

**BUKU PANDUAN GURU**  
**DASAR-DASAR TEKNIK**  
**PESAWAT UDARA**

**Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi**  
**2022**

**SMK/MAK KELAS X**

**Hak Cipta pada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia.**  
Dilindungi Undang-Undang.

Penafian: Buku ini disiapkan oleh pemerintah dalam rangka pemenuhan kebutuhan buku pendidikan yang bermutu, murah, dan merata sesuai dengan amanat dalam UU No. 3 Tahun 2017. Buku ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi. Buku ini merupakan dokumen hidup yang senantiasa diperbaiki, diperbarui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis atau melalui alamat surel buku@kemdikbud.go.id diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

**Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara**  
untuk SMK/MAK Kelas X

**Penulis**

Maruli Tua  
Asep Gunawan  
Tri Susilo

**Penelaah**

Ariasari Anggraeni  
Bismil Rabeta

**Penyelia/Penyelaras**

Supriyatno  
Wijanarko Adi Nugroho  
Ria Triyanti

**Kontributor**

Nur Wahid Fahrur Rianto  
Dwi Fathonah

**Ilustrator**

Rio Ari Seno (Kover), Daniel Tirta Ramana (Isi)

**Editor**

Yudi Iswanto

**Desainer**

Achmad Syarif

**Penerbit**

Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi

**Dikeluarkan oleh**

Pusat Perbukuan  
Kompleks Kemdikbudristek Jalan RS. Fatmawati, Cipete, Jakarta Selatan  
<https://buku.kemdikbud.go.id>

**Cetakan pertama, 2022**

ISBN: 978-602-427-928-8

Isi buku ini menggunakan huruf Noto Serif 11/16 pt  
xii, 284 hlm., 17,6 x 25 cm.

## Kata Pengantar

Pusat Perbukuan; Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan; Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi memiliki tugas dan fungsi mengembangkan buku pendidikan pada satuan Pendidikan Anak Usia Dini, Pendidikan Dasar, dan Pendidikan Menengah, termasuk Pendidikan Khusus. Buku yang dikembangkan saat ini mengacu pada Kurikulum Merdeka. Kurikulum ini memberikan keleluasaan bagi satuan/program pendidikan dalam mengimplementasikan kurikulum dengan prinsip diversifikasi sesuai dengan kondisi satuan pendidikan, potensi daerah, dan peserta didik.

Pemerintah dalam hal ini Pusat Perbukuan mendukung implementasi Kurikulum Merdeka di satuan pendidikan dengan mengembangkan Suku Siswa dan Buku Panduan Guru sebagai buku teks utama. Buku ini dapat menjadi salah satu referensi atau inspirasi sumber belajar yang dapat dimodifikasi, dijadikan contoh, atau rujukan dalam merancang dan mengembangkan pembelajaran sesuai karakteristik, potensi, dan kebutuhan peserta didik.

Adapun acuan penyusunan buku teks utama adalah Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran yang ditetapkan melalui Keputusan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi No. 262/M/2022 tentang Perubahan atas Keputusan Mendikbudristek No. 56/M/2022 tentang Pedoman Penerapan Kurikulum dalam rangka Pemulihan Pembelajaran, serta Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Nomor 033/H/KR/2022 tentang Perubahan atas Keputusan Kepala Badan Standar, Kurikulum, dan Asesmen Pendidikan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Nomor 008/H/KR/2022 tentang Capaian Pembelajaran pada Pendidikan Anak Usia Dini, Jenjang Pendidikan Dasar, dan Jenjang Pendidikan Menengah pada Kurikulum Merdeka.

Sebagai dokumen hidup, buku ini tentu dapat diperbaiki dan disesuaikan dengan kebutuhan dan perkembangan keilmuan dan teknologi. Oleh karena itu, saran dan masukan dari para guru, peserta didik, orang tua, dan masyarakat sangat dibutuhkan untuk pengembangan buku ini di masa yang akan datang. Pada kesempatan ini, Pusat Perbukuan menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam penyusunan buku ini, mulai dari penulis, penelaah, editor, ilustrator, desainer, dan kontributor terkait lainnya. Semoga buku ini dapat bermanfaat khususnya bagi peserta didik dan guru dalam meningkatkan mutu pembelajaran.

Jakarta, Desember 2022

Kepala Pusat,

Supriyatno

NIP 196804051988121001



## Prakata

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa, karena dengan rahmat dan karunia-Nya, Buku Panduan Guru ini dapat diselesaikan dengan baik. Buku teks ini disusun sebagai salah satu buku pegangan para guru Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) program keahlian Teknik Pesawat Udara. Struktur dan isi buku ini dapat memberikan gambaran tentang seluruh rangkaian pembelajaran Teknik Pesawat Udara. Buku teks yang dikembangkan mengacu pada elemen yang ada dalam Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dan kurikulum standar *Aircraft Maintenance Training Organization* (AMTO) yang tertuang dalam capaian kompetensi. Capaian kompetensi tersebut mengandung judul kompetensi tertentu yang harus mengacu pada nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila.

Buku Panduan Guru Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara terdiri atas sebelas bab yang dibagi dalam dua semester; semester 1 terdiri atas 6 bab, sedangkan semester 2 terdiri atas 5 bab sesuai materi yang ada pada Buku Siswa Jilid 1 dan Jilid 2.

Penulis menyadari buku teks ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kami berharap kritik dan saran demi perbaikan dan kesempurnaan buku teks ini. Semoga buku ini bisa digunakan sebagai salah satu sumber belajar pada SMK program keahlian Teknik Pesawat Udara. Akhirnya, kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan buku teks ini kami ucapkan terima kasih.

Tim Penulis

## Daftar Isi

Kata Pengantar Pusat Perbukuan .....	iii
Prakata .....	iv
Petunjuk Penggunaan Buku .....	x

<b>Panduan Umum .....</b>	<b>1</b>
A. Pendahuluan .....	2
B. Capaian Pembelajaran .....	5
C. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) .....	7
D. Contoh Pembuatan Modul Ajar .....	13
E. Strategi Umum Pembelajaran .....	17
F. Asesmen .....	18
G. Konten Bab pada Buku Siswa .....	18

---

## Panduan Khusus

<b>Semester 1 .....</b>	<b>21</b>
-------------------------	-----------

<b>Bab 1 Industri Pemeliharaan Pesawat Udara .....</b>	<b>23</b>
A. Pendahuluan .....	24
B. Skema Mata Pelajaran .....	24
C. Panduan Pembelajaran .....	27
D. Uji Kompetensi (Asesmen) .....	31
E. Pengayaan .....	35
F. Interaksi Guru Dengan Orang Tua/Wali .....	35
G. Refleksi Untuk Guru .....	35
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	36

<b>Bab 2 Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH)</b> .....	<b>37</b>
A. Pendahuluan .....	38
B. Skema Mata Pelajaran .....	38
C. Panduan Pembelajaran Bab 2 .....	41
D. Uji Kompetensi (Asesmen) .....	50
E. Pengayaan .....	55
F. Interaksi Guru Dengan Orang Tua/Wali .....	55
G. Refleksi Untuk Guru .....	55
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	56
<b>Bab 3 Gambar Teknik</b> .....	<b>57</b>
A. Pendahuluan .....	58
B. Skema Pembelajaran .....	59
C. Panduan Pembelajaran Bab 3 .....	68
D. Uji Kompetensi (Asesmen) .....	86
E. Pengayaan .....	91
F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali .....	91
G. Refleksi untuk Guru .....	91
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	92
<b>Bab 4 Dasar-Dasar Aerodinamika</b> .....	<b>93</b>
A. Pendahuluan .....	94
B. Skema Pembelajaran .....	94
C. Panduan Pembelajaran Bab 5 .....	97
D. Uji Kompetensi .....	108
E. Pengayaan .....	117
F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali .....	117

G. Refleksi untuk Guru .....	118
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	118
<b>Bab 5 Material Pesawat Udara .....</b>	<b>119</b>
A. Pendahuluan .....	120
B. Skema Pembelajaran .....	120
C. Panduan Pembelajaran 5 .....	122
D. Uji Kompetensi .....	126
E. Pengayaan .....	129
F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali .....	129
G. Refleksi untuk Guru .....	129
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	130
<b>Bab 6 Aircraft Hardware Tools and Equipments .....</b>	<b>131</b>
A. Pendahuluan .....	132
B. Skema Pembelajaran .....	132
C. Panduan Pembelajaran Bab 6 .....	135
D. Uji Kompetensi (Asesmen) .....	151
E. Pengayaan .....	167
F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali .....	167
G. Refleksi untuk Guru .....	167
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	168
<hr/>	
<b>Panduan Khusus</b>	
<b>Semester 2 .....</b>	<b>169</b>
<b>Bab 1 Struktur Pesawat Udara .....</b>	<b>171</b>
A. Pendahuluan .....	172
B. Skema Pembelajaran .....	172

C. Panduan Pembelajaran Bab 1 .....	175
D. Uji Kompetensi (asesmen) .....	181
E. Pengayaan .....	183
F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali .....	183
G. Refleksi untuk Guru .....	184
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	184
<b>Bab 2 Powerplant (Propulsi) .....</b>	<b>185</b>
A. Pendahuluan .....	186
B. Skema Pembelajaran .....	186
C. Panduan Pembelajaran Bab 2 .....	188
D. Uji Kompetensi (Asesemen) .....	201
E. Pengayaan .....	203
F. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali .....	203
G. Refleksi untuk Guru .....	203
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	204
<b>Bab 3 Aircraft Flight Control .....</b>	<b>205</b>
A. Pendahuluan .....	206
B. Skema Pembelajaran .....	206
C. Panduan Pembelajaran Bab 3 .....	208
D. Uji Kompetensi (Asesmen) .....	211
E. Pengayaan .....	213
F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali .....	214
G. Refleksi untuk Guru .....	214
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	214
<b>Bab 4 Sistem dalam Pesawat Udara .....</b>	<b>215</b>
A. Pendahuluan .....	216
B. Skema Pembelajaran .....	216

C. Panduan Pembelajaran Bab 4 .....	221
D. Uji Kompetensi (Asesmen) .....	244
E. Pengayaan .....	251
F. Interaksi Guru Dengan Orang Tua/Wali .....	251
G. Refleksi Untuk Guru .....	251
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	252
<b>Bab 5 <i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR)</i> .....</b>	<b>253</b>
A. Pendahuluan .....	254
B. Skema Pembelajaran .....	255
C. Panduan Pembelajaran Bab 5 .....	257
D. Uji Kompetensi (Asesmen) .....	265
E. Pengayaan .....	267
F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali .....	267
G. Refleksi Pembelajaran .....	267
H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila .....	268
Daftar Pustaka .....	269
Sumber Buku .....	269
Sumber Internet .....	269
Sumber Gambar .....	270
Glosarium .....	273
Indeks .....	275
Profil Pelaku Perbukuan .....	276

# Petunjuk Penggunaan Buku

Buku Panduan Guru digunakan untuk memandu guru dalam menggunakan Buku Siswa, melaksanakan pembelajaran, dan mengoptimalkan sumber-sumber pendukung dalam proses pembelajaran. Buku ini dirancang untuk mempermudah guru melaksanakan proses pembelajaran dengan memanfaatkan berbagai fitur pada Buku Siswa. Buku ini terdiri dari panduan umum dan panduan khusus.

## Panduan Umum

Pada Panduan Umum terdiri dari bagian-bagian sebagai berikut.

### • Pendahuluan

Bagian ini menjelaskan tentang fungsi dan isi buku guru.

### • Capaian Pembelajaran

Bagian ini berisi deskripsi capaian pembelajaran fase E untuk mata pelajaran *Airframe Powerplant* di Kelas X SMK Teknik Pesawat Udara.

### • Strategi Umum Pembelajaran

Bagian ini menyajikan strategi, model, dan metode pembelajaran yang dapat digunakan oleh guru dalam melaksanakan pembelajaran.





**Prasyarat**

Untuk memahami halaman ini, Anda perlu memahami hal-hal berikut:
 

- 1. Cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 2. Cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 3. Cara menggunakan alat komunikasi digital.

**Mengetahui Cara Dengan Orang Tua/Wali**

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali tentang proses pembelajaran yang akan dilaksanakan. Hal ini dapat dilakukan dengan cara berikut:
 

- 1. Melalui pertemuan langsung dengan orang tua/wali.
- 2. Melalui pertemuan daring.
- 3. Melalui pertemuan langsung dengan orang tua/wali.

**Refleksi Untuk Guru**

Setelah melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada hari ini, tentukanlah perubahan yang akan dilakukan pada hari berikutnya. Hal ini dapat dilakukan dengan cara berikut:
 

- 1. Melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan.
- 2. Melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan.
- 3. Melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan.

**Implementasi Profil Pelajar Pancasila**

Proses pembelajaran merupakan salah satu aspek dalam pembelajaran. Untuk mencapai tujuan pembelajaran, guru perlu memperhatikan hal-hal berikut:
 

- 1. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 2. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 3. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.

Hal yang perlu diperhatikan guru dalam melaksanakan pembelajaran adalah:
 

- 1. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 2. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 3. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.

Hal yang perlu diperhatikan guru dalam melaksanakan pembelajaran adalah:
 

- 1. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 2. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.
- 3. Mengetahui cara menggunakan alat komunikasi digital.

## Refleksi untuk Guru

Pada bagian ini disajikan mengenai hal-hal apa saja yang harus direfleksikan oleh guru selama proses pembelajaran.

## Implementasi Profil Pelajar Pancasila

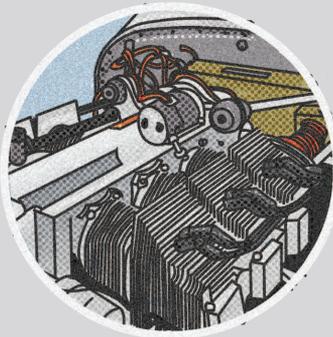
Bagian akhir pada panduan khusus yang berisi tentang implementasi Profil Pelajar Pancasila dalam pembelajaran yang disesuaikan antara materi yang dipelajari dengan pencapaian karakter dan kompetensi siswa menurut nilai-nilai Pancasila.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2022**

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Maruli Tua, Asep Gunawan, Tri Susilo  
ISBN: 978-602-427-928-8

# Panduan Umum



## A. Pendahuluan

Buku Guru untuk Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) program keahlian Teknik Pesawat Udara berisi tentang panduan guru dalam melaksanakan pembelajaran Teknik Pesawat Udara. Buku ini disusun sesuai elemen Standar Kompetensi Kerja Nasional Indonesia (SKKNI) dan kurikulum standar *Aircraft Maintenance Training Organization* (AMTO) yang tertuang dalam capaian kompetensi sehingga memudahkan guru saat menggunakan buku siswa pada proses pembelajaran. Terdapat dua Unit dalam buku panduan guru, yaitu unit 1 tentang Panduan Umum dan Unit 2 tentang Panduan Khusus. Panduan Umum berisi penjelasan umum tentang Buku Siswa, sedangkan Panduan Khusus berisi penjelasan isi Buku Siswa secara spesifik pada setiap materi.

Unit 1 Panduan Umum berisi lima bagian, yaitu:

1. Pendahuluan,
2. Profil Pelajar Pancasila,
3. Capaian Pembelajaran Fase E yang harus dicapai oleh siswa SMK di Kelas X,
4. Penjelasan fitur-fitur Buku Siswa,
5. Strategi atau metode pembelajaran secara umum yang dapat digunakan guru pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara.

Unit 2 Panduan Khusus memuat empat hal terkait materi pada setiap bab di Buku Siswa, yaitu:

1. Gambaran umum bab yang mendeskripsikan tujuan pembelajaran, indikator pembelajaran, keterkaitan antar subbab, dan keterkaitan bab ini dengan bab lain.
2. Skema pembelajaran yang memuat waktu, aktivitas pembelajaran, kata kunci, sumber belajar utama dan tambahan.
3. Panduan pembelajaran yang memuat tujuan pembelajaran spesifik, apersepsi, sarana, media, metode, sumber lain pembelajaran, konsepsi, kunci jawaban, contoh penilaian, dan tindak lanjut pembelajaran.
4. Strategi komunikasi antara guru dan orang tua/wali siswa.

## Pengembangan Profil Pelajar Pancasila

Pembelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara di Kelas X dirancang untuk dapat mencapai Profil Pelajar Pancasila, yaitu pelajar sepanjang hayat yang memiliki kompetensi global dan berperilaku sesuai nilai-nilai Pancasila. Profil Pelajar Pancasila mengandung enam dimensi yang saling melengkapi satu dengan yang lainnya, yaitu:

-  1. beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia,
-  2. berkebhinnekaan global,
-  3. bergotong royong,
-  4. kreatif,
-  5. bernalar kritis, dan
-  6. mandiri.

Dari keenam dimensi Profil Pelajar Pancasila, dimensi yang secara langsung dapat tercapai selama proses pembelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara adalah bernalar kritis, kreatif, mandiri, dan bergotong royong. Dimensi beriman, bertakwa kepada Tuhan Yang Maha Esa, berakhlak mulia, dan berkebhinnekaan global merupakan capaian yang secara tidak langsung dapat dicapai.

## Karakteristik Mata Pelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara

Mata pelajaran ini berfokus ke aspek kompetensi bersifat mendasar yang harus dimiliki oleh seorang teknisi pesawat udara, sesuai dengan perkembangan dunia kerja melalui pemahaman tentang proses bisnis serta perkembangan teknologi di industri dan dunia kerja, isu-isu global, profesi dan kewirausahaan (*job profile* dan *technopreneurship*), Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup (K3LH), teknik dasar proses produksi pada industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara, menggambar teknik dasar, *aerodynamic fundamental*, *aircraft material*, *aircraft hardware and tools equipment*, *aircraft structure*, tenaga pendorong/*powerplant*, *flight control*, *aircraft system*, dan *Civil Aviation Safety Regulation* (CASR) sesuai dengan prosedur.

Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara mencakup produk dan proses. Produk yang dimaksud adalah pengetahuan tentang sains. Topik-topik yang dipelajari pada Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara Kelas X adalah materi yang berkaitan dengan permasalahan kehidupan untuk menunjang pembangunan yang berkelanjutan serta pengetahuan yang bersifat kekinian untuk menarik minat dan kecintaan terhadap Dasar-dasar Teknik Pesawat udara. Adapun aspek prosesnya mencakup keterampilan proses sains dalam mendapatkan pengetahuan terkait.

Melalui pembelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara, peserta didik dilatih memecahkan masalah kehidupan sehari-hari yang berkaitan dengan materi Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara. Hal ini penting untuk mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi hidupnya pada masa kini dan masa depan. Selama proses pembelajaran sains peserta didik melakukan aktivitas kerja ilmiah sehingga akan berkembang keterampilan ilmiah, sikap ilmiah, dan Profil Pelajar Pancasila. Selain itu, pembelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara di Kelas X jenjang SMK juga memberikan keterampilan dan pemahaman yang berguna dalam lingkup yang luas untuk pembelajaran selanjutnya di SMK Kelas XI dan XII.

## B. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E peserta didik akan mendapatkan gambaran mengenai program keahlian yang dipilihnya sehingga mampu menumbuhkan *passion* dan *vision* untuk merencanakan dan melaksanakan aktivitas belajar. Selain itu, pada akhir fase E di aspek *hardskills* peserta didik mampu memahami gambar teknik, *aerodynamic fundamental*, *aircraft material*, *aircraft hardware* dan *tools equipment*, *aircraft structure*, tenaga pendorong/*powerplant*, *flight control*, *aircraft system*, dan pengetahuan *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)*.

