktu dan kesiapan keuangan, maka potensi N245 untuk dapat digunakan masyarakat (EIS) tepat waktu akan sangat rendah, karena maskapai akan lebih mempertimbangkan untuk membeli/lease produk ATR. Hingga Desember 2019, PTDI belum ada indikasi untuk memulai mengerjakan proyek N245.

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%, maka ada sekitar 142 unit yang bisa diisi oleh N245, seperti yang ditunjukkan di Tabel 4-2. Studi pasar yang dilakukan oleh PTDI menunjukkan ada kebutuhan 1017 unit pesawat untuk kapasitas 30-60 penumpang dengan potensi pangsa pasar N245 sebanyak 177 unit [58, 70].

Biaya pengembangan program N245 diperkirakan mencapai USD 100 juta atau lebih karena ketidakpastian dalam fase pengembangan. Penganggaran kebutuhan dana akan diajukan ke pemerintah oleh PTDI pada tahun 2021. dengan perkiraan waktu pengembangan 3 tahun maka TC (atau STC) N245 diperkirakan pada tahun 2024 apabila tidak ada keterlambatan dalam program.

Tabel 4-9 menunjukkan milestone program N245 untuk dari tahun 2020 hingga 2024.

Tabel 4-9: Milestone Program N245 untuk kurun waktu 2020-2024 menurut PTDI [58, 70]

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 <i>jig</i></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>

#### 4.3.3.2 Evaluasi Teknis

Untuk pengembangan program N245, PT DI mempertimbangkan untuk memodifikasi CN235-220 militer menjadi N245 dengan melakukan beberapa modifikasi berikut:

1. Memanjangkan (*stretching*) badan pesawat (*fuselage*) untuk menambah muatan (*payload*)
2. Mengubah struktur *outer flap* dan *air brake system*
3. Mempertahankan pintu belakang (*ramp door*)
4. Mengubah *engine* 2.800 SHP
5. Meningkatkan gaya angkat untuk MTOW 18,7 ton

Modifikasi CN235-220 menjadi N245 membutuhkan pembaruan teknologi, seperti modifikasi *fuselage*, *ramp door*, *wing*, *flaps*, *re-engine* dan *landing gear*. PT DI juga perlu mempertimbangkan kegagalan desain/teknis dan operasional yang pernah terjadi pada CN235-110 komersial.

Gambar 4-4 menunjukkan proses RD&D N245 yang direkomendasikan.



Gambar 4-4: Skema Proses RD&D N245 yang direkomendasikan

PT DI diharapkan untuk melakukan perubahan dari proses riset, desain dan pengembangan (RD&D) yang dilakukan secara mandiri, menuju melalui "*strategic partnership*" dengan ADS mengingat ADS sudah berpengalaman dalam proses modifikasi CN235-300 menjadi C295. Partnership dengan ADS juga dibutuhkan dalam fase sertifikasi pesawat. Kebutuhan SDM yang khusus untuk mengembangkan N245 harus fokus – diperkirakan sekitar 150 orang desainer dan verifikator berpengalaman-, terpisah dari tenaga kerja yang melakukan proses desain produk pesawat lain seperti N219 ataupun proses produksi. Seluruh proses iterasi desain dan pengujian N245 diperkirakan akan memakan waktu selama 4 tahun untuk perolehan *Type Certificate* N245. Mengingat adanya beberapa program yang dilaksanakan oleh PTDI dalam waktu yang bersamaan yaitu N219 dan N219A dan kesiapan pendanaan, maka kemungkinan TC N245 baru diperoleh pada tahun 2026.

Adapun evaluasi teknis untuk perubahan desain N245 antara lain:

- Disarankan untuk mengubah bentuk *after-body* menjadi jenis *high crown*, menghilangkan *ramp door* dan menggunakan T-tail untuk meningkatkan efisiensi
- Menggunakan *Advanced Glass Cockpit*
- Menghilangkan *ramp door* akan mengurangi berat pesawat dan membutuhkan modifikasi berikut:
  - *CPCS (Cabin Pressure Control System)* dengan instalasi *outflow valves (aft pressure bulkhead)* – merupakan *ECS (Environmental Control System)*
  - *Feedthrough* menggunakan komponen/*grommet* untuk E&E dan kabel mekanik pada *flight control*
  - Sistem hidrolik dan desain *flight control surface*, termasuk *flaps deflection*, *air brake system*, dst.
- Penggantian propulsi dapat memengaruhi modifikasi keseluruhan struktur dan sistem – merupakan modifikasi mayor – yang saat ini belum dapat dilakukan oleh badan usaha di Indonesia. Selain itu, disarankan menggunakan 6 atau 8-*blade* propeler untuk mengurangi kebisingan
- Retrofit sistem bahan bakar untuk *engine feed system* dan *pressure refuel system*

- Sistem elektrik membutuhkan sertifikasi tambahan ELA (*Electrical Loads Analysis*) dan EWIS (*Electrical Wire Interconnecting System*), ICA (*Instruction for Continued Airworthiness*) serta pembaruan teknologi untuk *advanced avionics*
- Susunan kursi dengan *pitch* 30" pada CN235 diperkirakan hanya menampung 36 penumpang, bukan 40-50 penumpang yang direncanakan untuk N245. Hal ini akan berakibat *cost/seat* yang lebih tinggi. Sebagai perbandingan, konfigurasi ATR 72-600: 78 *seat* dengan *pitch* 28" atau 70 *seat* dengan *pitch* 30" yang lebih nyaman. Selain itu, produk akhir N245 diharapkan memiliki mendapatkan *Supplemental/Type Certificate* (STC) untuk memenuhi standar *SFAR 88/ EASA Decision 2014/024/R (Fuel tank safety)*. Disarankan juga agar N245 mempunyai kecepatan jelajah hingga 275-300 knots, design service goal *flight hours* 65.000 jam dan *flight cycle* 72.000 siklus, mempunyai *turnaround time* kurang dari 30 menit, utilitas fleksibel: dapat dikonversi menjadi kargo dalam 50-70 menit, serta harga jual 5-10% lebih rendah dari kompetitor dan ongkos operasi: 10-20% lebih rendah dari kompetitor. Kompetitor N245 utama adalah ATR-42, MA-60, AN140 dan DHC-8-300. Tabel 4-10 menunjukkan perbandingan beberapa pesawat propeler yang satu kelas dengan CN235 PTDI.

Tabel 4-10. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeler Kapasitas 40-60 Kursi [71] [72-75]

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	49 troopers / 34 paratroopers	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	-	-	-	-



### 4.3.3.3 Rekomendasi Program N245

Untuk kelancaran dan kemajuan program N245, berikut merupakan rekomendasi spesifik untuk program N245:

1. PTDI disarankan untuk bekerja sama dengan ADS agar nantinya 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.
2. Perhatian yang cermat harus diberikan dalam tahap desain untuk meminimalkan upaya yang tidak perlu. Dampak *stretching* badan pesawat pada kinerja pesawat harus dihitung. Pekerjaan tambahan untuk penggantian mesin, modifikasi sayap dan roda pendaratan harus diprediksi pada tahap desain awal.
3. Manajemen program yang dikontrol ketat harus diterapkan sejak awal program untuk menghindari kelebihan biaya dan penundaan waktu.
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. Meskipun R80 akan dikembangkan oleh PT RAI akan tetapi pasti PTDI akan terlibat dalam program R80, karena PT RAI tidak memiliki SDM yang cukup untuk mengembangkan pesawat R80 secara mandiri. Dari segi anggaran, baik program N245 maupun R80 membutuhkan modal untuk menjalankan program dari pemerintah. Oleh karena itu, disarankan agar program N245 dan R80 dijalankan satu persatu atau ada penambahan SDM.
6. PTDI disarankan untuk mencari launching *customer* pesawat N245. Kegiatan *sales* dan *marketing* perlu dilakukan sejak dini.

Tabel 4-11 menunjukkan perkiraan kasar “*To-Do-List*” yang harus dijalankan oleh PTDI beserta ekosistem dirgantara dalam program N245. List ini bisa diaktualisasikan apabila diperlukan.

Tabel 4-11: *To-Do List* Program N245

No.	Program activity	Responsible		KPI	Allocation Time
		Main	Support		
1	Market definition/Launch Customer	PTDI	LAPAN, IAEC	MOU/LOI	2020-2021
2	Pendanaan	PTDI	LAPAN	Floats	2020-2021
3	Preliminary Design	PTDI	LAPAN, IAEC	Docs.	2021-2022
4	Detail Design	PTDI	LAPAN, IAEC	Drawing, Docs.	2022-2023
5	Prototyping	PTDI	INACOM	Prototype A/C	2023
6	First-flight, Testing	PTDI, DKPPU	LAPAN, IAEC, INACOM	Test Docs.	2024
7	TC (STC) Completion	PTDI, DKPPU	LAPAN, INACOM, IAEC	TC (STC) granted	2025-2026
8	Serial Production Preparation	PTDI	INACOM	Jigs, Fixture, FAL	2025-2026
9	Entry Into Service	PTDI, DKPPU		1st A/C ready	2026-2027

Di Tabel 4-11, TC (STC) N245 diharapkan diperoleh pada tahun 2025 dan EIS pada th 2026. Apabila terjadi keterlambatan diharapkan tidak lebih dari satu tahun. Diharapkan aktivitas program dapat diselesaikan lebih cepat daripada alokasi waktu yang tertulis di Tabel 4-11.

#### 4.3.4 R80

##### 4.3.4.1 Status Pengembangan & Potensi Penyerapan Pasar

Selain program pesawat komersial yang dikembangkan oleh PT DI, PT Regio Aviasi Industri (PT RAI) tengah mengembangkan desain R80 untuk kapasitas 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. Diharapkan pada akhirnya - bersama sama dengan PTDI dan ekosistem terkait lainnya - 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 diperkirakan memiliki pertumbuhan *delivery* per tahun paling tinggi diantara kelas pesawat lainnya. Proyeksi hingga 20 tahun ke depan dibutuhkan 2588 unit pesawat kapasitas 60-100 penumpang (Tabel 4-2). Dengan skenario 25% kebutuhan pasar diisi oleh R80 maka ada potensi pasar sebesar 647 unit. PT RAI sendiri menargetkan untuk memproduksi sebanyak 600 unit [76]. Tabel 4-12 menunjukkan potensi pembelian sebanyak 130 unit dari *customer* dalam negeri. 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 4-12. Potensi Pembelian Produk R80 [76]

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 (2020) PT RAI sudah menyelesaikan *preliminary design* dan *feasibility study*. Pada saat ini PT RAI belum memiliki sertifikasi *Design Organization Approval* dan belum pernah melakukan pengembangan pesawat. PT RAI memiliki opsi untuk fokus mengembangkan desain saja, 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 700 juta). Selain itu, terdapat beberapa maskapai domestik yang sudah tertarik dengan pembelian unit R80. Tabel 4-13 menunjukkan beberapa milestone yang hendak dicapai PT RAI dalam program R80 nya hingga tahun 2025.

Tabel 4-13: Milestone Program R80 untuk kurun waktu 2020-2025 menurut PT RAI [76]

Program	2020	2021	2022	2023	2024/2025
R80	<ul style="list-style-type: none"><li>Aircraft specification validated</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Program GO</li><li>Detail Design</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Final Assembly Line</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Prototypes Manufacturing</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Roll Out/ First Flight</li></ul>

#### 4.3.4.2 Evaluasi Teknis

Pesawat R80 adalah pesawat transpor regional bermesin turboprop dengan konfigurasi *high-wing* dan T-Tail dan memiliki kapasitas 80-90 penumpang. Dari studi pasar yang dilakukan oleh Bombardier, kebutuhan pesawat dengan kapasitas 60-100 penumpang (jet & propeler) adalah sangat besar (5.750 unit) dalam kurun waktu 20 tahun.

Sampai saat ini (2020) PT RAI belum memperoleh sertifikasi *Design Organization Approval* (DOA) dari DKUPPU Kementerian Perhubungan. Juga dana untuk pengembangan program R80 ini belum tersedia. Oleh karena itu, skema "*strategic partnership*" dengan pihak internasional disarankan sejak proses desain, prototyping dan pengujian hingga perolehan *Type Certificate*.

Sebagai '*all new design*', pesawat R80 diharapkan dapat mengakomodasi hal-hal teknis berikut:

- Menggunakan *winglet* dan memiliki *high-crown after-body shape* untuk mengurangi *drag*
- Menggunakan material baru, seperti *composites*, CFRP, *Glare* (*Glass laminate aluminum reinforced epoxy*)
- Menggunakan *avionics* yang canggih, seperti *performance-based navigation*, *advance vision system*
- Menggunakan *engine* yang lebih efisien
- Menggunakan 6 atau 8-*blade propeller* untuk mengurangi *noise*
- Menggunakan *active noise suppression system*

Selain itu, R80 diharapkan untuk dapat beroperasi dengan kebutuhan panjang landasan *take-off* dan *landing*: masing-masing tidak melebihi 1.300 meter dan 1.000 meter. Kinerja ideal R80- dapat memiliki kecepatan jelajah: > 280 kts, jarak jelajah: ~825 NM, dan *turn around time* sekitar 30-45 menit. Untuk dapat lebih kompetitif, disarankan R80 menetapkan harga jual: 5-10% lebih rendah dari kompetitor dan menetapkan harga operasi 5-10% lebih rendah dari kompetitor (ATR-72). Tabel 4-14 menunjukkan beberapa pesawat kompetitor R80 yang berada pada kelas yang sama.

Tabel 4-14. Perbandingan Spesifikasi Pesawat Propeller Kapasitas 60-80 Kursi [76-78] [79]

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

#### 4.3.4.3 Rekomendasi Program R80

Berikut merupakan beberapa rekomendasi untuk program R80 oleh PT RAI:

1. Melakukan analisis aspek biaya, teknologi dan sertifikasi.
2. Program R80 dilaksanakan dengan skema kemitraan strategis. Jika harus dijalankan secara *indigenous* oleh RAI & PTDI, disarankan agar Program N245 & R80 dijalankan secara berurutan (tidak dalam waktu yang sama; R80 setelah N245 selesai / TC diberikan). *Legacy* konsep/proses/teknologi dari program N250 yang masih sesuai untuk program R80 sebaiknya digunakan.
3. *Commonality* antara R80 dgn program PTDI (N219, N219A, N245) misalnya dalam *flight deck, system, process, instrument, material* dll. sebaiknya diterapkan.
4. Manajemen program yang dikontrol ketat harus diterapkan sejak awal program untuk menghindari pembengkakan biaya dan penundaan waktu.

Tabel 4-15 menunjukkan perkiraan kasar “*To-Do List*” yang harus dijalankan oleh PT RAI beserta ekosistem dirgantara dalam program R80. List ini bisa diaktualisasikan apabila diperlukan.

Tabel 4-15. *To-Do List* Program R80

No.	Program activity	Responsible		KPI	Allocation Time
		Main	Support		
1	Pendanaan	RAI	Pemerintah	Definitif Investor, Investment Plan	2021-2022
2	Applikasi DOA	RAI, DKPPU		Sertifikat DOA	2022-2023
3	Detail Design	RAI	PTDI, LAPAN, IAEC	Drawing, Docs.	2023-2024
4	Prototyping	RAI/PTDI	INACOM	Prototype A/C	2025-2026
5	First-flight, Testing	RAI/PTDI, DKPPU	LAPAN, IAEC, INACOM	Test Docs.	2027-2028
6	TC Completion	RAI, DKPPU	LAPAN, INACOM, IAEC	TC granted	2028-2029
7	Serial Production Preparation	RAI	INACOM	Jigs, Fixture, FAL	2028-2029
8	Entry Into Service	RAI, DKPPU		1st A/C ready	2029-2030

Pada Tabel 4-15, TC R80 diharapkan diperoleh pada tahun 2028 dan EIS pada th 2029. Apabila terjadi keterlambatan diharapkan tidak lebih dari satu tahun. Aktivitas program diharapkan dapat diselesaikan lebih cepat daripada alokasi waktu yang tertulis di dalam Tabel 4-15.

#### 4.3.5 Proyeksi Unit Produksi

Dengan melihat potensi kebutuhan produk pesawat di pasar global yang cukup tinggi maka pengembangan industri pesawat terbang di Indonesia harus dapat mengisi kebutuhan pasar tersebut secepatnya (tidak ada *losing time/opportunity loss*). Namun demikian, saat ini PT Dirgantara Indonesia masih dalam tahap untuk menyelesaikan perolehan sertifikasi layak terbang untuk pesawat N219. N219 harus memiliki Type Certificate dan mulai produksi secepatnya karena menjadi dasar pengembangan teknologi untuk jenis pesawat yang lain seperti N219A. Selain itu dapat menjadi bukti kepada calon investor, pembeli, maupun lessor bahwa desain dan produksi pesawat oleh PT DI berhasil dikomersialisasikan.

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 daya saing dan keunggulan di pasar global dan menjadi daya tarik bagi calon konsumen.

Dalam memperkirakan jumlah produksi dalam negeri, beberapa asumsi yang diambil adalah sebagai berikut:

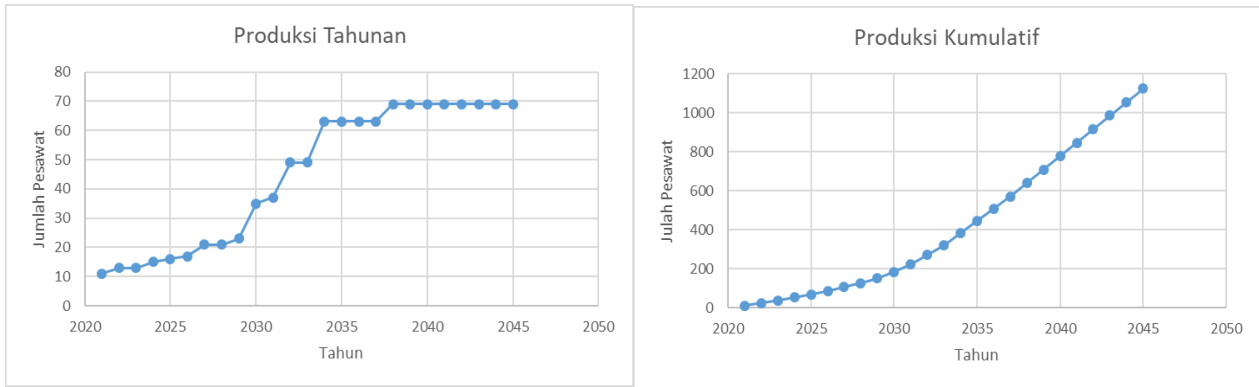
- Produksi pesawat saat ini meliputi NC212i, CN235 dan beberapa jenis helikopter, disamping program pesawat baru N219, N219A, N245 dan R80. Produksi program saat ini diasumsikan tetap jumlah tahunannya.
- Perkiraan TC N219 diperoleh tahun 2020.
- Perkiraan TC N219A diperoleh tahun 2024.
- Perkiraan TC N245 diperoleh tahun 2026.
- Perkiraan TC R80 diperoleh tahun 2029.
- Setiap 5-10 tahun ada varian baru dari N219, N219A, N245 dan R80 yang mengadopsi teknologi/features terbaru.
- Jumlah produksi masing-masing pesawat dalam 20 tahun mengikuti proyeksi pasar pada Tabel 4-2. Setelah 20 tahun produksi diasumsikan tetap berproduksi dengan rate yang sama.
- Kapasitas maksimal produksi diasumsikan sesuai dengan perencanaan PTDI dan RAI.

Asumsi ini tentunya dapat diperbaharui sesuai perkembangan riilnya.

Tabel 4-16 & Gambar 4-5 menunjukkan perkiraan unit produksi pesawat perbang Indonesia dari 2021-2045.

Tabel 4-16. Perkiraan Jumlah Unit Produksi Produk Pesawat Terbang Indonesia

Year	N219	N219A	N245	R80	CN235	NC212i	Heli	Total/year	Cumulative	Remarks
2020	0	0	0	0	0	0	0	0	0	TC-N219
2021	1	0	0	0	0	2	3	6	11	
2022	2	2	0	0	0	2	3	6	13	
2023	3	2	0	0	0	2	3	6	13	
2024	4	4	0	0	0	2	3	6	15	TC-N219A
2025	5	4	1	0	0	2	3	6	16	68
2026	6	4	2	0	0	2	3	6	17	85
2027	7	6	2	2	0	2	3	6	21	106
2028	8	6	2	2	0	2	3	6	21	127
2029	9	6	2	4	0	2	3	6	23	150
2030	10	6	2	4	12	2	3	6	35	185
2031	11	6	2	6	12	2	3	6	37	222
2032	12	12	2	6	18	2	3	6	49	271
2033	13	12	2	6	18	2	3	6	49	320
2034	14	12	2	8	30	2	3	6	63	383
2035	15	12	2	8	30	2	3	6	63	446
2036	16	12	2	8	30	2	3	6	63	509
2037	17	12	2	8	30	2	3	6	63	572
2038	18	12	2	8	36	2	3	6	69	641
2039	19	12	2	8	36	2	3	6	69	710
2040	20	12	2	8	36	2	3	6	69	779
2041	21	12	2	8	36	2	3	6	69	848
2042	22	12	2	8	36	2	3	6	69	917
2043	23	12	2	8	36	2	3	6	69	986
2044	24	12	2	8	36	2	3	6	69	1055
2045	25	12	2	8	36	2	3	6	69	1124
Sum	214	41	126	468	50	75	150	1124		



Gambar 4-5: Grafik produksi jumlah pesawat tahunan & kumulatif untuk program pesawat Indonesia 2020-2045

Dapat dilihat pada Tabel 4-16, bahwa hingga tahun 2045, Indonesia diperkirakan untuk mampu memproduksi sebanyak 1.124 pesawat. Produksi N219 & N219A dimulai masing-masing pada tahun 2022 dan 2025, sesuai dengan analisa pada paragraf sebelumnya. Untuk pesawat-pesawat yang sekarang sedang diproduksi (CN235, NC212i & Helikopter), angkanya dianggap tetap dari tahun ke tahun dikarenakan kapasitas produksi tahunan serta permintaan yang dianggap konstan. Apabila untuk program yang sudah ada saat ini ada perubahan, tentunya akan mempengaruhi perkiraan unit produksi. Perlu dicatat bahwa proyeksi produksi diatas dapat berubah jikalau perolehan TC dari keempat program pesawat terbang baru nasional berubah dan juga bergantung pada kondisi pemasaran dan penjualan serta kondisi pasar dunia.

Untuk memperoleh perkiraan nilai jual produk pesawat terbang nasional, ada beberapa asumsi yang digunakan yaitu:

- Harga jual NC212i adalah USD 9 juta, CN235 senilai USD 30 juta, N219 senilai USD 6 juta, N219-Amfibi senilai USD 6,2 juta, N245 senilai USD 20 juta, dan R80 senilai USD 26 juta.
- Harga jual helikopter diasumsikan berkisar pada USD 6 juta.
- Nilai inflasi/kenaikan harga diperkirakan 3% per tahun konstan hingga tahun 2045.

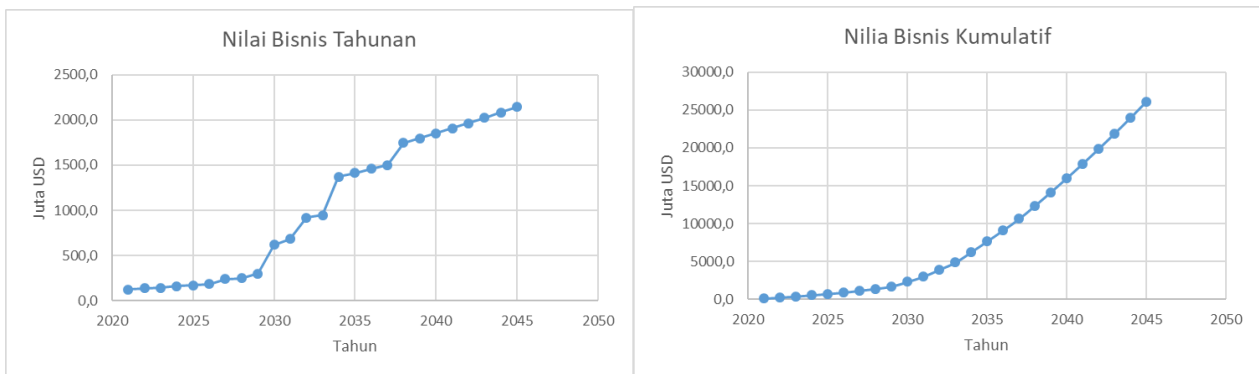
Asumsi ini tentunya dapat diperbaharui sesuai perkembangan harga riilnya.

Tabel 4-17 & Gambar 4-6 menunjukkan perkiraan nilai jual produk pesawat nasional dalam kurun waktu 2021-2045.



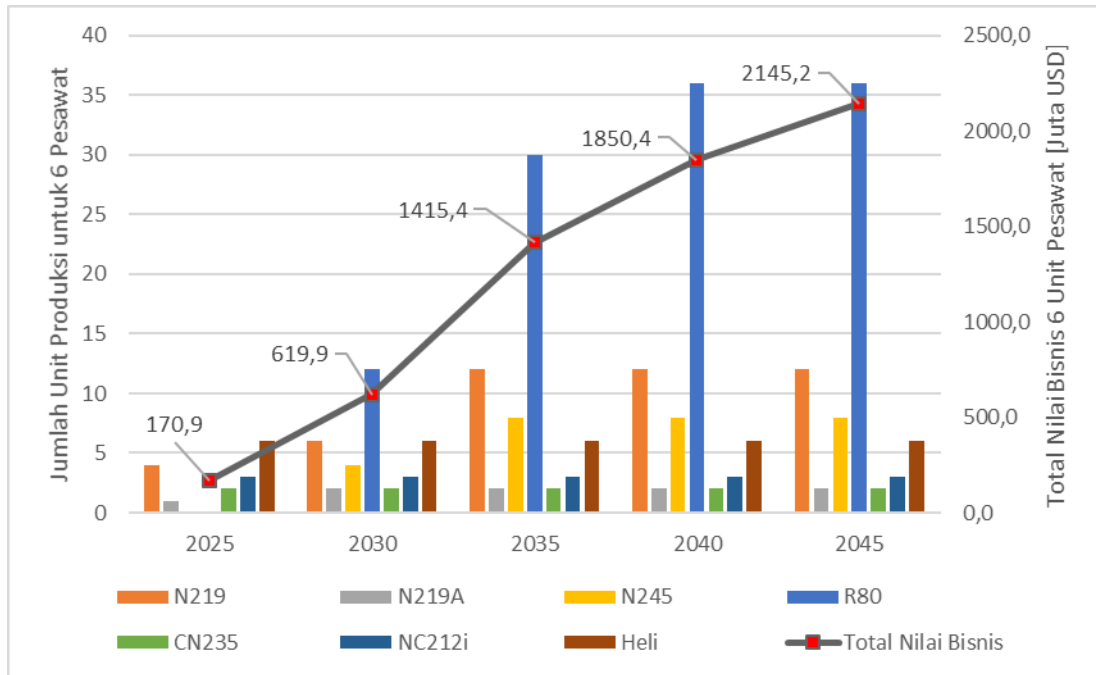
Tabel 4-17: Perkiraan Nilai jual Produk Pesawat Terbang Nasional (USD Juta)

Year		N219	N219A	N245	R80	CN235	NC212i	Heli	Total/year	Cumulative	Remarks
2020	0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	TC-N219
2021	1	0,0	0,0	0,0	0,0	60,0	27,0	36,0	123,0	123,0	
2022	2	12,0	0,0	0,0	0,0	61,8	27,8	37,1	138,7	261,7	
2023	3	12,4	0,0	0,0	0,0	63,7	28,6	38,2	142,9	404,5	
2024	4	25,5	0,0	0,0	0,0	65,6	29,5	39,3	159,9	564,4	TC-N219A
2025	5	26,2	6,2	0,0	0,0	67,5	30,4	40,5	170,9	735,3	
2026	6	27,0	12,8	0,0	0,0	69,6	31,3	41,7	182,4	917,6	TC-N245
2027	7	41,7	13,2	40,0	0,0	71,6	32,2	43,0	241,8	1159,4	
2028	8	43,0	13,5	41,2	0,0	73,8	33,2	44,3	249,0	1408,4	
2029	9	44,3	14,0	84,9	0,0	76,0	34,2	45,6	298,9	1707,3	TC-R80
2030	10	45,6	14,4	87,4	312,0	78,3	35,2	47,0	619,9	2327,2	
2031	11	47,0	14,8	135,1	321,4	80,6	36,3	48,4	683,5	3010,7	New variant N219
2032	12	96,8	15,3	139,1	496,5	83,1	37,4	49,8	917,9	3928,6	
2033	13	99,7	15,7	143,3	511,4	85,5	38,5	51,3	945,4	4874,0	
2034	14	102,7	16,2	196,8	877,9	88,1	39,7	52,9	1374,1	6248,2	
2035	15	105,7	16,7	202,7	904,2	90,8	40,8	54,5	1415,4	7663,5	
2036	16	108,9	17,2	208,8	931,4	93,5	42,1	56,1	1457,8	9121,4	New variant N245
2037	17	112,2	17,7	215,0	959,3	96,3	43,3	57,8	1501,6	10622,9	
2038	18	115,5	18,2	221,5	1185,7	99,2	44,6	59,5	1744,2	12367,1	
2039	19	119,0	18,8	228,1	1221,3	102,1	46,0	61,3	1796,5	14163,7	New variant R80
2040	20	122,6	19,3	235,0	1257,9	105,2	47,3	63,1	1850,4	16014,1	
2041	21	126,3	19,9	242,0	1295,6	108,4	48,8	65,0	1906,0	17920,1	New variant N219
2042	22	130,0	20,5	249,3	1334,5	111,6	50,2	67,0	1963,1	19883,2	
2043	23	133,9	21,1	256,8	1374,5	115,0	51,7	69,0	2022,0	21905,3	
2044	24	138,0	21,7	264,5	1415,8	118,4	53,3	71,0	2082,7	23988,0	
2045	25	142,1	22,4	272,4	1458,3	122,0	54,9	73,2	2145,2	26133,1	
	Sum	1977,9	349,4	3463,7	15857,7	2187,6	984,4	1312,5	26133,1		



Gambar 4-6: Grafik nilai bisnis tahunan & kumulatif untuk program pesawat Indonesia 2020-2045

Gambar 4-7 menunjukkan *trend* produksi pesawat berikut nilai bisnis tahunan untuk 6 unit pesawat.







Gambar 4-7. Proyeksi Produksi dan Nilai Bisnis untuk total 6 Produk

Total nilai ekonomi untuk produk pesawat terbang nasional dapat diperkirakan berdasarkan nilai jual (*revenue*) dengan memberikan faktor pengali antara tiga atau empat.

### 4.3.6 Tantangan Pengembangan

Untuk keempat program diatas, juga terdapat beberapa tantangan dalam ranah pengembangan pesawat terbang. Tabel 4-18 menunjukkan berbagai jenis tantangan yang akan/sedang dialami oleh tiap program pesawat terbang baru di Indonesia.

Tabel 4-18: Tantangan pengembangan berbagai proyek pesawat terbang Indonesia

Program	Kinerja sesuai desain/ TC	Kerja sama produksi	Pendanaan	Assembly line	Potensi pembelian ( <i>letter of intent</i> )
 <b>N219</b>	Perlu perbaikan desain & kinerja agar bisa sesuai DR&O dan memperoleh Amandemen TC	●	Rp800-1,200 miliar	Persiapan <i>serial production</i> setelah TC	Dom: 52-138 (BEP 188 unit) Intl: 137-187 Op: Pemda (subsidi perintis) Harga kompetitif (US\$6 juta)
 <b>N219A</b>	● Disiapkan setelah N219	●	Program PRN belum aktif	● Disiapkan setelah N219	● Potensi domestik (belum ada Lol): pariwisata 23, non komersial 14, oil-gas 5
 <b>N245/CN235 Komersial</b>	● Perlu evaluasi kegagalan operasional CN235-100 komersial. Disarankan langsung N245 desain original	●	● Program PRN blm mulai	● Produksi aktif seri 235 milliter	● Harga USD20 juta Domestik : 45 unit/ 180 rute <i>spoke</i>
 <b>R80</b>	● Belum memiliki DOA	● Potensi Ilyushin	● N/A	●	● Harga USD26 juta Domestik: 80-155 (2013-2017)

● Tingkat kemajuan    
 ● Tingkat progress perlu dikonfirmasi    
 ● Belum ada status kemajuan

Secara garis besar, untuk empat program pesawat terbang baru Indonesia, hanya N219 yang telah melewati fase desain awal dan sedang dalam proses type certification. Varian N219A, sebagai varian dari N219, akan mulai dipersiapkan setelah N219. Sementara untuk N245 & R80 masih belum ada status kemajuan. Hanya R80 yang mungkin memiliki kerja sama produksi dengan industri dirgantara lain, yaitu dengan Ilyushin dr Rusia, namun terbentur dengan skema pendanaan dan perencanaan *assembly line* yang hingga kini masih belum jelas. Di lain sisi, ketiga program pesawat dari PTDI justru sedang dipersiapkan *assembly line* nya di wilayah PT DI. N219, N245 & R80 masing-masing memiliki potensi pasar internasional yang besar sementara N219A akan lebih diarahkan untuk pada awalnya mengambil pasar dalam negeri.

#### 4.3.6.1 Pendanaan Program dan Rencana Kerja sama

Berdasarkan laporan LAPAN [59], anggaran program N219 untuk periode 2011-2019 sebesar Rp629 Miliar walaupun dapat diperkirakan sejak 2006 telah menghabiskan biaya pengembangan hingga Rp800 Miliar dari semua sumber pembiayaan. Adapun Program N219A telah menjadi salah satu dari 45 program Prioritas Riset Nasional (PRN) dan memiliki alokasi pendanaan Rp330,5 Miliar rupiah untuk periode 2020-2024 [80].

Meskipun anggaran yang diberikan untuk suatu program cukup tinggi, jumlah anggaran masih dinilai tidak cukup dan proses pencairan anggaran yang kurang menentu.

Pendanaan program pesawat didistribusikan kepada Lembaga berikut: (1) LAPAN untuk pengembangan desain dan pengujian, (2) BPPT untuk pengujian, dan (3) PT DI untuk proses manufaktur dan perakitan. Berdasarkan keahlian, karyawan LAPAN dan BPPT hanya memiliki kewenangan dan kapasitas sebagai peneliti (desainer struktur). Karena *designer* dan *engineer* PT DI lebih banyak terlibat, maka kurang tepat apabila pendanaan program pesawat tetap dianggarkan kepada LPNK. Akibat perbedaan instansi ini, maka estimasi pendanaan program sering kali tidak tepat sasaran dan *overbudget*. Selain itu, terindikasi bahwa tiga lembaga tersebut memiliki masalah manajemen keuangan dan/atau manajemen proyek, misalnya PT DI tidak mampu menyerap anggaran dan mengembalikan anggaran yang dialokasikan program N219 pada tahun 2014, 2016 dan 2017.

Skema pendanaan yang diberikan untuk iterasi pengembangan desain (RD&D) dan pengujian diperlakukan sama layaknya program dan kegiatan pemerintah lainnya. Padahal dalam proses iterasi desain, banyak hal teknis yang sering kali tidak dapat diperkirakan sehingga penambahan biaya sering kali menjadi *unaccountable* terlebih dengan banyak Lembaga yang redundan menerima tujuan pendanaan yang sama untuk desain. Hal ini perlu diperhatikan, khususnya saat pengujian desain N219-Amfibi karena tidak hanya membutuhkan pengujian lab, darat, dan udara, namun juga di air. Banyak faktor yang harus diperhitungkan lebih matang dibandingkan pesawat konvensional.

Peran LPNK dalam pengujian desain perlu diperkuat karena tahap-tahap pengujian terhambat akibat tidak adanya fasilitas atau karena fasilitas rusak, misalnya fasilitas *wind tunnel* untuk pengujian N219. Akibatnya terdapat *backlog* tidak hanya untuk aktivitas desain, namun juga ketepatan waktu untuk mengeluarkan anggaran untuk instansi yang berbeda. Karena merupakan iterasi/ ekosistem pengembangan desain, fasilitas pengujian sebaiknya dapat diusahakan antara LPNK dan BUMN secara bersama-sama.

Selain untuk proses desain, ketidak-konsistenan pendanaan program juga menimbulkan permasalahan saat proses produksi. Tidak pastinya pembiayaan rantai pasok komponen yang tidak hanya mempengaruhi operasional internal PT DI, namun juga melibatkan badan usaha pemasok yang tidak menerima kepastian *Delivery Order*. Rendahnya koordinasi antara PT DI dengan pemasok komponen tidak hanya mengakibatkan terlambatnya penjadwalan dan pembagian pekerjaan untuk perakitan unit di PT DI, namun juga menyebabkan ketidakpastian pemesanan kepada badan usaha yang berfungsi sebagai Tier pemasok.

#### 4.3.6.2 Kesiapan Desain dan Sertifikasi

Berdasarkan pengalaman dalam mendesain N219 secara mandiri, proses perolehan *Type Certificate* tidak lagi dapat ditangani dengan mudah oleh LPNK dan BUMN di Indonesia. Selain permasalahan pembiayaan, sumber daya manusia dan ketersediaan fasilitas menjadi pokok permasalahan yang membutuhkan intervensi eksternal, baik investor maupun kemitraan strategis. Jumlah industri pendukung untuk proses pengembangan desain maupun produksi masih sedikit, belum berpengalaman dan belum tersertifikasi. Hal ini perlu dijadikan pembelajaran saat mengembangkan program pesawat selanjutnya (N245 dan R80).

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. Dengan adanya target untuk mengeluarkan tiga TC dan tiga varian baru setiap jangka waktu 10 tahun, maka kesinambungan desain dan produksi harus direncanakan dengan matang. Setelah memperoleh *Type Certificate*, maka serial production sebaiknya dimulai segera setelah TC diberikan atau bahkan persiapannya sudah dimulai sebelum TC diperoleh, sehingga dapat memasuki fase *Entry Into Service* (EIS) tepat 1 tahun setelah mendapatkan TC. Termasuk dalam persiapan TC tersebut, PT DI harus memastikan pendanaan Pemerintah dan menyiapkan rantai pasok, termasuk pengadaan bahan impor dan pengadaan komponen oleh badan usaha di Indonesia serta perakitan akhir oleh PT DI sendiri.

#### 4.3.6.3 Kesiapan Komersialisasi

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, DKUPPU 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.

## 4.4 Perkembangan Industri Pesawat Terbang Nirawak

Dewasa 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. Bahkan kini, *drone* tak hanya difokuskan untuk digunakan sebagai perangkat nirawak, sekarang telah bermunculan konsep baru untuk dapat menggunakan teknologinya untuk perpindahan penumpang jarak rendah, 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 demikian, 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. Penyusunan kajian ini memberikan usulan klasifikasi sederhana *drone* sebagai berikut:

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

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

Seperti namanya, *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 maupun 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.

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





*Drone* Kelas B tidak hanya dilengkapi dengan kemampuan angkutan muatan dan kemampuan terbang dalam jangkauan jarak Kelas A, namun juga 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.

### C. Drone Taksi (Kelas C)

*Drone* Kelas C pada dasarnya diharapkan sebagai 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 4-19: Berbagai kelas pesawat terbang nirawak serta proyeksi ekonominya 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> 	1. Penggunaan intra-industri a. Pemindahan barang di pabrik, logistik gudang 2. Pengiriman barang ( <i>first/last miles delivery</i> ): a. Pos, paket, <i>E-Commerce</i> 3. 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>

Dari Tabel 4-19 terlihat bahwa value creation 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 poin penting untuk dikembangkan di Indonesia hingga tahun 2045 nanti.

Tidak mudah untuk menghitung nilai ekonomi dari program pengembangan *drone* ini. Perkiraan nilai ekonomi di dalam Tabel 4-19 merupakan perkiraan kasar dan berdasarkan beberapa asumsi sebagai berikut:

- Asumsi harga *drone* A-1, A-2, A-3 adalah USD 50 ribu; *drone* A4 adalah USD 1 juta (payload 500 kg) dan USD 5 juta (payload dua ton); harga *drone* B adalah USD 200 ribu; harga *drone* C adalah USD 500 ribu.
- Asumsi jumlah *drone* yang dibutuhkan hingga tahun 2045 adalah:
  - *Drone* A-1, A-2, A-3: 500 unit (untuk melayani *e-commerce*, post, paket di kota besar, intra logistik, dan distribusi ke daerah terpencil)
  - *Drone* A-4: 200 unit (medium cargo capacity) dan 100 unit (large cargo capacity) untuk logistik antar kota dan antar pulau.
  - *Drone* B: 500 unit untuk inspeksi, pemetaan, pengawasan pantai dll.)
  - *Drone* C: 100 unit untuk transportasi personal dlm kota, antar kota, *airport shuttle* dll.

Perkiraan kerangka waktu pengembangan *drone* ini adalah sebagai berikut:

- Tahun 2021-2025: pengembangan *medium cargo drone* A-4 (500 kg)
- Tahun 2026-2030: pengembangan *large cargo drone* A-4 (2 ton)
- Pengembangan *drone* A-1, A-2, A3, B dan C dapat dimulai tahun 2021 atau bahkan sudah dimulai oleh perusahaan swasta yang mempunyai kapabilitas dan kapasitas untuk memproduksi jenis *drone* tersebut.

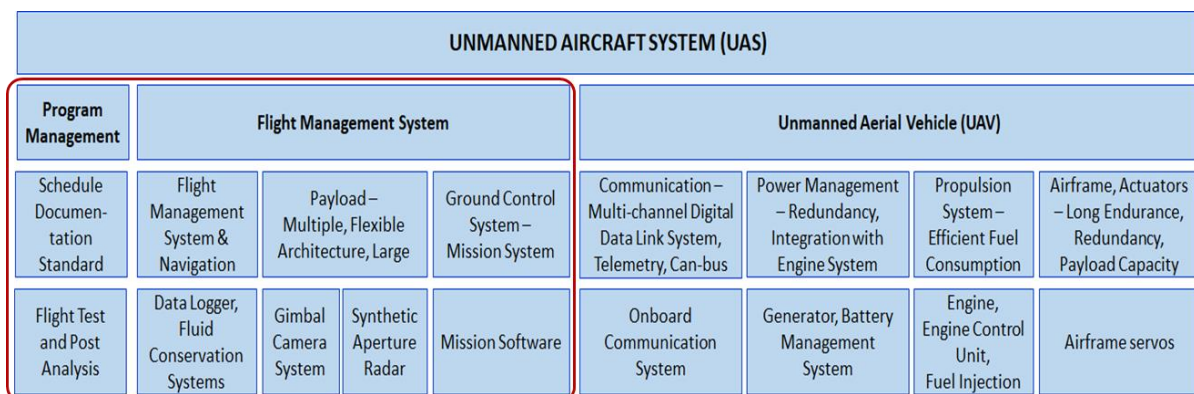


Pemerintah disarankan untuk memberikan support (kemudahan usaha, insentif pajak, bantuan dana, pembinaan, pembuatan regulasi dll.)

Karena komponen dan konfigurasi *drone* cukup sederhana, industri *drone* di Indonesia sudah dapat dimulai dari hulu (pengolahan material), *assembly*, hingga hilir (sistem operasi). Namun demikian, tahap *assembly* masih dominan dan rantai pasok komponen *drone* belum terbentuk dan masih tergantung dari komponen impor. Di Indonesia sendiri, banyak bermunculan perusahaan pesawat nirawak antara lain Frogs, UAVIndo, Chroma, dll. Hal ini karena industri *drone* relatif masih baru dan tidak membutuhkan modal serta infrastruktur yang besar. Perusahaan *drone* Indonesia diharapkan bisa bersaing dengan produsen luar negeri seperti dari China, Israel, Eropa dan USA, mengingat teknologinya masih relatif baru dan starting point industrinya yang hampir sama (tidak tertinggal jauh).

Sedangkan 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. Sedangkan 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.

Untuk menunjang industri pesawat nirawak dalam negeri, dibutuhkan adanya pembangunan *Program Management* dan *Flight Management System* lokal secara kolektif disertai dengan pengembangan regulasi pengoperasian *drone*. Karena komponen dan konfigurasi *drone* cukup sederhana, industri *drone* di Indonesia sudah dapat dimulai dari hulu (pengolahan material), *assembly*, hingga hilir (sistem operasi). Namun demikian, tahap *assembly* masih dominan dan rantai pasok komponen *drone* belum terbentuk. Sedangkan untuk tahapan RD&D masih didominasi untuk modifikasi *drone* untuk berbagai utilitas dan jarang mengembangkan sistem transmisi, sistem navigasi secara otonom. Oleh karena itu, terdapat kesempatan untuk mengembangkan sistem kendali (*flight management system* dan *program management*) secara kolektif (tidak *in-house*). Gambar 4-8 menunjukkan UAS Program Management dan Flight Management System.



Gambar 4-8: UAS Program dan Flight Management System [81]

Regulasi pengoperasian *drone* utamanya dibutuhkan untuk menunjang keamanan dalam operasi serta dalam proses transmisi data/sensor. Pendefinisian ruang udara untuk berbagai jenis *drone* agar tidak berbenturan dengan aviasi komersial juga penting untuk keselamatan berbagai pihak.



Selain itu regulasi pengoperasian *drone* diperlukan untuk melindungi keselamatan publik, melindungi rahasia negara dan hak/privasi individu.

Oleh karena itu, kebijakan yang jelas diperlukan sebelum adanya invasi pesawat nirawak komersial di Indonesia dari luar negeri.

Di Eropa, EASA merencanakan untuk menerapkan regulasi SC-VTOL beserta MoC nya sebagai regulasi/sertifikasi *drone* dengan payload hingga lebih dari tiga ton [82]. Mungkin regulasi ini bisa diadaptasi oleh DKUPPU untuk diterapkan di Indonesia.

## 4.5 Perkembangan Industri *Flight Simulator*

Pelatihan akan berbagai personil terkait selalu dibutuhkan. Namun demikian, biaya untuk sertifikasi terutama untuk pilot juga tidak sedikit. Sebelum dapat dinyatakan sebagai pilot yang sah, seseorang perlu memiliki sertifikasi dan pelatihan yang sesuai dengan regulasi, dan yang terpenting, diperlukan adanya jam terbang yang cukup baik di pesawat terbang maupun di simulator pesawat terbang.

Dewasa ini, simulator pesawat terbang merupakan hal yang krusial untuk mengenalkan calon pilot ke dunia operasional penerbangan. Pilot perlu untuk bisa mengatasi berbagai jenis kemungkinan terburuk yang dapat dihadapinya nanti saat mengoperasikan pesawat terbang. Namun tentunya, manuver-manuver berbahaya serta yang dapat menimbulkan kecelakaan dilakukan di flight simulator ketimbang di pesawat aslinya. Dengan demikian, risiko tinggi yang ada dapat diminimalisir dan saat nanti akan mengoperasikan pesawat terbang, calon pilot sudah akan memiliki gambaran akan hal-hal apa saja yang perlu dilaksanakan.

Indonesia telah memiliki kapabilitas untuk membuat flight simulator sendiri (antara lain PT. Wahana Kreasi Teknologi, PT. TEST, PT. Nexus, PT. Yamaguci, dll). Dengan peruntukan untuk melatih pilot-pilot militer TNI Angkatan Udara, PT. Wahana Kreasi Teknologi telah berhasil untuk membuat alat pelatihan pilot untuk mengurangi biaya pelatihan keseluruhan. Selain itu, PT DI juga telah berhasil membuat *flight simulator* atas permintaan pihak Malaysia sebagai customer CN-235. Malaysia menginginkan pilotnya untuk bisa melakukan pelatihan tanpa harus mengoperasikan pesawatnya langsung. Oleh karena itu sejak tahun 2000 PTDI yang melihat adanya potensi pengembangan bisnis di sektor *flight simulator* mulai mengembangkan *flight simulator* untuk CN-235, yang nantinya berlanjut ke *flight simulator* helikopter Superpuma untuk militer.

Dengan kemampuan yang memang sudah dimiliki Indonesia, Indonesia ditargetkan untuk bisa memiliki *Flight Simulator Center* untuk training pilot pesawat produksi Indonesia, seperti N219, N219A, NC212i, CN235, N245, R80 dan beragam helikopter yang diproduksi PTDI. Berikutnya dapat ditambahkan juga simulator pesawat nirawak produksi nasional. *Flight Simulator Center* ini dapat berlokasi di PTDI/RAI, LAPAN, atau airlines base. Hal ini akan mampu direalisasikan dengan bentuk kerja sama antar instansi seperti misalnya antara PTDI, RAI (OEM)-LAPAN, BPPT, Universitas (R&D)-IAEC (Eng. Office)-LEN, INACOM (component manufacturer).

Nantinya diharapkan dengan menaruh perhatian pada teknologi *flight simulator* yang berkembang pesat ini, Indonesia dapat menjadi mandiri dan bahkan dapat melakukan ekspor perangkat untuk negara-negara lain.

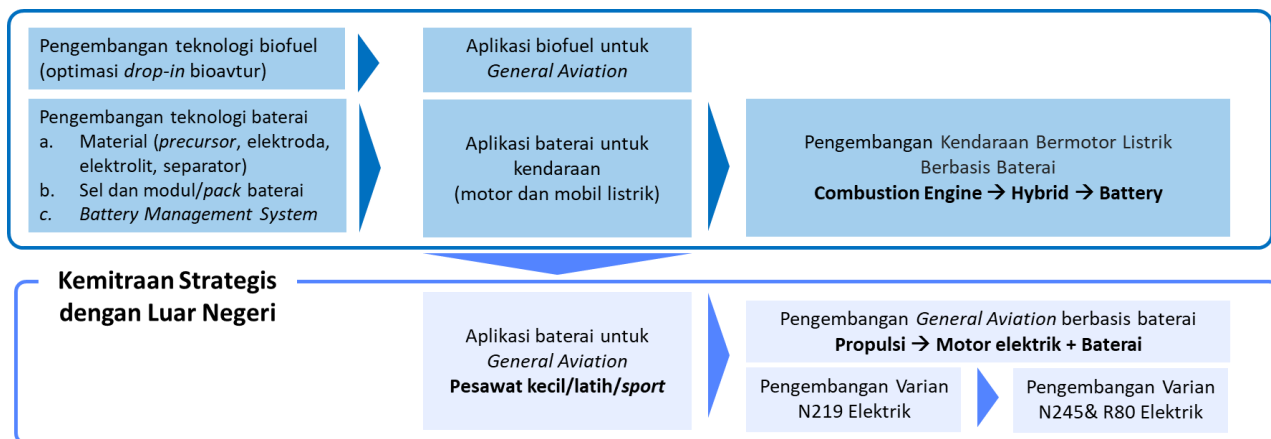
Program pengembangan *flight simulator* ini dapat diangkat sebagai quick wins program dengan target berdirinya satu flight simulator center pada tahun 2023 atau 2024.

## 4.6 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 nantinya. Dengan melakukan pengamatan dan adaptasi teknologi-teknologi baru, Indonesia akan siap dan tak tertinggal pesaing-pesaingnya di ranah teknologi aviasi.

Adaptasi teknologi baru untuk produk maupun industri pesawat terbang 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). Untuk mempercepat proses RD&D dan aplikasi teknologi baru, disarankan agar menggunakan skema kemitraan strategis dengan mitra luar negeri.

Gambar 4-9 menunjukkan jenis teknologi baru yang perlu diadaptasi di ekosistem dirgantara Indonesia.



Gambar 4-9: Ragam jenis teknologi baru yang perlu diadaptasi di ekosistem dirgantara Indonesia

Dengan melakukan rangkaian proses berbagai adaptasi teknologi dengan kemitraan luar negeri seperti yang disajikan di Gambar 4-9, Indonesia tak hanya bisa cepat memajukan teknologinya di bidang dirgantara, namun teknologi yang sama juga bisa diterapkan di berbagai bidang keteknikan lain, seperti untuk mobil listrik. Skema ini harus dijalankan secara paralel dengan beragam strategi diatas, agar Indonesia 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:

- Tahun 2021-2025: Uji pemakaian bioavtur dan motor elektrik untuk pesawat GA. Kerja sama dengan OEM engine, produsen baterai dan motor listrik ataupun kerja sama dengan perusahaan yang sudah menerapkan teknologi ini (seperti Pipistrel, Magnix, dll.) sangat disarankan. Pada saat yang bersamaan ekosistem dalam negeri harus disiapkan.
- Pada kurun waktu yang sama (2021-2025) penggunaan material maju seperti CFRP untuk produk pesawat nasional (misalnya fairings, VTP, fuselage section, dll.) mulai diterapkan. Diharapkan kandungan material maju dalam N219 semakin meningkat.
- 2025-2030: Berbekal hasil2 dari R&D lima tahun sebelumnya, maka ada beberapa pilihan skenario yang bisa diterapkan untuk varian baru N219 seperti Varian Komposit-Biofuel, Komposit-Elektrik atau Komposit-Konvensional/Klasik.
- Pola pengembangan serupa dapat diterapkan di produk pesawat yang lain yaitu N219A, N245 dan R80.

## 4.7 Rekomendasi

### 4.7.1 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 instansi lain. Adapun ekosistem pendanaan untuk program pesawat sebaiknya memperhatikan strategi dan upaya hilirisasi penerbangan sebagai produk akhir yang menunjang sektor lain (pariwisata) sehingga menjadi program prioritas pemerintah untuk mendapatkan dukungan kebijakan. Selain itu, mekanisme pembiayaan dari pemerintah kepada BUMN dan LPNK perlu secara hati-hati dialokasikan berdasarkan kebutuhan implementasi dan keahlian dalam mengeksekusi strategi desain, pengembangan, pengujian, dan produksi. Hal ini termasuk meningkatkan kemampuan manajemen proyek, manajemen pengadaan, dan manajemen keuangan di lingkungan LPNK maupun BUMN. Selain itu, program pengembangan pesawat komersial melibatkan BUMS dan IKM dirgantara, maka perlu ada skema pendanaan yang stabil sehingga menumbuhkan minat Tier 2-3 untuk dapat bekerja sama dengan PT DI.

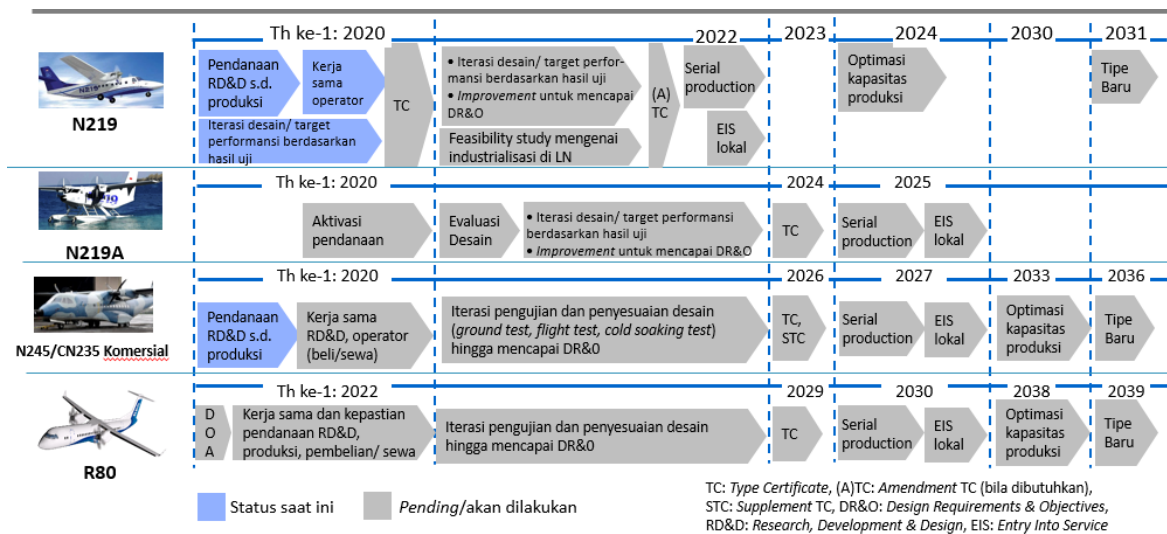
Pemerintah perlu menciptakan skema pembiayaan berbasis *supply chain* khusus dirgantara, skema pembayaran berdasarkan *Letter of Intent* termasuk fasilitas kredit ekspor untuk penjualan produk pesawat, skema *leasing* dan asuransi yang melibatkan operator (terutama perintis swasta dan Pemerintah daerah), 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 melakukan riset secara mandiri, 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 komersial nasional. Dengan adanya pembentukan suatu badan koordinasi tingkat tinggi (Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan), industri dirgantara diharapkan cukup seimbang dalam memenuhi kebutuhan pertahanan maupun industri komersial.

Adapun skema kemitraan strategis 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 oleh BUMN atau LPNK, namun melibatkan kemitraan atau *anchor partner* dengan potensi investasi dan kapasitas yang lebih tinggi. Untuk mendukung strategi kemitraan, diperlukan insentif kerja sama yang kompetitif dibandingkan Kawasan Asia Tenggara, misalnya dengan insentif untuk melaksanakan *joint* RD&D antar negara, serta skema pembiayaan bersama untuk operasional dan pemeliharaan fasilitas pengujian antara BUMS, BUMN, LPNK, maupun perguruan tinggi. Selain itu, meningkatkan kemudahan perizinan usaha dan pembayaran pajak di tingkat nasional dan daerah, serta memastikan peraturan impor tidak menghambat rantai pasok dan jadwal produksi pesawat terbang.

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

Kerangka waktu program pesawat terbang nasional ditunjukkan pada Gambar 4-10 di bawah ini.



Gambar 4-10. Kerangka Waktu Program Pesawat Terbang

Kerangka waktu selain berperan sebagai acuan dalam menentukan tenggat waktu perolehan *Type Certificate*, proses produksi, dan EIS, juga berperan untuk perencanaan skema pendanaan. Walaupun dilakukan hampir bersamaan, skema pendanaan harus tetap dialokasikan terpisah antar program. Dalam menyiapkan pendanaan untuk setiap program pesawat, maka diperlukan batasan waktu yang jelas terutama untuk revisi desain yang diperlukan berdasarkan hasil uji untuk mencapai target performa yang diinginkan dan mendapatkan TC.

Kerangka waktu juga diacu dalam menyusun manajemen proyek untuk menjaga kecukupan pendanaan dan delivery sesuai jadwal yang direncanakan, sekaligus membuat *task assignment* untuk rencana produksi, pengadaan mesin produksi mengatur pasokan bahan/ material dan komponen yang dapat dipenuhi oleh PT DI maupun badan usaha komponen sebagai pemasok/ tier dibawahnya. Atas dasar ini, dapat disusun program kerja yang mendukung kebutuhan SDM dana jumlah badan usaha melalui program pelatihan badan usaha sehingga dapat meningkatkan kualitas dan kapasitas produksi dan *eligible* dalam memperoleh sertifikasi bersertifikasi internasional seperti AS9100 dan NADCAP. Alternatif lain, skema pelatihan dan konsultasi dapat dilakukan oleh asosiasi dan tim ahli *engineer* kedirgantaraan yang biasanya tergabung dalam suatu Engineering Center untuk meningkatkan kemampuan rancang bangun.

Kerangka waktu pasca produksi juga dapat membantu untuk menetapkan tenggat waktu dalam melakukan eksplorasi pasar potensial di tingkat domestik maupun 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.

## 4.7.3 Skema Pemasaran dan Metode Penjualan

Potensi pasar turboprop tidak hanya tumbuh di Asia, seperti Indonesia, Filipina, dan Jepang namun juga negara berbasis kepulauan lain yang memiliki potensi pariwisata. Tidak hanya untuk kebutuhan angkutan penumpang, desain pesawat turboprop sebaiknya sedapat mungkin mudah dimodifikasi untuk keperluan lain dalam durasi <2 jam (*cargo*, VIP, med-evac), mampu menampung penumpang dan kargo secara bersamaan (kapasitas yang

fleksibel). Diperlukan eksplorasi pasar potensial di Afrika (Nigeria) dan Amerika Selatan (Meksiko) serta mempersiapkan keberterimaan *Type Certificate* produk pesawat Indonesia di negara potensial tersebut. Sebagai fungsi pemasaran di negara tujuan, Pemerintah dapat bekerja sama dengan lembaga bank donor/ bank negara tujuan untuk skema asuransi dan fasilitas kredit ekspor untuk yang mendukung pembelian/ sewa pesawat antar negara. 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, perlu ditawarkan kepada operator swasta (Susi Air, Trigana Air, Pelita Air, Airfast, dll) dan/atau Pemerintah daerah untuk membeli atau menyewa/leasing. Perlu dipastikan bahwa operasional pesawat tidak bergantung kepada subsidi pemerintah, misalnya dengan meningkatkan faktor keterisian per keberangkatan, *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 perlu bekerja sama dengan Garuda Maintenance Facility dan bila perlu melibatkan perusahaan *leasing* sehingga *bundle* asuransi produk pesawat dapat diklaim saat pembelian/sewa produk pesawat. Hal ini untuk meningkatkan kepercayaan operator sebagai konsumen produk baru.

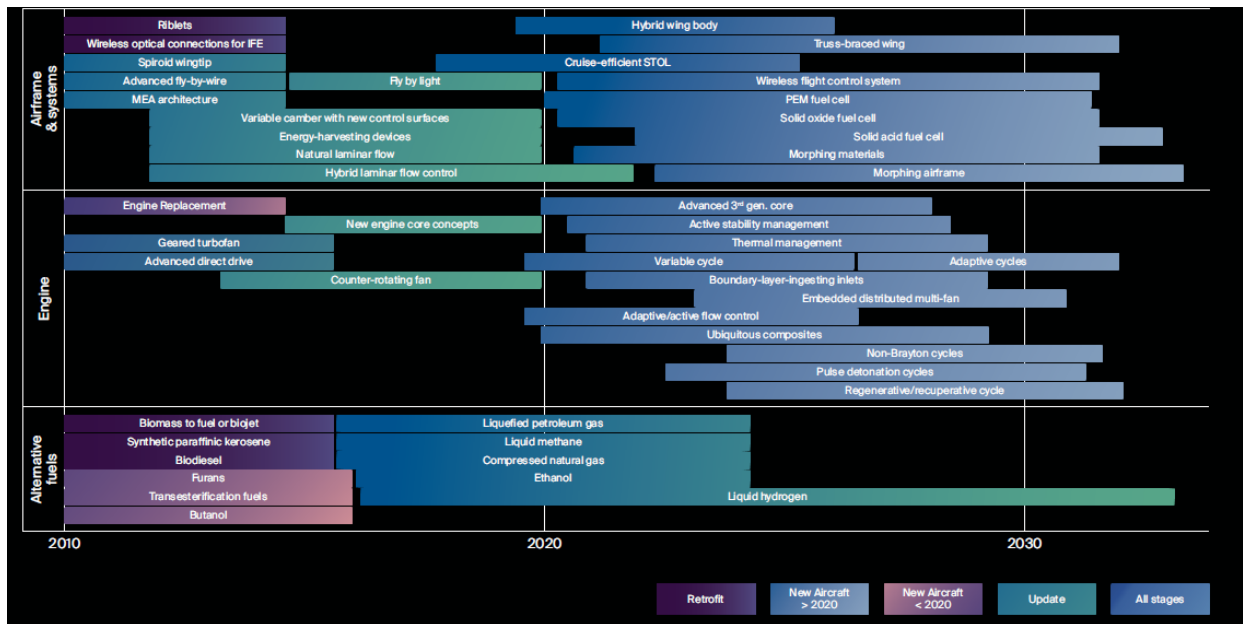
# 5

## RENCANA PENGEMBANGAN KOMPONEN DAN RANTAI PASOK



5.1 Kondisi Pengembangan Komponen Pesawat Global

5.1.1 Tren Teknologi Komponen Pesawat Terbang



Gambar 5-1. Proyeksi Perkembangan Teknologi Komponen Pesawat [83]

5.1.1.1 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 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. Adapun 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.

5.1.1.2 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. Efisiensi bahan bakar berkorelasi dengan *power*



yang lebih *sustainable* 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 juga 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 5-1. Pesawat dengan Teknologi Hybrid/Elektrik [84]

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 demikian, campuran Ethanol, Liquid Methane, dan Compressed Natural Gas sering digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Indonesia sendiri sudah mampu memformulasikan *green fuel* (HVO/ Hydrotreated Vegetable Oil) sebagai *drop-in/* campuran 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 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.

### 5.1.1.3 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* akan fokus pada *software production*. Karena standarisasi produk dan operasional di tingkat lokal/domestik, awal mula pengembangan *avionics* dapat dilakukan pada pesawat militer, misalnya untuk *maritime patrol avionics*.