### Capaian Pembelajaran Tiap Elemen

Elemen	Capaian Pembelajaran
Proses bisnis secara menyeluruh bidang manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami proses bisnis di bidang manufaktur pesawat udara secara menyeluruh di berbagai industri, antara lain K3LH, perancangan produk, mata rantai pasok ( <i>supply chain</i> ), logistik, proses produksi industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara, perawatan peralatan produksi, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
Perkembangan teknologi di dunia kerja dan isu-isu global terkait dunia industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami bagan perkembangan proses produksi dalam industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara mulai dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern, Industri 4.0, teknik digitalisasi di industri, <i>product life cycle</i> , isu pemanasan global, <i>waste control</i> , perubahan iklim, dan aspek-aspek ketenagakerjaan.
Profesi dan kewirausahaan ( <i>job profile and technopreneurship</i> ), serta peluang usaha di bidang manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami profesi dan kewirausahaan ( <i>job profile and technopreneurship</i> ), serta peluang usaha di bidang manufaktur dan rekayasa pesawat udara untuk membangun <i>vision</i> dan <i>passion</i> dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.
Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan Hidup (K3LH) dan budaya kerja industri.	Pada akhir fase E peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin).

Elemen	Capaian Pembelajaran
Teknis dasar proses produksi di industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami praktik dasar yang terkait dengan seluruh proses produksi dan teknologi yang diaplikasikan dalam industri manufaktur pesawat udara, antara lain praktik dasar alat ukur, perkakas tangan dan bertenaga, peralatan angkat dan pemindah bahan, serta pengenalan teknik pemesinan, pengelasan, praktik <i>aerodynamic fundamental</i> , praktik <i>aircraft material</i> , praktik <i>aircraft hardware</i> dan <i>tools equipment</i> , praktik <i>aircraft structure</i> , praktik tenaga pendorong/ <i>power plant</i> , praktik <i>flight control</i> , praktik <i>aircraft system</i> , dan prosedur standar <i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR)</i> .
Gambar teknik.	Pada akhir fase E peserta didik mampu menggambar teknik dasar, termasuk pengenalan macam-macam peralatan gambar, diagram skematik, dan proyeksi gambar untuk pekerjaan pemeliharaan pesawat udara.
Prinsip dan perkembangan <i>Theory of Flight</i> .	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami gaya-gaya yang bekerja pada pesawat udara, prinsip Bernoulli, hukum Newton, hukum kekekalan energi. Elemen ini berhubungan dengan pengetahuan yang dibutuhkan dalam menjelaskan prinsip dan perkembangan <i>Theory of Flight</i> .
<i>Airfoil</i> terhadap performa pesawat udara.	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami macam-macam, bagian-bagian, dan karakteristik <i>airfoil</i> terhadap performa pesawat udara dari berbagai gaya aerodinamik pada pesawat serta <i>stall</i> dan cara mengatasinya. Elemen ini berhubungan dengan pengaruh karakteristik jenis-jenis lapisan atmosfer terhadap penerbangan.
<i>Aircraft material</i> .	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami macam dan spesifikasi <i>aircraft material</i> .
<i>Aircraft hardware</i> dan <i>tools equipment</i> .	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami macam dan spesifikasi <i>aircraft hardware</i> dan <i>tools equipment</i> .
<i>Aircraft structure</i> .	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami jenis-jenis pesawat udara, dan bagian-bagian struktur pesawat udara ( <i>aircraft structure</i> ).
Tenaga pendorong/ <i>power plant</i> .	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami berbagai jenis tenaga pendorong ( <i>power plant</i> ) yang digunakan oleh pesawat udara.

Elemen	Capaian Pembelajaran
<i>Flight Control.</i>	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami fungsi dan cara kerja <i>flight control</i> pada pesawat udara. Elemen ini berhubungan dengan aspek-aspek <i>flight stability and dynamics</i> yang meliputi <i>airplane axes, flight stability and control (static stability &amp; dynamic stability), flight control surfaces.</i>
<i>Aircraft system.</i>	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami berbagai sistem yang ada di pesawat udara ( <i>aircraft system</i> ).
<i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR).</i>	Pada akhir fase E peserta didik mampu memahami <i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR)</i> , antara lain <i>CASR Part 21, CASR Part 39, CASR Part 43, CASR Part 45, CASR Part 47, CASR Part 65, CASR Part 145, dan CASR Part 147.</i>

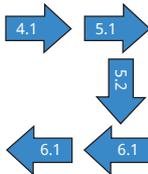
### C. Alur Tujuan Pembelajaran (ATP)

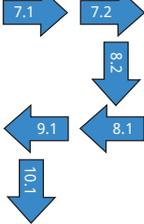
Berikut ini contoh Alur Tujuan Pembelajaran (ATP) berdasarkan Capaian Pembelajaran (CP) per tahun pada buku yang ditulis. Guru dapat membuat ATP dari rumusan Capaian Pembelajaran berdasarkan kebutuhan dan potensi peserta didik di sekolah masing-masing.

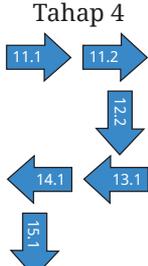
Contoh ATP pada tabel berikut ini digunakan sebagai inspirasi, guru dapat menyesuaikan dengan kondisi dan kebutuhan peserta didik/satuan pendidikan. Dengan demikian, guru dapat melakukan asesmen diagnostik yang sesuai dengan potensi dan kebutuhan belajar.

No.	Elemen	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
1	Proses bisnis secara menyeluruh bidang manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami proses bisnis di bidang manufaktur pesawat udara secara menyeluruh pada berbagai industri, antara lain K3LH, perancangan produk, mata rantai pasok ( <i>supply chain</i> ), logistik,	1.1 Memahami proses bisnis dalam dunia penerbangan. 1.2 Memahami rancangan produk manufaktur. 1.3 Memahami perawatan peralatan produksi.	Tahap 1 <pre>           graph TD             1.1 --&gt; 1.2             1.2 --&gt; 2.1             2.1 --&gt; 3.1             3.1 --&gt; 2.3             2.3 --&gt; 1.3             1.3 --&gt; 2.2             2.2 --&gt; 3.2           </pre>

No.	Elemen	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
		proses produksi pada industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara, perawatan peralatan produksi, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.		
2	Perkembangan teknologi di dunia kerja dan isu-isu global terkait dunia industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami bagan perkembangan proses produksi di industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara mulai dari teknologi konvensional sampai dengan teknologi modern, Industri 4.0, teknik digitalisasi di industri, <i>product life cycle</i> , isu pemanasan global, <i>waste control</i> , perubahan iklim dan aspek-aspek ketenagakerjaan.	<p>2.1 Memahami Perkembangan industri rekayasa pesawat udara mulai dari teknologi konvensional sampai teknologi modern.</p> <p>2.2 Memahami isi pemanasan global.</p> <p>2.3 Memahami <i>waste control</i>.</p>	
3	Profesi dan kewirausahaan ( <i>job profile and technopreneurship</i> ), serta peluang usaha di bidang manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami profesi dan kewirausahaan ( <i>job profile and technopreneurship</i> ), serta peluang usaha di bidang manufaktur dan rekayasa pesawat udara, untuk membangun <i>vision</i> dan <i>passion</i> , dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.	<p>3.1 Memahami profesi dan kewirausahaan serta peluang usaha di bidang manufaktur dan rekayasa pesawat udara.</p> <p>3.2 Memahami <i>vision</i> dan <i>passion</i> dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata.</p>	

No.	Elemen	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
4	Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan budaya kerja industri.	Pada akhir fase E, peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (ringkas, rapi, resik, rawat, rajin).	4.1 Menerapkan K3LH dan budaya kerja industri.	Tahap 2 
5	Teknis dasar proses produksi pada industri manufaktur dan rekayasa pesawat udara.	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami praktik dasar yang terkait dengan seluruh proses produksi dan teknologi yang diaplikasikan dalam industri manufaktur pesawat udara, antara lain praktik dasar alat ukur, perkakas tangan dan bertenaga, peralatan angkat dan pemindah bahan, serta pengenalan teknik pemesinan, pengelasan, praktik <i>aerodynamic fundamental</i> , praktik <i>aircraft material</i> , praktik <i>aircraft hardware</i> dan <i>tools equipment</i> , praktik <i>aircraft structure</i> , praktik tenaga pendorong/ <i>power plant</i> , praktik <i>flight control</i> ,	5.1 Memahami proses praktik dasar alat ukur, perkakas tangan dan bertenaga, peralatan angkat dan pemindah bahan. 5.2 Memahami dasar-dasar <i>airframe</i> dan <i>powerplant</i> .	

No.	Elemen	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
		praktik <i>aircraft system</i> , dan prosedur standar <i>civil aviation safety regulation (CASR)</i> .		
6	Gambar teknik.	Pada akhir fase E, peserta didik mampu menggambar teknik dasar, termasuk pengenalan macam-macam peralatan gambar, diagram skematik, dan proyeksi gambar untuk pekerjaan pemeliharaan pesawat udara.	6.1 Menggambar teknik dasar untuk pekerjaan pemeliharaan pesawat udara.	
7	Prinsip dan perkembangan <i>Theory of Flight</i> .	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami gaya-gaya yang bekerja pada pesawat udara, prinsip Bernoulli, hukum Newton, hukum kekekalan energi. Elemen ini berhubungan dengan pengetahuan yang dibutuhkan dalam menjelaskan prinsip dan perkembangan <i>Theory of Flight</i> .	7.1 Memahami gaya-gaya yang bekerja pada pesawat udara. 7.2 Memahami prinsip bernoulli, hukum newton, dan hukum kekekalan energi.	Tahap 3  <pre> graph TD     7.1 --&gt; 7.2     7.2 --&gt; 8.2     8.2 --&gt; 8.1     8.1 --&gt; 9.1     9.1 --&gt; 10.1 </pre>
8	<i>Airfoil</i> terhadap performa pesawat udara.	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami macam-macam, bagian-bagian, dan karakteristik <i>airfoil</i> terhadap performa pesawat udara dari berbagai gaya aerodinamik pada pesawat serta <i>stall</i> dan cara mengatasinya.	8.1 Memahami macam-macam, bagian-bagian, dan karakteristik <i>airfoil</i> . 8.2 Memahami karakteristik jenis-jenis lapisan atmosfer.	

No.	Elemen	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
		Elemen ini berhubungan dengan pengaruh karakteristik jenis-jenis lapisan atmosfer terhadap penerbangan.		
9	<i>Aircraft material.</i>	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami macam dan spesifikasi <i>aircraft material</i> .	9.1 Memahami macam dan spesifikasi <i>aircraft material</i> .	
10	<i>Aircraft hardware dan tools equipment.</i>	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami macam dan spesifikasi <i>aircraft hardware</i> dan <i>tools equipment</i> .	10.1 Memahami macam dan spesifikasi <i>aircraft hardware</i> .	
11	<i>Aircraft structure.</i>	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami jenis-jenis pesawat udara, dan bagian-bagian struktur pesawat udara ( <i>aircraft structure</i> ).	11.1 Memahami jenis-jenis pesawat udara. 11.2 Memahami bagian-bagian struktur pesawat udara.	Tahap 4 
12	Tenaga pendorong/ <i>powerplant.</i>	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami berbagai jenis tenaga pendorong ( <i>powerplant</i> ) yang digunakan oleh pesawat.	12.1 Memahami berbagai jenis tenaga pendorong ( <i>powerplant</i> ).	

No.	Elemen	Capaian Pembelajaran	Tujuan Pembelajaran	Alur Tujuan Pembelajaran
13	<i>Flight Control.</i>	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami fungsi dan cara kerja <i>flight control</i> pada pesawat udara. Elemen ini berhubungan dengan aspek-aspek <i>flight stability and dynamics</i> yang meliputi <i>airplane axes, flight stability and control (static stability &amp; dynamic stability), flight control surfaces.</i>	13.1 Memahami fungsi dan cara kerja <i>flight control.</i>	
14	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami berbagai sistem yang ada di pesawat udara ( <i>aircraft system</i> ).	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami berbagai sistem yang ada di pesawat udara ( <i>aircraft system</i> ).	14.1 Memahami berbagai sistem yang ada di pesawat udara.	
15	<i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR)</i>	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami <i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR)</i> , antara lain <i>CASR Part 21, CASR Part 39, CASR Part 43, CASR Part 45, CASR Part 47, CASR Part 65, CASR Part 145, dan CASR Part 147.</i>	15.1 Memahami <i>Civil Aviation Safety Regulation (CASR)</i>	

## D. Contoh Pembuatan Modul Ajar

Berikut contoh rencana pembelajaran yang dibuat guru sebelum melaksanakan pembelajaran kepada peserta didik, disesuaikan dengan materi dan tujuan pembelajaran pada tiap bab.

### MODUL AJAR

Bidang Keahlian Teknik Pesawat Udara

#### IDENTITAS

Mata Pelajaran : Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara

Fase/Kelas : E/X

Nama Penyusun : Yudi Iswanto, M.Pd.

Instansi : .....

#### Tujuan Pembelajaran

- Menjelaskan proses manufaktur pada sebuah pesawat udara.
- Menyebutkan nama-nama perusahaan manufaktur pesawat udara.
- Menyebutkan jenis dan model produksi dari beberapa perusahaan manufaktur pesawat udara, baik di dalam maupun luar negeri.
- Menjelaskan peluang bisnis di bidang pemeliharaan pesawat udara.
- Menyebutkan nama-nama perusahaan pemeliharaan pesawat udara.
- Menjelaskan perkembangan perusahaan manufaktur dan perusahaan pemeliharaan pesawat udara.

#### Kriteria Ketercapaian

- Peserta didik dapat memahami proses manufaktur pada sebuah pesawat udara.
- Peserta didik dapat memahami perusahaan apa saja yang termasuk manufaktur pesawat udara.
- Peserta didik dapat memahami jenis dan model produksi dari beberapa perusahaan manufaktur pesawat udara, baik di dalam maupun luar negeri.

- d. Peserta didik dapat memahami peluang bisnis di bidang pemeliharaan pesawat udara.
- e. Peserta didik dapat memahami jenis pekerjaan yang dilakukan perusahaan pemeliharaan pesawat udara.
- f. Peserta didik dapat memahami perkembangan perusahaan manufaktur dan perusahaan pemeliharaan pesawat udara.

## Langkah Pembelajaran

### Pembahasan 1: Industri Manufaktur Pesawat Udara

- a. Pengamatan: Peserta didik mengamati sumber belajar tentang industri manufaktur pesawat udara, baik yang ada di Indonesia maupun luar negeri.
- b. Penugasan: Melalui diskusi kelompok, peserta didik diarahkan untuk memahami kekayaan Indonesia atas SDM, pabrik pesawat, serta pusat perawatan dan pemeliharaan pesawat yang dimiliki.

#### Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Buatlah kelompok bersama teman-temanmu. Amati dan diskusikan beberapa manufaktur pesawat udara, baik yang berada di dalam negeri maupun luar negeri. Bahas pula jenis-jenis model pesawat dari masing-masing manufaktur tersebut!

Kelompok : .....

Anggota : .....

: .....

: .....

No.	Nama Manufaktur	Lokasi	Model Pesawat

### Pembahasan 2: Proses Pemeliharaan dan Perawatan Pesawat Udara

- a. Pengamatan: Peserta didik mengamati sumber belajar tentang proses pemeliharaan dan perawatan pesawat udara.

- b. Penugasan: Melalui literasi di media elektronik dan non-elektronik, peserta didik diarahkan untuk memahami proses pemeliharaan dan perawatan pesawat udara.

### Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Buatlah kelompok bersama teman-temanmu, kemudian lakukan kunjungan ke salah satu MRO milik Indonesia, misalnya ke GMF Aero Asia di area Bandara Soekarno-Hatta. Perhatikan dengan baik bagaimana proses pemeliharaan pesawat udara dilakukan ditempat itu. Buatlah laporan dari hasil kunjungan terkait aktivitas proses di industri pemeliharaan pesawat udara.

Kelompok : .....

Anggota : .....

: .....

: .....

No.	Nama MRO	Lokasi	Pemeliharaan Pesawat Udara yang Dilakukan

## Asesmen

- a. Asesmen Awal

- 1) Soal

Mengapa industri penerbangan sangat penting bagi Indonesia?

- 2) Kunci Jawaban

Industri penerbangan sangat penting di Indonesia karena wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia sangat luas, terpisah-pisah di 17 ribu pulau dan 2/3-nya merupakan wilayah perairan. Begitu luasnya wilayah Indonesia tersebut, maka dibutuhkan suatu moda transportasi yang cepat dan andal guna mempersatukan

masyarakat Indonesia dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat. Moda transportasi tersebut ialah pesawat udara, sebab dalam kondisi tertentu tidak semua wilayah Indonesia dapat dijangkau oleh moda transportasi darat maupun laut.

### 3) Rubrik Penilaian Asesmen Awal

No.	Nama	Jawaban
1		
2		
3		
dst		

#### Kriteria Penilaian Asesmen Awal

No.	Kriteria	Kategori
1	Peserta didik menjawab $\geq 80\%$ kata kunci	Mampu
2	Peserta didik menjawab 50% - 79% kata kunci	Kurang Mampu
3	Peserta didik menjawab $\leq 50\%$ kata kunci	Tidak Mampu

Kriteria ketercapaian kelas pada asesmen awal dianggap tercapai jika semua peserta didik dalam satu kelas telah memperoleh kategori mampu. Jika kategori mampu  $\geq 80\%$ , pembelajaran dapat dilanjutkan ke asesmen proses dan akhir. Adapun bagi peserta didik yang belum mendapat kategori mampu akan diberi waktu tambahan untuk mendapatkan remedial atau mempelajari kembali materi tersebut dengan teman atau bimbingan guru sebelum dilanjutkan ke asesmen proses dan akhir.

#### b. Asesmen Proses

Penilaian proses dilakukan menggunakan instrumen dan rubrik penilaian diskusi kelompok pada setiap pembahasan.

#### c. Asesmen Akhir

##### 1) Soal

- a) Apa yang dimaksud *aircraft maintenance* dan apa tujuannya?
- b) Apa yang dimaksud dengan *airworthiness*? Jelaskan!

- c) Apa nama badan pemerintah yang mengeluarkan sertifikat untuk teknisi pesawat udara?
- d) Sebutkan sedikitnya 20 nama bandar udara yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia beserta kota tempatnya berada!

2) Rubrik Penilaian Asesmen Akhir

No.	Nama	Jawaban dari Soal Nomor				Kategori
		1	2	3	4	
1						
2						
3						
dst						

Kriteria Penilaian Asesmen Akhir

No.	Kriteria	Kategori
1	Peserta didik menjawab $\geq 80\%$ kata kunci	Mampu
2	Peserta didik menjawab 50% - 79% kata kunci	Kurang Mampu
3	Peserta didik menjawab $\leq 50\%$ kata kunci	Tidak Mampu

## Media Pembelajaran

Buku Siswa Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara Semester 1, Asep Gunawan (2022), Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Republik Indonesia

## E. Strategi Umum Pembelajaran

Pembelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara di Kelas X diajarkan dengan sistem blok sesuai dengan elemen pembelajaran. Sekolah memiliki kewenangan melakukan pengaturan dan pemilihan strategi implementasi terkait pengaturan jadwal pelaksanaan untuk mata pelajaran tersebut.

Secara umum strategi yang dapat diterapkan dalam pembelajaran Dasar-dasar Teknik Pesawat udara di Kelas X adalah strategi yang dapat menstimulasi, mengembangkan, dan memperkuat elemen dalam Fase

E yang mencakup pengetahuan dan keterampilan proses, serta sikap ilmiah dan Profil Pelajar Pancasila.

Oleh karena itu, dalam setiap topik terdapat proyek yang harus dilakukan. Dengan demikian, pendekatan pembelajaran yang disarankan adalah pendekatan yang mendorong siswa aktif, misalnya pendekatan kontekstual, saintifik, dan pengenalan praktik dalam melaksanakan proses pembelajaran.

Model pembelajaran yang digunakan adalah model-model pembelajaran yang bukan hanya berorientasi ke penguasaan konsep, namun juga pengembangan keterampilan ilmiah dan sikap ilmiah, misalnya inkuiri, penemuan (*discovery*), dan pembelajaran berbasis masalah.

Penugasan kepada siswa baik berupa latihan soal dan proyek dirancang untuk melatih proses berpikir siswa. Dalam buku ini siswa juga dilatih untuk melakukan refleksi terhadap proses dan capaian belajarnya agar dapat lebih meningkatkan capaian belajarnya.