### 5.1.1.4 Revolusi Industri 4.0

Revolusi industri 4.0 memungkinkan produksi jauh lebih efisien, peningkatan produktivitas, daya saing ekonomi, serta memudahkan kolaborasi antar entitas dalam suatu rantai nilai. Teknik produksi menggunakan revolusi 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 untuk setiap langkah produksi menggunakan otomasi seperti *autonomous mobile robots*. Teknik produksi juga didukung oleh *big data* dan analisis

data berbasis *artificial intelligence*, *cyber physical system* yang merupakan integrasi network 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.

## 5.1.2 Posisi Pengembangan Komponen Pesawat Indonesia di Dunia

### 5.1.2.1 Analisis Nilai Perdagangan Komponen Pesawat Terbang

Tujuan analisis pada level komponen menggunakan data perdagangan adalah untuk mengetahui kondisi industri komponen pesawat dan produk pesawat di Indonesia. Perbandingan data perdagangan antar negara akan sangat bermanfaat untuk mengambil keputusan bagian komponen apa yang sebaiknya menjadi fokus pengembangan, dan membandingkan fokus pengembangan komponen berdasarkan data perdagangan negara lain.

Tabel 5-2. Perbandingan Metodologi dan Analisis Data Komponen dan Produk Pesawat

	Metodologi	Sumber data	Kelebihan	Kekurangan
1	Data perdagangan	UN Comtrade, HS Code	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klasifikasi khusus pesawat terbang tersedia dan mudah didapatkan</li> <li>2. Metode umum digunakan dalam analisis perdagangan</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klasifikasi terkadang tidak spesifik, tercampur antar sektor dan sumber data (<i>second-hand</i>)</li> <li>2. Tidak ada informasi nilai tambah</li> </ol>
2	Analisis rantai pasok	Rincian aktivitas setiap badan usaha	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informasi rinci dan berkualitas untuk input (material) dan output (produk)</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Membutuhkan klarifikasi dari seluruh stakeholder dan level informasi yang setara</li> </ol>
3	Analisis nilai tambah	OECD, Trade in Value Added (TiVA)	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Informasi rinci untuk nilai tambah pada level internasional dan sektoral</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Klasifikasi kurang spesifik per sub-sektor manufaktur</li> <li>2. Indonesia bukan negara OECD (data tidak lengkap)</li> </ol>

Analisis data perdagangan pada kajian ini menggunakan sumber data United Nations dan HS-Code 6 digit untuk komoditas yang berkaitan dengan komponen pesawat terbang (unit komponen Tier 1-2).

Tabel 5-3. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Indonesia [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	3	2	0,02%	-13,8%	17	27	0,29%	10,1%	(13)	(25)
	Combustion	2	5	7	0,11%	8,4%	14	15	0,27%	2,3%	(9)	(8)
	Propeller	5	6	13	0,01%	15,1%	122	105	0,08%	-3,0%	(116)	(92)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	137	86	0,1%	-8,8%	892	587	0,65%	-8,0%	(755)	(501)
	Interior	3	13	17	0,21%	4,5%	10	7	0,08%	-7,0%	4	10
Avionics	Navigation system	2	0	0	0,003%	34,4%	6	7	0,14%	1,5%	(6)	(7)
	Electric, electronics	1	662	982	2,55%	8,2%	153	118	0,27%	-5,1%	509	865
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>827</b>	<b>1.107</b>	<b>0,43%</b>	<b>6%</b>	<b>1.214</b>	<b>865</b>	<b>0,29%</b>	<b>-6,5%</b>	<b>(386)</b>	<b>242</b>
Aircraft products	Helikopter	2	4	1	0,02%	-24,5%	28	208	3,93%	49,6%	(24)	(207)
	Pesawat terbang	2	22	44	0,04%	15,3%	509	32	0,02%	-42,7%	(487)	13
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>25</b>	<b>45</b>	<b>0,04%</b>	<b>12,2%</b>	<b>537</b>	<b>239</b>	<b>0,17%</b>	<b>-14,9%</b>	<b>(511)</b>	<b>(194)</b>

Nilai perdagangan dan pangsa pasar ekspor Indonesia (*market share*) terhadap perdagangan dunia merupakan terkecil di Asia Tenggara yaitu 0.43% (komponen pesawat) dan 0.04% (produk pesawat). Melihat nilai perdagangan maupun tingkat pertumbuhan per tahun, Indonesia memiliki potensi pengembangan *avionics* di antara klasifikasi komponen pesawat lainnya. Namun demikian, pangsa pasar *Avionics* Indonesia masih sangat kecil (2,5%) dan kurang kompetitif dibandingkan dengan pangsa pasar *Avionics* negara Asia Tenggara lainnya.

Selain *Avionics*, Indonesia dapat mengembangkan Interior (nilai net ekspor positif) atau Sistem Propeler karena nilai pertumbuhan per tahun cukup signifikan dibandingkan klasifikasi komponen lainnya. Namun demikian, tantangan pengembangan interior adalah nilai tambahnya yang kurang signifikan dan hanya tumbuh 4.5% per tahun. Adapun pengembangan propeler merupakan tantangan yang sangat berat karena membutuhkan SDM pengembang, "permodalan yang kuat", dan kemampuan kerekeyasaan yang sangat tinggi. Selain itu, sistem *engine* merupakan Tier 1 yang kompetitif. Kemungkinan nilai ekspor propeler oleh Indonesia bukan berarti Indonesia telah mampu mengembangkan propeler, namun ekspor untuk re-impor untuk memenuhi kebutuhan perakitan pesawat di Indonesia.

Indonesia merupakan satu-satunya negara di Asia Tenggara yang memiliki *Final Assembly Line* (perakitan akhir) produk pesawat. Namun demikian 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 serius dilakukan. Pengembangan komponen tidak hanya bergantung pada produk akhir yang dibuat di Indonesia, namun juga menjadi pemasok global.

Tabel 5-4. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Singapura [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	114	191	2,36%	10,9%	56	126	1,37%	17,4%	58	65
	Combustion	2	1.332	1.367	19,8%	0,5%	414	1.147	20,7%	22,6%	918	220
	Propeller	5	2.696	10.028	9,46%	30%	6.332	12.369	8,92%	14,3%	(3.636)	(2.341)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	6.148	6.401	7,44%	0,8%	5.244	7.132	7,94%	6,3%	903	(730)
	Interior	3	6	15	0,18%	19,6%	76	67	0,78%	-2,4%	(70)	(53)
Avionics	Navigation system	2	141	186	4,2%	5,7%	116	249	5,06%	16,4%	24	(63)
	Electric, electronics	1	79	173	0,45%	17,1%	100	194	0,45%	14,2%	(21)	(21)
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>10.516</b>	<b>18.361</b>	<b>7,11%</b>	<b>11,8%</b>	<b>12.339</b>	<b>21.284</b>	<b>7,09%</b>	<b>11,5%</b>	<b>(1.824)</b>	<b>(2.923)</b>
Aircraft products	Helikopter	2	312	61	1%	-27,8%	239	95	1,8%	-16,8%	74	(34)
	Pesawat terbang	2	-	719	0,72%	-	151	4.379	3,24%	96,1%	(151)	(3.660)
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>312</b>	<b>781</b>	<b>0,74%</b>	<b>20,1%</b>	<b>389</b>	<b>4.475</b>	<b>3,19%</b>	<b>63%</b>	<b>(77)</b>	<b>(3.694)</b>

Singapura memiliki pangsa pasar komponen terbesar di Asia Tenggara. Nilai perdagangan cukup signifikan pada System Engine dan Aerostructure, terutama Combustion System dengan *share* hampir 20% dan Aerostructure non-Interior dengan *share* 7,4%. Walaupun belum menunjukkan net ekspor positif untuk industri dirgantara secara keseluruhan, Singapura menunjukkan bahwa terjadi aktivitas perdagangan/ pengembangan pada klasifikasi komponen tersebut.

Tabel 5-5. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Thailand [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	102	179	2,21%	12%	13	35	0,38%	23%	89	144
	Combustion	2	54	1.461	21,1%	93%	239	472	8,5%	15%	(185)	989
	Propeller	5	139	119	0,11%	-3,1%	530	847	0,61%	9,8%	(391)	(728)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	1.006	577	0,7%	-10,5%	221	293	0,33%	5,9%	786	284
	Interior	3	87	65	0,8%	-5,7%	42	34	0,4%	-4,2%	45	31
Avionics	Navigation system	2	0	1	0,03%	35,3%	16	12	0,24%	-6,1%	(16)	(11)
	Electric, electronics	1	432	552	1,43%	5%	248	416	0,96%	11%	184	136
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>1.820</b>	<b>2.954</b>	<b>1,14%</b>	<b>10,2%</b>	<b>1.308</b>	<b>2.109</b>	<b>0,7%</b>	<b>10%</b>	<b>512</b>	<b>845</b>
Aircraft products	Helikopter	2	4	49	0,82%	67,6%	150	218	4,12%	7,8%	(146)	(170)
	Pesawat terbang	2	80	214	0,21%	21,9%	4.263	1.895	1,4%	-15%	(4.184)	(1.681)
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>83</b>	<b>263</b>	<b>0,25%</b>	<b>25,9%</b>	<b>4.413</b>	<b>2.113</b>	<b>1,51%</b>	<b>-13,7%</b>	<b>(4.330)</b>	<b>(1.851)</b>

Thailand memiliki pangsa pasar yang cukup signifikan untuk Combustion System (21%) dan Aerostructure non-Interior (0,7%) – hampir sama dengan Singapura. Selain itu, Thailand juga cukup unggul dalam ekspor E&E. Walaupun defisit akibat pembelian produk pesawat terbang sangat tinggi, Thailand menunjukkan bahwa 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.

Tabel 5-6. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Malaysia [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	3	4	0%	3,9%	13	11	0,12%	-3,0%	(10)	(7)
	Combustion	2	33	14	0%	-16%	119	161	2,91%	6,3%	(86)	(147)
	Propeller	5	71	204	0%	23,7%	106	669	0,48%	44,6%	(35)	(466)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	753	1.688	1,96%	17,5%	1.207	1.623	1,81%	6,1%	(454)	64
	Interior	3	16	9	0,11%	-12,0%	31	31	0,36%	-0,3%	(15)	(22)
Avionics	Navigation system	2	22	49	1%	18,0%	11	63	1,29%	41,6%	10	(14)
	Electric, electronics	1	56	59	0,15%	1,2%	35	68	0,16%	13,9%	21	(8)
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>953</b>	<b>2.027</b>	<b>0,79%</b>	<b>16,3%</b>	<b>1.522</b>	<b>2.627</b>	<b>0,88%</b>	<b>11,5%</b>	<b>(568)</b>	<b>(600)</b>
Aircraft products	Helikopter	2	2	17	0,28%	47,3%	201	59	1,11%	-21,9%	(199)	(42)
	Pesawat terbang	2	-	396	0%	-	3.947	2.251	1,67%	-10,6%	(3.947)	(1.855)
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>413</b>	<b>0,39%</b>	<b>179,4%</b>	<b>4.148</b>	<b>2.310</b>	<b>1,65%</b>	<b>-11,1%</b>	<b>(4.146)</b>	<b>(1.896)</b>

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

Tabel 5-7. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Filipina [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World)	CAGR	2013	2018	Share (World)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	14	16	0,19%	2,6%	3	6	0,07%	13,6%	10	9
	Combustion	2	4	3	0,04%	-4,6%	56	228	4,11%	32,5%	(52)	(225)
	Propeller	5	0	0	0%	110,6%	1	1	0,00%	2,2%	(1)	(0)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	164	946	1,10%	41,9%	441	1.236	1,38%	22,9%	(277)	(290)
	Interior	3	0	3	0,04%	53,8%	8	18	0,21%	17,5%	(8)	(15)
Avionics	Navigation system	2	1	15	0,34%	79,6%	1	5	0,09%	25,5%	(1)	11
	Electric, electronics	1	1.731	1.690	4,38%	-0,5%	34	68	0,16%	14,9%	1.697	1.622
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>1.914</b>	<b>2.673</b>	<b>1,04%</b>	<b>6,9%</b>	<b>545</b>	<b>1.562</b>	<b>0,52%</b>	<b>23,4%</b>	<b>1.369</b>	<b>1.111</b>
Aircraft products	Helikopter	2	-	4	0,07%	-	78	48	0,91%	-9,3%	(78)	(44)
	Pesawat terbang	2	0	0	0%	3,8%	2.238	1.953	1,45%	-2,7%	(2.238)	(1.953)
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>0,004%</b>	<b>205,3%</b>	<b>2.316</b>	<b>2.001</b>	<b>1,43%</b>	<b>-2,9%</b>	<b>(2.316)</b>	<b>(1.997)</b>

Klasifikasi komponen dengan nilai perdagangan komponen Elektrik dan Elektronik cukup signifikan, bahkan memiliki pangsa pasar 4,38% dunia. Dengan demografi kepulauan seperti Indonesia, kebutuhan Filipina akan produk pesawat seharusnya cukup tinggi. Namun demikian, nilai E&E sendiri cukup kompetitif dan hampir mampu untuk mengimbangi defisit akibat pembelian produk pesawat.

Tabel 5-8. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Vietnam [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	0	17	0,21%	165%	5	32	0,35%	47,9%	(4)	(15)
	Combustion	2	-	36	0,53%	-	39	152	2,74%	31,4%	(39)	(116)
	Propeller	5	0	0	0%	-47,5%	2	36	0,03%	83,4%	(1)	(36)
Aero structure	Fuselage, part access.	3	55	400	0,47%	48,6%	88	445	0,50%	38,4%	(32)	(45)
	Interior	3	2	1	0,01%	-4,8%	16	44	0,52%	22,7%	(14)	(43)
Avionics	Navigation system	2	0	5	0,11%	167%	3	5	0,10%	13,7%	(3)	(0)
	Electric, electronics	1	1.868	2.599	6,74%	6,8%	67	140	0,32%	15,8%	1.801	2.459
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>1.925</b>	<b>3.059</b>	<b>1,19%</b>	<b>9,7%</b>	<b>218</b>	<b>855</b>	<b>0,28%</b>	<b>31,4%</b>	<b>1.707</b>	<b>2.204</b>
Aircraft products	Helikopter	2	2	-	0%	-100%	25	17	0,32%	-8%	(23)	(17)
	Pesawat terbang	2	-	8	0,01%	-	1.028	13	0,01%	-58,6%	(1.028)	(4)
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	<b>0,01%</b>	<b>28,1%</b>	<b>1.053</b>	<b>29</b>	<b>0,02%</b>	<b>-51,2%</b>	<b>(1.051)</b>	<b>(21)</b>

Hampir sama dengan Filipina, klasifikasi komponen unggulan Vietnam adalah E&E. Nilainya sangat tinggi dan memiliki pangsa pasar ekspor 6,7% dari perdagangan dunia. Nilai net ekspor E&E bahkan cukup untuk menutupi kebutuhan pembelian produk pesawat terbang.

Tabel 5-9. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Brazil [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	84	86	1,1%	0,6%	97	62	0,7%	-8,4%	(13)	24
	Combustion	2	10	2	0,03%	-24,2%	30	14	0,25%	-13,8%	(20)	(12)
	Propeller	5	1.215	3.413	3,2%	23,0%	2.068	502	0,4%	-24,6%	(853)	2.911
Aero structure	Fuselage, part access.	3	450	387	0,4%	-3,0%	1.251	469	0,5%	-17,8%	(801)	(82)
	Interior	3	52	39	0,5%	-5,8%	117	38	0,4%	-20,0%	(65)	0
Avionics	Navigation system	2	19	81	1,84%	33,8%	84	19	0,38%	-25,8%	(65)	62
	Electric, electronics	1	166	134	0,3%	-4,3%	234	354	0,8%	8,7%	(67)	(220)
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>1.995</b>	<b>4.142</b>	<b>2%</b>	<b>15,7%</b>	<b>3.879</b>	<b>1.460</b>	<b>0%</b>	<b>-17,8%</b>	<b>(1.884)</b>	<b>2.682</b>
Aircraft products	Helikopter	2	11	9	0,15%	-4,2%	695	82	1,55%	-34,7%	(684)	(74)
	Pesawat terbang	2	3.829	3.488	3,5%	-1,8%	701	444	0,3%	-8,7%	3.128	3.044
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>3.840</b>	<b>3.497</b>	<b>3%</b>	<b>-1,85%</b>	<b>1.396</b>	<b>526</b>	<b>0%</b>	<b>-17,7%</b>	<b>2.444</b>	<b>2.971</b>

Brazil merupakan negara *benchmark* yang menunjukkan bahwa dengan fokus produksi pesawat terbang, pengembangan komponen dan produk pesawat dapat dilakukan secara bersamaan. Strategi produksi pesawat terbang Brazil cukup berhasil mengingat implementasi skema *risk-sharing partnership* awalnya bertujuan untuk menciptakan produk akhir. Namun demikian, badan usaha Brazil juga disokong sehingga mampu meningkatkan kemampuan untuk pengembangan komponen. Walaupun pangsa pasar komponen dan produk pesawat tidak terlalu signifikan (kurang dari 2%), pertumbuhan ekspor per tahun untuk komponen Sistem Navigasi (34%) dan Propeler (23%) menunjukkan angka yang cukup signifikan.

Tabel 5-10. Nilai Perdagangan Komponen dan Produk Pesawat Inggris [14]

Klasifikasi komponen angkutan udara		HS-6 Code	Ekspor				Impor				Net Ekspor	
			2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018	Share (World '18)	CAGR	2013	2018
System engine	Landing system	4	69	1.103	13,6%	74,0%	31	828	9%	93%	38	275
	Combustion	2	319	129	1,86%	-16,6%	80	95	1,71%	3,4%	239	34
	Propeller	5	18.999	22.488	21,2%	3,4%	14.647	18.619	13,4%	5%	4.352	3.869
Aero structure	Fuselage, part access.	3	-	15.639	18,2%	-	-	4.669	5,2%	-	-	10.970
	Interior	3	660	996	12,3%	8,6%	576	588	6,86%	0,4%	84	408
Avionics	Navigation system	2	561	585	13,3%	0,8%	666	490	10%	-5,9%	(104)	95
	Electric, electronics	1	144	257	0,7%	12,4%	1.518	1.673	3,86%	2%	(1.374)	(1.416)
<b>TOTAL</b>		<b>20</b>	<b>20.753</b>	<b>41.197</b>	<b>16%</b>	<b>14,7%</b>	<b>17.518</b>	<b>26.962</b>	<b>9%</b>	<b>9%</b>	<b>3.235</b>	<b>14.235</b>
Aircraft products	Helikopter	2	-	383	6,45%	-	-	162	3,1%	-	-	221
	Pesawat terbang	2	-	1.869	1,86%	-	-	5.462	4%	-	-	(3.593)
<b>TOTAL</b>		<b>4</b>	<b>-</b>	<b>2.252</b>	<b>2,12%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5.624</b>	<b>4%</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>(3.372)</b>

Pada tahun 2018, seluruh nilai perdagangan untuk *System Engine* dan *Aerostructure* memiliki nilai net ekspor serta pangsa pasar dunia yang signifikan (>10%). Kemampuan Inggris dalam memproduksi komponen dan sistem/ unit komponen cukup untuk menutupi kebutuhan pembelian produk pesawat terbang.

### 5.1.2.2 Strategi Pengembangan Komponen dan Produk Pesawat

Indonesia perlu memiliki strategi dan menetapkan peran industri dirgantara Indonesia di dunia. Mempertimbangkan kepemilikan *Final Assembly Line (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. Alternatif strategi pengembangan industri dirgantara 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*, maka sebagian besar unit dan komponen tidak dikerjakan sendiri dengan pertimbangan tenaga kerja dan investasi yang lebih murah.

Strategi saat ini untuk hanya membangun produk akhir telah berlangsung terlalu lama. Tanpa strategi pengembangan komponen oleh badan usaha dalam negeri, neraca perdagangan akan mengalami defisit dalam periode panjang. Selain itu, minat badan usaha untuk fokus mengembangkan komponen pesawat terbang akan terus 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 Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) pesawat terbang Indonesia tetap rendah.

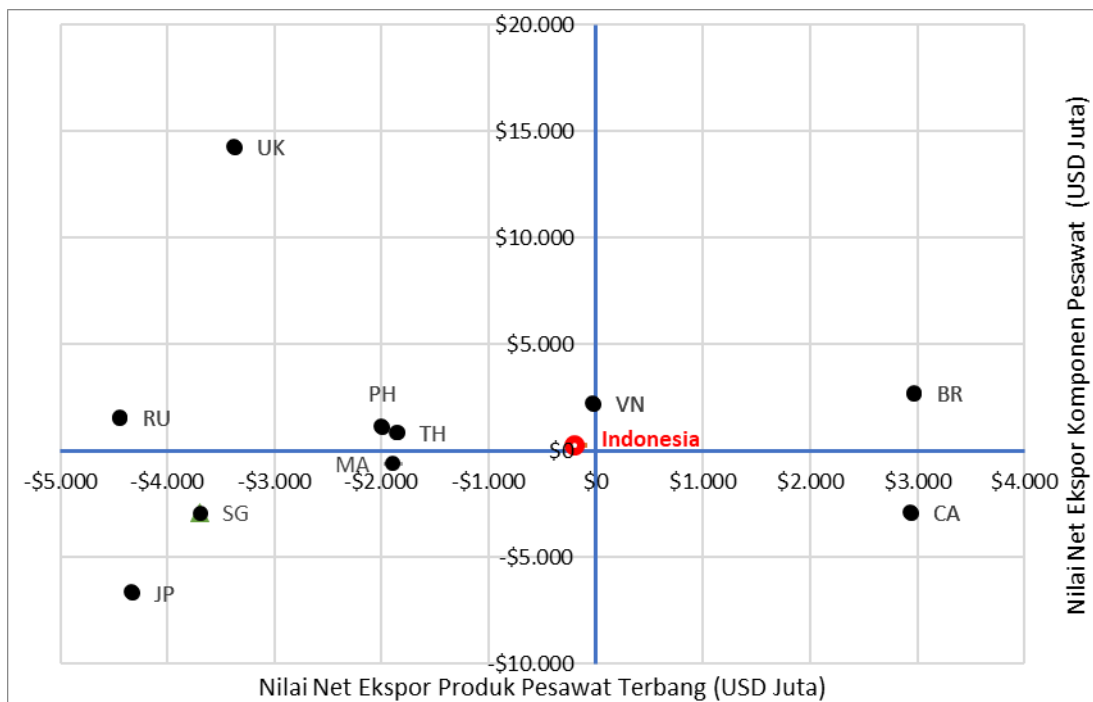
Dalam menyukseskan strategi ini, Indonesia harus memiliki kemampuan desain pesawat original. Walaupun desain original Indonesia belum pernah terwujud, namun hal ini memiliki nilai tambah yang tinggi dibandingkan proses manufaktur produk pesawat saja. Selain itu, untuk dapat meningkatkan kapasitas produksi dengan rencana varian produk pesawat terbang yang beragam, PT DI disarankan untuk mencari *anchor company* yang bersedia untuk investasi dan Kerja sama untuk proses desain dan pengembangan.



## 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 dalam 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 rekayasa 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. Akibat spesialisasi dan pembentukan rantai pasok komponen, diharapkan badan usaha dirgantara 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.



Gambar 5-2. Posisi Nilai Net Ekspor Indonesia untuk Produk Pesawat dan Komponen Pesawat [14]

Berdasarkan alternatif untuk mengembangkan pesawat saja sebagai produk akhir (sumbu x) atau mengembangkan komponen saja (sumbu y), Indonesia masih relatif stagnan. Dengan memilih untuk mengembangkan komponen saja, misalnya Vietnam yang memiliki keunggulan atas komponen E&E, atau Inggris yang memiliki keunggulan atas integrasi sistem propeler dan *landing system*. Fokus pengembangan komponen saja tanpa kepemilikan FAL, nilai investasi yang dibutuhkan dapat dikatakan rendah. Pada Vietnam dan Inggris, kedua negara tersebut memiliki volume produksi dan nilai tambah komponen yang tinggi sehingga dapat menghindari defisit perdagangan akibat pembelian produk pesawat.

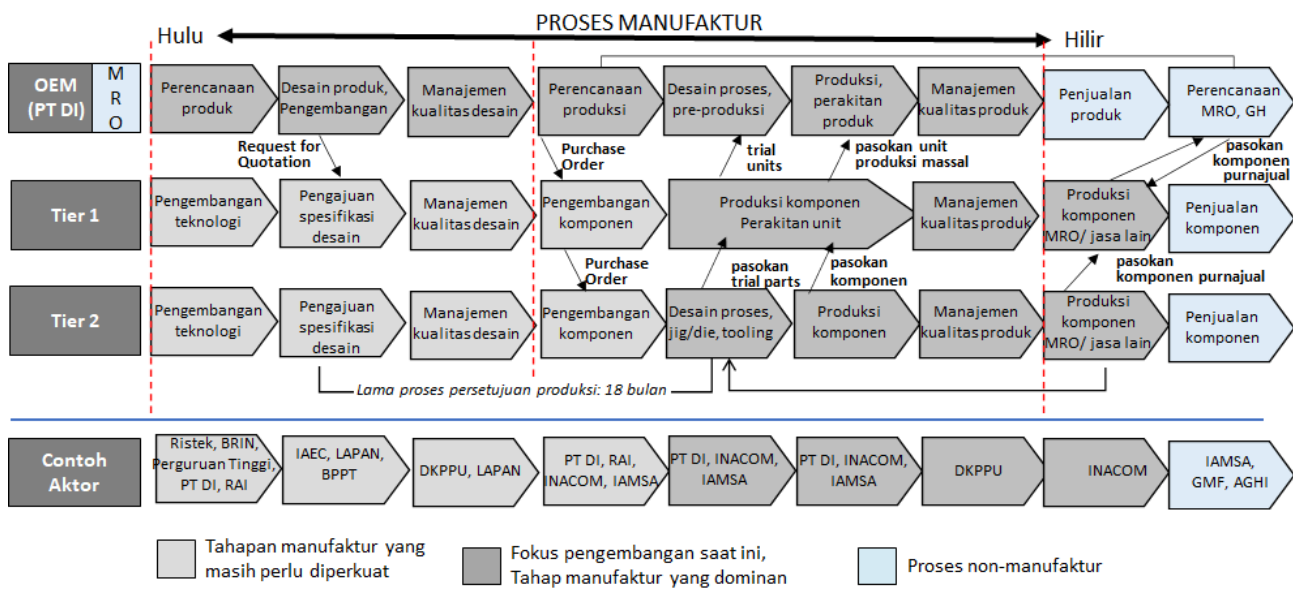
Penyusunan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 ini menjadi kesempatan bagi PT DI sebagai BUMN dirgantara pemilik FAL pesawat di Indonesia untuk dapat memilih strategi pengembangan industri pesawat saja (saat ini) atau membangun produk pesawat sekaligus mengelola ekosistem dirgantara termasuk industri komponen dengan konsekuensi diperlukannya nilai investasi yang sangat tinggi. Melihat Brazil, defisit neraca perdagangan tetap terjadi apabila ekspor produk pesawat dilakukan tanpa keahlian integrasi sistem komponen atau tanpa diikuti pengembangan tier-tier di bawahnya. Namun pada jangka panjang, akan menciptakan nilai ekonomi dan nilai tambah yang sangat tinggi.

Dengan kemampuan *Aerostructure* yang potensial, klasifikasi komponen ini dapat menjadi kekhasan Indonesia karena paling kompetitif di kawasan Asia Tenggara. Namun demikian, perlu diingat bahwa nilai tambah *Aerostructure* – terutama *Aerostructure-interior* – masih lebih rendah dibandingkan *System Engine* maupun *Avionics*. Pengembangan *Avionics* di Indonesia sangat potensial namun pertumbuhan *Avionics* negara lain jauh lebih cepat daripada pertumbuhan Indonesia maupun pertumbuhan global. Oleh karena itu, ekosistem industri dirgantara Indonesia perlu dibangun untuk lebih fokus terhadap riset, pengembangan, serta peningkatan kapasitas produksi *Aerostructure* yang sudah mulai terbangun dan pengembangan *System Engine* untuk menyeimbangkan peningkatan nilai tambah.

## 5.2 Kondisi Pengembangan Komponen Indonesia

### 5.2.1 Potensi Pengembangan

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



Gambar 5-3. Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara

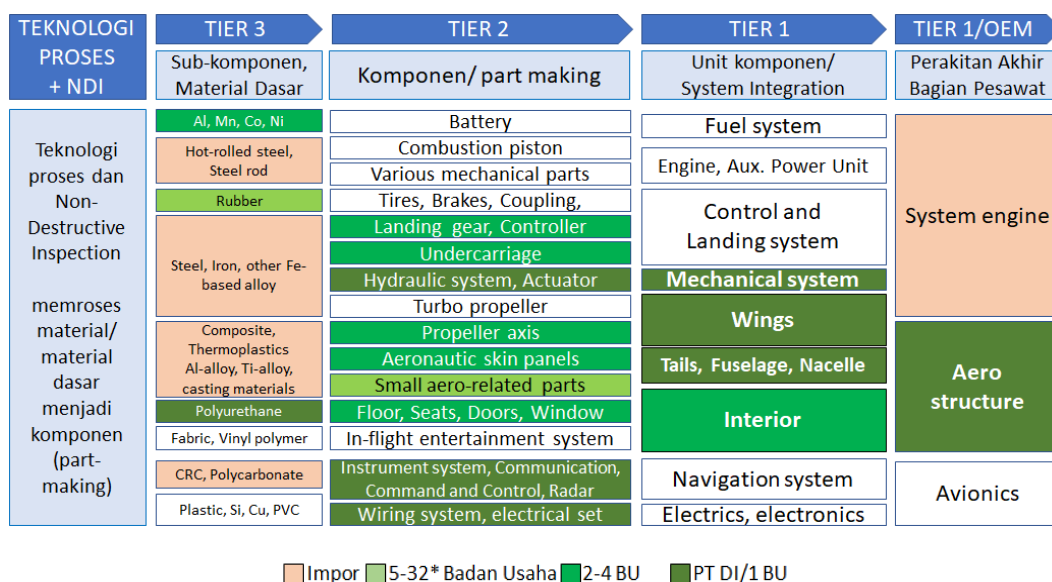
Keterkaitan rantai pasok pada proses manufaktur untuk menghasilkan produk akhir pesawat terbang menunjukkan bahwa mayoritas aktivitas terjadi pada OEM (PT Dirgantara Indonesia). Dengan Tier 1-2 yang juga ikut memberikan pasokan *jig/tooling* untuk proses perakitan produk akhir. Berdasarkan pengamatan 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 demikian, 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 riset, pengembangan, dan desain (RD&D).

Komponen yang dipesan untuk memenuhi kebutuhan dirgantara 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 kemudian 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 perbaikan (*repair*), pemeliharaan rutin (*maintenance*), overhaul 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 alasan agar semakin banyak badan usaha yang terlibat secara serius untuk mengembangkan industri komponen. Terlebih lagi, dengan target untuk memproduksi beragam jenis produk pesawat terbang komersial di masa mendatang, PT DI perlu aktif dalam meningkatkan kemampuan desain, mengembangkan, serta meningkatkan kapasitas produksi komponen – yang tidak bisa hanya dilakukan oleh PT DI secara mandiri namun harus bekerja sama dengan industri komponen di Indonesia.

Pemetaan badan usaha dirgantara Indonesia berdasarkan kemampuan untuk memproduksi. Walaupun terdapat >30 anggota INACOM, pemetaan ini hanya menggambarkan 5 anggota yang memiliki sertifikasi AS9100. Hal ini untuk mengetahui kemampuan badan usaha dirgantara dalam memenuhi potensi permintaan internasional. Dalam memenuhi pasokan PT DI untuk produk pesawat Indonesia (keperluan militer), sertifikasi internasional tidak dibutuhkan, sehingga pemetaan dapat menjadi acuan untuk kemampuan/ kompetensi produksi namun kurang representatif untuk mengetahui jumlah badan usaha yang terlibat dalam pembuatan komponen (*partmaking*).



Gambar 5-4. Jumlah Badan Usaha dan Keterkaitan Rantai Pasok Industri Dirgantara [85]

Berdasarkan pemetaan badan usaha secara umum (>30 badan usaha) mayoritas anggota INACOM memiliki keahlian *tooling* dan *machining* untuk produksi komponen dengan presisi tinggi (yang digunakan pada *system engine* dan *aerostructure*), namun tidak menjadikan industri dirgantara sebagai bisnis utama. Adapun bagi yang memiliki

sertifikasi, kemampuan *partmaking* untuk mendukung *landing system*, *hydraulic system*, dan *mechanical system* cukup signifikan. Hal ini perlu dikembangkan secara serius karena Indonesia impor Tier 1 masih tinggi. Dengan rencana untuk memproduksi varian pesawat terbang di masa mendatang, perlu kemampuan untuk integrasi sistem/ unit komponen baik *Engine*, *Avionics*, dan *Aerostructure*.

PT DI memiliki kemampuan untuk integrasi sistem *Aerostructure* dan telah teridentifikasi beberapa badan usaha yang dapat melengkapi rantai pasok *Aerostructure*, terutama interior. Namun demikian permintaan produksi dari PT DI belum cukup mumpuni untuk menumbuhkan/ menghidupkan badan usaha dalam negeri secara konsisten. Selain itu, diperlukan identifikasi untuk memahami perkembangan teknologi dan desain terkini sehingga produk *Aerostructure*, walaupun hanya interior, tetap memiliki nilai tambah yang tinggi. Sebagai contoh, pengolahan *polyurethane* dilengkapi dengan kemampuan desain dapat dimanfaatkan untuk produksi kursi ergonomis VIP.

Walaupun berdasarkan nilai perdagangan, Indonesia memiliki potensi untuk mengembangkan *Avionics*, masih diperlukan kemampuan pengolahan material dasar serta integrasi sistem. Terdapat anggota INACOM telah menyanggupi untuk pembangunan sistem navigasi untuk pesawat militer Indonesia. Namun untuk dapat menjadi pemain global, masih diperlukan pengujian dan sertifikasi produk *Avionics*. Pemerintah diharapkan dapat hadir untuk memudahkan proses pengujian dengan menyediakan fasilitas-fasilitas pengujian yang sesuai dengan permintaan pasar dan standar internasional.

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

Gambar 5-5. Teknologi Proses Rantai Pasok Industri Dirgantara

Berdasarkan pemetaan penguasaan teknologi proses, kapasitas pelaku usaha untuk *machining* dan *finishing* sudah baik, Namun demikian masih dibutuhkan peningkatan kapasitas permesinan, termasuk keahlian *programming* dan *drawing* (untuk desain). Selain itu, kemampuan *programming* juga membantu untuk meningkatkan kualitas produk yang lebih presisi. Adapun untuk menghasilkan produk dengan tingkat presisi lebih tinggi, banyak *treatment* yang

harus dilakukan kepada suatu komponen, baik untuk menghaluskan permukaan atau meningkatkan ketahanan material melalui *non-conventional machining*, serta *chemical*, *heat*, dan *surface treatment*.

Selain proses produksi yang telah dipetakan, komponen harus melalui rangkaian pengujian non-destruktif/ *Non-Destructive Inspection (NDI)* seperti *electromagnetic* dan *fluorescent penetrant*. 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.

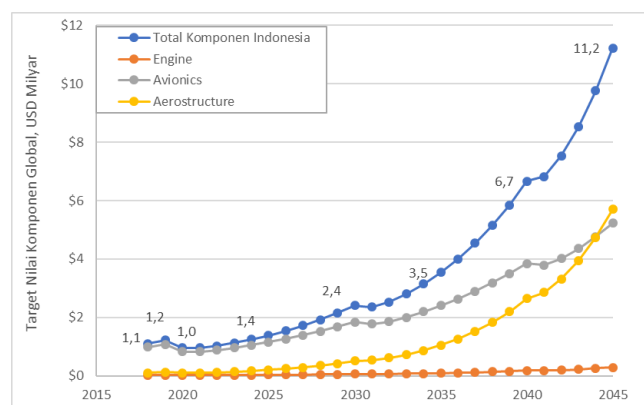
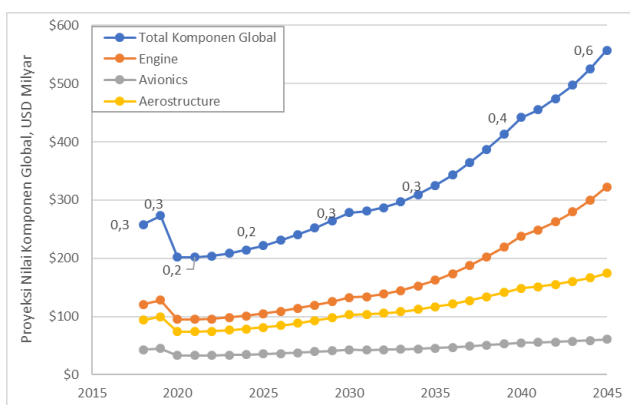
### 5.2.1.2 Peningkatan Nilai Tambah Komponen Melalui Aerostructure

Berdasarkan Database UN Comtrade pada tahun 2018 menggunakan HS Code 6 digit, nilai perdagangan komponen global sebesar USD 258 miliar dengan proporsi *Engine* USD 121 miliar, *Aerostructure* USD 94 miliar, dan *Avionics* USD 43 miliar. Proyeksi dilakukan dengan pertumbuhan per tahun mengikuti tingkat pertumbuhan historis antara tahun 2013-2018. Proyeksi nilai komponen global juga disesuaikan turun 60% pada tahun 2020 akibat krisis pandemi Covid-19, penyesuaian proyeksi permintaan sebesar 85% per sepuluh tahun untuk mengantisipasi adanya krisis ekonomi dan penurunan permintaan global di masa mendatang.

Dengan proyeksi ini, permintaan komponen global pada tahun 2045 akan mencapai USD 557 miliar pada tahun 2045. Pertumbuhan perdagangan komponen dirgantara dunia diperkirakan akan terus didominasi oleh *Engine*, struktur pasar komponen *Engine* 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 5-6. Proyeksi Nilai Komponen Global dan Target Nilai Komponen Indonesia (USD Juta)

Walaupun kontribusi komponen pesawat terbang Indonesia terhadap perdagangan di dunia sangat kecil (0,43%), klasifikasi *Aerostructure* Indonesia memiliki nilai perdagangan yang cukup tinggi dibandingkan nilai ekspor komponen dirgantara Indonesia lainnya. Selain itu, berdasarkan pemetaan rantai pasok Tier 2-3, 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.

Diperlukan strategi khusus dalam mengikutsertakan investasi OEM dan pendalaman rantai pasok domestik untuk mengoptimalkan potensi pengembangan *Aerostructure*, serta meningkatkan kapabilitas dalam menciptakan inovasi pada komponen *Avionics* dan *Engine* di Indonesia. 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 tinggi. Diharapkan dengan adanya strategi kemitraan dengan OEM global dan pengembangan pesawat terbang di Indonesia, Indonesia dapat fokus dalam pengembangan dan kemandirian *Engine*.

### 5.2.1.3 Peningkatan Nilai Tingkat Kandungan Dalam Negeri

Berdasarkan Peraturan Menteri Perindustrian Nomor 16/ Tahun 2011, perhitungan Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) dihitung sebagai berikut:

$$\frac{\text{Biaya produksi total} - \text{Biaya produksi komponen Luar Negeri}}{\text{Biaya produksi total}} \times 100\%$$

Dengan biaya produksi total adalah total dari biaya produksi komponen dalam negeri dan komponen luar negeri. Sedangkan komponen biaya produksi = harga produk = merupakan penjumlahan antara tiga faktor: (1) biaya material langsung, (2) biaya tenaga kerja langsung, (3) biaya tidak langsung (*overhead*).



Gambar 5-7. Pemetaan Industri Pemasok Lokal Untuk Produk N219

Potensi industri lokal dalam mengisi rantai pasok N219 untuk sistem dan interior cukup tinggi. Dengan perhitungan TKDN yang diverifikasi oleh Surveyor Indonesia, nilai TKDN untuk N219 sudah mencapai 44,69% per Agustus 2019. Pada tahun 2024, PT DI memiliki target untuk meningkatkan TKDN hingga 60% 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 5-8. Pemetaan Industri Pemasok Lokal Untuk Produk CN235

Struktur CN235 akan mirip dengan N245 dan saat ini, 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*). Berdasarkan penilaian Surveyor Indonesia pada tahun 2013, TKDN CN235 mencapai 38,74%.

Cara perhitungan TKDN sendiri seringkali menjadi hal yang kontroversial karena dianggap *counterintuitive* terhadap kehadiran investasi. Kementerian Perindustrian saat ini tengah merevisi cara perhitungan dan persyaratan TKDN, termasuk untuk merevisi produk non-digital yang dihitung 80% aspek manufaktur dan 20% aspek pengembangan digital, sedangkan untuk produk non-digital dihitung 70% aspek manufaktur dan 30% aspek pengembangan digital.

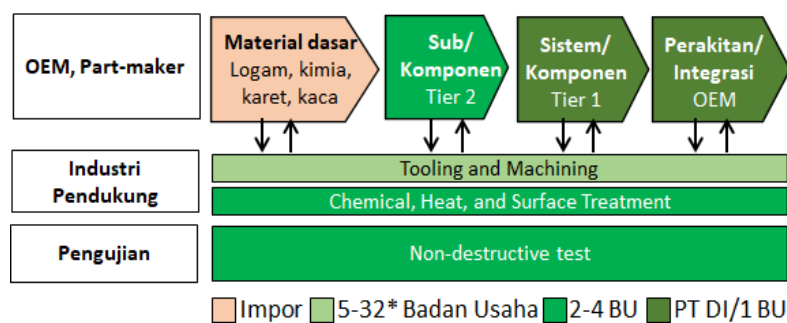
Walaupun perhitungan TKDN masih dinilai belum tepat, TKDN merupakan indikator yang mudah dikenali dan menunjukkan kekuatan industri domestik dalam suatu produk. *Baseline* TKDN untuk produk pesawat belum dapat ditetapkan per tahun 2020 untuk menunggu cara perhitungan yang lebih baku. Namun demikian, dengan strategi kolaborasi PT DI dengan badan usaha di Indonesia sehingga mampu meningkatkan kapasitas produksi komponen secara signifikan dan meningkatkan keterampilan untuk *assembly system*/ unit komponen sehingga nilai tambah juga akan meningkat secara signifikan – maka ditetapkan target tahun 2045 adalah TKDN yang dapat meningkat hingga 2x dari TKDN tahun 2020.



## 5.2.2 Tantangan Pengembangan

### 5.2.2.1 Rendahnya Badan Usaha yang Tersertifikasi

Total anggota INACOM terdiri dari 30-40 badan usaha, namun hanya 5 badan usaha 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 5-9. Jumlah Badan Usaha Tersertifikasi AS9100

Namun demikian, dalam upaya produksi pesawat terbang komersial di Indonesia, badan usaha 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 perlu memiliki sertifikasi standar EASA/FAA. Lebih khusus, badan usaha perlu memiliki kemampuan produksi dengan standar CASR Part 21-G (*Production Organization Approval*).

### 5.2.2.2 Belum Terbentuknya Rantai Pasok Komponen Dirgantara

Ilustrasi ini menggambarkan industri manufaktur yang dimulai dari investasi asing, yang kemudian secara perlahan mengikutkan badan usaha domestik dalam rantai pasok, contohnya kehadiran industri otomotif Jepang di Indonesia. Pada awal investasi dimulai (tahap 0), Indonesia hanya impor unit komponen dari negara berkembang lainnya, dan berkontribusi terhadap perakitan produk saja. Namun demikian, industri otomotif dapat lokalisasi komponen melalui *copy design* (tahap 1) kemudian lokalisasi komponen yang lebih besar/ meningkatkan kapasitas untuk integrasi sistem komponen (tahap 2). Karena sudah biasa untuk membuat komponen dan unit komponen, kemampuan desain komponen dan sistem komponen lama-lama terbentuk (tahap 3). Pada tahap ini, biasanya OEM pada tahap 0 dapat mengikutkan industri lokal sebagai bagian dari Departemen RD&D atau industri lokal dapat berdiri sendiri (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 (original) dengan platform produksi lokal		?
5	Pengembangan original dengan lokalisasi komponen dan sistem	> 80%	

Gambar 5-10. Ilustrasi Pareto Nilai TKDN Industri Dirgantara [86]

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 tidak fokus antara membagi perannya sebagai OEM maupun pelaku industri komponen. Akibatnya, rantai pasok domestik belum terbangun – selain keterbatasan *confidentiality* dan sertifikasi, PT DI belum dapat mengidentifikasi kemampuan badan usaha untuk diikutkan dalam rantai pasok. 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 bertugas untuk membina badan usaha sehingga dapat menjadi pemasok komponen dan material dasar.

Selain itu, Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) yang mencerminkan tingkat kontribusi industri domestik terhadap produk pesawat terbang juga perlu diperhatikan. Peningkatan TKDN tidak hanya menjadi tugas PT DI namun industri komponen secara kolektif.

### 5.2.2.3 Rendahnya Fasilitas Industri Komponen

Belum banyak industri manufaktur di Indonesia yang fokus untuk mengembangkan komponen dirgantara. Dalam mengembangkan industri komponen, dibutuhkan investasi yang tinggi untuk modal permesinan, pelatihan *engineer* dan teknisi yang handal dan memahami keinginan pelanggan. Salah satu faktor yang menghambat berkembangnya industri adalah tidak stabilnya permintaan komponen dirgantara oleh PT DI. Badan usaha yang sudah memiliki modal permesinan biasanya tidak hanya mengerjakan industri dirgantara, namun mengerjakan industri manufaktur lain yang lebih stabil, seperti otomotif. Akibat ketidakpastian permintaan komponen, badan usaha dirgantara harus mengusahakan pembiayaan dengan suku bunga dan risiko kredit tinggi. Selain itu, menjadikan badan usaha semakin tidak berminat untuk melakukan RD&D, baik untuk mengembangkan produk komponen maupun mengembangkan proses mengelola komponen.

Berdasarkan proyeksi perkembangan teknologi oleh IATA, pesawat terbang membutuhkan *Aerostructure* dengan material yang lebih ringan, *Avionics* yang terintegrasi dengan teknologi digital, *Engine* yang lebih efisien dan ramah lingkungan (teknologi baterai). Namun demikian, Indonesia belum menunjukkan komitmen dan strategi untuk melakukan RD&D yang serius pada upaya pengembangan industri komponen tertentu.

Fokus untuk mengisi rantai nilai *Aerostructure* atau *Avionics* dapat meningkatkan potensi penyerapan produk komponen untuk mendukung rantai nilai dirgantara lain, misalnya mendukung AMO/MRO (*maintenance, repair, overhaul*) dan GSE (*ground support equipment*). Namun, ekosistem industri komponen sendiri masih belum matang dan membutuhkan peran PT DI dan industri komponen lain sebagai konsorsium – misalnya untuk distribusi

material, penggunaan fasilitas permesinan, fasilitas RD&D. Apabila ekosistem industri komponen sudah cukup matang, maka produk komponen dirgantara dapat memperluas ekosistem untuk membangun rantai pasok yang lebih luas untuk membantu pasokan AMO/MRO dan GSE.

## 5.3 Rekomendasi

### 5.3.1 Peningkatan Akses Sertifikasi Badan Usaha

Lembaga sertifikasi untuk produk dirgantara secara umum ditangani oleh DKUPPU (Direktorat Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara), Kementerian Perhubungan, sedangkan untuk produk militer oleh IMAA (Indonesia Military Airworthiness Authority), 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 menjadi pemasok 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 *Design Organization Approval* (DOA), fasilitas pengujian prototipe dengan standar MIL-STD-810G, sertifikasi untuk produksi komponen CASR Part 21-G *Production Organization Approval* (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*). Sedangkan 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 INACOM. Selain SDM pengembang industri dirgantara, program pelatihan dapat berupa *up-skilling/ re-skilling* yang menasar SDM industri manufaktur bidang lain (misalnya otomotif) untuk memulai bisnis kedirgantaraan (upaya konversi pekerjaan profesional). Selain program pelatihan untuk memperoleh sertifikasi, Lembaga pelatihan maupun konsorsium diharapkan juga menjadi sarana konsultasi untuk meningkatkan performa produksi dan menjaga kualitas pengiriman/ *Quality Control and Deliverance* (QCD).

Untuk dapat memperluas akses pelatihan, sebaiknya tidak hanya DKUPPU yang dapat mengeluarkan sertifikasi. DKUPPU diharapkan memiliki perpanjangan tangan untuk 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.

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

Apabila mengikuti strategi agar PT DI fokus dalam perakitan akhir dan mengembangkan sistem/ unit komponen (Tier 1) untuk *Aerostructure*, maka PT DI tidak perlu untuk meningkatkan kapasitas produksi untuk pembuatan komponen (Tier 2-3) atau pengolahan raw material (Tier 3-4). Pembuatan komponen diharapkan dapat diserahkan kepada badan usaha sehingga dapat menciptakan ekosistem rantai pasok untuk industri dirgantara domestik.

PT DI dapat memetakan industri pengembang komponen beserta data fasilitas produksi yang dimiliki, kemampuan produksi, dan kepemilikan sertifikasi. Departemen khusus PT DI (*Supplier Development*) perlu mengelola data tersebut sehingga mudah untuk kerja sama pengembangan SDM, pelaksanaan RD&D, serta rencana produksi. Kerja sama rantai pasok dapat diartikan meningkatkan utilisasi fasilitas secara kolektif. 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*. Dengan meningkatnya tingkat produksi, industri komponen tidak lagi harus memasok untuk program pesawat terbang saja, namun juga diperluas untuk keperluan AMO/MRO *repair* atau peralatan GSE.

Selain rencana produksi secara kolektif, konsorsium dapat membuka/ membiayai bersama fasilitas riset, pengembangan, dan pengujian desain (RD&D) sehingga fasilitas tersebut selalu terutilisasi. Setiap badan usaha – termasuk PT DI sendiri – tidak mungkin dapat diandalkan untuk melakukan proses *end-to-end* dari desain, produksi, hingga pemasaran. 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 LPNK, BUMN, dan BUMS.

Strategi peningkatan lokalisasi komponen 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 secara signifikan bertambah – 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), 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 demikian, 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 maupun INACOM sehingga bersama-sama lebih kompetitif dalam mengisi *global value chain*.

Untuk bisa mencapai kerja sama tersebut, salah satu upaya yang diperlukan adalah adanya bimbingan 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 dirgantara 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 cakupannya untuk memberikan konsultasi kereyasaan dan rancang bangun. Ekosistem rantai pasok juga menandai kestabilan bisnis, kemudahan logistik, yang akan membangun daya tarik industri dirgantara Indonesia kepada investor.

### 5.3.3 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. Apabila ekosistem produksi *Aerostructure* telah optimal – ditandai dengan manajemen kualitas, *failure rate* rendah, pengiriman yang tepat waktu, dan penyerapan produk (*market*) yang stabil, maka fokus pengembangan kemudian dapat diperluas untuk *Avionics* dan *System Engine*. Fokus pengembangan *Aerostructure* adalah mengembangkan komponen berbasis komposit, *thermoplastics* (*super forming*). Fokus pengembangan *Avionics* perlu diakselerasi karena memiliki potensi nilai tambah yang tinggi. Pengembangan komponen *Avionics* sendiri 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/ *Internet of Things* perlu ditingkatkan misalnya sensor mata atau sentuh saat menyalakan layar monitor penumpang, lampu baca, atau meningkatkan interaksi IES dengan penumpang. Selain itu peningkatan nilai tambah Avionics dapat dilakukan dengan menambahkan sistem *Artificial Intelligence* pada sistem navigasi. Adapun untuk pengembangan *system engine* dapat dimulai dari pembuatan komponen statik, hidrolik dan pneumatik. Selain itu, dengan membantu pekerjaan AMO/MRO – dengan catatan bahwa badan usaha komponen juga memiliki sertifikasi untuk pekerjaan AMO/MRO – misalnya melalui *refurbish engine* untuk membangun kapasitas desain dan integrasi *system engine* dan *propeller*. Selain itu, dengan melakukan *major/ structural overhaul* sehingga mengembangkan kemampuan desain, pemasangan, dan integrasi system/ unit-unit komponen.

Saat ini badan usaha dirgantara memiliki skala produksi yang kecil dan upaya produksi yang belum terintegrasi dengan PT DI. Karenanya, 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 demikian 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 Departemen Supplier Development PT DI sebagai anggota INACOM sehingga dapat mengakomodasi badan usaha dalam mengatur stok, baik saat proses produksi maupun digunakan untuk layanan purnajual (AMO/MRO dan GSE).

# 6

## ***MAINTENANCE REPAIR AND OVERHAUL (MRO)***





## 6.1 Kondisi Pengembangan AMO/MRO Global

### 6.1.1 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 RFID, *part identification*, sehingga performa 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 *artificial intelligence*. Dalam mengumpulkan data, tidak memerlukan campur tangan operator, tidak perlu membongkar unit saat *line maintenance*, cukup dimonitor dari jarak jauh sehingga mengurangi jam kerja dan diperkirakan 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 tidak hanya untuk penjadwalan 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. Oleh karena itu, diperlukan regulasi mengenai keterbukaan dan kontrol data elektronik pesawat sehingga dapat menjamin AMO/MRO independen dapat terus beroperasi.

## 6.1.2 Tren Permintaan Pasar AMO/MRO Dunia

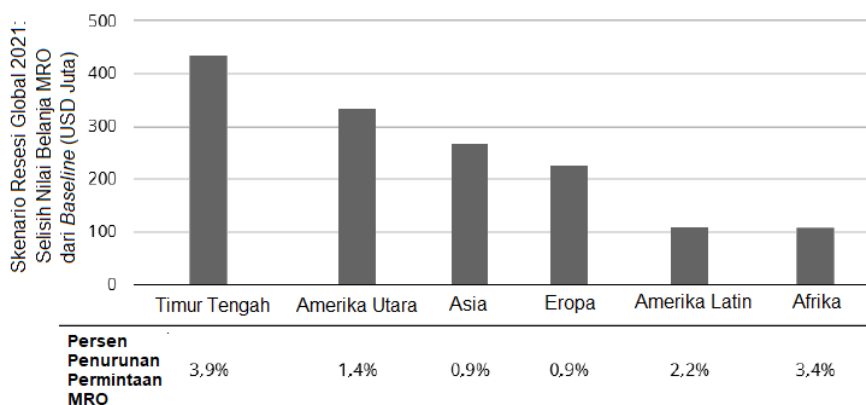
Tabel 6-1. Proyeksi Pesawat Aktif dan Tipe Pekerjaan AMO/MRO [87]

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				
<b>Total</b>	<b>27.884</b>	<b>4.529</b>	<b>39.011</b>	<b>6.298</b>	<b>3,4%</b>	<b>3,4%</b>	<b>16,24%</b>	<b>16,14%</b>

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				
<b>Airframe</b>	<b>\$17,4</b>	<b>\$3,2</b>	<b>\$24,0</b>	<b>\$4,2</b>	<b>3,3%</b>	<b>3%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>
<b>Engine</b>	<b>\$43,5</b>	<b>\$7,9</b>	<b>\$64,2</b>	<b>\$11,4</b>	<b>4,0%</b>	<b>4%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>
<b>Component</b>	<b>\$16,3</b>	<b>\$2,7</b>	<b>\$23,1</b>	<b>\$4,1</b>	<b>3,5%</b>	<b>4,3%</b>	<b>17%</b>	<b>18%</b>
<b>Line</b>	<b>\$13,5</b>	<b>\$2,2</b>	<b>\$19,1</b>	<b>\$3,4</b>	<b>3,5%</b>	<b>4,4%</b>	<b>16%</b>	<b>18%</b>
<b>Total</b>	<b>\$90,7</b>	<b>\$16,0</b>	<b>\$130,4</b>	<b>\$23,1</b>	<b>3,7%</b>	<b>3,7%</b>	<b>18%</b>	<b>18%</b>

Proyeksi pada tahun 2030 menunjukkan 17% pesawat dunia akan berada di Asia Pasifik (6298 Unit), 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% per tahun hingga satu dekade ke depan akibat meningkatnya potensi ekonomi domestik, tingginya investasi infrastruktur, dan berkembangnya masyarakat kelas menengah. Adapun India sebagai pasar terbesar kedua di Asia Pasifik, memiliki rata-rata umur armada <10 tahun juga akan memiliki lonjakan jumlah unit pesawat terbang aktif dalam satu dekade ke depan. Selain Cina dan India, 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 demikian, potensi pekerjaan AMO/MRO pasca Covid-19 diproyeksikan cenderung 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% dari proyeksi belanja AMO/MRO – walaupun menggunakan skenario resesi global akan terus berlangsung pada tahun 2021.



Gambar 6-1. Skenario Kontraksi Permintaan AMO/MRO Dunia [87]

Melihat Asia Pasifik berkontribusi cukup signifikan dalam pertumbuhan unit pesawat terbang aktif maupun pekerjaan AMO/MRO, maka Indonesia perlu melihat potensi AMO/MRO sendiri 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 demikian, Thailand saat ini sudah memiliki stasiun *repair* terbanyak di Asia Tenggara yang dapat mengerjakan perbaikan *engine* dan *major overhaul*. Sedangkan Indonesia belum memiliki kapasitas perbaikan, sertifikasi, maupun portfolio dengan maskapai /OEM untuk pekerjaan tersebut. Terlebih lagi, lokasi Indonesia di Asia Tenggara kurang kompetitif untuk menjadi hub dunia. Sebagai negara kepulauan dengan luas terbesar di Asia Tenggara, Indonesia 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).

## 6.2 Kondisi Pengembangan AMO/MRO Indonesia

### 6.2.1 Potensi Pengembangan

#### 6.2.1.1 Proyeksi Peningkatan Nilai AMO/MRO

Proporsi nilai pekerjaan MRO dan tingkat pertumbuhan MRO di dunia digunakan sebagai pedoman untuk perhitungan detail pasar potensial MRO Indonesia. Sedangkan proporsi nilai pekerjaan MRO (d disesuaikan dengan 17% *line maintenance* oleh GMF) dan tingkat pertumbuhan MRO di Asia Pasifik digunakan untuk perhitungan daya serap Indonesia. Adapun pasar potensial MRO Indonesia dihitung dengan menggunakan data pengeluaran MRO dunia pada tahun 2019 sebesar USD 1,2 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 yang dilakukan di Indonesia, baik untuk penerbangan domestik dan internasional (USD 420 juta pada tahun 2019).

Nilai MRO yang dihitung eksklusif untuk pekerjaan komersial (non-militer) 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 perlu tumbuh konstan 5-7 persen per tahun. Dengan tingkat pertumbuhan tersebut, daya serap pelaku AMO/MRO di Indonesia pada tahun 2045 diperkirakan mampu mencapai nilai pasar sebesar USD 2 miliar. Untuk mencapai target nilai pasar tersebut, diperlukan pengembangan kemampuan di semua segmentasi pasar, utamanya pada jasa *Engine dan Airframe Maintenance* yang akan menjadi kontributor utama aktivitas MRO domestik.

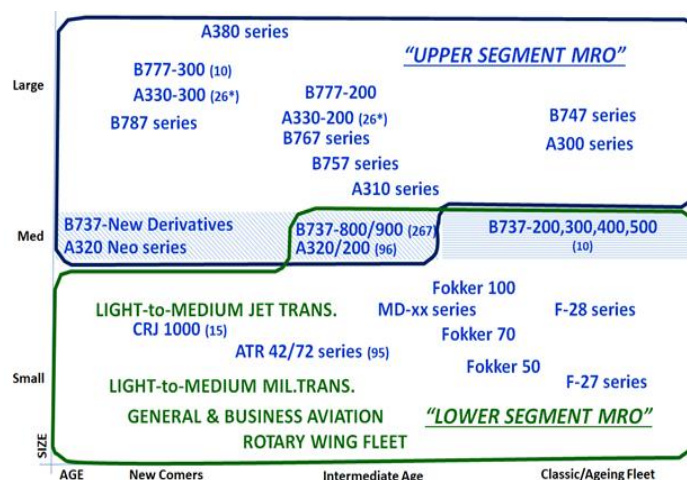
Tabel 6-2. Proyeksi Nilai AMO/MRO di Indonesia (USD Juta) [87-89]

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>	1.200	1.439	1.898	2.506	3.277	4.288
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>	420	545	768	1.082	1.472	2.003
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

Proyeksi ini telah 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% per tahun pada tahun 2025 merupakan pertumbuhan non-organik. Walaupun kondisi ekonomi sedang melemah, hal ini menjadi kesempatan Indonesia dalam menarik investasi dan strategi 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 USD 2 miliar.

### 6.2.1.2 Pemetaan Kapasitas Badan Usaha

Berdasarkan umur/ tahun produksi, jumlah pesawat terbang yang ada di Indonesia lebih banyak di segmen *intermediate age*. Demografi ini cukup menguntungkan karena semakin kecil pesawat terbang, maka lebih mungkin bahwa frekuensi terbang semakin sering dan lebih sering membutuhkan pemeliharaan. Sedangkan berdasarkan umur, semakin tua suatu pesawat maka nilai perbaikan semakin besar.

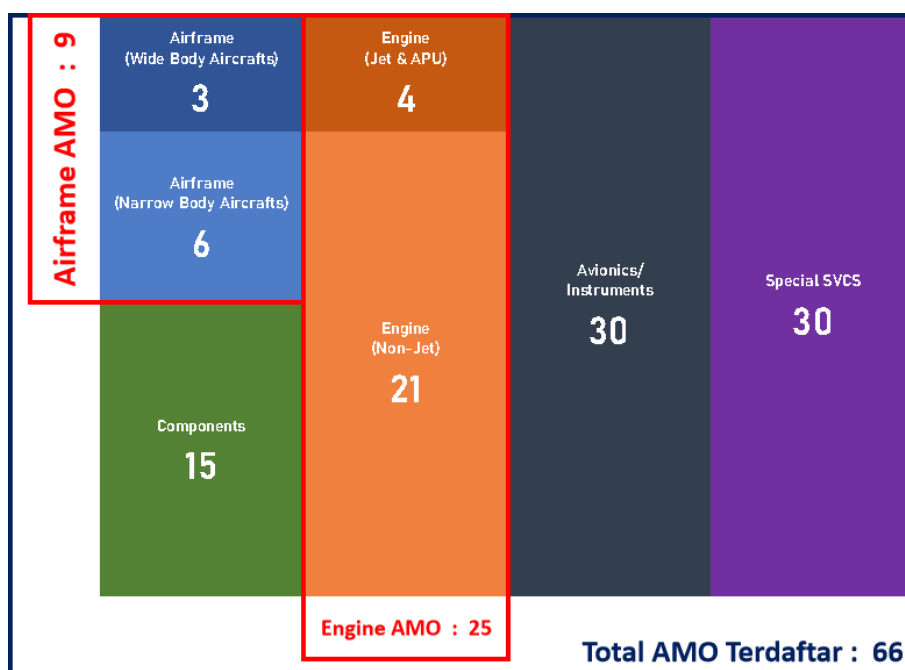


Gambar 6-2. Pemetaan Usia dan Ukuran Pesawat Terbang yang Beroperasi di Indonesia [90]

Berdasarkan pemetaan kompetensi dalam mendukung perakitan pesawat terbang domestik, industri AMO/MRO Indonesia disarankan untuk fokus terhadap *Aerostructure*. Contohnya GMF yang melakukan mayoritas pekerjaan *Airframe*. Namun demikian, perlu dipertimbangkan bahwa kegiatan AMO/MRO dengan frekuensi tinggi adalah pekerjaan *Avionics* atau memiliki nilai tambah tinggi adalah pekerjaan *System Engine*. Badan usaha untuk AMO/MRO *Avionics* memiliki jumlah yang cukup dan kapasitas / portofolio yang 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*. Sedangkan 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.

Berdasarkan informasi yang disajikan di Gambar 6-3, ada 66 jumlah AMO/MRO di Indonesia ditahun 2019. Jumlah revenue pada tahun 2019 diperkirakan sebesar USD 420 Juta dari volume bisnis keseluruhan sebesar USD 1,2 miliar. Dari jumlah itu, sebagian besar didorong oleh GMF dan BAT (kurang lebih 80%). Saat ini jumlah AMO dengan kemampuan untuk melaksanakan jasa AMO/MRO Large Airframe berjumlah 3 buah, mampu menangani *wide body* dan *narrow body aircraft*. Jumlah AMO dengan kemampuan AMO/MRO Large Engine berjumlah 4 buah yang mampu menangani hingga jet engine. Dari 66 perusahaan AMO, sebagian terbesar adalah perusahaan menengah dan kecil, sehingga perlu dilakukan hal hal sebagai berikut:

1. Konsolidasi dan kolaborasi kemampuan perusahaan
2. Upgrading SDM dan infrastruktur fasilitas
3. Penyesuaian regulasi diperlukan untuk mengatur agar setiap AMO/MRO memenuhi persyaratan minimum dari segi kapabilitas, SDM, dan fasilitas infrastruktur agar menjamin kualitas layanan jasa AMO/MRO yang diberikan.