## F. Asesmen

Asesmen ditujukan untuk mengukur ketercapaian tujuan pembelajaran. Bentuk asesmen perlu dirancang secara variatif dan sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik sasaran. Di bagian ini, dijelaskan tentang tiga bentuk penilaian: penilaian sebelum, pada saat, dan/atau setelah pembelajaran. Perlu dijelaskan pentingnya penilaian sebelum dan pada saat pembelajaran (formatif). Bagian ini memuat berbagai teknik penilaian yang digunakan dan instrumennya berupa berbagai bentuk soal dan tugas beserta rubrik dan pedoman penskorannya, serta strategi pengembangannya jika guru akan mengembangkan atau membuat sendiri. Soal dan/atau tugas disertai dengan kunci jawaban dan pembahasannya.

## G. Konten Bab pada Buku Siswa

Materi pada Buku Siswa ditampilkan dalam bentuk teks dan gambar. Gambar-gambar yang ditampilkan mendukung konsep yang akan dipelajari peserta didik. Dengan adanya kombinasi ini diharapkan siswa

lebih tertarik dan menyenangkan belajar Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara. Secara umum ada lima fitur utama dalam Buku Siswa. **Pertama**, halaman judul yang berisi nomor dan judul bab, tujuan pembelajaran, dan kata kunci. **Kedua**, bagian isi yang mencakup isi materi, aktivitas pembelajaran dan intisari pembelajaran. **Ketiga**, refleksi yang mengajak siswa untuk melakukan refleksi terhadap proses belajarnya pada topik tersebut. **Keempat**, penilaian yang mencakup berbagai bentuk penilaian dan juga mengarah pada soal-soal AKM. **Kelima**, pengayaan untuk menambah wawasan dan pengetahuan siswa mengenai materi pada topik tersebut.

Setiap Bab pada Buku Siswa memiliki beberapa fitur. Fitur-fitur ini membantu siswa dalam mencapai capaian pembelajaran pada Fase E. Fitur-fitur yang menjadi konten materi buku pada tiap bab adalah sebagai berikut.



### Peta Konsep

Berisi konsep-konsep materi pembelajaran yang sudah dipetakan sesuai dengan Capaian Pembelajaran.



### Tujuan Pembelajaran

Mencakup keseluruhan tujuan pembelajaran yang akan dicapai pada bab tersebut.



### Aktivitas Pembelajaran

Fitur ini merupakan kegiatan yang harus dilakukan peserta didik, yaitu pemerolehan dan penelaahan informasi dari artikel, pengamatan sederhana di lingkungan sekitar, menyimak video, dan praktikum sederhana.



### Tes Formatif

Pada fitur ini ditampilkan beragam jenis pertanyaan yang berkaitan dengan materi pada subbab atau bab tersebut. Pertanyaan-pertanyaan yang dimunculkan tidak hanya untuk mengakses pengetahuan peserta didik, tetapi juga tentang keterampilan proses peserta didik.



## Rangkuman

Ringkasan tentang konsep kunci materi pada masing-masing bab yang ditampilkan dalam pernyataan.



## Refleksi

Fitur ini berupa pemilihan materi-materi yang sudah dipahami atau belum dipahami pada akhir bab untuk mengetahui sejauh mana pemahaman siswa terhadap topik dan keterampilan prosesnya.



## Pengayaan

Pengayaan merupakan fitur akhir bab yang berisi informasi tambahan terkait materi yang sudah dipelajari. Pengayaan disajikan agar wawasan siswa bertambah tentang topik tersebut.

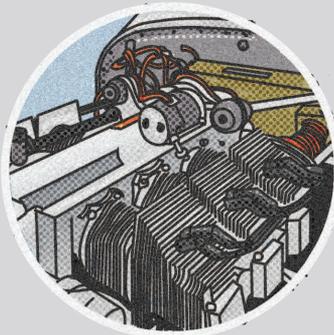
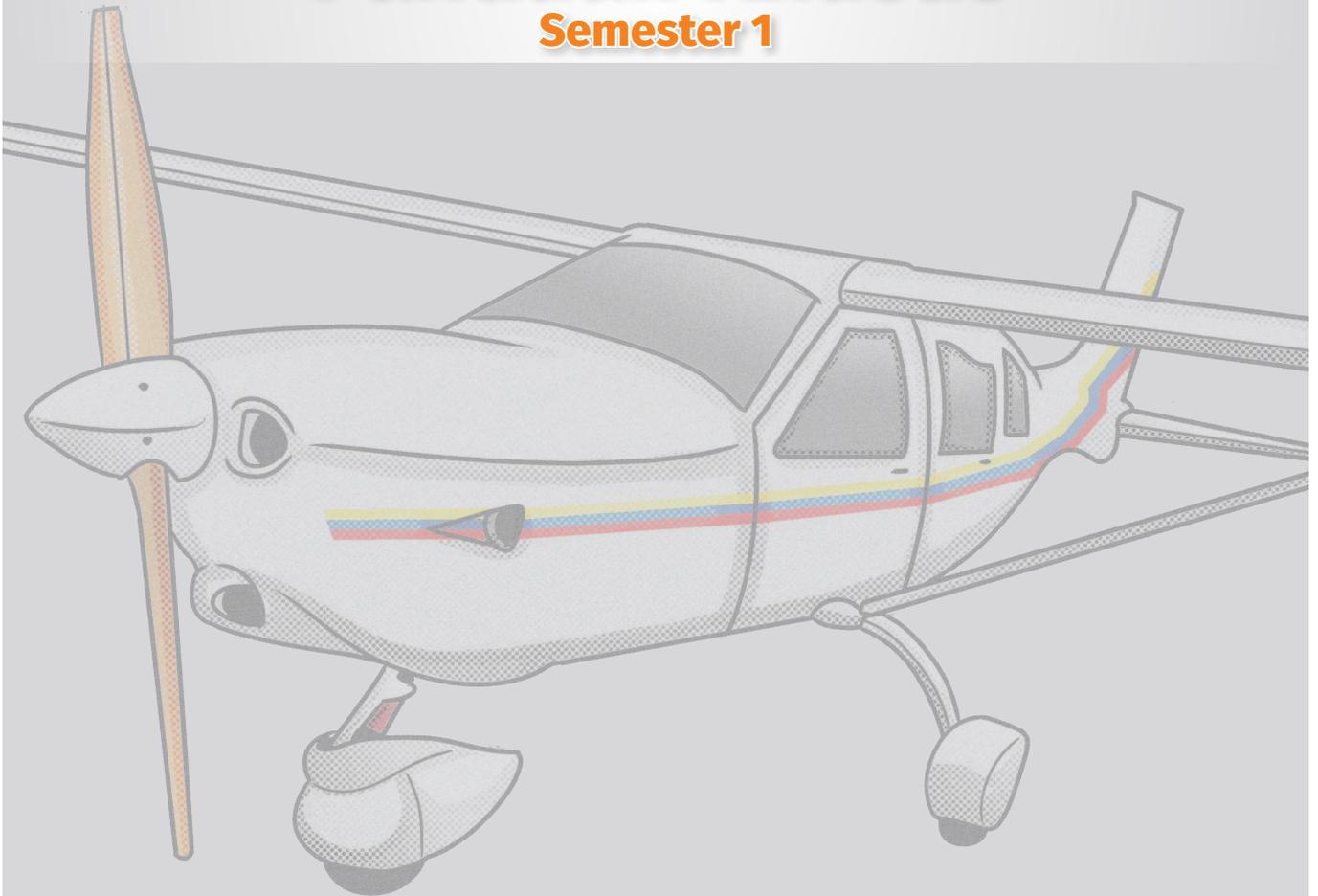
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2022**

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Maruli Tua, Asep Gunawan, Tri Susilo  
ISBN: 978-602-427-928-8

# Panduan Khusus

## Semester 1



# DASAR-DASAR TEKNIK PESAWAT UDARA

Semester 1



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Maruli Tua, Asep Gunawan, Tri Susilo  
ISBN: 978-602-427-928-8



# Industri Pemeliharaan Pesawat Udara



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami proses manufaktur dan pemeliharaan pesawat udara.
2. Memahami nama-nama perusahaan manufaktur dan hasil produksinya.
3. Memahami nama-nama perusahaan operator pesawat udara.
4. Memahami nama-nama perusahaan pemeliharaan pesawat udara.
5. Mengetahui peluang-peluang bisnis di bidang aviasi.
6. Memahami profesi dan jenjang karier sebagai teknisi pesawat udara.

## A. Pendahuluan

Pengenalan tentang industri manufaktur dan pemeliharaan pesawat udara merupakan topik awal yang perlu dipelajari dan dipahami oleh peserta didik Kelas X SMK. Pada pembahasan ini peserta didik diberikan pemahaman tentang dunia aviasi, baik dalam hal industri pemeliharaan pesawat udara maupun proses manufaktur pesawat udara.

Pembahasan lain pada bab ini juga berkaitan dengan peluang bisnis, profesi, dan jenjang karier sebagai seorang teknisi pesawat udara (*aircraft technician*) yang ditawarkan perusahaan-perusahaan industri manufaktur dan pemeliharaan pesawat udara, baik domestik maupun internasional.

## B. Skema Mata Pelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 2 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 2 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

- 1.1. Bagaimana Proses Manufaktur Pesawat Udara?
- 1.2. Bagaimana Peluang Bisnis Pemeliharaan Pesawat Udara?
- 1.3. Bagaimana Perkembangan Perusahaan Manufaktur dan Pemeliharaan Pesawat Udara?

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai proses manufaktur pesawat udara dan perkembangannya.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Aircraft design</i></li><li>• <i>Small body aircraft, Narrow body aircraft, dan Wide body aircraft</i></li></ul>	Buku Siswa pada subbab Proses Manufaktur Pesawat Udara	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="https://faa.gov">https://faa.gov</a></li><li>• <a href="https://hubud.dephub.go.id">https://hubud.dephub.go.id</a></li><li>• <a href="https://airbus.com">https://airbus.com</a></li></ul>

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Secara berkelompok menelaah beberapa manufaktur pesawat udara, baik dalam dan luar negeri serta mengidentifikasi model produksinya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bandar Udara di Indonesia.</li> <li>Industri Pesawat Udara dalam Negeri.</li> <li>Perusahaan Operator Penerbangan.</li> <li>Perusahaan Pemeliharaan Pesawat Udara dalam Negeri.</li> </ul>	Buku Siswa pada subbab Peluang Bisnis Pemeliharaan Pesawat Udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li><a href="https://boeing.com">https://boeing.com</a></li> <li><a href="https://indonesian-aerospace.com">https://indonesian-aerospace.com</a></li> <li><a href="https://gmf-aeroasia.co.id">https://gmf-aeroasia.co.id</a></li> <li><a href="https://fltechnics.com">https://fltechnics.com</a></li> <li><a href="https://ptmmf.co.id">https://ptmmf.co.id</a></li> </ul>
Menelaah beberapa profil perusahaan operator penerbangan dan perusahaan pemeliharaan pesawat udara.		Buku Siswa pada subbab Perkembangan Perusahaan Manufaktur dan Pemeliharaan Pesawat Udara.	
Menelaah program pengembangan pesawat transport nasional dan produksi pesawat udara dalam negeri.			

### Subbab:

1.4. Bagaimana Profesi dan Karir di Bidang Pemeliharaan Pesawat Udara?

1.5. Bagaimana Proses dan Perkembangan Industri Pemeliharaan Pesawat Udara?

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai perkembangan industri penerbangan dan peluang karier.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Peluang karier di dunia industri penerbangan.</li> </ul>	Buku Siswa pada subbab Profesi dan Karier di Bidang Pemeliharaan Pesawat Udara.	<a href="https://faa.gov">https://faa.gov</a> <a href="https://hubud.dephub.go.id">https://hubud.dephub.go.id</a>

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai profesi dan karier <i>Aircraft Technician</i> dan bagaimana menjadi seorang <i>Aircraft Technician</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Profesi dan karier <i>Aircraft Technician</i></li> <li>• <i>Basic License</i></li> <li>• <i>Aircraft Maintenance</i></li> <li>• <i>Airworthiness</i></li> <li>• <i>Life Cycle Cost</i></li> <li>• <i>Supply Chain Management</i></li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://airbus.com">https://airbus.com</a></li> <li>• <a href="https://boeing.com">https://boeing.com</a></li> <li>• <a href="https://indonesian-aerospace.com">https://indonesian-aerospace.com</a></li> <li>• <a href="https://gmf-aeroasia.co.id">https://gmf-aeroasia.co.id</a></li> <li>• <a href="https://fltechnics.com">https://fltechnics.com</a></li> <li>• <a href="https://ptmmf.co.id">https://ptmmf.co.id</a></li> </ul>
Membaca dan berdiskusi mengenai definisi, klasifikasi dan istilah-istilah pada <i>aircraft maintenance</i> .		Buku Siswa pada subbab Proses dan Perkembangan Industri Pemeliharaan Pesawat Udara.	
Membaca dan berdiskusi mengenai definisi <i>airworthiness</i> dan persyaratan yang harus dipenuhi Secara berkelompok menelaah bagaimana konsep ketersediaan dan <i>supply chain management</i> .			

## C. Panduan Pembelajaran

### Pertemuan Pertama

#### Subbab:

- 1.1. Bagaimana Proses Manufaktur Pesawat Udara?
- 1.2. Bagaimana Peluang Bisnis Pemeliharaan Pesawat Udara?
- 1.3. Bagaimana Perkembangan Perusahaan Manufaktur dan Pemeliharaan Pesawat Udara?

#### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

#### Tujuan Pembelajaran:

1. Menjelaskan proses manufaktur pada sebuah pesawat udara.
2. Menyebutkan nama-nama perusahaan manufaktur pesawat udara.
3. Menyebutkan jenis dan model produksi dari beberapa perusahaan manufaktur pesawat udara, baik di dalam negeri maupun luar negeri.
4. Menjelaskan peluang bisnis di bidang pemeliharaan pesawat udara.
5. Menyebutkan nama-nama perusahaan pemeliharaan pesawat udara.
6. Menjelaskan perkembangan perusahaan manufaktur dan perusahaan pemeliharaan pesawat udara.

#### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik sudah mempelajari dan memahami kondisi geografis wilayah Indonesia.
2. Peserta didik sudah mempelajari dari buku bacaan atau sumber literasi lainnya tentang beberapa negara yang memproduksi pesawat udara.

#### Tahapan Pembelajaran

##### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik untuk mengamati luasnya wilayah geografis Indonesia.

- Pengamatan 1: Peserta dapat mengamati kebutuhan pesawat udara sebagai moda transportasi penghubung antar pulau di Indonesia.
  - Pengamatan 2: Peserta dapat mengamati kebutuhan bandar udara di seluruh wilayah Indonesia.
2. Beri kesempatan pada peserta didik untuk mengamati proses dan perkembangan manufaktur pesawat udara.
  3. Beri kesempatan pada peserta didik untuk menelaah proses dan perkembangan pemeliharaan pesawat udara.
  4. Beri kesempatan pada peserta didik untuk menelaah beberapa perusahaan pemeliharaan pesawat udara atau MRO di Indonesia.

### **Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran**

1. Ajaklah peserta didik untuk mengamati wilayah geografis Indonesia.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati proses manufaktur suatu pesawat udara dan perkembangannya.
3. Arahkan peserta didik untuk menyebutkan beberapa perusahaan manufaktur pesawat udara, dan model-model pesawat udara yang diproduksinya.
4. Arahkan peserta didik untuk menyebutkan beberapa perusahaan pemeliharaan pesawat udara.
5. Arahkan peserta didik untuk mengkritisi perkembangan bisnis manufaktur dan pemeliharaan pesawat udara di Indonesia maupun di Luar negeri.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran di buku latihan.
2. Mintalah peserta didik untuk menjelaskan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang perkembangan kebutuhan pesawat udara di wilayah geografis Indonesia.

2. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang proses manufaktur pesawat udara.
3. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang perkembangan kebutuhan manufaktur dan pemeliharaan pesawat udara di Indonesia.

## Pertemuan Kedua

### Subbab:

- 1.4. Bagaimana Profesi dan Karier di Bidang Pemeliharaan Pesawat Udara?
- 1.5. Bagaimana Proses dan Perkembangan Industri Pemeliharaan Pesawat Udara?

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan profesi apa saja yang terdapat di bidang pemeliharaan pesawat udara.
2. Menjelaskan jenjang karier sebagai seorang *aircraft technician*.
3. Menjelaskan peraturan dan persyaratan untuk menjadi seorang *aircraft technician*.
4. Menjelaskan definisi, klasifikasi, proses, dan istilah-istilah pada kegiatan pemeliharaan pesawat udara.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

- Peserta didik sudah mempelajari dari buku bacaan atau sumber literasi lainnya tentang profesi apa saja yang terkait dengan dunia penerbangan.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik untuk mengamati profesi-profesi apa saja yang terdapat dibidang pemeliharaan pesawat udara.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati jenjang karier *aircraft technician*.

3. Arahkan peserta didik untuk menelaah bagaimana persyaratan apa saja yang dibutuhkan untuk menjadi seorang *aircraft technician*.
4. Arahkan peserta didik untuk menelaah tentang definisi, klasifikasi, proses, dan istilah-istilah yang digunakan pada pemeliharaan pesawat udara.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengamati profesi, persyaratan dan jenjang karier seorang *aircraft technician*.
2. Ajaklah peserta didik untuk menelaah definisi, klasifikasi, proses, dan istilah-istilah pada pelaksanaan pemeliharaan pesawat udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran di buku latihan.
2. Mintalah peserta didik untuk menjelaskan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang profesi, persyaratan, jenjang karier dan tantangan sebagai seorang *aircraft technician*.
2. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang perkembangan proses dan teknologi pemeliharaan pesawat udara.
3. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dari pembelajaran pada subbab ini.

## D. Uji Kompetensi (Asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Mengapa industri penerbangan sangat penting bagi Indonesia?

Industri penerbangan sangat penting di Indonesia karena wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia, yang terpisah-pisah atas tujuh belas ribu pulau dan 2/3-nya merupakan wilayah perairan. Begitu luasnya wilayah Indonesia tersebut, maka dibutuhkan suatu moda transportasi yang cepat dan andal untuk mempersatukan masyarakat Indonesia dan meningkatkan pertumbuhan ekonomi masyarakat. Moda transportasi yang paling sesuai untuk tujuan tersebut ialah pesawat udara, karena dalam kondisi tertentu tidak semua wilayah Indonesia dapat dijangkau oleh moda transportasi darat maupun laut.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Apa yang dimaksud *aircraft maintenance* dan apa tujuannya?

*Aircraft* dalam Bahasa Indonesia diartikan sebagai Pesawat Udara. *Maintenance* dalam Bahasa Indonesia diartikan sebagai Pemeliharaan, yang artinya adalah suatu rangkaian kegiatan atau tindakan guna memperbaiki suatu sistem atau barang/produk untuk dikembalikan pada kondisi baik dan siap untuk digunakan. Dengan demikian, *Aircraft Maintenance* diartikan sebagai suatu rangkaian kegiatan atau tindakan pemeliharaan yang diperlukan atau dijadwalkan untuk menjaga kondisi pesawat udara tetap baik dan dapat digunakan. Sesuai referensi CASR Part 01, bahwa *Aircraft Maintenance* dimaksudkan sebagai pelaksanaan tugas yang diperlukan untuk memastikan kelaikudaraan (*airworthiness*) pesawat yang berkelanjutan, termasuk salah satu atau kombinasi perbaikan, inspeksi, penggantian, perbaikan cacat, dan perwujudan modifikasi ataupun perbaikan.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Apa yang dimaksud *airworthiness*?

Sesuai referensi CASR *Part 01*, *Airworthiness* adalah pesawat udara yang memiliki kondisi sesuai dengan jenis rancangan (*type design*) untuk dapat dioperasikan dengan aman.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Apa nama badan pemerintah yang berhak mengeluarkan sertifikat untuk teknisi pesawat udara?