Gambar 6-3: Komposisi & Kapabilitas AMO/MRO di Indonesia [91]

### 6.2.1.3 Potensi Perluasan Pasar di Indonesia

Untuk dapat mengerjakan MRO, badan usaha harus memiliki sertifikasi AMO Part 145. Pekerjaan MRO harus sesuai dengan dokumen yang disiapkan oleh OEM, antara lain *Aircraft Maintenance Manual (AMM)*, *Maintenance Planning Document (MPD)*, dan *Troubleshooting Manuals (TSM)*. Untuk mengerjakan *overhaul*/ pekerjaan modifikasi, badan usaha perlu memiliki sertifikasi Part-21 Major, sedangkan saat ini GMF sebagai MRO terbesar di Indonesia hanya memiliki sertifikasi Part-21 Minor.

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 optimum 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 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, namun pasar tersebut cenderung sepi.

## 6.2.2 Tantangan Pengembangan

### 6.2.2.1 Sertifikasi dan Portofolio Terbatas

GMF sebagai AMO/MRO terbesar di Indonesia memiliki sertifikasi pekerjaan yang cukup komprehensif, Namun demikian, secara keseluruhan badan usaha AMO/MRO di Indonesia masih terbatas pada pekerjaan minor (*line maintenance*). GMF sendiri belum mampu melakukan modifikasi mayor. Artinya, 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 portofolio sehingga mendapatkan sertifikasi modifikasi *major* dan membuka kesempatan pekerjaan mayor untuk pesawat militer maupun komersial di masa mendatang.

### 6.2.2.2 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 demikian, 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. Adanya duopoli antar maskapai, pasar AMO/MRO di Indonesia juga semakin ketat dengan Lion Group mengembangkan AMO/MRO sendiri melalui Batam Aero Technic (BAT).

Selain dipengaruhi oleh kerja sama maskapai, maka pekerjaan AMO/MRO di Indonesia juga dipengaruhi oleh kerja sama dengan OEM dan bandar udara. Dengan kontrol data OEM terhadap produk pesawat maupun 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 terdapat skema asuransi pemeliharaan/ AMO/MRO yang menarik.

Sedangkan kerja sama AMO/MRO dengan bandara adalah agar 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 (IAMSA). Pilihan *outsourcing* AMO/MRO menjadi terbatas. GMF sendiri dengan kepemilikan sertifikasi yang cukup komprehensif serta pengalaman AMO/MRO yang cukup lama dapat melatih maupun 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 kapasitas spesialisasi pekerjaan AMO/MRO dan dapat diutilisasi di seluruh Indonesia.

### 6.2.2.3 Tingginya Harga Operasional AMO/MRO

Walaupun harga 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 Ground Support Equipment.

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 antar pekerjaan AMO/MRO berdampak pada penjadwalan datangnya barang tidak sesuai dengan mulainya pekerjaan AMO/MRO.

## 6.2.3 Rekomendasi

### 6.2.3.1 Peningkatan Sertifikasi dan Portfolio Kerja

DKUPPU sebagai Lembaga yang mengeluarkan sertifikasi terkait 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 menyediakan layanan *one stop maintenance*, namun juga meningkatkan nilai tambah melalui penggantian komponen dan

perbaikan *system engine (hydraulic, pneumatic)*, sistem *avionics*, perakitan/ overhaul untuk angkutan kargo maupun penumpang, maupun 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.

Untuk memperluas upaya peningkatan SDM, diperlukan badan usaha yang memiliki sertifikasi AMTO sehingga dapat menghasilkan teknisi dan *engineer* yang berkualitas untuk pekerjaan AMO/MRO. Saat ini sudah cukup AMO/MRO yang bekerja sama dengan maskapai untuk meningkatkan kapasitas SDM, misalnya GMF dan MMF yang telah memiliki fasilitas pengembangan SDM bersertifikasi 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/ *Aircraft Maintenance Organization*) yang dilengkapi dengan *Instruction for Continued Airworthiness* (ICA), *Aircraft Maintenance Manuals* (AMM), *Maintenance Planning Document* (MPD). Dengan mendapatkan sertifikasi tersebut, diharapkan badan usaha AMO/MRO dapat dipercaya oleh OEM maupun Maskapai berstandar EASA/FAA.

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

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

Dari segi operasional, GMF sebagai BUMN MRO/AMO disarankan untuk membentuk suatu konsorsium atau memiliki departemen tersendiri (*Partner/ Supplier Development*) sehingga dapat bekerja sama dengan badan usaha MRO lain (anggota IAMSAs) maupun badan usaha komponen (anggota INACOM) sehingga melengkapi rencana suplai 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 sehingga ingin tergabung dalam suatu konsorsium, tanpa merasa pekerjaan MRO yang dilakukan tumpang tindih antar badan usaha.

Untuk dapat meningkatkan kerja sama 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*" Garuda 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 hangar luar negeri (misalnya Jepang).

Kebutuhan kerja sama dengan ekosistem dirgantara tidak hanya untuk tujuan mendapatkan proyek saja, namun juga peningkatan kapasitas untuk pekerjaan AMO/MRO maupun pada jenis pesawat tertentu. Pada proyek overhaul MRTT, disarankan agar GMF bekerja sama dengan AMO/MRO internasional yang lebih berpengalaman

(misalnya Lufthansa Technik) untuk *transfer knowledge*. Kerja sama tersebut diharapkan dapat menjadi portofolio untuk diikuti kembali oleh LHT dalam melakukan proyek overhaul pesawat militer maupun komersial.

### 6.2.3.3 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 demikian, 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.

Selain itu, berbeda dengan kondisinya sekarang, 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 melakukan revisi 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 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 USD 2 miliar pada tahun 2045.

Dengan jumlah industri MRO/AMO asing (136 *foreign AMO/MRO*) yang memiliki izin untuk beroperasi di Indonesia sangat tinggi dibandingkan dengan industri MRO/AMO dalam negeri (66 badan usaha), maka diperlukan adanya regulasi/kebijakan khusus oleh pemerintah agar perawatan pesawat oleh AMO/MRO asing (*foreign AMO/MRO*) hanya bisa dilakukan jika terdapat kekurangan kapasitas dan kapabilitas AMO/MRO dalam negeri.



**7**

# **JASA PENERBANGAN DAN KEBANDARUDARAAN**



**7.1 Data dan Proyeksi Jasa Penerbangan**

**7.1.1 Data dan Proyeksi Rute Internasional dan Domestik**

Pada tahun 2018, terdapat 406 rute domestik dan 153 rute internasional. Peningkatan rute domestik maupun internasional hingga 2045 diperkirakan mencapai kurang lebih 2x lipat, dengan penambahan kapasitas domestik dan internasional sebesar masing-masing mendekati 80 juta penumpang domestik dan 52 juta penumpang internasional yang dilayani. Penambahan rute domestik hingga tahun 2045 akan menghubungkan 125 kota baru hingga mencapai total 263 kota di Indonesia yang memiliki akses angkutan udara. Adapun penambahan rute internasional pada tahun 2045 akan menghubungkan antara 35 kota di Indonesia dengan 135 kota di luar negeri. Setelah tahun 2020, diperkirakan bahwa proyek infrastruktur tidak akan tumbuh setinggi periode 2015-2018. Oleh karena itu, tingkat pertumbuhan historis per tahun (CAGR/ *Compound Annual Growth Rate*) pada periode 2015-2018 adalah yang digunakan untuk menghitung proyeksi per lima tahun. Sedangkan untuk proyeksi tahun 2020, rute internasional diperkirakan tidak berubah dari data pada tahun 2018, sementara rute domestik akan mencerminkan 20% peningkatan (atau dihitung proporsional dari 100% pertumbuhan per lima tahun). Hal ini diakibatkan adanya penutupan beberapa rute internasional dan domestik karena pandemi Covid-19 pada tahun 2020. Tabel 7-1 & Tabel 7-2 masing-masing menunjukkan data pertumbuhan rute internasional & domestik Indonesia untuk tahun 2015-2018 serta perhitungan hasil proyeksi hingga tahun 2045.

Tabel 7-1. 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	
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%
	<b>Kota terhubung</b>											
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 7-2. 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	
5,3%	Kapasitas sesuai Izin (Juta)	126	130	146	147	149	156	165	182	202	224	1,7%
8,2%	<b>Kota terhubung</b>	109	115	128	138	140	152	164	192	225	263	2,5%

## 7.1.2 Data dan Proyeksi Lalu Lintas Internasional dan Domestik

Tabel 7-3. Proyeksi Jangka Panjang Pertumbuhan PDB Dunia dan Indonesia [92]

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>

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. Seperti yang disajikan di Tabel 7-3, data proyeksi PDB dunia diambil dari *Outlook Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD), yang memperkirakan 82% 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 pertumbuhannya relatif signifikan.

Tabel 7-4 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 7-5 disusun berdasarkan proyeksi OECD serta disesuaikan dengan penurunan ekonomi akibat krisis *Great Lockdown* di pada tahun 2020 akibat pandemi Covid-19. ICAO & UNWTO memperkirakan lalu lintas penerbangan di tingkat internasional turun hingga 70% pada tahun 2020. Setiap negara masih memberlakukan penutupan perbatasan dan baru akan pulih paling cepat tahun 2024.

Tabel 7-4. Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri [93]

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 nya 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.

Berdasarkan proyeksi hingga tahun 2045, jumlah pesawat datang/berangkat tumbuh hingga lebih dari 2x lipat dan jumlah penumpang datang/berangkat diprediksi tumbuh hingga 3x lipat dibandingkan jumlah pada tahun 2018. Peningkatan volume barang juga meningkat sebesar 2x lipat, dengan persentase impor antara 60%-70% dari total lalu lintas barang.



Tabel 7-5. Proyeksi 2020-2045 Lalu Lintas Angkutan Udara Luar Negeri di Bandara Dalam Negeri

Lalu Lintas Internasional	2020	2025	2030	2035	2040	2045	CAGR	CAGR
							2020-2045	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>

Pola perhitungan yang sama digunakan untuk perhitungan domestik. Tabel 7-6 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% pada tahun 2020. Walaupun penerbangan dunia diperkirakan pulih mulai tahun 2024, diperkirakan kondisi penerbangan di Indonesia sudah kembali normal lebih cepat (sekitar tahun 2022).

Tabel 7-6 Data 2013-2018 Lalu Lintas Angkutan Udara Domestik di Bandara Dalam Negeri [93]

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 dan seiring dengan peningkatan pendapatan masyarakat dan dorongan kebijakan pemerintah. Berdasarkan proyeksi hingga tahun 2045 di Tabel 7-7, maka jumlah pesawat datang/berangkat 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 7-7. 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 (Ribu unit)	617	1.221	1.623	2.157	2.867	3.800	7,5%	5,8%
Pesawat Berangkat (Ribu 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>

### 7.1.3 Data Produksi Angkutan Udara Niaga Berjadwal

Produksi angkutan udara niaga berjadwal luar negeri pada tahun 2018 menunjukkan tren pertumbuhan penumpang sebesar 14% atau mencapai 36 juta penumpang. Tingkat keterisian penumpang (*load factor*) juga cukup baik di kisaran angka 75%, 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. Proyeksi yang dapat diantisipasi adalah rendahnya *load factor* yang menjadi mandat *social distancing* dan memaksa seluruh moda transportasi untuk hanya mengisi 50% dari kapasitas penumpang. Hal ini sangat memberatkan maskapai yang rata-rata harus mengisi 77% kapasitas pesawat untuk *break even point* setiap berangkat. Akibatnya kerugian maskapai tersebut harus dibayar oleh konsumen dengan harga yang lebih tinggi. Dalam sepuluh tahun terakhir, harga tiket pesawat sangat murah dan konsumen sangat sensitif terhadap kenaikan harga. Terlebih lagi, protokol kesehatan seperti penggunaan Alat Perlindungan Diri di dalam pesawat, biaya pembersihan pesawat, kebutuhan tes kesehatan, dan antisipasi karantina meningkatkan *deterrent factor* bagi masyarakat untuk menggunakan angkutan udara.

Tabel 7-8. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Internasional Berjadwal [94]

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%

Tabel 7-8 menunjukkan data produksi angkutan niaga internasional berjadwal. Dapat dilihat bahwa akibat pandemi Covid-19 yang terjadi pada tahun 2020, nilai pertumbuhan jumlah penumpang (*passenger growth*) mengalami perubahan ke arah negatif yang sangat drastis. Sementara Tabel 7-9 menunjukkan pertumbuhan penumpang angkutan niaga dalam negeri berjadwal. Disini dapat dilihat bahwa pertumbuhan penumpang sempat stagnan pada tahun 2015 (0,17%) dan *rebound* sebesar 16,65% pada tahun 2016 dalam dua tahun terakhir, mulai terjadi tren perlambatan – pertumbuhan pada tahun 2017 sebesar 8,4% diikuti penurunan hingga nilai pertumbuhan

penumpang hanya 5,23% pada tahun 2018. Adapun tingkat pertumbuhan penumpang relatif sejalan dengan tingkat pertumbuhan keberangkatan pesawat, dengan angka faktor keterisian penumpang yang stabil di kisaran 77-78%, pada periode tersebut menunjukkan bahwa jumlah keberangkatan sebagai cerminan penyediaan kapasitas secara inheren akan mengikuti dinamika kebutuhan keberangkatan penumpang dengan *load factor* sebagai titik kontrol keseimbangan.

Tabel 7-9. Data 2013-2018 Produksi Angkutan Niaga Dalam Negeri Berjadwal [94]

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
<b>Aircraft Departure</b>	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
<b>Passenger Carried</b>	76.498.400	76.628.867	89.385.365	96.890.664	101.961.268	79.466.559	21.611.737
<b>Freight Carried (Ton)</b>	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%	<b>78,77%</b>	<b>78,54%</b>	<b>77,55%</b>	<b>78,50%</b>	<b>74,73%</b>	<b>61,07%</b>
Passenger Growth		<b>0,17%</b>	<b>16,65%</b>	<b>8,40%</b>	<b>5,23%</b>	<b>-22,06%</b>	<b>-72,80%</b>
Aircraft Departure Growth		<b>3,56%</b>	<b>15,91%</b>	<b>8,59%</b>	<b>5,47%</b>	<b>-16,64%</b>	<b>-67,41%</b>
Ton KM Performed (thousand)		<b>5.940.617</b>	<b>6.497.357</b>	<b>6.951.139</b>	<b>7.794.067</b>	<b>6.340.009</b>	<b>3.478.701</b>
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		<b>66,17%</b>	<b>56,78%</b>	<b>62,11%</b>	<b>64,28%</b>	<b>61,43%</b>	<b>99,82%</b>

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 di negara kepulauan Indonesia. Jumlah penumpang lalu dikoreksi di tahun 2019 dan mengalami penurunan 22% dari tahun sebelumnya 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. Dapat dilihat bahwa walau terjadi pandemi, nominal *load factor* tetap berada di sekitar nilai 60% yang menandakan bahwa tidak hanya jumlah penumpangnya yang berkurang, namun maskapai juga memberlakukan penyesuaian jumlah pesawat yang beroperasi guna menekan pengeluaran.

#### 7.1.4 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. Maskapai yang diamati merupakan badan usaha angkutan udara niaga nasional yang lebih lanjut 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.

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.

Tabel 7-10. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Dalam Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [93]

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>

Untuk penumpang Lion Group, terlihat bahwa pertumbuhan pangsa pasar angkutan domestik per tahunnya cukup signifikan. Bahkan apabila Garuda Group bergabung dengan Sriwijaya Group, pangsa pasar Lion Group tetap lebih tinggi untuk pengangkutan penumpang domestik. Lion Group memiliki cakupan penerbangan domestik yang sangat luas, bahkan memiliki pangsa pasar terbesar untuk mengangkut penumpang di timur Indonesia. Namun demikian, Garuda Group masih cukup dominan untuk pangsa pasar penerbangan internasional. Pangsa pasar angkutan udara internasional bersaing secara ketat oleh Air Asia Group sejak tahun 2014. Walaupun pada tahun 2018, pertumbuhan pangsa pasar Garuda Group dan Air Asia Group sedikit melemah dan pangsa pasar Lion Group untuk angkutan penumpang internasional menguat cukup signifikan.

Tabel 7-11. Pangsa Pasar Penumpang Angkutan Udara Luar Negeri Berdasarkan Badan Usaha Angkutan Udara Niaga Nasional Tahun 2014 – 2018 [93]

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>

### 7.1.5 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: (a) menghubungkan daerah terpencil, tertinggal dan belum terlayani oleh moda transportasi lain, dan secara komersial belum menguntungkan, (b) mendorong pertumbuhan dan pengembangan wilayah, dan (c) mewujudkan stabilitas pertahanan dan keamanan negara, seperti contohnya di daerah perbatasan. Evaluasi rute perintis dilakukan sekurang-kurangnya 1 tahun sekali oleh Dirjen Perhubungan Udara, Kuasa Pengguna Anggaran, Unit Penyelenggara Bandar Udara atau 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 Pudjiastuti Aviaton, PT Marta Buana Abadi, PT Smart Cakrawala Aviation, PT Asian One, PT Trigana Air Service dengan total unit beroperasi sebanyak 75 unit pesawat.

Tabel 7-12. Tipe, Kapasitas, dan Jumlah Unit Pesawat Perintis Beroperasi (2018) [95-99]

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

Berdasarkan kapasitas pesawat perintis, ditetapkan target per keberangkatan setiap penerbangan sebanyak 10 penumpang. Namun dengan rata-rata tingkat keterisian hanya 7-8 orang per keberangkatan, terdapat antara 77,080 hingga 107,221 penumpang yang disubsidi per tahun. Diperlukan evaluasi operasional penerbangan perintis dengan frekuensi keberangkatan yang rendah (<70% atau setidaknya <4 per minggu) serta tingkat keterisian yang rendah (<50%), misalnya Koordinir Wilayah (Korwil) Wamena, dan Dekai, Nabire, Timika, dan Jayapura.

Tabel 7-13. Realisasi Angkutan Udara Perintis Berdasarkan Koordinir Wilayah (2018) [93]

NO	KOORDINIR WILAYAH	JUMLAH BANDARA	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	BENGGKULU	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	-
	<b>TOTAL</b>	<b>195</b>	<b>214</b>	<b>28.163</b>	<b>25.142</b>	<b>89%</b>	<b>299.723</b>	<b>192.519</b>	<b>64%</b>	<b>11</b>	<b>8</b>	<b>68</b>	<b>77.080</b>	<b>107.221</b>

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.

### 7.1.6 Sektor Pariwisata

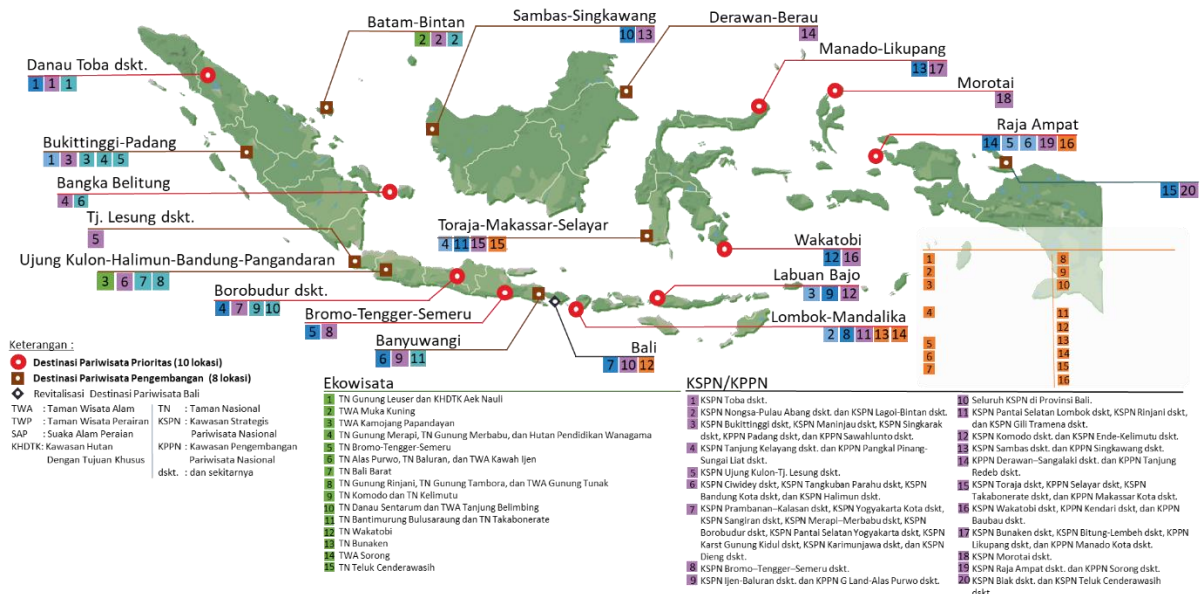
Salah satu sektor yang secara langsung turut disokong oleh pengembangan jasa penerbangan Indonesia adalah sektor pariwisata. Indonesia merupakan negara yang memiliki tingkat atraktivitas tinggi baik secara lokal maupun global. Walaupun demikian, banyak dari destinasi pariwisata di Indonesia yang masih sulit diakses karena keterbatasan infrastruktur transportasi daerahnya. Dengan intensi memacu sektor ini, pemerintah Indonesia telah merumuskan rencana pembangunan di Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan 2020-2024, yang divisualisasikan di Gambar 7-1.





Gambar 7-1: Visualisasi Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kementerian Perhubungan 2020-2024

Pemerintah telah mengidentifikasi & menentukan 10 destinasi pariwisata prioritas yang diprioritaskan pembangunannya. Melalui pengembangan pariwisata nasional, diharapkan dapat diperoleh 350 hingga 400 juta turis baik lokal maupun internasional yang akan mendatangi destinasi-destinasi wisata di Indonesia. Hal ini turut meningkatkan tingkat konektivitas udara Indonesia, termasuk untuk destinasi yang terletak di daerah 3T 1P (Terdalam, Terluar, Terisolir dan Perbatasan). Untuk menyokong program ini, telah direncanakan pengembangan infrastruktur penerbangan di 29 daerah 3T 1P yang tertuang di Rencana Strategis Direktorat Jenderal Perhubungan udara tahun 2020-2024.



Gambar 7-2: 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 7-2 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 dan semakin menunjukkan Indonesia sebagai negara yang beragam dari ujung ke ujung. Tentunya, dengan melakukan pembangunan infrastruktur transportasi udara, beragam destinasi yang tersebar di berbagai pulau di Indonesia dapat terjangkau oleh masyarakat banyak.

## 7.2 Kondisi Kebandarudaraan Indonesia

### 7.2.1 Data Bandar Udara

Bandar udara (bandara) merupakan komponen penting dalam pelayanan transportasi udara yang diperuntukkan baik secara keseluruhan atau sebagian untuk kedatangan, keberangkatan dan pergerakan pesawat – 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 7-14.

Tabel 7-14. Jumlah Bandar Udara di Indonesia Menurut Penggunaannya [94]

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 7-15. Jumlah Bandar Udara dan Pengelola Bandara Tahun 2019 [94]

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 7-16 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

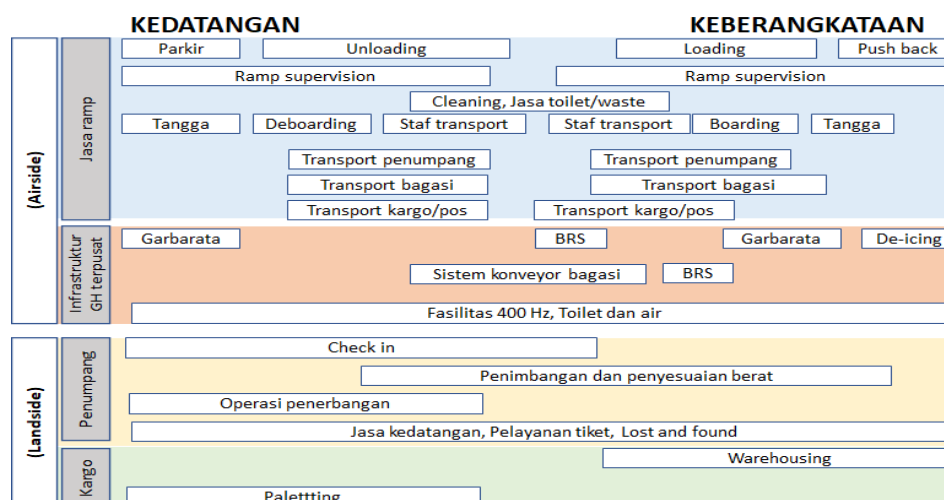
penumpang pada tahun 2018 masih berpusat di bandara BUMN, yaitu AP I dan AP II – dengan komposisi pelayanan penumpang AP I (39%), AP II (47%), BUBU (2%) dan UPBU (12%). Terlihat bahwa pola pergerakan penumpang di Indonesia menggunakan pola *hub and spoke* dengan sebagian besar *hub* merupakan bandar 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.

Tabel 7-16. Komposisi Jumlah Penumpang Berdasarkan Pengelolaan Bandar Udara Tahun 2018 [93]

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>

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

Industri penerbangan di Indonesia terus berkembang ditandai oleh jumlah penerbangan yang meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data Statistik Angkutan Udara 2013–2018, tingkat pertumbuhan total penumpang domestik 6,4% per tahun dan total penumpang internasional meningkat 7,1% per tahun. Adapun tingkat pertumbuhan total pesawat domestik sebesar 6,7% per tahun dan total pesawat internasional meningkat 4,9% 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 7-3.



Gambar 7-3. 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*, yang menjamin ketepatan waktu, ketertiban, kelancaran lalu lintas, dan keselamatan operasional bandara. Pelaksanaan *ground handling* menggunakan alat bantu *ground support equipment* (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* 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).

### 7.2.3 Peningkatan Layanan Penumpang Melalui Digitalisasi Bandar Udara

Transportasi udara kini menjadi tolok ukur kemajuan dan pertumbuhan ekonomi sebuah negara. Arus lalu lintas penerbangan, penumpang, dan barang yang semakin padat dan kompleks memerlukan layanan transportasi udara dan pengelolaan fasilitas bandara yang disesuaikan dengan perkembangan teknologi digital. Solusi berbasis teknologi selain meningkatkan keamanan, kenyamanan, dan keselamatan, namun juga kepuasan pelanggan bandara yang menikmati layanan secara mandiri (*self service*).

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, implementasi teknologi digital dalam kurun waktu 5 tahun lagi dapat diterapkan melalui *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 demikian, perlu diperhatikan mengenai kepemilikan dan keamanan data penumpang apakah sistem digital yang dapat merekam seluruh data penumpang menjadi kepemilikan *big data* industri pengelola bandara, pengelola maskapai, atau data konsumen yang terintegrasi sebagai data kependudukan.

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)**. Peningkatan lalu lintas pesawat, penumpang, barang, dan pos per tahunnya berdampak pada dinamika operasional bandara yang semakin kompleks. Hal ini menuntut adanya pengawasan terintegrasi berbasis sistem dan teknologi informasi untuk terus meningkatkan kualitas pelayanan bandara. AOCC 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 implementasi AOCC dilakukan pada sembilan bandara lainnya.

- 2. Terminal Operation Center (TOC).** TOC 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).** 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-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*. Adapun *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 secara otomatis Tasya memberikan informasi proses *check in* dan nomor *boarding gate*. Sedangkan 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.

## 7.3 Tantangan Pengembangan Kebandarudaraan dan Jasa Penerbangan di Indonesia

### 7.3.1 Rendahnya Jumlah dan Kualitas Operator

Masih banyak lembaga-lembaga pendidikan yang menghasilkan lulusan operator penerbangan maupun bandara yang tidak sesuai dengan persyaratan yang berlaku atau belum memiliki sertifikasi bertaraf internasional. Lembaga pemerintah DKUPPU (Direktorat Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara), DNP (Direktorat Navigasi Penerbangan), DKP (Direktorat Keselamatan Penerbangan) merupakan lembaga yang mengatur, mengontrol dan mengawasi standarisasi baik operator pesawat udara maupun operator airport. Lembaga Pemerintah tersebut diharapkan meningkatkan peran untuk membimbing Lembaga diklat operator sehingga dapat sesuai dengan

standar internasional. Hal ini tidak hanya menyebabkan rendahnya layanan penerbangan dan bandara, namun juga menghambat adanya inovasi dan penyerapan teknologi untuk memajukan layanan di masa mendatang.

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.

### 7.3.2 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. Oleh karena itu, dikeluarkan Keputusan Menteri Perhubungan Nomor 72 Tahun 2019 yang mengatur Tarif Batas Atas Penumpang Pelayanan Kelas Ekonomi Angkutan Udara Niaga Berjadwal Dalam Negeri yang menurunkan tarif batas atas sebesar 12% hingga 16%. Adapun hal-hal yang memengaruhi harga tiket pesawat:

1. **Sewa Pesawat.** Dalam Peraturan Pemerintah (PP) 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. Dengan adanya implementasi PP 50/2019, pembebasan PPN atas impor dan sewa pesawat serta impor suku cadang untuk perawatan pesawat dapat membuat 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. Sedangkan Yayasan Lembaga Konsumen Indonesia (YLKI) meminta tarif PPN untuk penerbangan domestik ini dapat diturunkan dari 10% menjadi 5%.
3. **Harga Avtur.** Harga avtur di Indonesia mengacu pada Mean of Platts Singapore (MOPS) dan besaran harga jual avtur berbeda-beda untuk setiap bandara berbeda-beda 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. Sementara untuk Bandara Soekarno Hatta Cengkareng sebesar Rp 8.410 per liter. Penentuan harga Avtur juga dibedakan menjadi dua jenis: (a) Regular, harga avtur yang dibeli oleh maskapai disepakati dalam kontrak jangka panjang, (2) Non-regular, 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. Pada awal tahun 2018, nilai USD sebesar Rp 13.500 sedangkan awal 2019 sedikit naik di Rp14.220 namun akibat pandemi Covid-19, nilai tukar terhadap USD berfluktuatif hingga Rp16.000 dan pertengahan tahun 2020 cukup stabil di Rp14.500.
5. **Potensi kartel.** Alasan lain yang diduga mempengaruhi harga tiket pesawat adalah adanya pembentukan harga yang dilakukan beberapa maskapai penerbangan. Saat ini, Komisioner Komisi Pengawas Persaingan Usaha (KPPU) tengah melakukan investigasi dan penyidikan atas dugaan persekongkolan harga yang dilakukan maskapai penerbangan. Walaupun belum terdapat keputusan KPPU, namun dapat dilihat bahwa pangsa pasar penerbangan selalu stabil antara Garuda Group dan Lion Group, dengan potensi akuisisi yang lebih besar untuk perluasan rute di timur Indonesia.

### 7.3.3 Rendahnya Fasilitas dan Layanan Bandara



Bandar udara sebagai simpul jaringan transportasi udara merupakan tempat berlangsungnya perpindahan antar maupun intermoda transportasi dan dalam kegiatan operasinya terjadi berbagai interaksi antar komponen terutama bandara, operator penerbangan dan pengguna jasa. Interaksi ketiga komponen tersebut membentuk berbagai sub sistem bandara yang masing masing mempunyai karakteristik dan peran dalam membentuk sistem bandara. Berdasarkan data Direktorat Bandar Udara, pada tahun 2019 hanya 153 dari total 217 bandara (70%) yang telah memiliki sertifikat fasilitas bandar udara sesuai dengan Peraturan Menteri Perhubungan Nomor 77 Tahun 2015 tentang Standardisasi dan Sertifikasi Fasilitas Bandar Udara. Padahal sertifikasi fasilitas bandara dapat menjamin kualitas layanan yang diberikan pada semua bandara sama. 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 adalah tempat berpindah antara transportasi darat dan fasilitas yang penumpang naik/turun pesawat. Di terminal, penumpang membeli tiket, menitipkan bagasinya, dan diperiksa pihak keamanan yang terdiri dari

- Jalan akses (*access interface*) adalah area penumpang berpindah menuju jalan masuk kebagian pemrosesan penumpang. Jalan akses perlu dilengkapi: (i) peralatan bagi penumpang untuk naik dan turun dari kendaraan, posisi bongkar muat kendaraan untuk menuju atau meninggalkan gedung terminal, (2) fasilitas parkir kendaraan bermotor bagi penumpang/ pengunjung, serta fasilitas mobil sewaan, angkutan umum dan taksi, (iii) jalan menuju peralatan terminal, peralatan parkir, dan jaringan jalan umum, dan jalan bebas hambatan, (iv) fasilitas penyeberangan jalan bagi pejalan kaki, termasuk terowongan, jembatan, dan peralatan otomatis yang memberikan jalan masuk antara fasilitas parkir dan gedung terminal, (v) jalan lingkungan dan lajur bagi kendaraan pemadam kebakaran yang menuju ke berbagai fasilitas dalam terminal dan ke tempat-tempat fasilitas bandar udara lainnya, seperti tempat penyimpanan barang, tempat truk bahan bakar, kantor pos, dan sebagainya.
- Bagian pemrosesan penumpang datang/berangkat (*processing area*) yang termasuk penjualan tiket, lapor-masuk bagasi, serta pelayanan pengawasan federal dan keamanan. Bagian ini memiliki berbagai area dengan fungsi: (i) *check-in*/ pemeriksaan tiket, pendaftaran dan pencatatan penumpang dan bagasi setelah melewati curb di terminal keberangkatan. *Check-in counter* dibagi menurut maskapai penerbangannya, sedangkan administrasinya dilakukan di *Airline Ticket Office* (ATO). (ii) *Outbound* dan *Inbound Baggage Area* untuk mengumpulkan bagasi setelah *check-in*. (iii) *Baggage Claim Area* di terminal kedatangan penumpang, termasuk *claim service equipment* berupa ban berjalan untuk mempermudah penumpang dalam mengambil bagasinya. (iv) *Security Control*/ pemeriksaan keamanan menggunakan magnetometer dan sinar-X yang dapat dilihat oleh petugas melalui monitor.
- Daerah pertemuan dengan pesawat (*flight interface*) untuk pemindahan penumpang/ barang dari dan ke pesawat setelah berpindah dari *processing area* – yang dilengkapi fasilitas: (i) Ruang terbuka (*Counorse*) untuk sirkulasi menuju ruang tunggu keberangkatan, (ii) Ruang keberangkatan yang digunakan penumpang untuk menunggu keberangkatan, (iii) Peralatan garbarata, serta (iv) fasilitas-fasilitas keamanan yang digunakan untuk memeriksa penumpang dan bagasi serta memeriksa jalan untuk umum yang menuju daerah keberangkatan penumpang.

b) Menara pengawas lalu lintas penerbangan (*Air Traffic Controller*) untuk mengukur, memandu, dan mengawasi lalu lintas pesawat udara yang akan lepas landas maupun yang akan mendarat demi menciptakan keselamatan penerbangan. Petugas ATC berkomunikasi dengan masing-masing pilot pesawat udara dengan komunikasi dapat dimonitor oleh *flight operator* dari masing-masing maskapai.

Navigasi bandara dikelola oleh AirNav Indonesia dan berencana untuk investasi untuk modernisasi peralatan CNS-A (*Communication, Navigation, Surveillance dan Automation*) serta meningkatkan kualitas personel layanan navigasi penerbangan di seluruh cabang bandara besar maupun perintis.

- c) Hangar merupakan area untuk kegiatan pemeliharaan pesawat Apron, untuk fasilitas bongkar muat barang dan penumpang serta juga wadah kegiatan pelayanan teknis pesawat.
- d) Terminal Barang/Kargo merupakan area untuk mengelola kargo sebelum dimasukkan ke dalam pesawat.
- e) Bangunan operasional penerbangan
- f) Bangunan Gedung Genset/Main Power House
- g) Bangunan administrasi/perkantoran merupakan ruang operasi perusahaan penerbangan untuk pegawai, peralatan, dan kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan kedatangan dan keberangkatan pesawat.
- h) Bangunan PK-PPK (Pertolongan Kecelakaan Penerbangan dan Pemadam Kebakaran). Keberadaan Pemadam kebakaran merupakan salah satu antisipasi bahaya kemungkinan terbakarnya pesawat/kecelakaan lain yang terjadi di area bandara

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) adalah suatu daerah persegi panjang yang ditentukan pada bandar udara di daratan atau perairan untuk pendaratan dan lepas landas pesawat udara. *Runway* dapat dipergunakan dua arah, dan dibangun dengan mempertimbangkan arah dan kekuatan angin.

Tabel 7-17. 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. Beberapa kegiatan yang dilakukan pada apron antara lain sebagai lokasi untuk naik-turun penumpang dan bongkar-muat barang serta isi bahan bakar pesawat.
- d)  *Holding Bay* adalah suatu tempat dimana sebuah pesawat menunggu atau memberikan jalan kepada pesawat lain (dilewati oleh pesawat lain) guna terselenggaranya kelancaran lalu-lintas di darat.
- e) *Runway End Safety Area* (RESA) merupakan area merupakan daerah 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: (a) Peralatan Bantu Pendaratan Visual, (b) Peralatan Kelistrikan Bandar Udara, (c) Peralatan Mekanikal Bandar Udara, (d) Peralatan Pemeliharaan Bandar Udara, (e) Peralatan Sistem Informasi dan Elektronika Bandar Udara, (f) Peralatan Pelayanan Darat Pesawat Udara (*ground support equipment/ GSE*) dan Kendaraan operasional yang beroperasi di sisi udara, (g) Peralatan Non Mekanikal dan Elektrikal

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.

#### 7.3.4 Rendahnya Tingkat Layanan Kargo

Berdasarkan data pertumbuhan kargo, kedatangan barang internasional pada tahun 2018 sebesar 250 ton dengan total barang datang/berangkat 457 ton. Pertumbuhan kilogram kargo internasional pada periode 2013-2018 adalah 5,4% per tahun untuk barang datang dan 0,1% untuk barang berangkat. Sedangkan 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% per tahun untuk barang datang dan 7% 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 fasilitas Pemerintah untuk memberikan kemudahan dalam pergerakan ruang udara seperti implementasi 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 7-4. Data peringkat Passenger, peringkat visa & cost competitiveness [100, 101]

Penanganan kargo Indonesia ditandai dengan *Air Trade Facilitation Index* (AFTI) masih memiliki nilai rendah 4.9 dari 10 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 atau pedagang 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. Adapun *Enabling Trade Index* (ETI) juga sangat rendah dengan skor 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, maka 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 maupun perbaikan manajemen *landside facility* untuk penanganan kargo dan pos – sehingga tidak terjadi *sorting-backlog* dan bandara tidak menahan barang terlalu lama.

### 7.3.5 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. Persentase penerbangan tepat waktu/OTP pada periode tersebut yaitu 77,16% atau sebanyak 275.172 penerbangan. Sementara, persentase penerbangan yang mengalami keterlambatan (*delay*) sebesar 20,74% atau 73.950 penerbangan, dan sisanya, persentase penerbangan yang mengalami pembatalan (*cancel*) yaitu sebesar 2,15% 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 7-18 Ringkasan OTP Maskapai Berjadwal Dalam Negeri Periode Juli - Desember 2015 [102]

No	Maskapai	Jumlah Penerbangan	Tepat Waktu (On Time Performance)		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 (*delay*) antara lain:

- 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% atau sebanyak 24.216 penerbangan dari total keterlambatan penerbangan ke-15 maskapai pada periode tersebut.
- 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% atau sebanyak 36.702 keterlambatan penerbangan.
- Faktor lain, misalnya cuaca sebanyak 15,84% atau 11.713 keterlambatan penerbangan, atau kejadian luar biasa seperti kerusakan di wilayah bandara sebanyak 2,57% atau 1902 keterlambatan penerbangan.

Sementara itu, faktor yang menyebabkan terjadinya pembatalan penerbangan (*cancel*) antara lain:

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

Faktor yang menyebabkan *cancel* atau *delay* yang disebabkan oleh kondisi bandara seperti keretakan landasan pacu, keterlambatan pengisian bahan bakar, dan terjadinya antrian pesawat yang akan *take off* maupun landing di bandara dapat diatasi melalui perawatan fasilitas bandara secara berkala, pembagian beban penerbangan antar bandara yang berdekatan, dan penggunaan teknologi terbaru yang dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional bandara. Adapun, faktor yang dipengaruhi manajemen maskapai dapat diatasi dengan penerapan standar operasional prosedur (SOP) yang lebih ketat baik bagi kru pesawat maupun konsumen. SOP juga dapat

mengantisipasi hal-hal luar biasa yang tidak dapat dikendalikan oleh maskapai dan pengelola bandara seperti kejadian akibat cuaca dan kerusakan.

## 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 7-19 Jumlah Kecelakaan Penerbangan di Indonesia yang diinvestigasi oleh KNKT [103]

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). Beberapa penyebab kecelakaan yang terjadi di Indonesia diantaranya adalah cuaca, kendala teknis seperti kerusakan mesin atau kehabisan bahan bakar, perangkat lunak yang tidak sesuai dengan fungsi, human error yang diakibatkan oleh 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:

- Pengembangan *Airport E-Commerce* dapat mendorong terjadinya transaksi penumpang. 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, dan lainnya.
- 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.
- Pengembangan *Airport E-Payment* seiring dengan peningkatan penggunaan *e-wallet* di Indonesia. Pada tahun 2018, transaksi *e-wallet* di Indonesia mencapai angka USD 1,5 miliar dan diprediksi akan meningkat menjadi 25 miliar USD pada tahun 2023. Bandara perlu beradaptasi dengan kebiasaan konsumen dari generasi milenial yang menjadi pelanggan utama angkutan udara. Pembayaran elektronik yang sudah ada di bandara saat ini



masih bersifat multi *e-payment* misalnya LinkAja, OVO Parking Payment, TravyPay, 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 demikian, perlu diperhatikan tingkat keamanan pengumpulan *big data* 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.

## 7.4 Rekomendasi Pengembangan Kependarudaraan Indonesia

### 7.4.1 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, 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 ketentuan *sustainability*. Pemanfaatan Teknologi ILS (*Instrument Landing System*) yang membantu pendaratan di bandara udara dengan tingkat level kebisingan yang rendah dan pemanfaatan slot pendaratan secara optimum. Kemudian teknologi perangkat navigasi pesawat, *Automatic Dependent Surveillance – Broadcast* (ADS – B), *Airnav Radar Box*, *Satelit ADS – B live flight tracker and Airport status* yang 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*. Selain itu, penggunaan GSE dan angkutan barang/penumpang berbasis elektrik yang rendah emisi dan tidak bising juga menjadi perwujudan bandara yang ramah lingkungan. Adapun untuk meningkatkan kenyamanan penumpang serta optimasi penanganan barang dan pos, teknologi digital seperti pelayanan mandiri untuk tiket, konfirmasi bagasi dan barang perlu ditingkatkan dan diterapkan standar pada seluruh bandara.

## 7.4.2 Integrasi Layanan Kebandarudaraan dan Jasa Penerbangan

Bandara primer atau *hub* menyediakan layanan kompleks sehingga membutuhkan integrasi informasi dan tingkat kontrol operasional yang tinggi. Beberapa pertimbangan untuk melakukan kerja sama operasi *ground handling* dengan pihak swasta antara lain meningkatkan efisiensi pelayanan dan harga kompetitif yang dapat ditawarkan kepada maskapai dan masyarakat, biaya karyawan (termasuk gaji, investasi pelatihan operator, uang pensiun) yang dikontrak secara *outsourcing*, serta efisiensi struktur organisasi yang berdampak kepada penyederhanaan pembagian sektor pelayanan, transparansi data, konektivitas informasi dan layanan, frekuensi kontrak kerja sama, serta kebutuhan administrasi. Selain itu, multi-operator untuk menangani *ground handling* akan mempersulit koordinasi operasional. Oleh karena itu, tidak direkomendasikan bagi pengelola bandara untuk mengambil alih operasi *ground handling*. 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 adalah perusahaan yang tidak memiliki usaha di bidang angkutan udara niaga berjadwal maupun tidak berjadwal. Misalnya Citilink sebagai perusahaan angkutan udara niaga seharusnya tidak mengoperasikan *ground handling* seperti RAPI Baggage Reconciliation System. Bandar udara yang akan lebih efisien untuk meningkatkan kualitas fasilitas berbasis teknologi, dan spesialisasi SDM untuk operasi navigasi yang lebih baik. Penanganan *ground handling* pada bandara yang besar akan lebih efisien apabila dilaksanakan secara *outsourcing*. Efisiensi pemeriksaan dan integrasi regulasi bea cukai di perbatasan. Dengan adanya pemindahan (menghindari *multiple inspection*, terutama untuk komponen elektronik)

Adapun layanan 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. Karena operasional penanganan barang dan pos perlu dioptimalkan sebelum menambah kapasitas bandara sebagai solusi untuk penanganan volume barang. Per 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, diharapkan pemeriksaan 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.

## 7.4.3 Peningkatan Daya Saing Operasional

Pemerintah perlu mengakomodasi fasilitas bandar udara dan jasa penerbangan di seluruh Indonesia. Namun berdasarkan pengamatan penanganan operasional maskapai dan bandara, terlalu banyak intervensi pemerintah dalam perizinan, harga dan tingkat layanan. Akibatnya, izin operasional seringkali dibatasi, saat ini penerbangan perintis hanya diberikan selama 1 tahun. Selain itu perizinan yang dikeluarkan kurang memihak operasional transportasi udara, bandara, maupun fasilitas pendukungnya dengan prosedur yang panjang. Jangka waktu perizinan sebaiknya diperpanjang, sedangkan prosedur perizinan sebaiknya dibuat lebih sederhana.

Selain itu, Pemerintah mengeluarkan beberapa regulasi terkait harga batas atas dan batas bawah untuk penerbangan Terlebih lagi dengan adanya potensi kartel pada lalu lintas domestik mainstream, disarankan agar penetapan harga angkutan domestik diserahkan kepada mekanisme pasar. Padahal BUBU merupakan mayoritas operator di Indonesia timur yang mengelola penerbangan perintis. Pembiayaan penerbangan perintis perlu

mengikutkan kerja sama dengan beberapa Pemda sehingga dapat menyewa atau menjadwalkan dan mengoperasikan pesawat secara kolektif. Selain itu, karena subsidi yang sering kali dibayarkan oleh Pemerintah telat/ melebihi rentang waktu sewa sehingga mempengaruhi harga tukar saat sewa pesawat atau pembelian avtur, tiket harga perintis perlu dipertimbangkan agar menambah komponen kompensasi keterlambatan subsidi tersebut. Pada awal tahun 2020, Daftar Negatif Investasi untuk kepemilikan investasi asing sudah dilonggarkan. Hal ini untuk meningkatkan minat investasi pasca pandemi Covid-19. Namun demikian, iklim investasi jangka panjang perlu diperhatikan – seperti perbaikan regulasi izin dan penetapan harga. Apabila setelah perbaikan regulasi tersebut, industri domestik sudah cukup kompetitif, sebaiknya DNI Kembali dibuka di masa mendatang sehingga masyarakat dapat menikmati harga tiket yang lebih terjangkau.

Selain regulasi, daya saing operasional bandara maupun jasa penerbangan juga dipengaruhi oleh kualitas SDM. Untuk mewujudkan SDM berkualitas, diperlukan *training center*, organisasi pendidikan dan pelatihan, serta perguruan tinggi yang tersertifikasi bertaraf internasional. Selain itu, meningkatkan kerja sama dengan maskapai dan bandara untuk merencanakan jumlah dan metode pengajaran yang sesuai dengan kebutuhan operator di lapangan – sehingga penyerapan tenaga kerja seimbang dengan kualitas lulusan diklat yang diharapkan. Peningkatan SDM utamanya perlu dilakukan pada setiap organisasi diklat/ lembaga pemerintah seperti seperti DKUPPU (Direktorat Kelaik-Udara-an dan Pengoperasian Pesawat Udara), DNP (Direktorat Navigasi Penerbangan), DKP (Direktorat Keselamatan Penerbangan). Hal ini untuk menjaga agar proses sertifikasi lembaga diklat baru maupun yang sudah ada memiliki standar dan kualitas yang baik. Adapun untuk sementara, sebaiknya tidak memberikan izin bekerja kepada pilot asing yang bekerja pada maskapai dalam negeri dan beroperasi di Indonesia – namun menyediakan *transfer knowledge* atau pertukaran pelajar pilot Indonesia di maskapai luar negeri sehingga kualitas pilot Indonesia tetap berdaya saing dan memiliki kesempatan bekerja.



8

# ARAH KEBIJAKAN EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN

### 8.1 Kebutuhan Koordinasi Antar Kementerian/Lembaga Untuk Industri Dirgantara

Berdasarkan pengamatan terhadap ekosistem industri dirgantara, seluruh pilar pendukung dirgantara memiliki keterkaitan satu sama lain sehingga dibutuhkan suatu komite/badan tingkat tinggi yang memiliki kewenangan dan kemampuan untuk koordinasi maupun memberikan arahan terhadap industri dirgantara secara integral. Saat ini telah terdapat Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP) yang melakukan koordinasi kebijakan pertahanan, termasuk industri dirgantara dan Komite Percepatan Penyediaan Infrastruktur Prioritas (KKPIP) yang melakukan koordinasi kebijakan infrastruktur, termasuk program *drone* Medium-Altitude Long-Endurance (MALE) kombatan. KKIP dalam melaksanakan kebijakan *offset*, melibatkan BUMN dirgantara terbatas untuk kepentingan industri pertahanan saja – namun kurang memperhatikan kebutuhan dirgantara sebagai industri komersial.

Walaupun sejauh ini, *offset* militer turut membantu BUMN dirgantara untuk membangun kapasitas dalam membangun produk pertahanan, namun menciptakan keterbatasan rantai pasok untuk menumbuhkan pemain industri dirgantara baru. Kapabilitas BUMN dirgantara dalam desain, kerekayasaan, dan rancang bangun untuk menciptakan produk komersial juga terbatas. Selain itu, pekerjaan militer mensyaratkan standar teknologi dan sertifikasi yang berbeda dengan pekerjaan komersial/sipil. Padahal industri komersial memberikan manfaat logistik untuk angkutan penumpang dan barang, serta menumbuhkan potensi industri bernilai tambah tinggi. Oleh karena itu dibutuhkan suatu koordinasi yang mengutamakan kemajuan industri dirgantara – tidak hanya sebagai industri pertahanan namun juga sebagai industri komersial.

### 8.2 Kebijakan Strategis Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan

Penyusunan Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 dilengkapi oleh tujuan dan target hingga tahun 2045 yang mencakup empat pilar, yaitu: (1) Pengembangan Industri Pesawat Terbang untuk menjadi produsen pesawat tipe turboprop dengan kapasitas <100 kursi dengan teknologi terkini, produsen *large cargo drone*, serta menjadi bagian dari tier 1 *Aerostructure* global, (2) Peningkatan Nilai Tambah dan Rantai Nilai Komponen Pasar Global dengan meningkatkan Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) Komponen Pesawat Terbang hingga 2x, serta menjadi pemasok global (*Global Supply Chain*) dengan nilai pangsa pasar 2% dari industri komponen/ pesawat dunia, (3) Peningkatan Layanan Jasa *Maintenance, Repair, and Overhaul* (MRO) dan Jasa Industri dengan mencapai daya serap layanan jasa MRO untuk pesawat yang beroperasi di Indonesia sebesar USD 2 miliar, dan (4) Peningkatan Konektivitas dan Layanan Udara dengan menghubungkan 263 kota di Indonesia dan 135 kota di luar negeri dengan standar keselamatan dan layanan yang tinggi.

Pencapaian tujuan dan target keempat pilar tersebut dijelaskan dengan matriks strategi – dimana penyusunan matriks strategi memperhatikan masing-masing tujuan pilar ekosistem dirgantara secara SMART (*Specific, Measurable, Achievable, Relevant, Time-bound*). Setiap strategi dan target capaian disusun sehingga seimbang dalam jangka waktu per 5 tahun. Penyusunan matriks strategi dilakukan berdasarkan *expert judgements* dan konfirmasi berdasarkan pengalaman dan pengetahuan dengan berbagai pemangku kepentingan – baik dari pelaku industri, ahli industri, akademisi, maupun para pengambil kebijakan.



Gambar 8-1. Visi Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia

Arahan strategi untuk setiap pilar mempertimbangkan misi/ cara Pemerintah untuk mencapai tujuan masing-masing pilar dirgantara, antara lain: (1) Peningkatan kapasitas SDM, (2) Peningkatan kemampuan rekayasa dan rancang bangun, (3) Pembangunan dan pemeliharaan infrastruktur dirgantara, (4) Strategi investasi, kemitraan dan komersialisasi, serta (5) Tata Kelola kelembagaan. Matriks strategi belum menyebutkan secara rinci prioritas/ urutan capaian yang harus dicapai per lima tahun, keterkaitan capaian antar pilar, maupun pemangku kepentingan yang bertanggung jawab dalam mencapai target capaian. Hal ini mempertimbangkan panjangnya periode perencanaan selama 25 tahun dan memberikan keleluasaan kepada Kesekretariatan Komite dalam mengidentifikasi permasalahan maupun mengeksekusi strategi yang lebih relevan pada periode tersebut.



Tabel 8-1. Strategi Pilar 1. Pengembangan Industri Pesawat Terbang

Sasaran			
- MENJADI PRODUSEN PESAWAT TIPE TURBOPROP DENGAN KAPASITAS <100 KURSI DENGAN TEKNOLOGI TERKINI - MENJADI BAGIAN DARI Tier 1 AEROSTRUCTURE GLOBAL - MENJADI PRODUSEN <i>LARGE CARGO DRONE</i>			
MISI	Strategi		
	2020-2025	2026-2035	2036-2045
<b>Meningkatkan Rekayasa &amp; Rancang Bangun</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD&amp;D dan produksi N219, N219A dengan fleksibilitas modifikasi untuk keperluan kargo</li> <li>• RD&amp;D N245</li> <li>• Penguasaan teknologi baru (seperti alternatif <i>fuel/power/material</i>) pesawat terbang</li> <li>• Adaptasi teknologi baru (seperti komposit, <i>bio fuel</i>, elektrik) untuk pesawat latih (<i>general aviation</i>)</li> <li>• Penguatan/Pengembangan bidang <i>aerostucture</i>, disertai opsi kerja sama dengan OEM/Tier 1 global</li> <li>• RD&amp;D dan produksi <i>small &amp; medium cargo drone</i> dengan kapasitas sampai 500 kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• RD&amp;D dan Produksi N245 via <i>strategic partnership</i></li> <li>• RD&amp;D dan produksi R80 via <i>strategic partnership</i></li> <li>• Penguasaan teknologi baru (seperti alternatif <i>fuel/power/material</i>) pesawat terbang</li> <li>• Adaptasi teknologi baru (seperti komposit, <i>bio fuel</i>, elektrik) untuk varian baru dari N219 dan N219A</li> <li>• Integrasi sistem untuk misi khusus (terutama <i>software, hardware, tactical</i>)</li> <li>• RD&amp;D dan produksi <i>large cargo drone</i> kargo dengan kapasitas 2000 kg</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Integrasi teknologi baru (seperti alternatif <i>fuel/power/material</i>)</li> <li>• Adaptasi teknologi untuk produk varian pesawat nasional baru</li> <li>• Pengembangan UAV/UAS tingkat lanjutan</li> </ul>
<b>Meningkatkan Kapasitas SDM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolaborasi vokasi antara PT Dirgantara Indonesia (PTDI), swasta dengan universitas politeknik, kejuruan</li> <li>• Skema <i>up-skilling</i> dan <i>re-skilling</i> untuk konversi karir profesional kedirgantaraan dari industri manufaktur lain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolaborasi vokasi dengan mitra OEM/ Tier 1/ RD&amp;D center di luar negeri (1 negara)</li> <li>• <i>Up-skilling</i> untuk integrasi sistem untuk misi khusus dan <i>full-furnished aircraft section, drone</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kolaborasi vokasi dengan mitra di luar negeri (banyak negara)</li> <li>• <i>Up-skilling</i> untuk integrasi teknologi baru dan UAV/UAS lanjutan</li> </ul>
<b>Meningkatkan Investasi, Kemitraan dan Komersialisasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skema investasi untuk <i>joint RD&amp;D</i>, termasuk kolaborasi tahap pengujian desain dengan swasta/universitas</li> <li>• Skema pinjaman untuk <i>supply chain</i> dan kredit ekspor, termasuk dengan bank luar negeri dan mitra hibah</li> <li>• Kerja sama bilateral/multilateral untuk keberterimaan <i>Type Certificate</i> Indonesia di luar negeri</li> <li>• Perluasan pasar <i>aerostucture</i> melalui pelaksanaan <i>offset</i> dan <i>bidding</i> proyek OEM/Tier 1</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 <i>industrial transfer</i> untuk perluasan pasar pesawat dan <i>drone</i> di luar negeri</li> <li>• Utilisasi <i>Aeropark City</i> untuk menarik investasi misi khusus, <i>full-furnished aircraft section, drone</i>, desain pesawat baru (opsional)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksanaan skema <i>risk-sharing partnership</i> untuk peningkatan RD&amp;D dan produksi</li> <li>• Penguatan dan perluasan pasar <i>aerostucture</i> dan UAV/UAS tingkat lanjutan di tingkat global</li> </ul>
<b>Meningkatkan Tata Kelola Kelembagaan &amp; Kebijakan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Harmonisasi tata cara pengujian desain pesawat dan <i>drone</i> sesuai dengan standar EASA/FAA</li> </ul>		

Tabel 8-2. Strategi Pilar 2. Peningkatan Nilai Tambah dan Rantai Nilai Komponen Pasar Global

Sasaran			
- MENINGKATKAN 2X NILAI TKDN KOMPONEN PESAWAT TERBANG - MENINGKATKAN MARKET SHARE HINGGA 2% DARI INDUSTRI GLOBAL SUPPLY CHAIN KOMPONEN PESAWAT			
MISI	Strategi		
	2020-2025	2026-2035	2036-2045
<b>Meningkatkan Investasi, Kemitraan dan Komersialisasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perluasan fungsi PT DI sebagai <i>focal point</i> untuk pasokan Tier 1 <i>aerostructure</i> di tingkat global</li> <li>• Pengembangan platform kolaborasi INACOM, terutama untuk pasokan komponen presisi, dan <i>avionics</i></li> <li>• Pengembangan platform kolaborasi dengan MRO untuk <i>engine refurbish</i> dan desain komponen untuk <i>repair</i></li> <li>• Pengembangan skema pembiayaan IKM dengan <i>terms</i> lunak</li> <li>• Relaksasi bea masuk dan prosedur impor untuk mesin non-konvensional, <i>chemical processing</i>, dan NDI</li> <li>• Insentif dan kemudahan investasi dalam RD&amp;D dan <i>joint production</i> dengan Tier 1</li> <li>• Peningkatan kerja sama pasokan jangka panjang dengan Tier 1 melalui eksibisi, forum bisnis, dan <i>offset/ bidding</i> kontrak</li> <li>• Pembinaan kemampuan produksi INACOM melalui <i>pilot project</i> sinergi peralatan dari Kemenperin, regulasi dari Kemenhub, dan bimbingan teknis dari PTDI.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan nilai tambah komponen dan <i>aerostructure</i>, peningkatan ekspor peningkatan pada <i>value chain</i> global</li> <li>• Peningkatan kapasitas PT DI dan 2 anggota INACOM untuk menjadi <i>supplier</i> Tier 1 global</li> <li>• Peningkatan jaringan pasokan komponen PT DI- dengan Tier 2, 3 domestik melalui <i>platform</i> terintegrasi dan perbaikan manajemen proyek</li> <li>• Utilisasi <i>Aeropark City</i> untuk menarik investasi <i>Material and Composite Center, Logistic Center, Training Center</i>, dan fasilitas uji</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan produktivitas <i>supplier</i> Tier 2, 3 domestik</li> <li>• Perluasan jaringan pasokan Tier 1,2,3 domestik untuk digunakan sebagai <i>partnership platform</i> dengan Tier 1/OEM global</li> <li>• Penguatan dan perluasan pasar komponen dan Tier 1 di tingkat global melalui kemitraan strategis (<i>risk-sharing partnership</i>)</li> </ul>
<b>Meningkatkan Rekayasa &amp; Rancang Bangun</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelatihan badan usaha komponen untuk perolehan sertifikasi AS9100, DOA, POA, NADCAP</li> <li>• Utilisasi <i>Engineering Offices</i> untuk konsultasi dan <i>self-assessment Quality Management System</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisasi <i>Engineering &amp; Innovation Center</i> untuk konsultasi dan pelatihan desain komponen, terutama untuk dukungan sistem <i>aerostructure</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisasi <i>Engineering &amp; Innovation Center</i> untuk konsultasi, pelatihan untuk desain, kerekayasaan komponen, <b>pengolahan material baru, dan produksi komponen yang mendukung teknologi baru</b></li> </ul>
<b>Meningkatkan Kapasitas SDM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skema <i>up-skilling</i> dan <i>re-skilling</i> untuk konversi karir profesional kedirgantaraan dari industri manufaktur lain</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Up-skilling</i> pemasok domestik melalui <i>integrated project management</i> dan <i>advanced manufacturing</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Up-skilling</i> pemasok domestik melalui <i>integrated project management</i> dan <i>advanced manufacturing</i></li> </ul>

Tabel 8-3. Strategi Pilar 3. Peningkatan Layanan Jasa AMO/MRO dan Jasa Industri

Sasaran <b>MENCAPAI DAYA SERAP LAYANAN JASA MRO UNTUK PESAWAT YANG BEROPERASI DI INDONESIA SEBESAR USD2 miliar</b>			
MISI	Strategi		
	2020-2025	2026-2035	2036-2045
<b>Meningkatkan Investasi, Kemitraan dan Komersialisasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MRO/AMO di Indonesia mendapatkan status EASA Part 21J Major</b></li> <li>• Menjadikan major MRO/AMO di Indonesia (GMF dan BAT) sebagai <b>marketing hub</b> untuk kolaborasi dengan MRO/AMO dan OEM luar negeri</li> <li>• <b>Pengembangan platform kolaborasi anggota IAMSA untuk MRO/AMO</b> terutama untuk <i>modern maintenance</i>, modifikasi <i>major</i>, dan <i>repair equipment</i> (termasuk <i>motorized equipment</i> untuk <i>ground handling</i>)</li> <li>• <b>Membangun MRO/AMO Center di Indonesia</b></li> <li>• Peningkatan <b>partisipasi eksibisi dan forum bisnis</b> (<i>business matching</i>)</li> <li>• <b>Insentif dan kemudahan investasi</b> untuk daya tarik kerja sama OEM/Airlines dalam mengerjakan modifikasi <i>major</i> dan <i>repair</i></li> <li>• Relaksasi impor untuk suplai komponen MRO/AMO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Kerja sama dan perizinan dengan airlines/OEM</b> untuk pemasangan sensor deteksi performansi komponen</li> <li>• <b>Peningkatan jaringan pasokan MRO/AMO</b>: skema <i>leasing</i> komponen MRO/AMO dengan <i>platform</i> terintegrasi (<i>blockchain</i>)</li> <li>• <b>Penambahan hanggar untuk one-stop maintenance</b></li> <li>• <b>Effisiensi layanan MRO/AMO</b> sehingga dapat mengerjakan MRO/AMO pada mayoritas layanan rute domestik dan <i>hub</i> Asia Pasifik</li> <li>• <b>Perluasan kerja sama</b> dan kontrak jangka panjang dengan OEM, Airlines, dan MRO/AMO global (<i>work-share agreement</i>)</li> <li>• Perluasan pasar MRO/AMO untuk pekerjaan modifikasi <i>major</i> untuk pasar Asia</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Effisiensi layanan MRO</b> sehingga dapat mengerjakan MRO pada mayoritas layanan rute domestik dan hub-Asia Pasifik</li> <li>• Penguatan dan perluasan pasar MRO domestik dan <b>hub-Asia Pasifik</b></li> </ul>
<b>Meningkatkan Rekayasa &amp; Rancang Bangun</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pelatihan badan usaha MRO/AMO</b> dalam perolehan sertifikasi AS9100, DOA, POA, AMO (part 145)</li> </ul>		
<b>Meningkatkan Kapasitas SDM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Pendirian MRO Training Organization dengan standar AMTO</b> (opsi: Peningkatan fungsi GMF sebagai AMTO, kerja sama dengan MRO/AMO global misalnya <i>Lufthansa Technical Training</i> (GMF-LHT))</li> <li>• <b>Skema up-skilling dan re-skilling</b> teknisi MRO/AMO untuk kemampuan <i>shops</i> untuk <i>engine, hydraulic, pneumatic, fuel system, component repair</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Peningkatan fungsi GMF sebagai mentor up-skilling dan re-skilling</b> anggota IAMSA</li> <li>• <b>Skema up-skilling dan re-skilling</b> teknisi MRO/AMO untuk kemampuan <i>shops</i> untuk <i>engine, hydraulic, pneumatic, fuel system, component repair</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Up-skilling untuk perbaikan engine dan penggantian komponen esensial</b>, konversi lengkap untuk misi khusus/ VIP</li> </ul>
<b>Meningkatkan Tata Kelola Kelembagaan &amp; Kebijakan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Sinkronisasi konten regulasi dan masa berlaku sertifikasi</b> Kemenhub dengan Part 147 AMTO, Part 145 AMO (standar EASA/FAA)</li> </ul>		