Dinas Kelaikudaraan dan Pengoperasian Pesawat Udara (DKPPU), Kementerian Perhubungan Republik Indonesia.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Sebutkan sedikitnya 20 nama bandar udara yang tersebar di seluruh wilayah Indonesia beserta kota tempatnya berada?

- a. Sultan Iskandar Muda International Airport (BTJ) di kota Aceh.
- b. Kualanamu International Airport (KNO) di kota Medan.
- c. Minangkabau International Airport (PDG) di kota Padang.
- d. Halim Perdanakusuma International Airport (HLP) di kota DKI Jakarta.
- e. Soekarno-Hatta International Airport (CGK) di kota Tangerang.
- f. Husein Sastranegara International Airport (BDO) di kota Bandung.
- g. Ketajati International Airport (KTJ) di kota Majalengka.
- h. Ahmad Yani International Airport (SRG) di kota Semarang.
- i. Yogyakarta International Airport (YIA) di kota Yogyakarta.
- j. Juanda International Airport (SUB) di kota Surabaya.
- k. Supadio International Airport (PNK) di kota Pontianak.
- l. Syamsuddin Noor International Airport (BDJ) di kota Banjarmasin.

- m. Sultan Aji Muhammad Sulaiman International Airport (BPN) di kota Balikpapan.
- n. Sam Ratulangi International Airport (MDC) di kota Manado.
- o. Pattimura International Airport (AMQ) di kota Ambon.
- p. Mutiara SIS Al-Jufrie Airport (PLW) di kota Palu.
- q. Sultan Hasanuddin International Airport (UPG) di kota Makassar.
- r. Ngurah Rai International Airport (DPS) di kota Denpasar.
- s. Lombok International Airport (LOP) di kota Lombok.
- t. Sentani International Airport (DJJ) di kota Jayapura.
- u. Mopah International Airport (MKQ) di kota Merauke.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Sebutkan nama fasilitas pemeliharaan dan perawatan yang berada di Indonesia!

- a. Garuda Maintenance Facility Aero Asia, GMF Aero Asia.
- b. Batam Aero Technic, BAT.
- c. Merpati Maintenance Facility, MMF.
- d. FL Tehcnics Indonesia.
- e. Wira Jasa Angkasa (WJA) Aircraft Maintenance & Supplies.
- f. Travira Aircraft Maintenance & Supplies.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Sebutkan nama-nama aircraft manufacture yang kalian ketahui beserta letak dan model produksi pesawatnya?

- a. Airbus terletak di Toulouse, Perancis. Pesawat yang diproduksi yaitu A320, A321, A330, A340, A350, dan A380.

- b. Boeing terletak di Seattle, Amerika Serikat. Pesawat yang diproduksi yaitu B717, B727, B737, B747, B757, B767, B777, dan B787.
- c. Bombardier terletak di Quebec, Canada. Pesawat yang diproduksi yaitu Dash8-400, CRJ-100/200/400, CRJ-700/900/1000.
- d. Dirgantara Indonesia terletak di Bandung, Indonesia. Pesawat yang diproduksi yaitu BO-105, NAS-330 Puma, NAS-332 Super Puma, CN-235, N-250, dan N-219.
- e. Embraer terletak di Sao Paulo, Brazil. Pesawat yang diproduksi yaitu ERJ-120, ERJ-135, ERJ-145, ERJ-170, dan ERJ-190.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Sebutkan dua jenis pemeliharaan dan jelaskan!

- a. *Preventive maintenance* adalah tindakan pemeliharaan yang dilakukan secara teratur, rutin dan terus-menerus untuk mencegah ataupun mengurangi kemungkinan kegagalan pada sistem atau barang/produk yang tidak terduga di masa depan.
- b. *Corrective maintenance* adalah tindakan pemeliharaan atau perbaikan yang dilakukan setelah ditemukan atau terjadi kerusakan pada sistem atau barang/produk.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Apa yang dimaksud dengan AMEL?

Sesuai referensi CASR *Part* 65, AMEL adalah sertifikat kewenangan yang dimiliki seseorang untuk dapat melakukan dan mengesahkan tindakan pemeliharaan pesawat udara.

## E. Pengayaan

Untuk menambah wawasan peserta didik mengenai industri pemeliharaan pesawat udara, telusuri berbagai situs yang ada di internet, misalnya dengan membuka beberapa *QR-Code* berikut.



## F. Interaksi Guru Dengan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas, diharapkan orang tua/wali turut memantau proses penyiapan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi Untuk Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada Bab 1 tentang industri pemeliharaan pesawat udara. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, dan hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Proses pembelajaran merupakan salah satu media dalam pengembangan keterampilan proses dan Profil Pelajar Pancasila. Oleh karena itu, guru diharapkan dapat lebih menekankan keterampilan proses dan pembentukan dimensi Profil Pelajar Pancasila selama proses pembelajaran.

Pada akhir pembelajaran guru dapat menjelaskan bahwa rangkaian proses industri pemeliharaan pesawat udara sangat membutuhkan kreativitas, sikap kritis, kemandirian, dan gotong-royong. Nilai-nilai tersebut merupakan nilai-nilai yang ada pada Profil Pelajar Pancasila dan dapat diterapkan peserta didik dalam aktivitas pembelajaran.

Guru diharapkan mampu membimbing dan memotivasi peserta didik agar kreatif, misalnya dengan cara berdiskusi atau tanya jawab yang memberi kesempatan peserta didik menyampaikan ide dan gagasannya tentang peluang bisnis dan industri pemeliharaan pesawat udara. Peserta didik juga diharapkan mampu berpikir kritis dengan cara memahami kebutuhan dan peluang berkarier sebagai teknisi pemeliharaan pesawat udara. Pemberian tugas secara mandiri tentang konsep dan proses bisnis industri pemeliharaan pesawat udara kepada peserta didik dapat diterapkan untuk mengasah kemandirian dalam menyelesaikan tugas tanpa bergantung kepada teman atau kelompok. Adapun pembentukan karakter bergotong-royong dapat diterapkan dengan cara memberikan tugas secara berkelompok tentang industri pemeliharaan pesawat udara kepada peserta didik untuk menjalin kebersamaan dan berbagi pengetahuan dalam menyelesaikan tugas.

Pengetahuan yang baik tentang industri pemeliharaan pesawat udara ditunjang penguatan nilai Profil Pelajar Pancasila sangat penting bagi peserta didik yang ingin berkarier sebagai teknisi pesawat udara. Karena itulah, nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila tersebut harus dapat diimplementasikan peserta didik dengan baik.

## Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Hidup (K3LH)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami pengaruh lingkungan kerja.
2. Melaksanakan praktik kerja yang aman
3. Mengenal bahaya di tempat kerja.
4. Memahami prosedur dalam keadaan darurat.
5. Menerapkan budaya kerja industri (rajin, rawat, ringkas, rapi dan resik)

## A. Pendahuluan

Unsur kesehatan, keselamatan kerja, dan lingkungan tempat bekerja merupakan faktor sangat penting yang harus selalu diperhatikan oleh dunia industri, khususnya yang terkait dengan industri penerbangan. Kesehatan pekerja yang selalu terjaga, keselamatan pekerja yang selalu terlindungi, serta lingkungan tempat bekerja yang aman dan nyaman akan menjadi faktor pendukung bagi berhasilnya proses serta hasil produksi sebuah perusahaan atau industri.

## B. Skema Mata Pelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 2 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

- 2.1. Pengaruh Kemajuan Industri terhadap Lingkungan
- 2.2. Pencemaran Udara
- 2.3. Pengotor Debu dan Pengaruhnya terhadap Manusia
- 2.4. Gangguan Suara

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengidentifikasi hal-hal yang berpengaruh terhadap lingkungan, dengan adanya kemajuan industri.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kesehatan</li><li>• Keselamatan kerja</li><li>• Limbah industri</li><li>• Pencemaran lingkungan</li></ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang pengaruh kemajuan industri terhadap lingkungan.
Mengidentifikasi parameter yang digunakan untuk mengukur polusi udara.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Konsentrasi unsur pencemar</li><li>• Standar mutu</li><li>• Standar emisi</li><li>• PPM</li></ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang polusi udara.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengidentifikasi partikel-partikel pencemaran udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Butiran partikel</li> <li>• Alat pembersih partikel</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang pembersih partikel.
Mengidentifikasi pengotor debu dan pengaruhnya terhadap manusia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pneumoconiosis</li> <li>• Penyakit paru okupasi</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang pengotor debu dan pengaruhnya pada manusia.
Mengidentifikasi macam-macam kebisingan serta pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Noise</li> <li>• Desibel (dB)</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang kebisingan dan pengaruhnya pada manusia.

### Subbab:

## 2.5. Alat-alat Keamanan Kerja

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati alat-alat keamanan kerja yang digunakan pada industri penerbangan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesehatan</li> <li>• Keselamatan kerja</li> <li>• APD</li> <li>• APAR</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang alat-alat keamanan kerja yang digunakan pada industri penerbangan.
Mengklasifikasikan alat-alat keamanan kerja sesuai fungsinya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesehatan</li> <li>• Keselamatan kerja</li> <li>• APD</li> <li>• APAR</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang alat-alat keamanan kerja yang digunakan pada industri penerbangan.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Melakukan praktik penggunaan alat-alat keamanan kerja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kesehatan</li> <li>• Keselamatan kerja</li> <li>• APD</li> <li>• APAR</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang cara penggunaan alat-alat keamanan kerja di industri.

### Subbab:

2.6. Alat-alat Pemadam Kebakaran

2.7. Penanganan Keadaan Darurat

### Alokasi Waktu:

2 kali pertemuan , 4 jam pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Identifikasi alat-alat dan perlengkapan pemadam kebakaran.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang alat dan perlengkapan pemadam kebakaran.
Melakukan praktik menggunakan alat-alat pemadam kebakaran.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• APAR</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan dan video yang berkaitan dengan cara menggunakan alat pemadam kebakaran.
Memahami prosedur tindakan yang harus dilakukan pekerja untuk menghindari keadaan darurat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Darurat</li> <li>• Evakuasi</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan di internet yang berkaitan dengan prosedur tindakan menghindari keadaan darurat.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Melakukan simulasi evakuasi kondisi darurat kebakaran dan gempa bumi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Darurat</li> <li>Evakuasi</li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan atau video di internet yang berkaitan dengan simulasi evakuasi keadaan darurat.

## C. Panduan Pembelajaran Bab 2

### Pertemuan Pertama

#### Subbab:

- 2.1. Pengaruh Kemajuan Industri terhadap Lingkungan
- 2.2. Pencemaran Udara

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

Melalui pembelajaran dan pemberian fasilitas belajar di kelas dan di ruang praktik, peserta didik diharapkan mampu:

1. Menyebutkan berbagai bentuk pencemaran akibat adanya limbah industri.
2. Menjelaskan pengaruh berbagai bentuk pencemaran terhadap kesehatan manusia, hewan, maupun tumbuhan.
3. Menjelaskan macam-macam parameter yang digunakan untuk mengukur pencemaran udara.
4. Menyebutkan partikel-partikel yang dapat menyebabkan pencemaran udara.
5. Menyebutkan alat-alat yang dapat digunakan untuk pembersih partikel udara.
6. Menjelaskan cara-cara yang dapat digunakan untuk mencegah polusi udara.

## Pengetahuan Prasyarat Dan Konsepsi

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang limbah industri dan pencemaran udara sebagai referensi secara tuntas.
2. Peserta didik telah membaca tentang limbah industri dan pencemaran udara dari sumber-sumber lain.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks perkembangan dan kemajuan berbagai industri kaitannya dengan limbah dan pencemaran lingkungan sekitar.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi yang didapat dari hasil membaca atau melihat berita dari berbagai media komunikasi.
3. Ajaklah peserta didik untuk berpikir dan berpendapat tentang penanganan kasus pencemaran limbah di lingkungan sekitar.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk menyebutkan sumber-sumber yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan.
2. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan faktor-faktor yang dapat mengakibatkan pencemaran udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada pertemuan pertama bab 2 tersebut di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan pertama.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang penyebab terjadinya pencemaran lingkungan dan faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya pencemaran udara.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Berbagai bentuk pencemaran akibat adanya limbah industri.
2. Pengaruh berbagai bentuk pencemaran terhadap kesehatan manusia, hewan, maupun tumbuhan.
3. Macam-macam parameter yang digunakan untuk mengukur pencemaran udara.
4. Partikel-partikel yang dapat menyebabkan pencemaran udara.
5. Alat-alat yang dapat digunakan untuk pembersih partikel udara.
6. Cara-cara yang dapat digunakan untuk mencegah polusi udara.

## Pertemuan Kedua

Subbab:

2.3. Pengotor Debu dan Pengaruhnya terhadap Manusia

2.4. Gangguan Suara

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran:

1. Menjelaskan pengertian debu.
2. Menjelaskan efek buruk debu terhadap kesehatan organ tubuh manusia.
3. Menyebutkan berbagai jenis penyakit paru-paru dan penyebabnya.
4. Mendefinisikan bunyi secara subjektif dan objektif.
5. Menjelaskan kategori bising dalam lingkungan sehari-hari dan lingkungan industri.
6. Macam-macam gangguan kesehatan terhadap pekerja yang diakibatkan oleh kebisingan.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang pengotoran debu dan pengaruhnya terhadap manusia.

2. Peserta didik telah membaca tentang gangguan suara atau kebisingan.
3. Peserta didik telah membaca tentang pengotoran debu dan gangguan kebisingan dari sumber-sumber lain yang relevan.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks pengotoran debu dan kebisingan serta pengaruhnya terhadap kesehatan manusia.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi yang didapat dari hasil membaca atau melihat berita dari berbagai media komunikasi.
3. Ajaklah peserta didik untuk berpikir dan berpendapat tentang penanganan kasus pengotoran oleh debu dan akibat kebisingan terhadap kesehatan manusia.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk menyebutkan sumber-sumber yang menyebabkan terjadinya pengotoran debu dan kebisingan yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia.
2. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan faktor-faktor yang dapat mengakibatkan pengotoran debu, serta kebisingan.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada pertemuan kedua bab 2, di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan kedua.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang penyebab terjadinya pengotoran debu dan faktor-faktor yang mengakibatkan terjadinya kebisingan.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Pengertian debu.
2. Efek buruk debu terhadap kesehatan organ tubuh manusia.
3. Berbagai jenis penyakit paru-paru dan penyebabnya.
4. Definisi bunyi secara subjektif dan objektif.
5. Kategori bising dalam lingkungan sehari-hari dan lingkungan industri.
6. Macam-macam gangguan kesehatan terhadap pekerja yang diakibatkan oleh kebisingan.

### Pertemuan Ketiga

Subbab:

2.5. Alat-alat Keamanan Kerja

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran:

1. Menyebutkan alat-alat pelindung untuk keselamatan kerja (*work protective equipment*) yang digunakan di industri penerbangan.
2. Mengklasifikasikan alat-alat keselamatan kerja sesuai fungsinya.
3. Menyebutkan alat-alat keselamatan kerja sesuai klasifikasinya.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang alat-alat keamanan kerja.
2. Peserta didik telah membaca tentang alat-alat keamanan kerja dari sumber-sumber lain yang relevan.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks pentingnya menggunakan alat-alat keselamatan kerja serta pengaruhnya terhadap keselamatan manusia.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi tentang alat-alat keselamatan kerja yang didapat dari hasil membaca atau melihat berita dari berbagai media komunikasi.
3. Ajaklah peserta didik untuk berpikir dan berpendapat tentang penanganan kasus kecelakaan kerja akibat lalai dalam menggunakan alat keselamatan kerja.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi sumber-sumber yang menyebabkan terjadinya kecelakaan kerja yang berpengaruh terhadap keselamatan dan kesehatan manusia.
2. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan alat-alat yang dapat mencegah terjadinya kecelakaan kerja.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada pertemuan ketiga bab 2, di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ketiga.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang penyebab terjadinya kecelakaan kerja.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Alat-alat pelindung untuk keselamatan kerja (*work protective equipment*) yang digunakan di industri penerbangan.
2. Klasifikasi alat-alat keselamatan kerja sesuai fungsinya.
3. Macam-macam alat keselamatan kerja sesuai klasifikasinya.

## Pertemuan Keempat

### Subbab:

2.6. Alat-alat Pemadam Kebakaran

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran:

1. Mengidentifikasi alat-alat dan perlengkapan pemadam kebakaran.
2. Menggunakan alat-alat dan perlengkapan pemadam kebakaran sesuai prosedur.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang alat-alat dan perlengkapan pemadam kebakaran.
2. Peserta didik telah membaca tentang alat-alat pemadam kebakaran dari sumber-sumber lain yang relevan.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks pentingnya menggunakan alat-alat dan perlengkapan pemadam kebakaran saat terjadi musibah kebakaran.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi tentang cara-cara menggunakan alat-alat pemadam kebakaran yang didapat dari hasil membaca atau melihat video dari berbagai media komunikasi.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi macam-macam alat pemadam kebakaran sesuai fungsinya.
2. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan cara-cara menggunakan alat-alat pemadam kebakaran sesuai prosedur yang benar.

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada pertemuan ini di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang cara-cara menggunakan alat-alat pemadam kebakaran.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Klasifikasi alat-alat pemadam kebakaran sesuai fungsinya.
2. Cara-cara menggunakan alat pemadam kebakaran sesuai prosedur.

## Pertemuan Kelima

---

Subbab:

2.7. Penanganan Keadaan Darurat

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

---

### Tujuan Pembelajaran:

1. Memahami prosedur tindakan yang harus dilakukan pekerja untuk menghindari keadaan darurat.
2. Melakukan simulasi evakuasi kondisi darurat kebakaran dan gempa bumi.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang penanganan keadaan darurat.
2. Peserta didik telah membaca tentang penanganan keadaan darurat dari sumber-sumber lain yang relevan.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks pentingnya mengetahui prosedur penanganan keadaan darurat saat terjadi musibah kebakaran, gempa bumi, dan lain-lain.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi tentang cara-cara penanganan keadaan darurat yang didapat dari hasil membaca atau melihat video dari berbagai media komunikasi.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk memahami cara-cara penanganan keadaan darurat.
2. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan cara-cara penanganan keadaan darurat sesuai prosedur yang benar.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada pertemuan ini di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang cara-cara penanganan keadaan darurat kebakaran, gempa bumi, dan lain-lain.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Prosedur tindakan yang harus dilakukan pekerja untuk menghindari keadaan darurat.
2. Cara-cara melakukan simulasi evakuasi kondisi darurat kebakaran dan gempa bumi.

## D. Uji Kompetensi (Asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Mengapa perkembangan dan kemajuan industri bisa mengakibatkan bertambahnya pencemaran lingkungan?

Makin berkembangnya industri akan dibarengi dengan adanya peningkatan limbah industri. Pencemaran akibat limbah industri bisa terjadi selama atau sesudah proses produksi berlangsung. Buangan ini dapat berbentuk gas, cair, padat, panas, radiasi, bunyi, dan lain-lain.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Secara umum, pencemaran lingkungan disebabkan adanya pencemaran industri. Berikan dua contoh pencemaran tersebut!

- a. Pencemaran Udara
- b. Pencemaran Air

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Jelaskan pengertian dari *threshold limit value*!

*Threshold Limit Value (TLV)* adalah rata-rata konsentrasi dari suatu unsur pencemar di dalam ruang kerja dalam waktu selama delapan jam per hari pekerja tidak mengalami gangguan kesehatan.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Apa yang dimaksud dengan standar emisi?

Standar emisi adalah batas emisi suatu pencemar yang tidak boleh dilampaui.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Sebutkan empat alat pembersih butiran partikel yang mengotori udara!

- a. *Cyclone*
- b. Penggosok/penyikat basah (*wet scrubbers*)
- c. Pengendap elektrostatis (*electrostatic precipitator*)
- d. Saringan kain (*fabric filters*)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Tuliskan definisi debu secara ilmiah!

Debu adalah partikel-partikel udara dengan diameter kurang dari seperjuta sentimeter.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Penyakit apa yang timbul akibat terlalu lama menghirup debu?

Penyakit pneumoconiosis atau radang pada paru-paru.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Jelaskan pengertian bising!