Tabel 8-4. Strategi Pilar 4. Peningkatan Konektivitas dan Layanan Udara

VISI			
- MENGHUBUNGKAN 263 KOTA DI INDONESIA & 135 KOTA DI LUAR NEGERI DENGAN STANDAR KESELAMATAN DAN LAYANAN YANG TINGGI - MAMPU MELAYANI PENINGKATAN JUMLAH LALU LINTAS PESAWAT, PENUMPANG & KARGO 3x S.D. 4x			
MISI	Strategi		
	2020-2025	2026-2035	2036-2045
<b>Meningkatkan Tata Kelola Kelembagaan &amp; Kebijakan</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengaturan kembali alternatif skema <i>leasing/ pooling penjadwalan</i> untuk jadwal perintis /rute <i>spoke</i></li> <li>• Perbaikan standar dalam penerapan fasilitas dan layanan bandara berbasis keselamatan, teknologi, dan berkelanjutan (<i>eco-friendly</i>)</li> <li>• Regulasi ruang udara terintegrasi dengan lalu lintas <i>drone</i> (referensi standar EASA/FAA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulasi layanan kebandaraan untuk <i>drone</i> kargo dan penumpang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembukaan rute ASEAN sesuai kerjasama ASEAN Single Aviation Market</li> <li>• Peningkatan utilitas yang setara antara <i>hub-spoke</i></li> </ul>
<b>Meningkatkan Infrastruktur</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peningkatan utilisasi fasilitas bandara</li> <li>• Integrasi <i>airlines</i>-bandara untuk optimasi rute penerbangan (<i>hub-spoke</i>), termasuk optimasi fungsi digital dan otomasi untuk layanan bandara (navigasi, <i>take-off/landing</i>) dan layanan penumpang</li> <li>• Integrasi spektrum frekuensi untuk drone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pembangunan fasilitas bandara sesuai dengan standar internasional (<i>eco-friendly</i>)</li> <li>• Pelaksanaan <i>Airport Operation Control Center (AOCC)</i> pada seluruh bandara hub (Kelas I dan II)</li> <li>• Pembangunan <i>sea plane port</i> untuk pesawat amfibi</li> <li>• Penambahan fasilitas <i>runway</i> dan ruang tunggu pada bandara hub sesuai proyeksi jumlah penumpang</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pelaksanaan AOCC dan integrasi layanan digital pada bandara <i>hub-spoke</i></li> </ul>
<b>Meningkatkan Kapasitas SDM</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pengembangan lembaga pelatihan beserta fasilitasnya dengan standar EASA/FAA, dengan kemampuan untuk mensertifikasi tenaga kerja dengan standar EASA/FAA</li> <li>• Pelatihan untuk perolehan sertifikasi <i>Air Traffic Services/Management, Air Traffic Control, Flight Information Region</i>, dan <i>Ground Handling</i> standar EASA/FAA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Membangun <i>Crew and Resources Training Center</i> yang terintegrasi dengan kebutuhan maskapai dan bandara</li> <li>• Pelatihan dan sertifikasi untuk operasional <i>seaplane</i></li> <li>• Peningkatan kapasitas dan jumlah pilot <i>seaplane</i></li> <li>• Penyediaan fasilitas <i>Flight Training Devices</i>, dan simulator untuk pelatihan pilot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Up-skilling</i> sistem digital untuk peningkatan utilitas seluruh fasilitas bandara yang terintegrasi dengan layanan penerbangan dan penumpang</li> </ul>
<b>Meningkatkan Investasi, Kemitraan dan Komersialisasi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penyederhanaan perizinan operasional bandara dan layanan transportasi udara untuk penumpang, kargo, dan <i>drone</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaksasi Daftar Negatif Investasi untuk bandara, maskapai untuk menawarkan harga kompetitif bagi konsumen (terutama rute <i>spoke</i>)</li> <li>• Meningkatkan Potensi pasar ekonomi menjadi 3,2 kali lipat.</li> </ul>

Tabel 8-5. Ringkasan Strategi dan Quick Wins Ekosistem Industri Dirgantara

VISI		EKOSISTEM INDUSTRI KEDIRGANTARAAN YANG KONDUSIF DAN BERDAYA SAING	
MISI	Strategi		
	Quick Wins (2020 - 2023)	Jangka Panjang (2024-2045)	
Meningkatkan Tata Kelola Kelembagaan & Kebijakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pembentukan Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK)</li> <li>Peningkatan efektivitas Komite Kebijakan Industri Pertahanan (KKIP)</li> <li>Pembentukan dan aktivasi Kelompok Kerja (KKIK dan KKIP) untuk memandu pelaksanaan <i>offset</i> militer yang seimbang dengan kebutuhan industri kedirgantaraan komersial</li> <li>Sinkronisasi konten regulasi Kemenhub mengenai sertifikasi 21J, 21G, 145, 147 dengan standar EASA/FAA</li> <li>Integrasi regulasi mengenai ruang udara dengan lalu lintas <i>drone</i> (referensi EASA/FAA)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sinergi kebijakan kedirgantaraan antar Kementerian/Lembaga (K/L) untuk produksi pesawat dan <i>drone</i>, pengembangan komponen dan pembentukan ekosistem rantai pasok komponen, MRO, jasa kerekayasaan dan rancang bangun, operasional jasa angkutan udara dan bandar udara</li> </ul>	
Meningkatkan Rekayasa & Rancang Bangun	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengembangan Engineering Offices (untuk pelatihan, <i>self-assessment</i>, dan perolehan sertifikasi standar sistem manajemen kualitas AS9100, DOA)</li> <li>Pengembangan industri <i>flight simulator</i> yang unggul</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pendirian Engineering &amp; Innovation Center dengan kemitraan strategis dengan OEM/Tier 1 global</li> </ul>	
Meningkatkan Kapasitas SDM	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kemitraan strategis dengan pelaku industri kedirgantaraan tingkat global untuk pengembangan SDM dalam kemampuan rekayasa dan rancang bangun</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Kemitraan strategis dalam peningkatan kapasitas dan jumlah pilot, dan teknisi perawatan pesawat (AMT) untuk kebutuhan domestik</li> </ul>	
Meningkatkan Investasi, Kemitraan dan Komersialisasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengembangan insentif investasi yang kompetitif dibandingkan negara ASEAN dalam bentuk keringanan pajak, impor barang modal, dan pemanfaatan lahan</li> <li>Pelaksanaan kerja sama dengan OEM, Tier 1, dan MRO internasional untuk rancang bangun, kerekayasaan, komersialisasi produk pesawat, komponen, dan MRO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Skema pembiayaan khusus untuk industri kedirgantaraan, termasuk skema <i>leasing</i> pesawat dan keringanan bunga kredit</li> <li>Perbaikan iklim investasi, terutama penyederhanaan perpajakan dan perizinan</li> </ul>	
Meningkatkan Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> <li>Integrasi Aeropark City (yang mencakup Composite Center, Logistic Center, Training Center)</li> <li>Pengembangan fasilitas pengujian DO160, DO178</li> <li>Mendorong perjanjian bilateral (EU, Amerika Serikat) dalam hal <i>mutual recognition</i> atas sertifikasi Indonesia terkait DOA, POA, MRO, dan AMTO dengan standar internasional (EASA/ FAA)</li> <li>Membangun institusi/lembaga sertifikasi kualitas untuk industri kedirgantaraan</li> <li>Optimasi jaringan rute penerbangan (<i>hub – spoke</i>) dengan integrasi sistem informasi dan fasilitas antara maskapai-bandara</li> <li>Pembangunan sea plane port untuk pesawat amfibi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pengembangan Aeropark City lanjutan</li> <li>Pengembangan Flight Training Devices dan simulator pelatihan pilot</li> <li>Pengembangan fasilitas uji/lab tingkat lanjut (<i>indirect lightning</i> dan <i>Electromagnetic Compatibility (EMC)</i> untuk pesawat lengkap)</li> <li>Peningkatan kapasitas bandara hub dengan jumlah runway dan ruang tunggu sesuai proyeksi jumlah penumpang</li> </ul>	



### 8.3 Konsep Keanggotaan dan Pembagian Peran Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan

Pelaksanaan tata kelola kebijakan kedirgantaraan di tingkat nasional saat ini membutuhkan koordinasi terpusat untuk memastikan pelaksanaan kebijakan secara terarah, sistematis dan efektif. Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK) perlu dibentuk untuk menjalankan tugas dan fungsi tersebut. Konsep struktur organisasi inti Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK) mencakup satu Ketua Komite, serta setidaknya empat Koordinator Komite menangani masing-masing strategi pilar ekosistem kedirgantaraan. Ketua Komite sebaiknya satu level di bawah Presiden, dengan pertimbangan bahwa Ketua Komite memiliki komunikasi yang intens dengan Presiden sehingga dapat mengambil keputusan sendiri – namun pada saat bersamaan, Ketua Komite memiliki pemahaman ekosistem kedirgantaraan yang cukup dalam sehingga dapat mengawasi perkembangan/ aktivitas Komite setidaknya setiap 3-6 bulan.

Untuk mempermudah koordinasi antar pilar, maka diperlukan dua Wakil Komite, dimana Wakil I dapat mengambil keputusan terkait dengan kebijakan yang dekat dengan badan usaha/ dirgantara komersial atau urusan domestik, sedangkan Wakil II dapat menjaga koordinasi kebijakan dirgantara sebagai industri strategis yang terkait isu pertahanan dan keamanan, serta isu diplomatis negara Indonesia dengan negara lain.



Gambar 8-2. Konsep Struktur Organisasi Komite Kebijakan Industri Kedirgantaraan (KKIK)

#### **Pembagian peran dan tanggung jawab dalam anggota inti komite**

##### **1. Ketua/Koordinator Komite**

- Memandu pelaksanaan, evaluasi, dan penyesuaian target untuk seluruh program kerja dalam Peta Jalan Ekosistem Industri Kedirgantaraan,
- Koordinasi antar Kementerian/Lembaga (K/L) dan asosiasi untuk sinergi kebijakan kedirgantaraan,
- Meningkatkan peran dalam pelaksanaan *offset* yang optimal dengan kebutuhan kedirgantaraan komersial,
- Memberikan dukungan sekretariat KKIK dan menyusun analisis dan rekomendasi kebijakan/strategi yang relevan dengan kondisi terkini, serta evaluasi pelaksanaan strategi antar kelompok kerja,
- Melakukan pertemuan koordinasi serta menyiapkan laporan kemajuan kelompok kerja secara berkala.







Gambar 8-4. Ilustrasi Keanggotaan Komite (*non-exhaustive list*)

**Pembagian peran setiap pemangku kepentingan paling tidak mencakup hal-hal berikut:**

- 1. Kementerian Koordinator Perekonomian**
  - a. Integrasi dan sinergi fasilitas *Aeropark City*,
  - b. Mengkoordinasikan skema insentif investasi dan kerja sama strategis,
  - c. Mengkoordinasi kebijakan antar K/L dan pemangku kepentingan lain.
  
- 2. Kementerian Pertahanan dan Komite Kebijakan Industri Pertahanan**
  - a. Koordinasi kebijakan industri dirgantara sebagai industri pertahanan dan industri komersial, termasuk strategi *offset*.
  
- 3. Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional**
  - a. Bertanggung jawab atas pelaksanaan strategi dan pencapaian target Pilar 1. Industri Pesawat Terbang,
  - b. Memetakan strategi pengembangan produk pesawat dan *drone* di tingkat internasional,
  - c. Koordinasi Lembaga Penelitian Non-Kementerian (LPNK) untuk pelaksanaan strategi riset, inovasi, pengembangan, jasa kerekrayasaan, desain pesawat, *drone*, komponen dan unit komponen, serta teknik AMO/MRO,
  - d. Pengembangan fasilitas *Engineering Office* dan *Innovation Center* untuk mengembangkan ekosistem kedirgantaraan.
  
- 4. Kementerian Perindustrian**
  - a. Bertanggung jawab atas pelaksanaan strategi dan pencapaian target Pilar 2. Komponen dan Pilar 3. MRO,
  - b. Mengevaluasi nilai tambah komponen/ Tingkat Kandungan Dalam Negeri (TKDN) – yang direkomendasikan untuk dihitung berbasis material dan biaya RD&D,
  - c. Koordinasi rantai pasok kedirgantaraan dengan asosiasi/badan usaha, termasuk penyusunan platform manajemen proyek untuk mendukung rantai pasok, pembangunan *material shop*, skema insentif untuk riset industri (*pull system*),
  - d. Koordinasi riset industri dan komersialisasi hasil riset untuk material dan komponen dengan Balai binaan Kementerian Perindustrian, LPNK, Asosiasi, dan Industri Kecil Menengah (IKM) bidang dirgantara,
  - e. Menyediakan fasilitas *joint production* atau fasilitas pengujian bertaraf internasional, terutama yang mencakup mesin non-konvensional, *chemical processing*, dan *Non-Destructive Inspection*,

- f. Membina SDM Industri (kemitraan swasta) untuk memperoleh sertifikasi bertaraf internasional, termasuk konsultasi mengenai manajemen kualitas, jasa rekayasa dan rancang bangun, dan teknik perawatan pesawat,
- g. Meningkatkan kemampuan teknik produksi (*advanced manufacturing*) dan kapabilitas permesinan melalui transformasi digital,
- h. Menyelaraskan materi pelatihan SDM industri sesuai dengan standar kompetensi (SKKNI) khusus industri dirgantara,
- i. Menyusun kurikulum vokasi kejuruan industri bertaraf internasional (kemitraan swasta),
- j. Mendorong penyusunan skema pembiayaan industri, skema kredit dan asuransi pesawat yang terintegrasi dengan jasa purnajual, serta berkoordinasi dengan Lembaga jasa keuangan terkait,
- k. Memetakan strategi pemasaran dan kerja sama jangka panjang untuk mendorong industri kedirgantaraan nasional menjadi pemasok komponen, unit komponen, dan *work-share agreement* MRO tingkat global.

## 5. Kementerian Perhubungan

- a. Bertanggung jawab atas pelaksanaan strategi dan pencapaian target Pilar 4. Jasa Penerbangan dan Kebandarudaraan,
- b. Bertanggung jawab atas pengawasan pelaksanaan strategi Pilar 1,2,3 untuk koordinasi kemitraan strategis, peningkatan kapasitas SDM, serta penetapan standar/ sertifikasi produk dan purnajual yang bertaraf internasional,
- c. Membina SDM jasa penerbangan dan bandara, termasuk menyediakan fasilitas pengembangan SDM,
- d. Mengintegrasikan materi pelatihan SDM dirgantara dengan standar perolehan sertifikasi internasional,
- e. Membina institusi/lembaga sertifikasi kualitas, termasuk POA, DOA, AMO, AMTO untuk industri dirgantara bertaraf internasional,
- f. Sinkronisasi standar dan sertifikasi badan usaha, fasilitas laboratorium/ pengujian, produk pesawat dan (sistem) komponen, jasa dirgantara, dan SDM dirgantara sesuai standar internasional,
- g. Melaksanakan strategi kemitraan strategis untuk kompetensi rekayasa dan rancang bangun, produksi, teknisi perawatan pesawat, dan pelaku jasa penerbangan,
- h. Melaksanakan strategi kemitraan strategis untuk pembinaan organisasi dan SDM sesuai standar internasional,
- i. Menyederhanakan perizinan operasional bandara, layanan transportasi penumpang, kargo, dan *drone*
- j. Menyederhanakan tata cara perolehan dan ekstensi sertifikasi khususnya yang terkait penerbangan perintis,
- k. Menyusun regulasi mengenai ruang udara *drone*, dan fasilitas bandara yang berbasis berkelanjutan dan digital,
- l. Optimasi jaringan rute penerbangan, termasuk *pooling* penjadwalan, optimasi fungsi digital, dan penerapan AOCC untuk layanan bandara dan penumpang,
- m. Meningkatkan layanan rute, membangun fasilitas jasa penerbangan dan bandara yang disesuaikan dengan proyeksi lalu lintas pesawat, penumpang, dan barang.

## 6. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (LAPAN)

- a. Melaksanakan RD&D pesawat dan *drone*, termasuk strategi RD&D dengan swasta,
- b. Mengintegrasikan hasil riset dengan produk pesawat dan komponen BUMN/ swasta,
- c. Membangun, memelihara dan mengembangkan fasilitas pengujian komponen kedirgantaraan, termasuk strategi kerja sama fasilitas laboratorium dengan universitas dan swasta.

## 7. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT)

- a. Meningkatkan jasa kerekeyasaan dan rancang bangun kerja sama RD&D dan fasilitas laboratorium dengan swasta untuk unit komponen pesawat dan *drone*, teknik MRO, fasilitas pendukung jasa penerbangan dan kebandarudaraan, termasuk strategi kerja sama fasilitas laboratorium dengan universitas dan swasta,
- b. Membangun, memelihara fasilitas pengujian kedirgantaraan, termasuk strategi kerja sama fasilitas laboratorium dengan universitas dan swasta,
- c. Mengembangkan industri *flight simulator*.

#### **8. Kementerian Komunikasi & Informatika**

- a. Menyediakan frekuensi lalu lintas udara untuk pesawat dan *drone* sebagai dukungan utama untuk pelaksanaan strategi dan pencapaian target Pilar 4. Jasa Penerbangan dan Kebandarudaraan.

#### **9. Kementerian Badan Usaha Milik Negara (BUMN)**

- a. Menyelaraskan dan mengawasi pelaksanaan kebijakan strategis pengembangan BUMN Kedirgantaraan (PT Garuda Indonesia, PT Dirgantara Indonesia, PT Angkasa Pura, PT Len Industri, dan lainnya),
- b. Menyediakan fasilitas bandara (PT Angkasa Pura) untuk layanan dasar pesawat dan penumpang berbasis teknologi digital,
- c. Mengintegrasikan fasilitas bandara dan operasional *ground handling* dengan swasta,
- d. Menetapkan standar kerja sama RD&D, produksi, serta pengembangan logistik dan rantai pasok antara pemerintah, institusi RD&D, industri BUMN dan BUMS, dan Lembaga pendidikan,
- e. Mengumpulkan dan melaporkan sumber informasi langsung/ data lapangan dari berbagai BUMN Dirgantara sebagai dasar penilaian dan evaluasi pencapaian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Dirgantara Indonesia.

#### **10. Kementerian Luar Negeri**

- a. Berpartisipasi aktif dalam mendorong serta merancang skema kerja sama internasional (bilateral dan multilateral) untuk industri kedirgantaraan komersial.

#### **11. Kementerian Perdagangan**

- a. Sinkronisasi tarif komponen dan bea masuk untuk komponen yang terkait dengan industri kedirgantaraan,
- b. Memastikan implementasi kebijakan imbal dagang dalam kerja sama luar negeri.

#### **12. Kementerian Perencanaan Pembangunan Nasional (PPN)/ Bappenas**

- a. Menyelaraskan program kerja Peta Jalan Ekosistem Industri Dirgantara terhadap perencanaan pembangunan di dalam Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) dan Rencana Kerja Pemerintah (RKP),
- b. Memberikan masukan terhadap implementasi koordinasi dan rancangan kebijakan antar sektor,
- c. Fasilitasi kerja sama bilateral dan multilateral,
- d. Fasilitasi kerja sama pendanaan.

#### **13. Kementerian Keuangan**

- a. Penyelarasan skema insentif fiskal untuk mendorong industri kedirgantaraan (termasuk tarif impor, insentif investasi, dan skema pinjaman/pembiayaan industri kedirgantaraan, termasuk skema *leasing* pesawat dan jasa purna jual),
- b. Bekerja sama dengan Kementerian Perindustrian dalam penyusunan skema pembiayaan industri, skema kredit dan asuransi pesawat yang terintegrasi dengan jasa purnajual, serta berkoordinasi dengan Lembaga jasa keuangan terkait,
- c. Meningkatkan iklim investasi melalui penyederhanaan sistem perpajakan.

#### 14. Badan Koordinasi Penanaman Modal (BKPM)

- a. Menyusun skema insentif investasi pelaku industri kedirgantaraan global di Indonesia,
- b. Melaksanakan promosi investasi untuk mendatangkan OEM/ Tier 1/ MRO global, termasuk berpartisipasi dan menyelenggarakan forum bisnis/eksibisi kedirgantaraan internasional.

#### 15. Industri Pesawat Terbang Berawak

- a. Menjadi *marketing-hub* bagi pengembangan industri pesawat terbang di pasar global (terutama Tier 1),
- b. Meningkatkan kerja sama industri/asosiasi komponen dan MRO/AMO domestik, terutama untuk RD&D dan pengembangan rantai pasok domestik,
- c. Menjadi sumber inisiasi *pilot projects* manufaktur guna membagi *workload* serta mengajak industri-industri yang kompeten untuk masuk di ekosistem kedirgantaraan,
- d. Menjadi sumber informasi langsung di lapangan dan narasumber utama dalam pengumpulan data untuk penilaian pencapaian ekosistem kedirgantaraan.

#### 16. Industri dan Asosiasi Pesawat Terbang Nirawak

- a. Merekomendasikan pola kerja sama RD&D, penyerapan *demand* produksi komponen dan perakitan *drone*, serta menyediakan layanan MRO *drone* domestik,
- b. Merekomendasikan frekuensi lalu lintas *drone* serta komunikasi point-to-point di darat maupun udara,
- c. Mengembangkan platform kerja sama industri *drone* di Indonesia –baik dari pengembangan material, manufaktur dan perakitan, serta sistem UAS – terutama untuk navigasi *autonomous*.

#### 17. Industri dan Asosiasi Komponen

- a. Bekerja sama dengan PT DI dan OEM/ Tier 1 Global untuk RD&D dan meningkatkan kapasitas IKM komponen di Indonesia sehingga termasuk *Qualified supplier list*,
- b. Memberikan arahan serta asistensi industri-industri lokal untuk dapat memperoleh sertifikasi guna menjadi *Qualified supplier list*,
- c. Mengembangkan platform kerja sama BUMN dan industri komponen di Indonesia untuk pesawat terbang dan *drone*,
- d. Merekomendasikan standar kerja dan perizinan industri komponen/Tier 1 di Indonesia.

#### 18. Industri dan Asosiasi MRO/AMO

- a. Bekerja sama dengan GMF dan MRO/AMO Global untuk RD&D dan meningkatkan kapasitas IKM MRO/AMO baru di Indonesia sehingga menjadi *qualified supplier list*,
- b. Mengembangkan platform kerja sama BUMN dan industri MRO/AMO di Indonesia,
- c. Merekomendasikan standar kerja dan perizinan MRO/AMO di Indonesia – termasuk untuk skema *lease*.

#### 19. Industri dan Asosiasi Bandara, Jasa Penerbangan

- a. Bekerja sama dengan bandara untuk penyediaan jasa digital, jasa *landside* dan *airside* – termasuk *ground handling* di seluruh bandara,
- b. Bekerja sama dengan *drone*/maskapai/ bandara dalam penyediaan komunikasi, ruang udara,
- c. Merekomendasikan standar dan izin usaha.

#### 20. Institusi Pendidikan dan Ahli Industri Dirgantaraan

Institusi termasuk sekolah kejuruan, pendidikan tinggi yang khusus mempelajari ilmu dirgantara dan/atau penerbangan, serta individu dan kelompok yang berlatar belakang akademisi/ praktisi dirgantara.

- a. Membina, menyiapkan dan menyediakan SDM unggul di bidang penerbangan guna menyokong pertumbuhan ekosistem kedirgantaraan Indonesia,
- b. Merekomendasikan struktur kerja sama dengan industri/ asosiasi dan LPNK untuk utilisasi fasilitas lab/pengujian di Indonesia,
- c. Meningkatkan kerja sama dengan institusi RD&D, *Engineering office*, OEM/Tier 1, MRO/AMO global untuk pertukaran pelajar dan skema vokasi di luar negeri,
- d. Merekomendasikan perubahan standar kompetensi (SKKNI) – termasuk menyesuaikan materi, tata cara mengajar, dan pengujian sesuai dengan kualifikasi yang dibutuhkan oleh industri kedirgantaraan,
- e. Melakukan riset aktif terkait *state of the art technology* yang dapat diterapkan untuk proyek pesawat terbang
- f. Melakukan koordinasi langsung dengan industri/asosiasi terkait inovasi dalam hal desain, produksi, perawatan serta tata kelola kebandarudaraan,
- g. Menyiapkan kurikulum yang berdasar pada pembinaan karakter guna mencetak SDM yang dapat bersaing di kancah internasional.



# 9

## **REKOMENDASI PENGEMBANGAN FASILITAS DAN INFRASTRUKTUR PENDUKUNG UNTUK PEMENUHAN STRATEGI**



## 9.1 Perencanaan Sumber Daya Manusia Ekosistem Dirgantara

Bidang kedirgantaraan terkenal sebagai bidang yang ketat regulasi. Hal ini tidak hanya mencakup benda-benda yang berada atau berhubungan langsung dengan pesawat terbang, namun juga meliputi material yang digunakan, proses pengerjaan & manufaktur, operasional bandar udara hingga pelatihan dan kualifikasi sumber daya manusianya. Ekosistem industri dirgantara yang sehat tidak hanya bergantung pada banyaknya jumlah investasi dan ketepatan strategi yang dipilih, namun juga sangat bergantung pada tingkat kecakapan sumber daya manusia sebuah negara untuk dapat menjalankan rencana tersebut.

Kesiapan dan kemampuan pekerja dari suatu negara juga merupakan faktor penentu yang mendasari investor asing untuk mau dan berani berinvestasi di suatu negara. Tentunya negara yang memiliki SDM terlatih akan lebih atraktif bagi investor asing. Dengan demikian, tak hanya memusatkan perencanaan pada kebijakan serta infrastruktur penerbangan, suatu negara yang ingin mengembangkan ekosistem dirgantaranya harus turut mempersiapkan infrastruktur pembangunan SDM, dalam bentuk sekolah penerbangan, sertifikasi personal, pelatihan yang relevan, dll.

Indonesia memiliki beberapa institusi yang berkaitan langsung dengan pengembangan SDM di bidang dirgantara. Sekolah tinggi, institusi pendidikan tinggi hingga lembaga sertifikasi lokal merupakan sebagian dari sekian banyak dari lembaga-lembaga yang dimiliki Indonesia sekarang. Namun, hanya sedikit pendidikan tinggi di Indonesia yang menyelenggarakan pendidikan tingkat sarjana dalam bidang teknik dirgantara dan hingga saat ini, baru ada satu institusi di Indonesia yang menyelenggarakan program doktor dibidang kedirgantaraan. Dengan kondisi seperti ini, diperkirakan akan ada kesenjangan SDM lulusan pendidikan tinggi sekitar 650 orang per tahun pada tahun 2045 [104]. Walaupun demikian, untuk dapat menyokong pertumbuhan ekosistem dirgantara Indonesia yang dirumuskan dalam kajian ini, diperlukan adanya peningkatan kapasitas serta kualitas dari institusi yang sekarang dimiliki Indonesia. Selain itu, kestabilan ketersediaan tenaga kerja juga turut menjadi hal penting yang dipertimbangkan. Proyeksi kebutuhan SDM Ekosistem Dirgantara dapat dilakukan dengan terlebih dahulu mengidentifikasi masing-masing kebutuhan tenaga kerja untuk masing-masing pilar ekosistem industri dirgantara.

Pembentukan komite diharapkan dapat merencanakan kebutuhan SDM lebih rinci untuk memenuhi tujuan dari setiap pilar. Perlu dicatat bahwa pemetaan SDM saat ini, baik secara kuantitas dan kualitas, belum optimal. Dalam merencanakan kebutuhan SDM Ekosistem Dirgantara, tidak hanya memetakan kebutuhan *top-down* dari perencanaan produksi pesawat terbang dalam negeri, namun juga proyeksi kebutuhan SDM desain dan manufaktur untuk kebutuhan komponen domestik maupun pemenuhan rantai pasok pesawat komersial dan MRO internasional. Utilitas SDM dirgantara juga masih rendah karena program pengembangan pesawat terbang yang tidak pasti. Oleh karena itu, diperlukan strategi peningkatan kapasitas operator dan teknisi menjadi *engineer* dan *designer* dalam waktu singkat.

Adapun SDM jasa non-manufaktur perlu memperhatikan kebutuhan layanan pesawat, layanan penumpang, dan layanan kebandarudaraan. Misalnya, SDM pilot dalam negeri mengalami surplus lulusan akademi penerbangan namun maskapai domestik justru aktif merekrut pilot asing. Desain pengembangan SDM perlu memperhatikan pemetaan kondisi pendidikan dan pelatihan SDM, serta proyeksi kebutuhan SDM untuk masing-masing pilar. Beberapa rekomendasi yang perlu dilakukan (sebagai *quick wins*) dalam pengembangan SDM 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 dirgantara. Industri dirgantara memiliki kualifikasi yang jauh lebih kompleks dibandingkan industri manufaktur lainnya. Meskipun badan usaha tersebut telah memiliki sertifikasi bidang dirgantara, SDM di dalamnya belum tentu memiliki konsistensi keahlian/kapasitas yang sama sebagai SDM industri dirgantara. Oleh karena itu, diperlukan skema pelatihan khusus (*up-skilling* dan *re-skilling*) yang ingin alih profesi dari industri lain menjadi pemain industri dirgantara. 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 knowledge* mengenai pengalaman teknis maupun budaya kerja pada industri dirgantara. Adapun 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* dirgantara yang paling mudah diterapkan di Indonesia. Namun demikian, 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. Contohnya dengan membangun Institut Vokasi Indonesia-Jerman (German Indonesian Vocational Institute) yang saat ini sedang diinisiasi untuk mendorong terbangunnya peningkatan (*upgrading*) dari kapasitas dan kapabilitas SDM dirgantara yang berkualitas melalui pendidikan vokasi.

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

Keberadaan pusat ini diharapkan dapat memacu jumlah inovasi dalam negeri di bidang kedirgantaraan serta menurunkan angka kesenjangan jumlah SDM di bidang dirgantara Indonesia yang diperkirakan ada pada tahun 2045 nanti. Pusat ini diharapkan memiliki fasilitas pengujian dan fasilitas penelitian yang akan mendukung pengembangan produk kedirgantaraan masa depan [104].

## 9.2 Kebutuhan Sertifikasi Penunjang Ekosistem Industri Dirgantara

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</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 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 MRO	<i>Aircraft Maintenance Engineer License (AMEL)</i>	Standarisasi Tenaga Ahli Tersertifikasi
	<i>AMTO</i>	Standarisasi Tenaga Ahli Tersertifikasi
	<i>Certificate of Maintenance Approval (COMA)</i>	Standarisasi Tenaga Ahli Tersertifikasi

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 haruslah memiliki standar yang sama dengan ketentuan global. Untuk itu, sertifikasi keahlian dan kelaikan 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 (Kementerian Perhubungan) sebagai regulator. Hal ini dapat menunjang pemenuhan permintaan global tanpa bergantung pada permintaan/rantai pasok domestik. 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>	<i>Bilateral 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) atau dilakukan audit berkala</i>
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 penerbangan. Banyak fasilitas riset dan pengembangan teknologi manufaktur penerbangan yang berkembang di negara lain melalui berbagai kerja sama dan pendanaan antara pemerintah, perusahaan, dan perguruan tinggi. Beberapa contoh implementasi kerja sama riset dan pengembangan yang dapat dijadikan acuan bagi pengembangan di dalam negeri antara lain:

1. **National Additive Manufacturing Innovation Klaster (NAMIC) [16]**, Singapura dibangun untuk menyiapkan Singapura akan revolusi industri 4.0 yang turut diinisiasi oleh teknologi *Additive Manufacturing (AM)* atau *3D Printing*. Berperan sebagai akselerator negaranya di bidang ini, NAMIC mengatur dan menerapkan strategi Singapura terkait produksi yang memanfaatkan teknologi AM. Bertindak sebagai penghubung antara industri, pelaku penelitian, dan lembaga publik, NAMIC mengidentifikasi teknologi dan perusahaan AM yang menjanjikan secara global, dan 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, Dirgantara 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, membuat dan menyediakan platform untuk pengujian, pembelajaran, dan implementasi metodologi AM sehingga dapat mengembangkan standar AM untuk mempercepat penelitian dan adopsi industri, maupun 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 dirgantara, 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 tenan menyediakan ruangan kecil untuk UKM. Selain itu Singapura juga turut membangun berbagai kerja sama strategis lainnya di bidang dirgantara 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 guna meningkatkan produktivitas operasional AMO/MRO, untuk bersaing dengan negara Asia Tenggara lainnya (Indonesia, Thailand, Filipina), dimana *cost* lebih rendah.
3. **Aerospace Malaysia Innovation Centre (AMIC) [106]** merupakan organisasi yang didirikan pada tahun 2011, dengan partisipan pemain industri global serta institusi akademik yang berfokus pada riset dan pengembangan teknologi kedirgantaraan. Secara sinergis, anggota AMIC bertujuan untuk melangsungkan riset di bidang kedirgantaraan yang prospektif di 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. Seringkali, riset diinisiasi oleh anggota utama AMIC, yaitu Airbus, Rolls Royce & CTRM yang memiliki porsi besar di organisasi ini. Riset yang dilakukan oleh anggota AMIC difokuskan kepada 3 area, 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*). Sebagai perguruan tinggi utama, AMIC menunjuk Universiti Putra Malaysia sebagai institusi yang mengkoordinir dan menggunakan SDM expert aktual serta sebagai yang menjembatani antara 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 R&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 fokus pada 5 area 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. *Switzerland Innovation* juga mendirikan Yayasan dengan fungsi:

- a) Menentukan *international positioning* dan pemasaran inovasi yang dihasilkan Switzerland Innovation,
- b) Mendukung lokasi pengembangan dengan solusi pembiayaan, baik melalui penggunaan jaminan federal dan dengan membuat instrumen keuangan bekerja sama dengan industri keuangan,
- c) Membangun jaringan lokasi pengembangan dan memastikan kerja sama yang efisien dengan otoritas federal dengan memperhatikan kepentingan *branding* badan usaha,
- d) Memastikan standar kualitas berdasarkan katalog kriteria *Conference of Cantonal Directors of Economic Affairs* (VDK) dan pengembangan lebih lanjutnya dalam konteks proses perbaikan berkelanjutan (*continuous improvement*).



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 manufaktur sektor penerbangan di dalam negeri sehingga adanya badan usaha khusus yang hanya fokus untuk desain, rancang bangun dan pengujian menjadi sangat penting.

Pada Rakornas Penguatan Inovasi 2019 diperoleh *Action Plans* yang terdiri dari:

- Sinkronisasi dan harmonisasi kebijakan di bidang ilmu pengetahuan dan teknologi dengan kebijakan di bidang ekonomi, industri dan pendidikan, dalam rangka penguatan inovasi nasional.
- Pengadaan Pemerintah menjadi penggerak penguatan inovasi sesuai dengan amanat Undang – Undang.
- Mendorong proses alih teknologi dalam rangka mempercepat penguatan kapasitas inovasi nasional melalui al: *technology acquisition*, pembelian lisensi dan *turnkey project*.
- 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.
- Berperan sebagai *collaboration hub* dalam menjalankan program Flagship Nasional/Program Strategis dengan *budgeting power* sebagai wahana alih teknologi.
- Membangun *competitive edge* dengan menciptakan “*the same level of playing fields*” bagi produk inovasi nasional.
- Insentif dan lingkungan maturisasi produk inovasi (*sandboxing*), serta dikembangkan regulasi TKDN dan SNI produk inovasi.
- Pengelolaan kegiatan maturisasi produk inovasi dengan membentuk Project Management Office (PMO) yang beranggotakan wakil Kementerian/Lembaga dan pihak – pihak terkait inovasi lainnya.
- Mendorong BUMN menjadi salah satu pelaku dalam memberikan dampak ekonomi besar dengan melibatkan peran lembaga iptek dalam pengembangannya.
- Skema *venture capital* dan asuransi teknologi serta kebijakan fiskal yang mendukung penguatan inovasi.

*Action plan* diatas dapat digunakan sebagai landasan pembentukan fasilitas riset, desain, rekayasa, dan rancang bangun dirgantara di Indonesia melalui inisiasi yang dilakukan oleh Kementerian Riset dan Teknologi selaku kementerian dalam Pemerintah Indonesia yang menyelenggarakan urusan di bidang riset, teknologi, dan inovasi. Dalam inisiatif ini, Kemenristek dapat bekerja sama dengan perguruan tinggi teknik di Indonesia serta perusahaan BUMN terkait dirgantara maupun perusahaan swasta yang bergerak dalam inovasi dan pengembangan teknologi. Untuk membuat perencanaan fasilitas yang tepat sasaran perlu penurunan kebutuhan proses sertifikasi, proses produksi, pemetaan sumber daya organisasi laboratorium, OEM dan badan usaha lainnya.

## 9.4 Skema Kemitraan Ekosistem Industri Dirgantara

Industri dirgantara, sebagai salah satu produk berbasis teknologi tinggi memegang peranan penting dalam strategi untuk menguasai kemandirian industri, karena di dalamnya padat inovasi, padat teknologi tinggi dan padat lapangan pekerjaan yang bisa mendorong pembentukan kompetensi sumber daya manusia yang tinggi sehingga siap bersaing dengan bangsa-bangsa lain. 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.



Gambar 9-1: Tiga strategi untuk penguasaan teknologi dirgantara [108]

Selain dari kedua strategi di atas, strategi lain yang bisa ditempuh dan telah terbukti efektif diterapkan oleh negara-negara tetangga adalah:

3. Strategi mengundang mitra dari negara yang menguasai teknologi tinggi untuk berinvestasi dan memindahkan kompetensi teknologi tingginya di Indonesia melalui kemitraan strategis.

Strategi ini menjadi kunci dan bisa menjadi sebuah rekomendasi yang menarik dalam mempercepat penguasaan teknologi tinggi serta membawa dampak yang cukup besar dalam penguasaan teknologi di dalam negeri. *Strategic partnership* atau kemitraan strategis merupakan cara efektif bagi perusahaan untuk berbagi keahlian, mendapatkan modal, dan sumber daya.

## 9.4.1 Contoh Kasus Skema *Strategic Partnership*

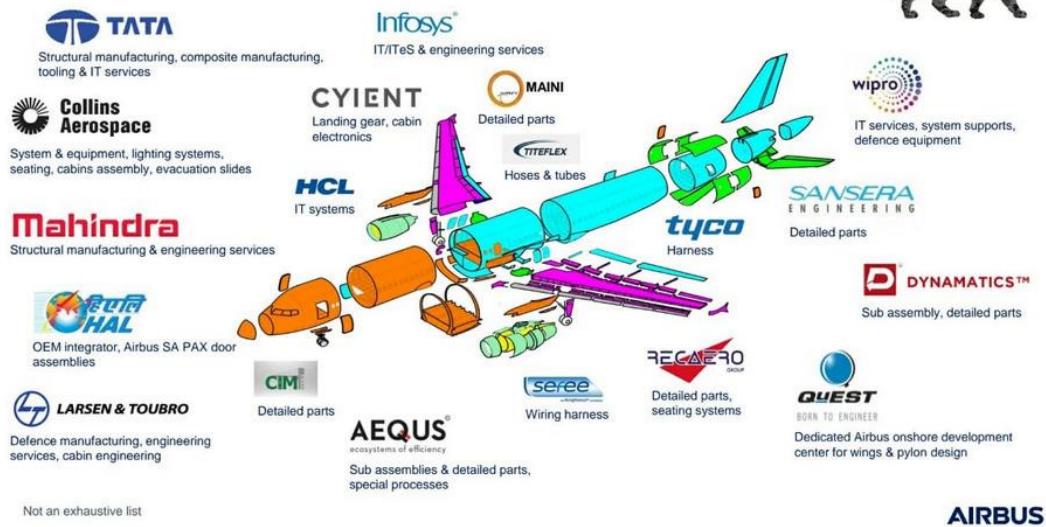
### 9.4.1.1 Make in India

Pada tahun 2014, perdana menteri India meresmikan inisiatif "*Make In India*" [109, 110] yang bertujuan untuk membuat India *global manufacturing hub*, dengan cara mendorong perusahaan lokal maupun multinasional di India untuk memproduksi produk mereka di dalam negeri. Salah satu sektor yang mendapat dukungan langsung oleh pemerintah India adalah sektor penerbangan, dengan cara menjalin kerja sama langsung dengan OEM global.

Selama beberapa dekade, teknologi dan pengetahuan dari perusahaan telah menjadi katalisator pertumbuhan sektor penerbangan sipil India dan mendukung modernisasi angkatan bersenjata. Didorong oleh inisiatif ini, Airbus terus meningkatkan kontribusi negara tersebut terhadap portofolio produk globalnya. Jejak lokalnya dalam layanan *sourcing*, teknik, inovasi, pemeliharaan, dan pelatihan memainkan peran kunci dalam keberhasilan kemitraan ini.

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 yang ditangani oleh perusahaan.

## Airbus 'Make in India' Partnerships



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

Selain adanya aktivitas rekayasa dan rancang bangun serta RD&D yang terintegrasi, terjalannya 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.

Selain Airbus, Boeing sebagai perusahaan kompetitor Airbus juga memiliki kerja sama yang kuat dengan pemerintah India pada inisiatif "Make in India" [112]. Layaknya Airbus, Boeing memiliki pusat R&T di India (Boeing India Engineering & Technology Center) yang terus berkembang dan membuka banyak lapangan kerja di Bengaluru & Chennai. Kini Boeing sendiri memiliki 3500 pekerja di India serta telah berhasil untuk membantu meningkatkan rantai pasok komponen penerbangan di India baik di sektor komersial maupun militer.



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

Skema *partnership* yang diusung Boeing di India mampu membantu membuka 7.000 pekerjaan tambahan untuk lebih dari 200 *supplier partners*. *Partnership* dengan Boeing di India termasuk untuk 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 USD 1 miliar dalam bentuk *annual sourcing* yang dibelanjakan oleh Boeing di India. Sebagai contoh 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 & Boeing, serta global key player lainnya di India, membuat kapasitas dan kapabilitas dari ekosistem dirgantara lokal India terbangun upscaling dan upgrading secara integral dengan teknologi terkini dirgantara dunia.

#### 9.4.1.2 Strategic Partnership Embraer

Kemitraan strategis oleh Embraer [113] dilaksanakan setelah kebijakan Brazil untuk 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 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.

Adapun kemitraan strategis dapat terjadi karena Embraer memiliki kapabilitas dalam melakukan desain dan produksi pesawat komersial. Beberapa prasyarat kapabilitas yang menjadi catatan keberhasilan Embraer antara lain:

1. **Menggunakan teknologi informasi.** Embraer menggunakan *Virtual Reality Center* dan *electronic mock-up* untuk meningkatkan kualitas kerja tim untuk mengerjakan proyek jarak jauh. Apabila hal ini sudah dapat dilakukan pada tahun 1990-2010, maka kebutuhan teknologi informasi untuk manajemen proyek dan melakukan kemitraan strategis pada era sekarang akan jauh lebih mudah.
2. **Memiliki keahlian desain dan teknologi inti.** Karyawan Embraer telah memiliki keahlian RD&D dan produksi, diperkuat dengan kemampuan manajemen proyek dan dukungan teknis di tingkat global untuk menjaga kestabilan rantai pasok dan produksi *just-in-time*.
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 membagi partisipasi proyek, investasi, anggaran, serta tingkat risiko. Skema kerja sama ditawarkan dalam layanan suku cadang, asuransi, serta pelatihan yang spesifik dengan kebutuhan mitra.

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

1. **36% Risk sharing partners** Mitra pendanaan proyek, risiko keuangan, berpartisipasi dalam desain dan *value added* teknologi (Eropa, Amerika, Jepang)
2. **57% 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
3. **7% 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					Joint D&D CN235
	Analisis Pengembangan					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 (offset 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 dirgantara negara-negara tetangga dengan *global players* seperti Boeing dan Airbus sudah menyeluruh dari hulu hingga ke hilir. Tak hanya pembuatan (*manufacturing*) komponen dan perawatan pesawat (MRO), telah termasuk didalamnya pula skema kemitraan yang melibatkan negara-negara tetangga dalam 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, Malaysia dan Singapura. Indonesia tidak memiliki kerja sama dalam hal riset & pengembangan serta rantai pasok pesawat terbang. Kerja sama saat ini dalam hal rekayasa & desain (*supplier Aerostructure (Fuselage, Wing)* untuk OEM global) & rekayasa analisis sudah relatif lama dan usang. Sebagai contoh, Indonesia juga tidak memiliki kerja sama strategis di bidang pengembangan *engineering* (rekayasa & rancang bangun) dengan duapolis Airbus dan Boeing,, selepas kerjasama dalam rekayasa dan rancang bangun bersama dengan CASA dalam program CN235 di tahun 1978.

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. Kerja sama *Engine* dengan



OEM/Tier 1 juga akan turut meningkatkan kemampuan Indonesia dalam pengembangan dan produksi Engine (*Stator part, Small Turbine*) secara signifikan.

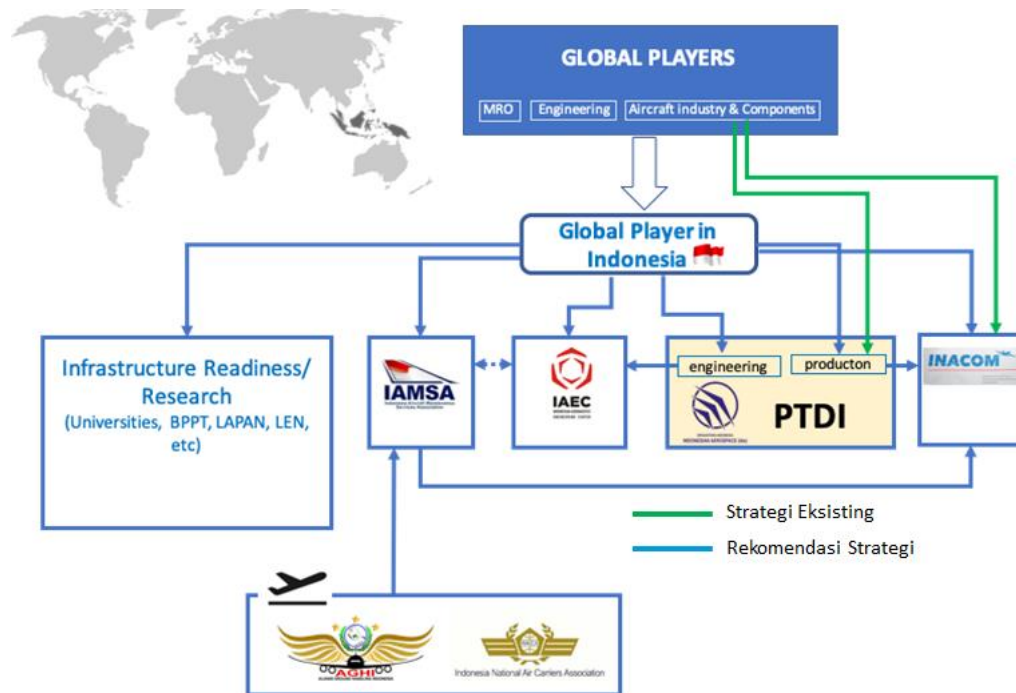
Kepentingan dengan terlibat bersama dalam kegiatan inovasi dan RD&D dengan global player tidak hanya meningkatkan nilai tambah produksi (*intangible*), namun juga menjadi dasar pengembangan komponen pesawat terbang dalam negeri, dengan tanpa harus diadakan program pengembangan pesawat terbang sendiri, 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).

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.

Strategi kerjasama strategis yang saat ini untuk membangun Final Assembly Line (FAL) bisa ditunjukkan oleh Tabel 9-4, di mana Indonesia menjalin kerja sama dengan Airbus Military (dulu CASA) dan Airbus Helicopter untuk membangun beberapa pesawat angkut militer seperti NC212, CN235 dan C295 dan helikopter. Namun kapasitas produksi yang ditargetkan dalam kerja sama ini belum terutilitasi dengan baik. Hal yang sangat disayangkan, terutama karena Indonesia adalah pasar yang terbesar hingga saat ini sebagai pengguna pesawat angkut militer ringan Airbus Military terbanyak kedua di Asia Pasifik, setelah Korea Selatan.

Sementara dalam kerjasama strategis Airbus dengan terutama Cina dalam FAL untuk membangun pesawat single aisle dan wide body mencapai nilai optimum di mana dalam dekade terakhir sejak Airbus meresmikan fasilitas Perakitan Akhir (FAL) di Tianjin, Cina, sudah lebih dari 380 pesawat jet dari A320 telah dikirimkan dari lokasi tersebut ke pelanggan maskapai penerbangan di Cina dan internasional, menjadikan FAL di Tianjin yang telah mempekerjakan lebih dari 750 insinyur dan teknisi lokal Cina 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 bergabung dengan lokasi Airbus lainnya seperti di Toulouse, Prancis; Hamburg, Jerman; dan Mobile di negara bagian Alabama, AS.

### 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 dirgantara Indonesia secara menyeluruh dan terintegrasi, *global players* di industri aviasi global perlu diundang dengan skema *strategic partnership* untuk dapat secara sinergis mengembangkan ekosistem dirgantara 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 strategi 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.
  - b) Menerapkan kebijakan dan memberikan arahan strategis untuk membentuk kolaborasi yang efektif dan berkelanjutan antar para pelaku industri dirgantara nasional dan dengan partner global.
2. Membangun iklim ekosistem yang kuat dengan membentuk dan menunjuk badan yang bertindak sebagai perwakilan dan atas nama pemerintah Indonesia yang bertindak sebagai integrator stake-holders dirgantara di Indonesia untuk meningkatkan daya saing global penguasaan teknologi tinggi di bidang dirgantara.
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 dirgantara Indonesia untuk mampu bersaing dalam kompetisi global dalam bidang rekayasa dan rancang bangun pesawat yang berteknologi tinggi di dunia.
  - c) Mendorong entity 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 dirgantara (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*.

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 *global players* ke Indonesia. Tabel 9-5 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 9-5: Usulan skema insentif yang dapat diterapkan di Indonesia

Usulan Skema Insentif	Prioritas Implementasi			
	Pilar 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	Berlaku umum			
2. Integrasi fasilitas fiskal pada Kawasan <i>Aerospace Park</i> sehingga bebas konsesi, bea masuk, terutama untuk peningkatan produktivitas	Alat riset/pengujian	mesin non-konvensional	Komponen rusak	N/A
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	Berlaku umum			
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, dan sertifikasi, serta pendirian IKM baru b. penyediaan fasilitas: fasilitas IKM untuk peningkatan produksi, dukungan industri digital, fasilitas pembelajaran untuk SDM di sekolah maupun 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	Berlaku umum			
8. Peningkatan frekuensi eksibisi bisnis dan pertemuan bisnis khusus dirgantara, termasuk untuk meningkatkan keberterimaan sertifikasi produk dirgantara Indonesia	Berlaku umum			

## 9.5 Skema Pembiayaan dan Rencana Investasi

### 9.5.1 Pembiayaan Industri Manufaktur Berbasis Riset dan Inovasi dengan Suku Bunga Rendah

Industri manufaktur merupakan industri padat modal – terlebih dengan kebutuhan fasilitas riset dan kemajuan teknologi yang semakin cepat berubah – membutuhkan pinjaman dalam jumlah besar dengan tingkat bunga rendah. Selain itu, dibutuhkan struktur pinjaman yang memudahkan perhitungan risiko sehingga badan usaha dapat menerima pinjaman untuk kebutuhan riset dan inovasi. Namun demikian, kondisi keuangan Indonesia yang *shallow* serta biaya hutang (*cost of debt*) dan biaya modal (*cost of equity*) yang sangat tinggi, sehingga bunga pinjaman Indonesia ke nasabah sangat yang tinggi dibandingkan negara Asia Tenggara lainnya.

Dari sisi perbankan, dukungan pinjaman kepada industri sangat terbatas karena jumlah uang yang tersedia sedikit. Pengalaman industri sangat sulit mendapatkan pinjaman dan jumlah pinjaman yang diterima rata-rata hanya <80%

dari jumlah yang dibutuhkan. Selain itu, secara umum permintaan dari industri manufaktur rendah dan menghasilkan tingkat *return* rendah karena pinjaman dilakukan untuk kebutuhan operasional bukan melakukan riset/ inovasi. Hal ini menyebabkan minat perbankan untuk mengalokasikan pinjaman untuk industri lainnya (misalnya *real estate*) dibandingkan industri berbasis manufaktur.

Industri manufaktur di Indonesia tidak lagi dapat bertumpu pada kondisi pasar keuangan Indonesia untuk mendapatkan pinjaman investasi/ modal kerja. Terlebih lagi, perbankan nasional belum dapat memberikan pembiayaan industri untuk kegiatan riset dan inovasi dengan suku bunga kompetitif. Kebutuhan skema pembiayaan yang sangat mendesak membutuhkan komitmen Pemerintah untuk menyediakan skema khusus yang dapat menyediakan pinjaman dalam jumlah besar dengan suku bunga rendah, di sisi lain, tidak mengorbankan Lembaga perbankan untuk memberikan pinjaman. Oleh karena itu, dibutuhkan intervensi Pemerintah untuk menyusun suatu skema pembiayaan khusus kepada industri untuk tujuan:

- a. Peningkatan skala usaha,
- b. Perluasan rantai pasok usaha, misalnya untuk mendukung suplai produk strategis nasional atau suplai mitra internasional jangka panjang,
- c. Komersialisasi RD&D lokal, termasuk kegiatan pengembangan desain proses produksi, pembelian peralatan, software, perubahan spesifikasi maupun komponen produk untuk meningkatkan kenyamanan pengguna, pengeluaran tenaga kerja peneliti, kontrak kerja kolaborasi riset, aset tetap (bangunan, peralatan), aset tidak tetap (material habis pakai, software, lisensi) untuk kegiatan riset dan inovasi,
- d. Akuisisi teknologi dalam jumlah besar, misalnya membeli lisensi/ hak paten yang terkait langsung dengan proses dan peralatan produksi untuk akuisisi teknologi yang belum dikuasai Indonesia.

Skema pembiayaan tersebut perlu membantu skema pendanaan perbankan dalam membiayai *cost of fund* pinjaman kepada nasabah, dengan jaminan risiko pinjaman ditanggung oleh lembaga perbankan. Pembiayaan *cost of fund* misalnya dengan:

- a) Suntikan dana oleh Pemerintah kepada Lembaga perbankan,
- b) Skema pinjaman Pemerintah kepada Lembaga perbankan (*backed finance*),
- c) Pembiayaan sektor riil melalui instrument pasar keuangan misalnya berbasis aset atau hutang BUMN.

Skema ini harus berbeda dengan Kredit Usaha Rakyat (KUR). Dalam skema KUR, Pemerintah menanggung risiko kredit dan membiayai selisih bunga pasar dengan bunga acuan (7%) yang diatur oleh Peraturan Menteri Koordinator Ekonomi Nomor 11 Tahun 2017 Tentang Pedoman Pelaksanaan Kredit Usaha Rakyat. Namun tidak cukup bukti bahwa bank komersial tidak mengambil keuntungan saat menanggung risiko kredit tidak menguntungkan, maka Pemerintah tidak perlu menanggung risiko kredit untuk skema pembiayaan industri.

## 9.5.2 Penerapan Kebijakan Pembiayaan dan Konsultasi Industri Dirgantara

Strategi pembiayaan khusus untuk industri dirgantara perlu dibuat dengan keijakan khusus yang mengatur keuangan terkait. Selain mengatur pembiayaan, kebijakan tersebut juga diharapkan mencakup ranah konsultasi dan intervensi operasional industri dirgantara terkait, terutama yang terkait dengan skema pembiayaannya. Skema konsultasi dan intervensi operasional yang direkomendasikan utamanya adalah sewa pesawat (*dry lease, wet lease*) dan sewa atau tukar mesin/ 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.

Contoh kasus yang diatur dengan kebijakan ini adalah mengatasi inefisiensi operasional pesawat antar daerah. Berdasarkan tingkat keterisian yang rendah untuk operasional pesawat perintis, disarankan agar Pemerintah Daerah tidak membeli dan mengoperasikan pesawat perintis secara mandiri, melainkan memanfaatkan pola *pooling* atau kepemilikan bersama. Skema *pooling* membutuhkan kebijakan yang jelas untuk menangani tidak hanya pola penjadwalan namun juga pola pembiayaan. Tujuan dari kepemilikan bersama adalah mengurangi

kebutuhan kepemilikan aset oleh masing-masing daerah serta meningkatkan utilitas dari setiap unit pesawat. Padahal, setiap daerah belum tentu memiliki jadwal penerbangan yang sama dan jumlah hari yang sama setiap minggunya. Dengan *pooling*, setiap daerah dapat mengatur penjadwalan pesawat perintis sehingga tingkat layanan maupun tingkat keterisian dapat dijaga.

### 9.5.3 Peningkatan Iklim Investasi

Tabel 9-6 menunjukkan peringkat daya tarik manufaktur dirgantara (*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 9-6. 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 dirgantara 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 dirgantara 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.

Selain itu, Indonesia perlu melakukan perbaikan iklim investasi dari aspek lain yang tidak langsung mempengaruhi industri dirgantara, 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.





**10**

**PENUTUP**

## BAB 10 PENUTUP

Kajian Peta Jalan Pengembangan Ekosistem Industri Kedirgantaraan Indonesia 2020-2045 ini memotret kondisi saat ini dan memproyeksikan capaian yang diinginkan di masa depan. Adapun pilar ekosistem industri dirgantara diidentifikasi melalui pengamatan proses bisnis pembuatan produk pesawat terbang hingga menjadi layanan penerbangan yang dapat dinikmati oleh masyarakat. Kajian ini memberikan acuan untuk mewujudkan empat pilar ekosistem: (1) sebagai produsen pesawat *turboprop*, produsen *drone* kargo berskala besar, Tier 1 produsen *Aerostructure* pesawat terbang di pasar internasional, (2) produsen komponen dan rantai pasok yang efisien sehingga dapat meningkatkan Tingkat Kandungan Dalam Negeri dan pangsa pasar komponen global hingga 2%, antara lain melalui upaya peningkatan integrasi sistem komponen bernilai tambah tinggi, (3) layanan MRO yang meningkat untuk pesawat yang beroperasi di Indonesia sehingga daya serap mencapai USD 2 miliar pada tahun 2045, serta (4) layanan penerbangan dan kebandarudaraan melalui konektivitas 263 kota di Indonesia dan 135 kota di Luar Negeri dengan standar keselamatan dan layanan yang tinggi.

Selain menjabarkan tujuan industri dirgantara, kajian ini dilengkapi dengan misi dan strategi per pilar untuk mencapai tujuan keempat pilar ekosistem dirgantara tersebut, (1) Peningkatan kemampuan rekayasa dan rancang bangun untuk aktivitas riset, pengembangan, dan desain (RD&D), (2) Peningkatan kapasitas SDM, (3) Penyusunan strategi investasi, kemitraan, dan komersialisasi, serta (4) Penyediaan infrastruktur seperti fasilitasi laboratorium, fasilitas. Seluruh strategi tentu saja perlu didukung oleh misi (5) Tata kelola penyelenggaraan termasuk wewenang penyusunan kerangka regulasi, kebijakan fiskal.

Sumber daya manusia adalah komponen terpenting untuk mewujudkan visi keempat pilar diatas, maka peningkatan kapasitas sumber daya manusia melalui kerja sama program pendidikan tinggi dan vokasi Internasional diperlukan. Saat ini Jerman dan Indonesia sudah menandatangani MoU kerjasama dalam pendidikan vokasi dengan dibangunnya *German Indonesian Vocational Institute (GIVI)* yang perlu ditindaklanjuti lebih jauh.

Industri pesawat terbang perlu didorong untuk menjadi produsen utama yang memenuhi kebutuhan pesawat bermesin turboprop di dalam negeri. PT DI sebagai penghela pengembangan Industri Pesawat Terbang (IPT) di Indonesia hendaknya mampu berkompetisi secara global dan menjadi pendorong industri komponen pesawat terbang dalam negeri. Sementara itu kalangan swasta & *start up* harus didukung untuk bisa menguasai pasar pesawat kecil (GA) dan kebutuhan *drone* nasional. Teknologi yang ramah lingkungan perlu dikembangkan bersama institusi riset dan perguruan tinggi, untuk fokus terhadap proses nilai tambah atas SDA yang tersedia di Indonesia (contoh nikel, karet, biofuel, dll.). Produsen komponen pesawat terbang harus didorong untuk merebut pasar global dan mampu memproduksi *single part*, *sub-assembly*, *fully-stuffed section*, *Aerostructure* dengan fokus membangun ekosistem yang mandiri. Intervensi kebijakan fiskal dan non-fiskal pemerintah terhadap industri perawatan pesawat terbang perlu didorong untuk meningkatkan peran industri MRO domestik. Jumlah industri AMO/MRO asing (136 *foreign* AMO/MRO) yang memiliki izin untuk beroperasi di Indonesia sangat tinggi dibandingkan dengan industri AMO/MRO dalam negeri (66 badan usaha), maka diperlukan adanya regulasi pemerintah untuk membagi peran antara AMO/MRO asing (*foreign* AMO/MRO) dan AMO/MRO dalam negeri. Sementara untuk bidang kebandarudaraan, usaha untuk memperluas jangkauan/konektivitas pelayanan jasa penerbangan hingga menjangkau daerah 3T 1P, dengan peningkatan efektivitas penggunaan infrastruktur bandar udara dan turut memperhatikan keselamatan penerbangan secara optimal menjadi penting diusahakan dan direkomendasikan.

Dalam upaya mewujudkan pengembangan ekosistem industri dirgantara yang kondusif dan berdaya saing, dibutuhkan koordinasi dan komitmen yang kuat dalam menjalankan tugas masing-masing pemangku kepentingan. Oleh karena itu, pembentukan suatu lembaga koordinasi tingkat tinggi perlu segera dilakukan. Legalitas lembaga koordinasi tersebut juga perlu didukung oleh suatu payung hukum yang mengesahkan secara formal bentuk struktur, kepengurusan, dan tujuan yang ingin dicapai untuk mendukung kemajuan ekosistem industri dirgantara. Lembaga/komite koordinasi tersebut diharapkan dapat terus bekerja dan merinci strategi dan Langkah aksi untuk

memajukan industri komponen, produk pesawat, jasa MRO, serta fasilitas kebandarudaraan dan jasa penerbangan tanpa banyak intervensi dari kabinet terpilih di masa mendatang.

Lembaga/ komite koordinasi untuk mengembangkan industri dirgantara dibantu oleh banyak pihak untuk menerjemahkan visi dan misi menjadi langkah aksi yang lebih nyata dan dapat dicapai dalam jangka waktu yang singkat. Seluruh pemangku kepentingan – utamanya Kementerian/Lembaga sebagai penyusun kebijakan– harus memiliki *sense of ownership* yang tinggi. Keterlibatan pemangku kepentingan tidak hanya untuk menyusun dan menetapkan kebijakan, namun disesuaikan dengan pendapat akademis 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.



# LAMPIRAN

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN I. 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
	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



**LAMPIRAN II. Rincian HS-6 untuk Komponen dan Produk Drone**

TIER 1	TIER 2-3	HS-6	DESCRIPTION HS-6
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
	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
<i>Drone</i>	<i>Cargo drone</i>	880220	Aeroplanes and other aircraft; of an unladen weight not exceeding 2000kg
	<i>Sub-orbital drone/ survey</i>	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 Perencanaan Pembangunan  
Nasional/Badan Perencanaan  
Pembangunan Nasional (Bappenas)  
Jalan Taman Suropati No.2 Jakarta 10310,  
Telp. 021 3193 6207 Fax 021 3145 374



Menara BCA, Level 46 Jl. M.H. Thamrin  
No. 1 Jakarta 10310 Indonesia  
+62 21 23587111 | +62 21 23587110  
giz-indonesien@giz.de