Definisi bising secara subjektif menurut sejumlah ilmuwan dinyatakan sebagai bunyi yang tidak diinginkan, tidak disukai, dan mengganggu. Adapun definisi secara objektif adalah getaran bunyi kompleks yang meliputi berbagai frekuensi dan amplitudo, baik yang getarannya bersifat periodik maupun nonperiodik.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Satuan apa yang menyatakan ukuran intensitas kebisingan suara?

Intensitasnya dinyatakan dalam satuan desibel (dB).

### Kunci Jawaban Tes Formatif 10

Sebutkan lima alat pelindung anggota badan saat bekerja!

- a. *Safety helmet*
- b. *Earmuff*
- c. *Safety spectacles*
- d. *Safety vest*
- e. *Leather boots*

### Kunci Jawaban Tes Formatif 11

Jelaskan perbedaan fungsi antara sarung tangan kain, sarung tangan asbes, sarung tangan kulit, dan sarung tangan karet!

- a. Sarung tangan kain (*protective cloth gloves*), digunakan untuk memperkuat pegangan supaya tidak meleset.
- b. Sarung tangan asbes (*asbestos gloves*), terutama digunakan untuk melindungi tangan terhadap bahaya pembakaran api dan benda panas.
- c. Sarung tangan kulit (*leather gloves*), digunakan untuk memberi perlindungan dari ketajaman sudut pada perlengkapan yang berbobot apabila perlengkapan itu dipegang atau diangkat.
- d. Sarung tangan karet (*rubber gloves*), terutama digunakan pada saat pelapisan logam, seperti pernikel dan perkrom, untuk menjaga tangan dari bahaya pembakaran asam atau melindungi dari rasa pedih cairan pada bak atau panci tempat pekerjaan itu berlangsung.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 12

Jelaskan perbedaan fungsi *extinguisher* dengan simbol A, B, C, dan D!

- a. Tabung bersimbol huruf “A” yang terletak dalam segitiga berwarna hijau dipakai untuk memadamkan kebakaran dari kayu, kertas, kain, atau bahan sejenisnya.
- b. Tabung bersimbol huruf “B” di dalam persegi panjang berwarna merah digunakan untuk memadamkan kebakaran dari jenis minyak, cat, ter, terpening, dan sejenisnya.
- c. Tabung dengan simbol huruf “C” di dalam lingkaran berwarna biru dapat dipakai untuk memadamkan api listrik, api akibat terbakarnya isolasi listrik, atau pemadaman terhadap panel sakelar, motor listrik, dan sebagainya.
- d. Tabung bersimbol huruf “D” di dalam bintang yang berwarna kuning dipakai untuk memadamkan api kebakaran yang diakibatkan oleh logam seperti magnesium, potasium, sodium, dan titanium.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 13

Sebutkan tiga dari enam aspek penanganan keadaan darurat!

Setiap pekerja dan pengguna jasa yang mengetahui adanya keadaan darurat harus melaporkannya kepada tim penanganan keadaan darurat.

Tim K3 penanggulangan keadaan darurat bertanggung jawab menangani keadaan darurat yang ada. Untuk keadaan darurat kebakaran, penggunaan alat pemadam harus mengikuti standar penggunaan APAR.

Jika keadaan darurat tidak dapat ditangani oleh tim penanggulangan keadaan darurat, koordinator tim harus segera menghubungi pihak luar terkait untuk meminta bantuan.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 14

Sebutkan enam macam catatan terkait keadaan darurat!

- a. Daftar Potensi Keadaan Darurat
- b. Daftar Nomor Telepon Penting
- c. Struktur Organisasi Tim Tanggap Darurat
- d. Tugas dan Tanggung Jawab Tim Tanggap Darurat
- e. Jadwal Uji Coba Keadaan Darurat
- f. Evaluasi Uji Coba Keadaan Darurat

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 15

Sebutkan lima dari sembilan petunjuk evakuasi dalam keadaan darurat kebakaran!

- a. Saat melihat api, tetap tenang dan jangan panik.
- b. Segera hubungi petugas sekuriti. Sekuriti segera menghubungi layanan pemadam kebakaran di wilayah setempat.
- c. Menjauh dari sumber api dan asap.
- d. Segera menuju pintu darurat di lantai dasar dan tangga bagi yang di lantai atas; hindari penggunaan lift.
- e. Bila memungkinkan gunakan alat pemadam api ringan (APAR) untuk memadamkan api.

## E. Pengayaan

Untuk menambah wawasan peserta didik mengenai ruang lingkup kesehatan dan keselamatan kerja di berbagai industri di belahan dunia, telusuri berbagai situs yang ada di internet. Sebagai contoh, [www.safetysign.co.id](http://www.safetysign.co.id), [www.coursehero.com](http://www.coursehero.com), dan sebagainya.



[www.safetysign.co.id](http://www.safetysign.co.id)

## F. Interaksi Guru Dengan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait pembelajaran kesehatan dan keselamatan kerja serta pengaruh lingkungan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mengerjakan aktivitas pembelajaran serta pengayaan, terutama yang dilakukan di rumah, agar diberi pemantauan untuk tetap fokus kepada materi kesehatan dan keselamatan kerja. Untuk tugas mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi, supaya tidak mencari informasi di luar konteks tersebut. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik di materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi Untuk Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami siswa dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Pada bab ini guru diharapkan lebih menekankan keterampilan proses dan pembentukan dimensi Profil Pelajar Pancasila selama proses pembelajaran, khususnya dimensi kreatif, inovatif, bergotong-royong, dan bernalar kritis. Praktik dan observasi merupakan salah satu media dalam pengembangan proses penerapan kedisiplinan serta prosedur yang harus dilakukan selama bekerja terutama dalam menerapkan kesehatan, keselamatan, dan sikap selalu menjaga kebersihan selama bekerja.

Guru diharapkan mampu menanamkan pentingnya menerapkan prosedur kesehatan dan keselamatan kerja dalam industri penerbangan khususnya terkait dengan nilai-nilai kreatif, inovatif, bergotong-royong, dan bernalar kritis. Nilai-nilai tersebut merupakan nilai-nilai yang ada pada Profil Pelajar Pancasila dan dapat diterapkan peserta didik dalam aktivitas pembelajaran sehari-hari di sekolah maupun di rumah, yaitu dalam menjaga kebersihan, kesehatan, dan keselamatan dalam mengikuti aktivitas pembelajaran, serta menjaga kondisi lingkungan hidup di sekitar rumah dan sekolah tetap terjaga dengan baik.

# Gambar Teknik



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami pengertian dan fungsi gambar teknik.
2. Mengenal peralatan gambar teknik standar.
3. Menerapkan garis, huruf dan angka dengan baik.
4. Memahami dan menerapkan sistem proyeksi.
5. Menerapkan prinsip-prinsip gambar potongan.
6. Menafsirkan atau dapat membaca gambar teknik untuk pekerjaan pembuatan part dan pemeliharaan pesawat udara.

## A. Pendahuluan

Bab ini merupakan bab ke-3 dari buku Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara Kelas X. Sebagai pembuka adalah bahasan mengenai definisi gambar teknik, agar peserta didik langsung diperkenalkan kepada pelajaran menggambar bidang teknik. Isi bab diharapkan dapat menggiring peserta didik untuk dapat menafsirkan atau membaca gambar untuk pekerjaan pembuatan *part* dan pemeliharaan pesawat udara. Semua pekerjaan bidang pembuatan komponen, perakitan, perawatan, dan pengoperasian pesawat udara tidak lepas dari penggunaan gambar teknik sebagai alat komunikasi. Karena itulah, gambar teknik dikenal sebagai bahasa teknik.

Gambar teknik merupakan cara seorang insinyur menyampaikan ide atau gagasannya secara jelas kepada pekerja atau operator tentang bagaimana suatu rencana diusulkan atau bagaimana suatu perangkat/alat diproduksi atau dijalankan. Jadi, bentuk goresannya bersifat tegas dan jelas. Gambar teknik merupakan sarana meneruskan informasi secara tepat, gagasan dituangkan melalui penggunaan simbol, garis, dan ketentuan-ketentuan lain yang sama-sama dipahami secara baku oleh desainer teknik, operator, teknisi, dan orang lain secara internasional. Gambar teknik juga bisa berisi suatu perintah pekerjaan perbaikan dan pemeliharaan yang disampaikan kepada teknisi. Simbol, garis, dan kode-kode ini memiliki standarisasi. Peserta didik langsung diperkenalkan tiga kategori gambar teknik seperti yang disajikan pada halaman 57-58 Buku Siswa.

Kaitan dengan materi pembelajaran sebelumnya adalah peserta didik telah diperkenalkan dengan industri pemeliharaan pesawat udara di dunia dan di Indonesia khususnya, termasuk bagaimana profesi berkarier dalam dunia penerbangan. Juga peserta didik telah dibekali bahasan mengenal ancaman di lingkungan kerja dan bagaimana cara bekerja dengan sehat dijalankan di tempat pekerjaan. Pendidik juga diharapkan mengingatkan kembali kepada peserta didik bahwa materi konstruksi geometris bisa digali dari sumber lain sebelum mempelajari subbab 3D mengenai proyeksi dan seterusnya.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 9 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

3.1. Pengertian Gambar Teknik

3.2. Alat Gambar

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"><li>Membaca dan memahami tentang pengertian gambar teknik dan fungsi gambar teknik.</li><li>Memahami bahwa sifat gambar teknik harus komunikatif, normatif terukur dan efektif.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><i>Drafter</i></li><li>Bahasa Teknik</li><li>Informasi</li><li>Berlaku internasional</li><li>Gambar detail</li><li>Gambar perakitan</li><li>Gambar instalasi/pemasangan</li></ul>	Buku Siswa pada Bab Gambar Teknik	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet mengenai definisi gambar teknik, fungsi gambar teknik, sifat gambar teknik, dan kategori gambar teknik.
Memahami klasifikasi gambar teknik yang terbagi menjadi tiga kategori gambar seperti yang tersaji di Buku Siswa.		Buku Siswa <ul style="list-style-type: none"><li>Gambar 3.1</li><li>Gambar 3.2</li><li>Gambar 3.3</li></ul>	
Mengajukan pertanyaan terkait definisi, fungsi gambar teknik, dan definisi dari ketiga kategori gambar teknik.			

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Menelaah satu-per satu alat-alat menggambar (yang tersedia di ruang gambar, bila ada ruang khusus) dan mempraktikkan cara menggunakannya.</li> <li>Menyebutkan beberapa <i>software</i> yang sering digunakan di komputer untuk menggambar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alat gambar</li> <li>Ukuran kertas gambar</li> <li>Ukuran meja gambar</li> <li>Rapido</li> <li>Pensil gambar</li> <li>Jangka</li> <li>Mistar gambar</li> <li>Mal bentuk</li> <li>Mal huruf dan mal angka</li> <li>Komputer gambar</li> </ul>	Buku Siswa pada Bab Gambar Teknik	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet tentang alat-alat gambar yang biasa dipakai untuk menggambar teknik.

### Subbab:

3.3. Etiket/Kepala Gambar

3.4. Jenis dan Ketebalan Garis

3.5. Huruf dan Angka

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Memperhatikan dan mengamati gambar 3.11 mengenai kepala gambar atau etiket.</li> <li>Menggali informasi yang ada di dalam etiket.</li> <li>Membedakan antara etiket satu dengan lainnya.</li> <li>Memberikan contoh model etiket lainnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Etiket/kepala gambar</li> <li>Judul gambar/nama gambar</li> <li>Nomor gambar</li> <li>Kolom informasi</li> <li>Tanda tangan pengesah gambar</li> </ul>	Buku Siswa subbab 3.3 Gambar 3.11	Sumber bacaan atau video yang relevan di internet mengenai etiket/kepala gambar, fungsi etiket, contoh model-model etiket.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mempelajari Tabel 3.3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jenis-jenis garis/ nama garis</li> <li>Ketebalan garis</li> <li>Penggunaan garis</li> <li>Tipis kontinu</li> <li>Tebal kontinu</li> <li>Garis proyeksi/ bantu</li> <li>Garis penunjuk</li> <li>Garis arsir</li> <li>Garis sumbu</li> <li>Garis simetri</li> <li>Garis tepi</li> <li>Garis nyata</li> </ul>	Tabel 3.3 pada Buku Siswa	Sumber bacaan atau video yang relevan di internet mengenai jenis-jenis atau nama-nama garis, aneka ketebalan garis, dan penggunaan garis.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mencermati Tabel 3.4 mengenai penyambungan garis yang benar dan yang salah lalu menerapkan penyambungan garis yang benar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Penyambungan garis yang benar</li> <li>Penyambungan garis yang salah</li> </ul>	Tabel 3.4 pada Buku Siswa	Sumber bacaan atau video yang relevan di internet tentang ketentuan dalam menyambungkan garis, panjang garis, dan jarak garis.
<ul style="list-style-type: none"> <li>Menelaah 2 tipe huruf, tipe A dan tipe B, yang tegak dan yang miring.</li> <li>Menggambar huruf dan angka tipe tegak dan tipe huruf dan angka miring.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Huruf tegak</li> <li>Huruf miring</li> <li>Huruf tipe A</li> <li>Huruf tipe B</li> </ul>	Gambar 3.10 pada Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang tipe huruf tegak, tipe huruf miring, tipe huruf A dan tipe huruf B.

---

### Subbab:

- 3.6. Pengertian Proyeksi
- 2.7. Proyeksi Piktorial
- 3.8. Proyeksi Aksonometri
- 3.9. Proyeksi Miring
- 3.10. Proyeksi Perspektif

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

---

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan memahami tentang pengertian proyeksi.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Proyeksi</li><li>• Proyeksi Piktorial</li><li>• Proyeksi Aksonometri</li><li>• Proyeksi Miring</li><li>• Proyeksi Perspektif</li><li>• Proyeksi Isometri</li><li>• Proyeksi Dimetri</li><li>• Proyeksi Trimetri</li></ul>	Buku Siswa Subbab 3.6 sampai dengan 3.10	Sumber bacaan atau video yang relevan di internet mengenai proyeksi, proyeksi piktorial, proyeksi aksonometri, proyeksi miring, proyeksi perspektif, proyeksi isometri, proyeksi dimetri, dan proyeksi trimetri.
Menelaah pemahaman mengenai proyeksi proyeksi piktorial dan klasifikasinya, yaitu proyeksi aksonometri, proyeksi miring, dan proyeksi perspektif.		Subbab 3.6 dan Subbab 3.7	

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menelaah klasifikasi proyeksi aksonometri yang terbagi menjadi proyeksi isometri, dimetri, dan trimetri.</li> <li>• Menggambar proyeksi aksonometri, secara proyeksi isometri, proyeksi dimetri, dan proyeksi trimetri.</li> <li>• Menggambar proyeksi miring dan proyeksi perspektif.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku Siswa Subbab 3.8</li> <li>• Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 pada Buku Siswa</li> </ul>	Sumber bacaan atau video yang relevan di internet tentang proyeksi aksonometri dan cara menggambarinya.

#### Subbab:

3.11. Proyeksi Isometri

3.12. Proyeksi Dimetri

#### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan memahami tentang pengertian proyeksi isometri dan proyeksi dimetri yang merupakan bagian dari proyeksi piktorial.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyeksi Isometri</li> <li>• Proyeksi Dimetri</li> </ul>	Buku Siswa di subbab 3.11 dan 3.12	Sumber bacaan yang relevan di internet mengenai proyeksi, proyeksi piktorial, proyeksi isometri, proyeksi dimetri, dan proyeksi trimetri.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menelaah kedudukan sumbu-sumbu proyeksi isometri.</li> <li>• Menggambar isometri dari bidang miring.</li> <li>• Menggambar isometri dari benda yang memiliki alur.</li> <li>• Menggambar isometri dari benda yang memiliki bidang lengkung.</li> <li>• Menggambar isometri dari sebuah lingkaran.</li> <li>• Menggambar isometri benda silinder bertingkat.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gambar 3.17</li> <li>• Gambar 3.18</li> <li>• Gambar 3.19</li> <li>• Gambar 3.20</li> <li>• Gambar 3.21</li> <li>• Gambar 3.22</li> </ul>	

### Subbab:

3.13. Proyeksi Ortogonal

3.14. Pengertian Proyeksi Sudut Pertama

3.15. Proyeksi Sudut Pertama

3.16. Proyeksi Sudut ketiga

3.17. Perbandingan Proyeksi Sudut Pertama dengan Proyeksi Sudut Ketiga

3.18. Penentuan Pandangan

3.19. Pandangan Tambahan

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan memahami tentang pengertian proyeksi ortogonal/ortografik.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyeksi Ortogonal</li> <li>• Proyeksi Amerika</li> <li>• Proyeksi Eropa</li> <li>• Proyeksi sudut ketiga</li> </ul>	Buku Siswa Subbab 3.13	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet mengenai proyeksi ortogonal.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan menelaah proyeksi sudut pertama/ proyeksi Eropa dan proyeksi sudut ketiga/ proyeksi Amerika.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Proyeksi sudut ketiga</li> <li>• Posisi pandangan</li> <li>• Pandangan depan</li> <li>• Pandangan samping</li> <li>• Pandangan atas</li> <li>• Bidang profil</li> <li>• Bidang proyeksi</li> <li>• Menentukan pandangan</li> <li>• Pandangan tambahan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gambar 3.27</li> <li>• Gambar 3.28</li> <li>• Gambar 3.29</li> <li>• Gambar 3.30</li> </ul>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perbandingan proyeksi sudut pertama dengan proyeksi sudut ketiga</li> <li>• Simbol proyeksi</li> </ul>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cara menggambar proyeksi sudut ketiga yang dikenal sebagai proyeksi Eropa.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gambar 3.31</li> <li>• Gambar 3.32</li> <li>• Gambar 3.33</li> <li>• Gambar 3.34</li> <li>• Gambar 3.35</li> <li>• Gambar 3.36</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cara menggambar proyeksi sudut ketiga yang dikenal sebagai proyeksi Amerika.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gambar 3.37</li> <li>• Gambar 3.38</li> <li>• Gambar 3.39</li> <li>• Gambar 3.40</li> <li>• Gambar 3.41</li> </ul>	Sumber bacaan atau video yang relevan di internet tentang proyeksi sudut pertama atau proyeksi Eropa dan cara menggambarinya
Perbandingan proyeksi sudut pertama dengan proyeksi sudut ketiga.		Tabel 3.7	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=yK8fX7CFikU">https://www.youtube.com/watch?v=yK8fX7CFikU</a>
Penentuan pandangan.		Tabel 3.8	
Pandangan tambahan.		Gambar 3.42	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet tentang penentuan pandangan dan pandangan tambahan

## Subbab:

### 3.20. Gambar Potongan

#### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan memahami tentang pengertian gambar potongan/irisan.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gambar potongan</li><li>• Irisan</li><li>• Potongan penuh</li><li>• Potongan separuh</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buku Siswa di Subbab 3.20</li><li>• Gambar 3.43</li></ul>	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet mengenai gambar potongan/irisan.
Membaca dan memahami macam-macam cara pemotongan.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potongan sobekan</li><li>• Potongan meloncat</li><li>• Potongan dua bidang berpotongan</li><li>• Potongan dengan bidang-bidang berdampingan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gambar 3.44</li><li>• Gambar 3.45</li><li>• Gambar 3.46</li><li>• Gambar 3.47</li><li>• Gambar 3.48</li><li>• Gambar 3.49</li><li>• Gambar 3.50</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Cara menggambar penampang benda-benda tipis</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Potongan diputar</li><li>• Potongan berurutan</li></ul>	Gambar 3.51	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Benda atau bagian benda yang tidak boleh dipotong</li><li>• Arsiran permukaan hasil pemotongan</li><li>• Cara memberi arsiran permukaan yang dipotong</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Arsiran</li><li>• Arsiran pada penampang</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Gambar 3.52</li><li>• Gambar 3.53</li><li>• Tabel 3.9</li></ul>	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet tentang bagian benda yang tidak boleh dipotong dan bagaimana arsiran permukaan hasil pemotongan dan ketentuan mengarsir.

### Subbab:

#### 3.20. Diagram dan Simbol

#### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan memahami pengertian diagram.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Diagram</li><li>• Diagram instalasi</li><li>• Diagram skema</li><li>• Diagram blok</li><li>• Diagram pengkabelan</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buku Siswa di subbab 3.21</li><li>• Gambar 3.53</li></ul>	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet mengenai gambar diagram dan tipe-tipenya.
Membaca dan memahami empat tipe diagram seperti yang tersaji di Buku Siswa.		<ul style="list-style-type: none"><li>• Gambar 3.54</li><li>• Gambar 3.55</li><li>• Gambar 3.56</li><li>• Gambar 3.57</li></ul>	
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mengenal simbol komponen kelistrikan yang baku.</li></ul>		Gambar 3.58	Sumber bacaan dan video di internet yang relevan dengan simbol-simbol kelistrikan.

### Subbab:

#### 3.22. Membaca dan Menafsirkan Gambar

#### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan memahami bagaimana menafsirkan gambar teknik.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Membaca gambar</li><li>• Menafsirkan gambar</li></ul>	Buku Siswa di Subbab 3.22	Sumber bacaan dan video yang relevan di internet mengenai bagaimana membaca dan menafsirkan gambar teknik.

## C. Panduan Pembelajaran Bab 3

### Pertemuan Pertama

#### Subbab:

3.1. Pengertian Gambar Teknik

3.2. Alat Gambar

#### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

#### Tujuan Pembelajaran:

1. Mendeskripsikan pengertian gambar teknik.
2. Mengidentifikasi kategori gambar teknik.
3. Membedakan gambar detail, gambar perakitan, dan gambar instalasi.
4. Menyebutkan dan menggunakan peralatan menggambar dengan baik.

#### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah mampu membuat garis lurus, garis lengkung/ busur lingkaran, lingkaran, sudut, bidang, dan ruang.
2. Peserta didik menunjukkan keinginan mengenal gambar teknik.
3. Peserta didik menunjukkan kesadaran untuk mengenal peralatan menggambar.

#### Tahapan pembelajaran

##### Apersepsi

1. Arahkan peserta untuk berpikir mengenai definisi gambar teknik. Tanyakan kepada peserta didik tentang gambar teknik.
  - a. Bagaimana cara membuat suatu produk? Tindakan pertama apa yang harus dilakukan?
  - b. Bagaimana suatu perintah perbaikan atau pemeliharaan dibuat?

- c. Ketika membeli suatu barang, misalnya sebuah alat penyaring air minum Pure It, maka di dalamnya terdapat selembar kertas berisi gambar. Gambar tersebut termasuk gambar kategori apa?
2. Arahkan peserta didik untuk juga memperhatikan cover depan Bab 3. Lalu tanyakan hal berikut.
  - a. Gambar apa yang kalian lihat itu?
  - b. Apalagi alat yang dibutuhkan untuk menggambar?
3. Sebuah metode penyampaian ide-ide mengenai konstruksi atau perakitan obyek yang menautkan antara perancangnya dengan pelaksana yang dinyatakan lewat garis, simbol, huruf, angka dan lain-lain. Apa yang peserta didik pahami dengan narasi ini?

### **Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran**

1. Mengajak peserta didik untuk membaca subbab 3A dan 3B pengertian gambar teknik dan macam-macam alat gambar.
2. Mengajak peserta didik untuk ke ruang gambar dan memperhatikan apa yang ada di ruangan tersebut.
3. Memastikan peserta didik paham dan mampu menggunakan peralatan standar untuk menggambar.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Tekankan kepada peserta didik bahwa suatu gambar teknik merupakan bahasa yang berlaku secara global. Simbol garis dan angka yang dipergunakan dapat dibaca dan dipahami oleh insinyur atau teknisi dari negara lain. Gambar juga merupakan informasi penting dan bernilai menyangkut suatu produk atau obyek sehingga penyimpanannya harus rapi, cermat, dan terawat agar bila dibutuhkan mudah ditemukan. Gambar teknik merupakan media komunikasi “bahasa gambar” antara perencana dan pelaksana dalam suatu pekerjaan atau proyek. Oleh sebab itu, gambar teknik harus jelas, praktis, komunikatif, dan mudah dipahami. Bisa dikatakan gambar teknik merupakan penunjang dalam suatu kegiatan produksi.
2. Mintalah mereka untuk menyampaikan pembelajaran apa yang mereka peroleh di subbab 3A dan 3B ini.

3. Tekankan kepada peserta didik manfaat mempelajari subbab ini. Sampaikan juga sehubungan dengan pentingnya gambar, ada peraturan mengenai penanganan gambar yang harus dicermati, yaitu gambar harus dipegang dengan hati-hati, tidak sembarangan melipat, meletakkan gambar harus di atas permukaan yang rata, tangan harus bebas dari minyak atau cairan apa pun yang dapat menodai gambar. Agar tidak membingungkan, jangan pernah membuat catatan atau tanda di gambar. Apabila diharuskan ada perubahan di gambar yang dibuat, hendaknya seizin personel yang berwenang dengan tanda tangan dan tanggal kapan perubahan itu dibuat.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

- Ajak peserta didik untuk mulai sering mengamati gambar-gambar yang mereka temukan di sekeliling mereka. Apakah di dalam gambar itu ditemukan informasi ukuran, bentuk, dan nama-nama bagian produk atau suku cadang? Apakah di dalam gambar tersebut mengarahkan cara untuk menyelesaikan atau merakit bagian per bagian? Misalnya gambar petunjuk arah dan gambar kelengkapan suatu produk. Mintalah mereka menilai seberapa mudah mereka memahami bahasa gambar tersebut.

## Pertemuan Kedua

### Subbab:

3.3. Etiket/Kepala Gambar

3.4. Jenis dan Ketebalan Garis

3.5. Huruf dan Angka

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran:

1. Mendeskripsikan pengertian etiket.
2. Mengidentifikasi dan menerapkan jenis dan ketebalan garis.
3. Mengidentifikasi dan menerapkan jenis huruf dan angka.

4. Mampu menerapkan penyambungan garis yang benar.
5. Mampu membuat etiket dengan jenis huruf dan angka.

### **Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:**

1. Peserta didik telah mempelajari tentang macam-macam ukuran kertas.
2. Peserta didik menunjukkan kesadaran untuk mengenal etiket/ kepala gambar.
3. Peserta didik menunjukkan kesadaran untuk mempelajari jenis garis, ketebalan garis, jenis huruf dan angka.

### **Tahapan pembelajaran**

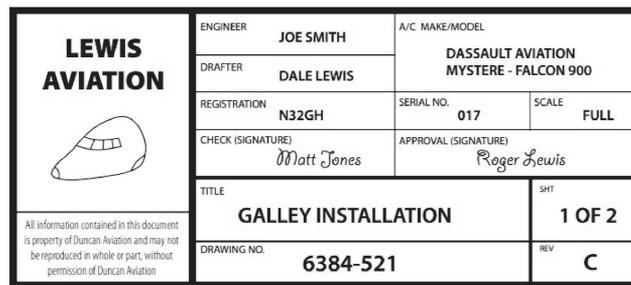
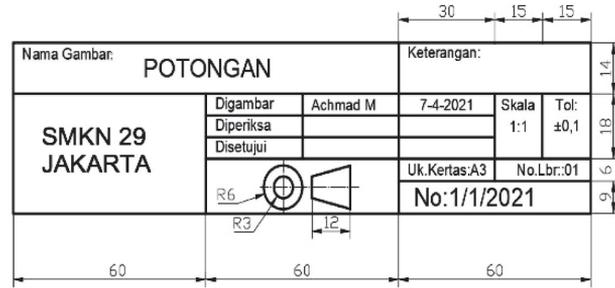
#### **Apersepsi**

1. Melempar pertanyaan kepada peserta didik:
  - a. Dimana kita bisa mengetahui nama penggambar?
  - b. Mengapa etiket harus ada dalam setiap gambar teknik?
  - c. Apakah ukuran etiket sama untuk semua ukuran kertas?
  - d. Apa saja informasi yang dimuat dalam etiket?
2. Ajak peserta didik berpikir apakah semua garis di gambar teknik sama ketebalannya? Apakah jenis huruf dan angka yang dipakai di gambar teknik sama jenisnya?

### **Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran**

1. Meminta peserta didik untuk membaca subbab mengenai etiket.
2. Tekankan bahwa sebelum memulai menggambar, maka yang dibuat setelah garis tepi adalah adalah etiket. Etiket sangat penting dan bersifat wajib, karena etiket memuat semua informasi berkenaan dengan gambar yang dibuat. Posisinya ada di dalam daerah kerja gambar. Letaknya di kanan bawah.
3. Menggali informasi yang dimuat dalam etiket, yaitu nama pembuat gambar, nama gambar, nama perusahaan/lembaga, tanggal pembuatan gambar, tanggal pemeriksaan gambar dan nama pemeriksa gambar, nomor gambar, skala yang dipakai, jenis proyeksi yang dipakai atau bisa juga satuan ukuran yang dipakai,

dan keterangan lain yang dianggap penting untuk dicantumkan. Karena itu, kolom-kolom yang tersedia di etiket bisa berbeda antara satu dengan etiket lainnya, tergantung instansi atau perusahaan yang memesan gambar. Jadi, menyeleksi model etiket tergantung kebutuhan gambar. Khusus sekolah SMK ada etiket standar yang mereka gunakan. Ajak peserta didik untuk memperhatikan Gambar 3.11.



Sumber: Maruli Tua/Asep Gunawan

- Etiket dibuat setelah penggambar menggambar garis tepi pada kertas gambar. Ajak peserta didik memperhatikan Tabel 3.2 di Buku Siswa.

Tabel 3.2 Ukuran kertas gambar

Ukuran Kertas Seri A	Ukuran Kertas (dalam mm)	Garis Tepi (dalam mm)	Garis Tepi Kiri (dalam mm)
A0	841 × 1.189	10	20
A1	594 × 841	10	20
A2	420 × 594	10	20
A3	297 × 420	10	20
A4	210 × 297	5	20

- Ukuran etiket pada kertas gambar berbeda-beda, tergantung dengan berapa banyak kolom yang hendak dibuat.

## Refleksi Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik menyampaikan apa yang mereka peroleh di subbab ini.
2. Tekankan kepada peserta didik pentingnya subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Meminta peserta didik untuk mulai memperhatikan etiket terlebih dulu saat melihat gambar.
2. Meminta peserta didik untuk mulai memperhatikan jenis garis dan ketebalannya, jenis huruf dan jenis angka, karena hal ini sangat penting pemakaiannya saat menggambar teknik.
3. Sampaikan hal yang tak kalah pentingnya menyangkut gambar adalah penanganan gambar, penyimpanan gambar agar mudah dicari dan mudah dibawa ke mana-mana, reproduksi gambar, dan distribusi gambar.

## Pertemuan Ketiga

### Subbab:

- 3.6. Pengertian Proyeksi
- 3.7. Proyeksi Piktorial
- 3.8. Proyeksi Aksonometri
- 3.9. Proyeksi Miring
- 3.10. Proyeksi Perspektif

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Memahami pengertian proyeksi.
2. Memahami pengertian proyeksi piktorial.
3. Mengerti proyeksi aksonometri secara isometri, dimetri, dan proyeksi trimetri.
4. Memahami proyeksi miring.
5. Memahami proyeksi perspektif.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari etiket.
2. Peserta didik telah memahami jenis garis dan ketebalannya, serta jenis huruf dan angka.
3. Peserta didik mungkin memiliki konsepsi proyeksi adalah gambar tiga dimensi.

## Tahapan pembelajaran

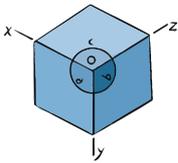
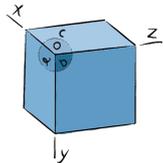
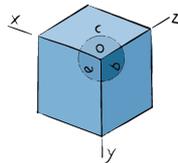
### Apersepsi

- Perlunya kesepahaman mengenai jenis proyeksi apa yang akan digunakan dalam gambar teknik agar terhindar miskomunikasi antara perancang, juru gambar, dan operator/pengguna gambar.

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajak peserta didik untuk membaca subbab tentang Pengertian Proyeksi, Proyeksi Piktorial, Proyeksi Aksonometri, Proyeksi Miring, dan Proyeksi Perspektif di Buku Siswa.
2. Ajak peserta didik untuk memperhatikan Tabel 3.5 dan Tabel 3.6 di Buku Siswa.

Tabel 3.5 Menggambar Proyeksi Aksonometri

Isometri	Dimetri	Trimetri
		
$\angle a = \angle b = \angle c$ $ox = oy = oz$	$\angle a \neq \angle c$ $oy = oz$	$\angle a \neq \angle b \neq \angle c$ $ox \neq oy \neq oz$

Tabel 3.6 Harga Sudut-Sudut Proyeksi dan Skala Perpendekan

Cara Proyeksi	Sudut Proyeksi		Skala Perpendekan		
	$(\alpha)^\circ$	$(\beta)^\circ$	Sumbu-x	Sumbu-y	Sumbu-z
Isometri	30	30	1	1	1

Cara Proyeksi	Sudut Proyeksi		Skala Perpendekan		
	$(\alpha)^\circ$	$(\beta)^\circ$	Sumbu-x	Sumbu-y	Sumbu-z
Dimetri	35	35	1	$\frac{3}{4}$	1
	15	15	$\frac{3}{4}$	1	$\frac{3}{4}$
	7	42	1	1	$\frac{1}{2}$
Trimetri	20	30	$\frac{7}{8}$	1	$\frac{3}{4}$
	10	20	$\frac{7}{8}$	1	$\frac{2}{3}$

3. Sarankan peserta didik untuk membuka tautan berikut. [https://www.academia.edu/33882803/Proyeksi\\_dalam\\_Gambar\\_Teknik](https://www.academia.edu/33882803/Proyeksi_dalam_Gambar_Teknik)

### Refleksi Pembelajaran

1. Tekankan bahwa proyeksi adalah menyatakan atau menggambarkan suatu bentuk dan ukuran obyek pada bidang datar. Fungsi proyeksi dalam gambar teknik adalah untuk menampilkan wujud suatu obyek dalam bentuk gambar untuk suatu tujuan tertentu.
2. Proyeksi piktorial adalah cara menampilkan gambar benda yang mendekati bentuk dan ukuran aslinya.
3. Proyeksi aksonometri adalah proyeksi yang didapatkan dari memutar dan memiringkan objek gambar lalu digambarkan pada bidang datar.
4. Ada tiga teknik untuk menggambar proyeksi aksonometri, yaitu proyeksi isometri, proyeksi dimetri, dan proyeksi trimetri.
5. Gambar perspektif tidak cocok untuk gambar kerja karena tampak perspektif tidak mengungkapkan ukuran dan bentuk objek secara eksak.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

- Untuk semakin mematangkan pemahaman peserta didik mengenai menggambar proyeksi, sarankan peserta didik untuk membuka tautan video berikut.  
<https://www.youtube.com/watch?v=yK8fX7CFikU>

## Pertemuan Keempat

### Subbab:

3.11. Proyeksi Isometri

3.12. Proyeksi Dimetri

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami pengertian proyeksi isometri.
2. Dapat menggambar isometri dari benda yang memiliki bidang miring.
3. Dapat menggambar isometri dari benda yang memiliki alur.
4. Dapat menggambar isometri dari benda yang memiliki bidang lengkung.
5. Dapat menggambar isometri dari sebuah lingkaran.
6. Memahami proyeksi dimetri.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah memahami pengertian proyeksi.
2. Peserta didik telah memahami proyeksi piktorial.

### Tahapan Pembelajaran

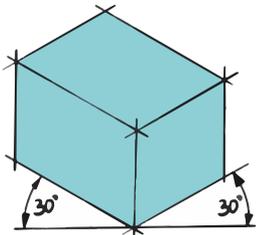
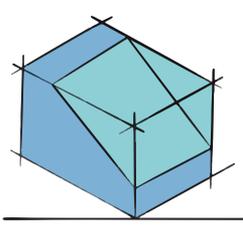
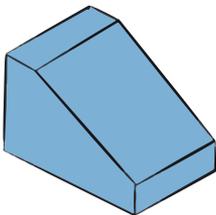
#### Apersepsi

- Ajak peserta didik untuk mengingat kembali penjelasan tentang proyeksi aksonometri.

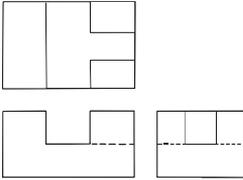
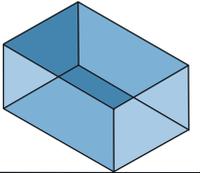
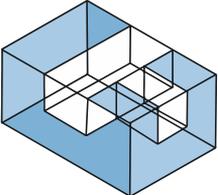
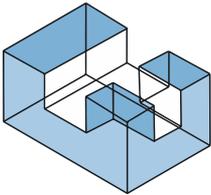
### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajak peserta didik untuk membaca subbab tentang Proyeksi Isometri dan Proyeksi Dimetri.
2. Ajak peserta didik untuk mencermati Gambar 3.18 untuk cara menggambar isometri bidang miring, Gambar 3.19 untuk menggambar isometri benda beralur, Gambar 3.20 untuk menggambar isometri benda yang melengkung, dan Gambar

3.21 untuk menggambar isometri lingkaran, Gambar 3.22 untuk menggambar isometri silinder bertingkat.

		
Benda		
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buat posisi sumbu dengan sudut isometri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ukur bagian-bagian benda sesuai yang sebenarnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilangkan bagian gambar yang tidak diperlukan.</li> </ul>

Gambar 3.18 Menggambar Isometri Bidang Miring

		
Benda dalam ortogonal		
		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buat posisi sumbu dengan sudut isometri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ukur bagian-bagian benda sesuai yang sebenarnya.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilangkan bagian gambar yang tidak diperlukan.</li> </ul>

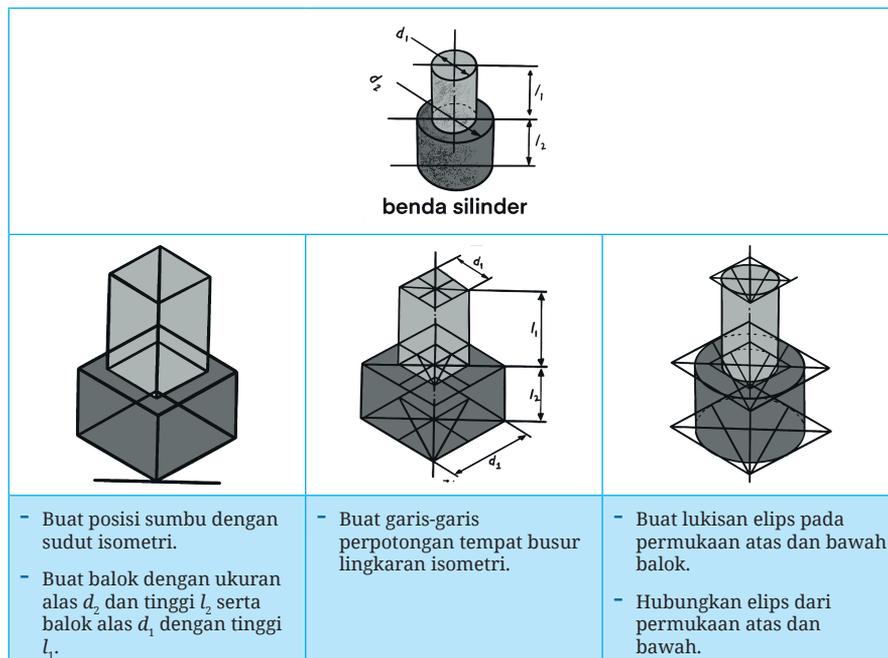
Gambar 3.19 Menggambar Isometri Bidang Alur

Benda dalam ortogonal		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buat posisi sumbu dengan sudut isometri.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bagilah bagian lengkung A-8 menjadi beberapa bagian yang sama.</li> <li>- Tarik garis ke garis BC dan BA, tandai titik-titik potongnya.</li> <li>- Hubungkan titik-titik yang membentuk lengkungan</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hilangkan bagian garis yang menghalangi.</li> </ul>

Gambar 3.20 Menggambar Isometri Bidang Lengkung

<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lingkaran dengan diameter = <math>d</math>.</li> <li>- Gambarkan segi empat mengelilingi lingkaran.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Buat sumbu isometri.</li> <li>- Ukur sisi segi empat = <math>d</math>.</li> <li>- Buat isometri segi empat.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tandai titik tengah sisi segi empat dan tarik garis tegak lurus.</li> <li>- Buat busur dari empat titik potong.</li> </ul>

Gambar 3.21 Menggambar Isometri Lingkaran



Gambar 3.22 Menggambar Isometri Silinder Bertingkat

## Refleksi Pembelajaran

- Berikut langkah untuk menggambar objek menggunakan proyeksi isometri.
  - Tentukan letak sumbu isometri.
  - Ukurlah bagian-bagian objek benda sesuai dengan ukuran yang sebenarnya pada sumbu-sumbu dan pada bagian yang sejajar dengan sumbu-sumbu isometri.
- Berikut langkah menggambar isometri pada benda yang memiliki bidang miring.
  - Buat posisi sumbu dengan sudut isometri
  - Ukurkan bagian-bagian benda sesuai yang sebenarnya
  - Hilangkan bagian gambar yang tidak diperlukan.
- Tekankan kepada peserta didik pentingnya subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik untuk mencari berbagai sumber belajar mengenai proyeksi isometri dan proyeksi dimetri.
2. Sarankan peserta didik agar berlatih dengan menggambar ulang Gambar 3.18 di kertas ukuran A4 lengkap dengan etiket.

## Pertemuan Kelima

### Subbab:

- 3.13. Proyeksi Ortogonal
- 3.14. Pengertian Proyeksi Sudut Pertama
- 3.15. Proyeksi Sudut Pertama
- 3.16. Proyeksi Sudut ketiga
- 3.17. Perbandingan Proyeksi Sudut Pertama dengan Proyeksi Sudut Ketiga
- 3.18. Penentuan Pandangan
- 3.19. Pandangan Tambahan

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Memahami pengertian proyeksi ortogonal.
2. Mampu menggambar proyeksi Amerika.
3. Mampu menggambar proyeksi Eropa.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari proyeksi piktorial.
2. Peserta didik mempelajari proyeksi isometri, proyeksi dimetri, dan proyeksi trimetri.

## Tahapan pembelajaran

### Apersepsi

1. Ajak peserta didik untuk mengingat kembali pengertian proyeksi piktorial.
2. Tekankan bahwa pada proyeksi ortogonal garis proyeksi dengan objek sejajar satu sama lain dan tegak lurus pada bidang gambar.

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajak peserta didik untuk membaca subbab 3.13. sampai dengan 3.19.
2. Ajak peserta didik untuk membuka tautan berikut.  
<https://www.academia.edu/11355007/PROYEKSI> <https://www.youtube.com/watch?v=yK8fX7CFikU>

## Refleksi Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk menyampaikan apa yang diperoleh di subbab ini.
2. Tekankan bahwa pandangan depan tidak selalu bagian dari benda/objek tersebut. Pandangan depan adalah pandangan yang paling banyak memberikan gambaran atau fungsi dari benda/objek tersebut.
3. Tanyakan apa yang belum mereka pahami dalam subbab ini.
4. Tekankan kepada peserta didik pentingnya mempelajari subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Sarankan peserta didik untuk membuka link berikut.  
<https://tukanggambar3d.com/perbedaan-proyeksi-amerika-dan-eropa/>
2. Peserta didik diperbolehkan mencari dari sumber yang lain.

### Pertemuan Keenam

---

Subbab:

3.20. Gambar Potongan

Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

---

### Tujuan Pembelajaran

1. Menunjukkan macam-macam penyajian potongan.
2. Menggambar potongan.
3. Mengklarifikasi gambar benda yang tidak boleh dipotong.

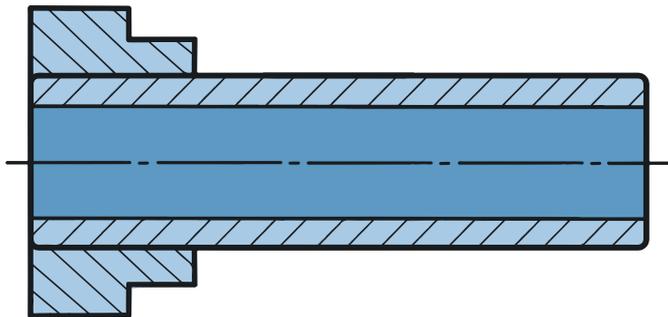
## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari pengertian proyeksi Ortogonal.
2. Peserta didik telah mempelajari proyeksi Eropa dan proyeksi Amerika.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Ajak peserta didik untuk mengingat kembali pengertian proyeksi ortogonal.
2. Maksud gambar potongan untuk membantu menjelaskan bentuk bagian dalam benda tergambar yang tidak terlihat.
3. Potongan dari satu benda harus diarsir dengan arah yang sama, sedangkan potongan dari benda yang berbeda diarsir dengan arah yang berbeda.



Gambar Arah Arsiran yang Berbeda

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajak peserta didik untuk membaca subbab 3E.
2. Ajak peserta didik untuk menambah sumber bacaan atau video lain mengenai gambar potongan di internet, misalnya tautan berikut.  
[https://youtu.be/IYqp\\_XkrEJ8](https://youtu.be/IYqp_XkrEJ8)

## Refleksi Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk menyampaikan apa yang diperoleh di subbab ini.

2. Pemotongan penuh biasanya untuk benda-benda yang rumit. Benda dianggap dipotong menjadi dua bagian melalui tengah-tengah sumbunya.
3. Pemotongan separuh biasanya dilakukan untuk benda-benda yang simetris.
4. Pemotongan sobekan biasanya untuk benda-benda pejal, untuk memperlihatkan bagian khusus.
5. Untuk penghematan agar tidak terlalu banyak proyeksi maka pemotongan yang diputar.
6. Untuk poros bertingkat, potongan dapat disusun secara berurutan.
7. Baut dan mur tidak boleh dipotong dalam arah memanjang.
8. Rusuk-rusuk, penguat, ruji-ruji, sirip-sirip, dan pasak juga tidak boleh digambarkan dalam penampang arah memanjang.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Tekankan banyak ketentuan penting dalam menggambar potongan/mengarsir. Model gambar potongan juga lebih dari satu. Harap peserta didik mencermati hal tersebut.
2. Arahkan peserta didik untuk mencari berbagai sumber belajar yang berisi pembahasan mengenai arsiran atau gambar potongan kemudian berlatih dengan bimbingan guru. Bisa dimulai dengan membuka dua tautan berikut ini.

[https://youtu.be/AfDHz\\_Fsabc](https://youtu.be/AfDHz_Fsabc)

<https://youtu.be/SDGJh7N2j7Y>

## Pertemuan Ketujuh

Subbab:

3.20. Diagram dan Simbol

Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami diagram instalasi, diagram skema, diagram blok, dan diagram pengkabelan.

2. Menyebutkan fungsi dari simbol-simbol kelistrikan.
3. Menerapkan simbol kelistrikan di gambar kerja.

### **Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi**

1. Peserta didik telah belajar tentang gambar potongan.
2. Menunjukkan kesadaran untuk mempelajari gambar diagram.

### **Tahapan Pembelajaran**

#### **Apersepsi**

- Diagram dapat didefinisikan sebagai representasi grafik dari suatu rakitan atau sistem yang menunjukkan berbagai bagian, digunakan untuk mengungkapkan metode, prinsip operasi, atau proses kerjanya.

### **Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran**

1. Membaca subbab tentang Diagram dan Simbol.
2. Mencari sumber bacaan atau video di internet yang membahas tentang diagram dan simbol.
3. Menelaah empat kategori diagram, yaitu diagram instalasi, skema, blok, dan diagram pengkabelan.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Ajaklah peserta didik untuk menyampaikan apa yang masih belum dipahami tentang bahasan diagram dan simbol ini.
2. Tekankan kepada peserta didik betapa pentingnya belajar subbab ini.

### **Tindak Lanjut Pembelajaran**

- Arahkan peserta didik untuk mencari sumber bacaan atau video lain yang membahas mengenai diagram dan simbol di internet.

## Pertemuan Kedelapan

### Subbab:

3.22. Membaca dan Menafsirkan Gambar

### Alokasi Waktu:

1 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Mampu membaca dan menafsirkan gambar.
2. Lebih cermat dalam melihat atau membaca gambar
3. Menghindari kesalahan penafsiran dalam perakitan komponen atau perbaikan alat.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari diagram dan simbol.
2. Menunjukkan keinginan untuk lebih mencermati gambar.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

- Teknisi pesawat udara tidak harus mahir dalam membuat gambar. Namun, mereka harus memiliki pengetahuan kerja tentang informasi pekerjaan yang ingin disampaikan kepada mereka.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajak peserta didik untuk membaca subbab tentang Membaca dan Menafsirkan Gambar.
2. Ajak peserta didik untuk mencari sumber bacaan lain dari internet mengenai membaca dan menafsirkan gambar teknik.

### Refleksi Pembelajaran

- Tekankan kepada peserta didik mengenai manfaat tentang ketepatan membaca dan menafsirkan gambar.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Tekankan kembali pentingnya menguasai pembacaan gambar agar tidak salah tafsir.
2. Sampaikan bahwa membaca dan menafsir gambar adalah hal pertama sebelum masuk ke dalam pekerjaan selanjutnya.

## D. Uji Kompetensi (Asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Sebutkan alat apa saja yang dibutuhkan untuk menggambar?  
Jelaskan fungsinya masing-masing!

- a. Meja gambar; digunakan untuk meletakkan alat-alat dan pendukung lain yang diperlukan saat menggambar.
- b. Kertas gambar; digunakan sebagai media menggambar.
- c. Pensil; digunakan untuk menggambar di kertas gambar, pensil dikelompokkan menjadi tiga jenis, yaitu keras, sedang, dan lunak.
- d. Mal huruf dan angka; kedua alat ini digunakan untuk mendapatkan tulisan yang memiliki bentuk dan ukuran standar.
- e. Mal lengkung; Digunakan untuk membuat garis-garis lengkung yang tidak mungkin dibuat dengan jangka.
- f. Mal bulat, mal ellips, dan mal beraneka bentuk; Ketiga alat ini digunakan untuk mempercepat kerja membuat lingkaran, ellips, dan bentuk-bentuk tertentu.
- g. Jangka; digunakan untuk membuat lingkaran, busur lingkaran, membagi garis, membagi sudut, dan sebagainya.
- h. Pena gambar (*rapidograph*); digunakan untuk menggambar pada media kertas kalkir.
- i. Penghapus; digunakan untuk menghapus gambar yang salah atau ingin diperbaiki.
- j. Mistar ukur dan mistar skala; Kedua mistar ini memiliki bentuk lurus, gunanya untuk mengukur gambar agar tepat ukurannya.

- k. Busur derajat; digunakan untuk menggambar sudut yang lebih bervariasi selain yang tersedia di mistar segitiga.
- l. Komputer; gambar juga bisa dibuat dengan komputer, selanjutnya dicetak sebagai dokumen gambar teknik.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Apa tujuan mempelajari gambar teknik? Jelaskan!

Tujuannya adalah agar dapat memahami dengan tepat ide atau gagasan yang tertuang di dalam gambar teknik.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Informasi apa saja yang terdapat dalam selembarnya gambar teknik?

Informasi mengenai bentuk, ukuran, spesifikasi bahan yang akan digunakan, bagaimana bahan itu diperlakukan, bagaimana bagian-bagian dirakit, dan informasi penting lainnya untuk pembuatan produk dan perakitan suatu part.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Terbagi dalam berapa kategori gambar teknik itu? Sebutkan!

Gambar teknik terbagi menjadi 3 kategori, yaitu (1) gambar detail, (2) gambar perakitan (*assembly*), dan (3) gambar pemasangan (*installation*).

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Jelaskan macam-macam garis beserta ketebalan dan penggunaannya!

Jenis-jenis garis dan penggunaannya seperti Tabel 3.3 sebagai berikut.

Tabel 3.3 Jenis dan Ketebalan Garis

Jenis Garis dan Ketebalannya	Keterangan	Penggunaannya
A  (0,7)	Tebal kontinu ( <i>visible line</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Garis-garis nyata</li> <li>• Garis-garis tepi</li> </ul>

Jenis Garis dan Ketebalannya	Keterangan	Penggunaannya
B  (0,35)	Tipis kontinu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garis-garis berpotongan khayal</li> <li>Garis-garis ukur</li> <li>Garis-garis proyeksi/bantu</li> <li>Garis-garis penunjuk</li> <li>Garis-garis arsir</li> <li>Garis-garis nyata dari penampang yang diputar di tempat</li> <li>Garis sumbu pendek</li> </ul>
C  (0,35)	Tipis kontinu bebas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garis-garis batas dari potongan sebagian atau bagian yang dipotong bila batasnya bukan garis gores tipis.</li> </ul>
D  (0,35)	Tipis kontinu zig-zag	<ul style="list-style-type: none"> <li>D1 sama dengan C1, umumnya bila gambar dibuat dengan mesin.</li> </ul>
E  (0,5)	Gores tebal ( <i>hidden line</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garis nyata terhalang</li> <li>Garis tepi terhalang</li> </ul>
F  (0,35)	Gores tipis ( <i>hidden line</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garis nyata terhalang</li> <li>Garis tepi terhalang</li> </ul>
G  (0,35)	Gores bertitik tipis ( <i>center line</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garis sumbu</li> <li>Garis simetri</li> <li>Lintasan</li> </ul>
H  (0,35 dan 0,7)	Gores bertitik tipis dipertebal pada ujung-ujungnya dan perubahan arah ( <i>cutting plane line</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>Garis bidang potong</li> </ul>
I  (0,7)	Gores bertitik tebal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menunjukkan permukaan yang harus mendapatkan penanganan khusus.</li> </ul>

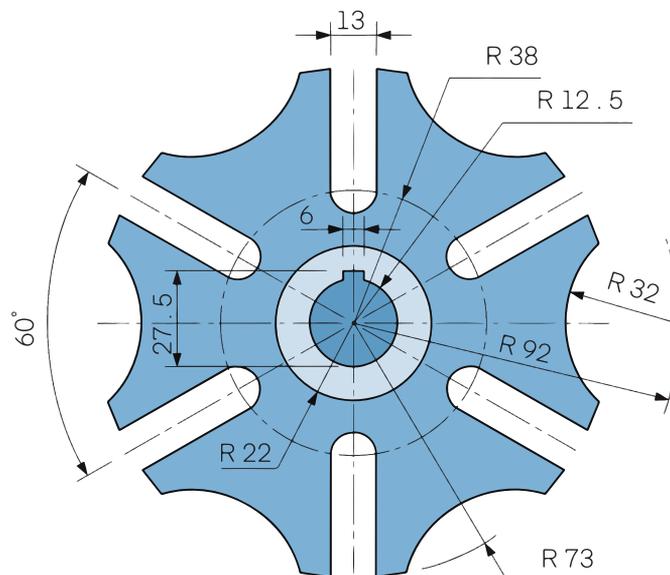
Jenis Garis dan Ketebalannya	Keterangan	Penggunaannya
J ----- (0,35)	Gores ganda tipis ( <i>phantom line</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bagian yang berdampingan</li> <li>• Batas-batas kedudukan benda yang bergerak</li> <li>• Garis sistem pada baja profil</li> <li>• Bentuk semula sebelum dibentuk</li> <li>• Bagian benda yang berada di depan bidang potong</li> </ul>

### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Praktikkan cara menggambar dua dimensi dengan ketentuan:

- Siapkan kertas A3 dengan posisi mendatar.
- Buat garis tepi dan kepala gambar sesuai ketentuan.
- Gambar ulang gambar di bawah ini dengan skala 1 : 1 dengan nama gambar “Menggambar Dua Dimensi”.

Lembar kerja gambarlah di kertas A3, skala 1:1, judul gambar “Menggambar Dua Dimensi”.



### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Jelaskan pentingnya mempelajari ilmu proyeksi!

Karena dengan ilmu proyeksi kita bisa menggambarkan benda/objek 3 dimensi ke atas kertas 2 dimensi, sehingga apa yang dilihat atau dipandang sesuai dengan penglihatan mata kita. Dengan kata lain, karena proyeksi menggambarkan/mengilustrasikan benda/objek mendekati bentuk dan ukuran aslinya.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Jelaskan prinsip proyeksi sudut pertama dan proyeksi sudut ketiga!

Pada proyeksi sudut pertama, objek diletakkan di antara pengamat dan bidang proyeksi sehingga gambar proyeksi pandangan depan yang diperoleh terletak pada bidang di belakang objek, pandangan atas terletak pada bidang mendatar (bawah objek), dan pandangan samping terletak pada bidang profil.

Pada proyeksi sudut ketiga, bidang proyeksi terletak di antara objek dan pengamat sehingga gambar pandangan depan terletak pada bidang depan, pandangan atas terletak pada bidang mendatar, dan pandangan samping terletak pada bidang profil.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Jelaskan tujuan dari menyajikan gambar dengan potongan!

Tujuan menyajikan gambar potongan adalah untuk mengetahui bagian dalam benda yang terhalang.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 10

Jenis benda apa saja yang cocok disajikan dengan potongan separuh? Jelaskan!

Potongan separuh ini sering dilakukan terhadap objek berbentuk simetris sehingga sebagian menjadi gambar potongan dan sebagiannya lagi sebagai pandangan. Benda yang cocok digambar dengan cara potongan separuh misalnya konstruksi luar dan dalam sekaligus dalam suatu objek simetris.

## E. Pengayaan

1. Ajaklah peserta didik untuk menjelajah tautan kanal youtube yang diberikan di bagian pengayaan.
2. Mintalah peserta didik untuk berdiskusi secara berkelompok tentang tautan tersebut.
3. Guru membimbing peserta didik dalam mencari bahan bacaan atau video di internet untuk mendukung pembelajaran. Pengayaan ini bisa juga dikerjakan di rumah dengan bantuan pengawasan dari orang tua peserta didik.

## F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas, diharapkan orang tua/wali turut memantau proses penyiapan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas-tugas aktivitas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi untuk Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada Bab III tentang gambar teknik. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran mengenai Bab IV tentang dasar-dasar aerodinamika, sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Proses pembelajaran merupakan salah satu media dalam pengembangan keterampilan proses dan Profil Pelajar Pancasila. Oleh karena itu, guru diharapkan dapat lebih menekankan keterampilan proses dan pembentukan dimensi Profil Pelajar Pancasila selama proses pembelajaran pada bab ini, khususnya nilai-nilai tanggung jawab, kemandirian, dan bernalar kritis.

Pada akhir pembelajaran guru diharapkan mampu menanamkan pemahaman bahwa pelajaran gambar teknik sangatlah penting untuk menunjang pembelajaran program keahlian teknik pesawat udara. Caranya, guru dapat memotivasi peserta didik untuk mengimplementasikan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila dengan membiasakan peserta didik agar bertanggung jawab selama proses menggambar, mandiri dalam menyelesaikan tugas menggambar teknik yang diberikan, serta bersikap kritis terhadap segala materi teknik menggambar yang diajarkan. Penerapan karakter Profil Pelajar Pancasila pada pembelajaran gambar teknik sangat penting untuk mempersiapkan peserta didik sebagai seorang teknisi yang andal di dunia penerbangan.

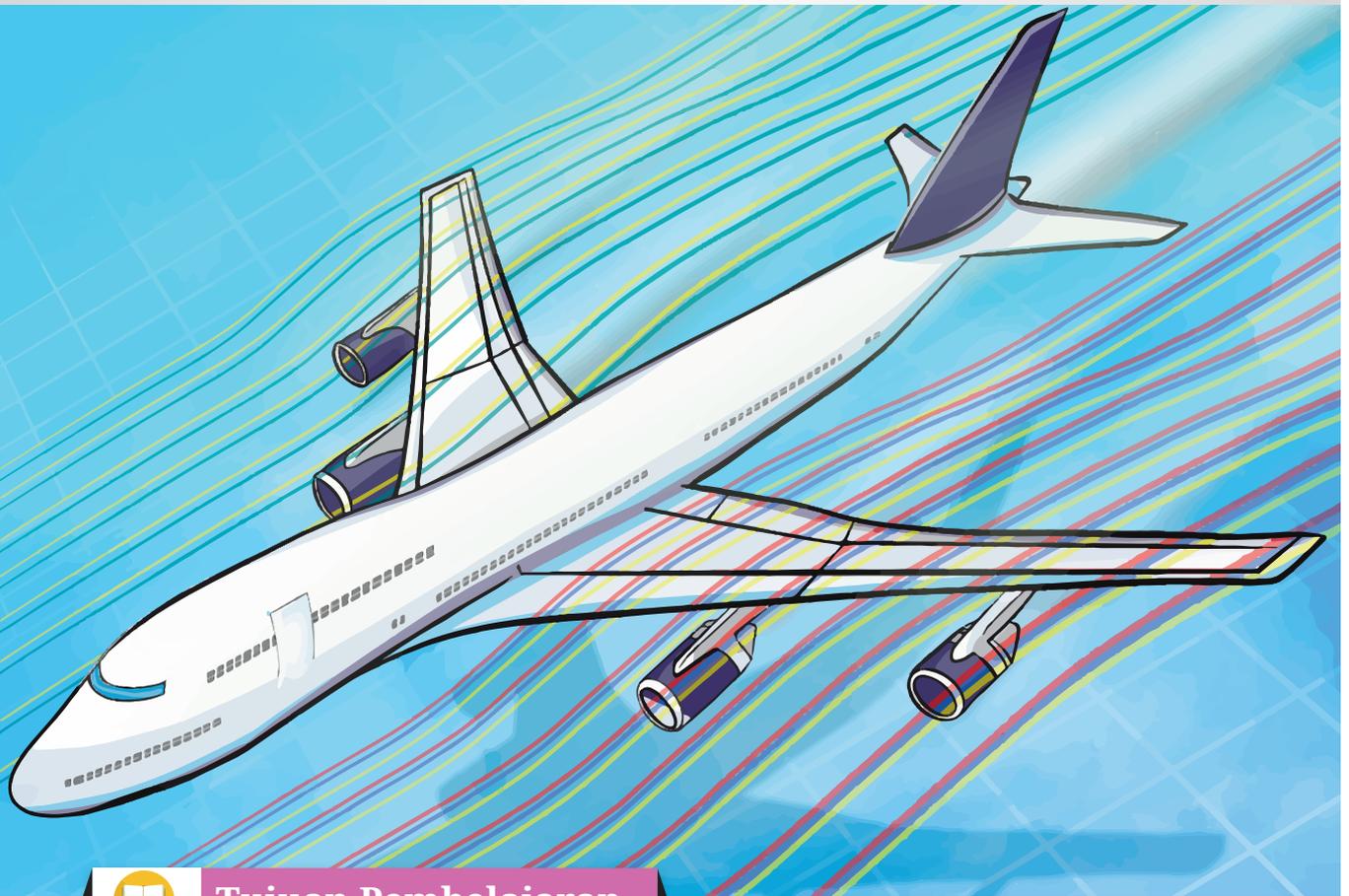
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN  
TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Maruli Tua, Asep Gunawan, Tri Susilo  
ISBN: 978-602-427-928-8



# Dasar-Dasar Aerodinamika



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami konsep teori tentang karakteristik dan jenis lapisan atmosphefer bumi yang menjadi landasan untuk mengetahui komposisi udara, suhu, tekanan, kerapatan, dan juga kelembapannya.
2. Memahami prinsip dan perkembangan teori terbang (*theory of flight*), meliputi gaya-gaya yang bekerja di pesawat udara, prinsip hukum Bernoulli, dan hukum Newton.
3. Memahami pengertian, jenis, dan bagian-bagian dari airfoil, dikaitkan terhadap performa terbang pesawat udara serta pengaruh stall terhadap penerbangan.

## A. Pendahuluan

Ilmu aerodinamika (*aerodynamic theory*) adalah suatu cabang ilmu yang mempelajari tentang dinamika aliran udara dan gaya-gaya yang ditimbulkan akibat pergerakan atau dinamika aliran udara tersebut. Dengan kata lain, aerodinamika mencakup hubungan atmosfer, properti udara, aliran udara, dan struktur pesawat udara.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 12 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

#### 4.1. Atmosfer

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menonton video tentang aerodinamika di kanal <i>youtube</i> dengan memindai <i>QR-code</i> tentang atmosfer di Bab IV Buku Siswa, kemudian menuliskan apa yang diperoleh dari video tersebut.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Hukum Bernoulli</li><li>• <i>Wing</i></li><li>• <i>Airfoil</i></li><li>• <i>Airflow</i></li><li>• <i>Lift</i></li><li>• <i>Weight</i></li><li>• <i>Thrust</i></li><li>• <i>Drag</i></li></ul>	Buku Siswa Aktivitas 1	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang aerodinamika.
Melakukan pengamatan di daerah pantai dan pegunungan secara berkelompok, kemudian mengukur tekanan dan suhu di tempat tersebut dengan barometer dan termometer.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tekanan dan suhu</li><li>• Barometer</li></ul>	Buku Siswa Aktivitas 2	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang tekanan dan suhu udara di berbagai ketinggian.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menjelaskan pendapat tentang hubungan antara tekanan, suhu, dan kerapatan udara pada dataran rendah ( <i>sea level</i> ) dengan permukaan yang lebih tinggi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tekanan dan suhu</li> <li>• Kerapatan udara</li> <li>• <i>International Standard Atmosphere (ISA)</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 3	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang tekanan dan suhu udara di berbagai ketinggian.
Menyaksikan video tentang gelombang kejut ( <i>sonic boom</i> ) di kanal youtube dan memaparkan kembali bagaimana terjadinya gelombang kejut tersebut.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gelombang kejut (<i>sonic boom</i>)</li> <li>• <i>Mach number</i></li> <li>• <i>Airspeed</i></li> <li>• <i>Sound speed</i></li> <li>• <i>Subsonic</i></li> <li>• <i>Transonic</i></li> <li>• <i>Supersonic</i></li> <li>• <i>Hypersonic</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 4	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang gelombang kejut ( <i>sonic boom</i> ).

## Subbab:

### 4.1. Airfoil

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati aliran udara pada masing-masing bentuk-bentuk <i>airfoil</i> dan menentukan perbedaannya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Airfoil</i></li> <li>• <i>Wing chamber</i></li> <li>• <i>Aspect ratio</i></li> <li>• <i>Chord</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 5	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>airfoil</i> .
Berdiskusi secara kelompok tentang kurva warna merah ( $C_L$ ), Kuning ( $C_D$ ) dan hijau ( $L/D_{\max}$ ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lift</i></li> <li>• <i>Drag</i></li> <li>• <i>Coefficient lift (CL)</i></li> <li>• <i>Coefficient drag (CD)</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 6	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>airfoil</i> .

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menonton tayangan video dan berdiskusi tentang <i>laminar</i> dan <i>turbulent flow</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Laminar</i> dan <i>turbulent flow</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 7	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>laminar</i> dan <i>turbulent flow</i> .

### Subbab:

#### 4.3. *Theory of Flight*

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Berdiskusi kelompok tentang gerak dan hukum fisika menggunakan ilustrasi orang yang duduk di dalam pesawat udara berkecepatan 200 km/jam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerak</li> <li>• Hukum fisika</li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 8	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang gerak suatu benda.
Menyaksikan tayangan tentang gerak pesawat udara dalam kaitannya dengan hukum Newton.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hukum Newton</li> <li>• Hukum Bernoulli</li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 9	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Theory of Flight</i> .
Mengamati pengaruh aliran udara yang melalui bagian penyempitan dalam tabung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aliran udara</li> <li>• Tekanan udara</li> <li>• Kecepatan aliran udara</li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 10	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Theory of Flight</i> .
Mengeksplorasi tentang <i>theory of flight</i> dengan menyaksikan tayangan yang relevan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Airfoil</i></li> <li>• Aliran udara</li> <li>• <i>Angle of attack</i></li> <li>• <i>Flap</i></li> <li>• <i>Aileron</i></li> <li>• <i>Elevator</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 11	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Theory of Flight</i> .

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengeksplorasi tentang <i>stall</i> dengan menyaksikan tayangan yang relevan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Stall</i></li> <li>• <i>Angle of attack</i></li> <li>• <i>Lift</i></li> <li>• <i>Weight</i></li> <li>• <i>Thrust</i></li> <li>• <i>Drag</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 12	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>stall</i> .

## C. Panduan Pembelajaran Bab 5

### Pertemuan Pertama

Subbab:

4.1. Atmosfer

Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami berbagai karakteristik lapisan atmosfer.
2. Memahami tekanan, suhu, dan kerapatan udara di berbagai ketinggian.
3. Memahami hukum Bernoulli.
4. Memahami aliran udara yang bekerja pada sayap pesawat udara.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

- Tidak ada prasyarat dalam pembahasan materi ini.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait dengan topik aerodinamika yang tersedia di halaman awal bab Buku Siswa dengan konteks berpikir bagaimana sebuah pesawat udara yang besar dan sangat berat itu dapat terbang? Apa yang menyebabkan pesawat udara itu dapat terbang? Bagaimana fenomena udara yang mengalir di suatu

benda? Bagaimana sebenarnya hubungan pesawat udara dengan udara saat terbang? Apakah ada media selain udara yang membuat pesawat bisa terbang? Apakah hubungan lapisan atmosfer bumi dengan kondisi udara sekitar?

2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang di dapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang dasar-dasar aerodinamika.

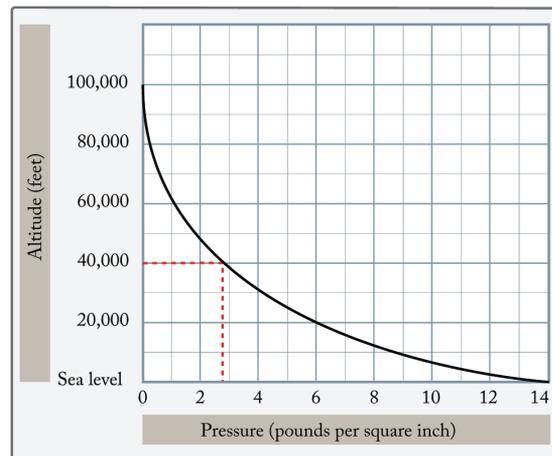
### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab 4.1 Lapisan Atmosfer.



Gambar 4.2 Lapisan atmosfer bumi  
Sumber: freepik.com/macrovector

2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.2 lapisan atmosfer bumi. Berikan penjelasan untuk masing-masing karakteristik lapisan atmosfer tersebut.
3. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan lapisan atmosfer untuk penerbangan sipil.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.5 tentang besar tekanan atmosfer di berbagai ketinggian. Arahkan peserta didik untuk menginterpretasi gambar tersebut. Berikan penjelasan untuk menentukan besarnya tekanan dan suhu udara dalam bentuk rumus.



Gambar 4.5 Besar tekanan atmosfer pada berbagai ketinggian  
 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics, (2014)

5. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik karakteristik lapisan atmosfer dan menyimak video aktivitas 1.
6. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video dan mengamati Tabel 4.2 (ISA) mengenai kondisi tekanan, suhu, dan kerapatan udara baik di sea level maupun di berbagai ketinggian.

Tabel 4.2 *International Standard Atmosphere*

Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics, (2014)

ALTITUDE	TEMPERATURE		PRESSURE		DENSITY		
	Feet	F°	C°	psi	HPA	slug/ft <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
Sea Level		59	15	14.67	1013.53	0.002378	1.23
1000		55.4	13	14.17	977.16	0.002309	1.19
2000		51.9	11	13.66	941.82	0.002242	1.15
3000		48.3	9.1	13.17	908.11	0.002176	1.12
4000		44.7	7.1	12.69	874.94	0.002112	1.09
5000		41.2	5.1	12.05	843.07	0.002049	1.06
6000		37.6	3.1	11.78	812.2	0.001988	1.02
7000		34	1.1	11.34	781.85	0.001928	0.99
8000		30.5	-0.9	10.92	752.91	0.001869	0.96
9000		26.9	-2.8	10.5	724.28	0.001812	0.93
000 10		23.3	-4.8	10.11	697.06	0.001756	0.9
000 15		5.5	-14.7	8.3	571.82	0.001496	0.77
000 20		-12.3	-24.6	6.75	465.4	0.001267	0.65
000 25		-30.2	-34.5	5.46	376.01	0.001066	0.55
000 30		-48	-44.4	4.37	301.3	0.000891	0.46
000 35		-65.8	-54.3	3.47	238.42	0.000738	0.38
000 40		-69.7	-56.5	2.72	187.54	0.000587	0.3
000 45		-69.7	-56.5	2.15	147.48	0.000462	0.24
000 50		-69.7	-56.5	1.68	115.83	0.000362	0.19

7. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan mengenai kondisi tekanan dan suhu baik di sea level maupun di berbagai ketinggian.
8. Beri konfirmasi bahwa di setiap ketinggian pesawat udara terjadi perubahan tekanan, suhu, maupun kerapatannya.
9. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik gelombang kejut dan menyimak video aktivitas 4. Berikan penjelasan bagaimana terjadinya gelombang kejut.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Lapisan atmosfer untuk penerbangan sipil.
  - Menentukan besar tekanan dan suhu udara dengan penggunaan rumus.
  - Berbagai macam sifat-sifat penting dari suatu aliran udara yang terkait dengan gerakan pesawat pesawat udara pada lapisan atmosfer seperti tekanan udara, suhu udara, kerapatan udara, bilangan mach, dan kecepatan suara.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang lapisan atmosfer untuk penerbangan.
2. Berikanlah tugas mandiri agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami dalam menentukan besar tekanan, suhu, dan kerapatan udara.

## Pertemuan Kedua

Subbab:

4.1. *Airfoil*

Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami aliran udara pada berbagai bentuk *airfoil*.
2. Memahami koefisien gaya angkat dan gaya hambat.
3. Memahami aliran laminar dan turbulen.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah mempelajari berbagai karakteristik lapisan atmosfer.
2. Peserta didik telah mempelajari tekanan, suhu, dan kerapatan udara di berbagai ketinggian.
3. Peserta didik telah mempelajari hukum Bernoulli.
4. Peserta didik telah mempelajari aliran udara yang bekerja di sayap pesawat udara.

### Tahapan Pembelajaran

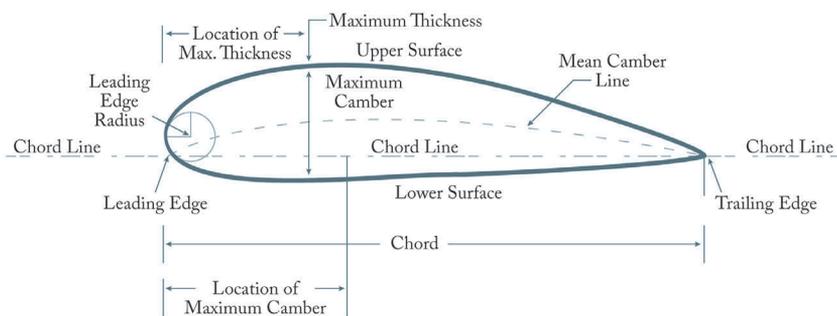
#### Apersepsi

1. Ingatkan kembali materi pembahasan tentang tekanan, suhu, dan kerapatan udara di berbagai ketinggian.
2. Ingatkan kembali juga materi pembahasan tentang hukum Bernoulli serta aliran udara yang bekerja pada sayap pesawat udara.
3. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait dengan topik *airfoil* dengan pertanyaan berikut.
  - Apa itu *airfoil*?
  - Berbentuk apakah *airfoil*?
4. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.

5. Mencatat dan menggunakan informasi yang di dapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *airfoil*.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

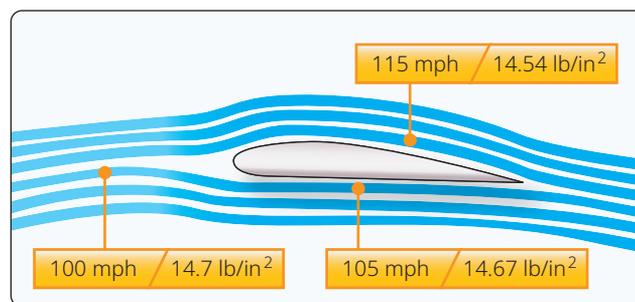
1. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab *Airfoil*.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.8 *Airfoil*. Berikan penjelasan bagian-bagian *airfoil* tersebut.



Gambar 4.8 *Airfoil*

Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodynamics (2014)

3. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.9 tentang *airflow* pada permukaan *airfoil*. Arahkan peserta didik untuk menginterpretasi gambar tersebut bagaimana aliran udara yang mengalir pada *airfoil* dari segi perubahan kecepatan dan tekanan.

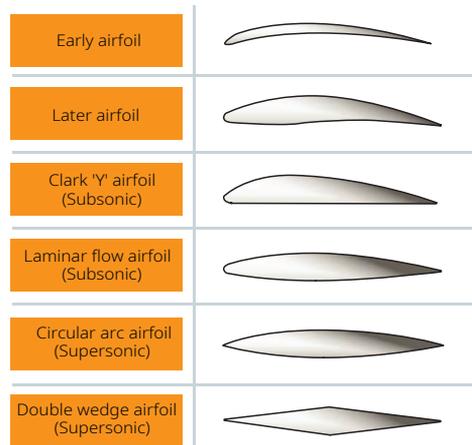


Gambar 4.9 *Airflow* pada Permukaan *Airfoil*

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe, Volume 1/FAA (2018)

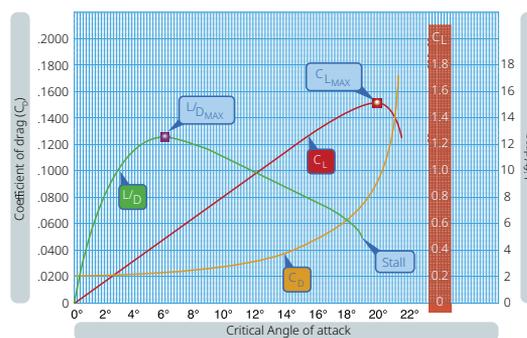
4. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik bentuk-bentuk *airfoil*.

- Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.10 tentang bentuk-bentuk *airfoil* pada aktivitas 5. Arahkan peserta didik untuk menginterpretasi gambar tersebut bagaimana aliran udara yang mengalir pada bentuk-bentuk *airfoil* itu.



Gambar 4.10 Bentuk-bentuk *airfoil*  
 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014)

- Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang karakter *airfoil*. Berikan penjelasan bahwa suatu airfoil memiliki nilai besaran gaya angkat, hambatan, serta posisi titik tekan pada saat terbang.
- Arahkan peserta didik untuk mengamati Gambar 4.11 mengenai koefisien gaya angkat pada aktivitas 6. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan gambar tersebut bagaimana grafik koefisien gaya angkat ( $C_L$ ), koefisien gaya hambat ( $C_D$ ), dan perbandingan ( $L/D$ ) terhadap setiap penambahan sudut serang (*angle of attack*).



Gambar 4.11 Koefisien Gaya Angkat  
 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014)

8. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik aliran udara laminar dan turbulen dan menyimak video aktivitas 7. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bagaimana terjadinya aliran udara laminar dan turbulen.
9. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang karakter *airfoil* ideal. Berikan penjelasan bahwa sifat-sifat yang harus dimiliki oleh sebuah *airfoil* ideal adalah koefisien gaya angkat ( $C_L$ ), koefisien gaya hambat ( $C_D$ ), dan perbandingan ( $L/D$ ).
10. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang penomoran *airfoil*. Berikan penjelasan tentang bagaimana memberikan penomoran pada suatu *airfoil* yang merujuk pada *National Advisory Committee for Aeronautics* (NACA).
11. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang sudut serang (*angle of attack*) *airfoil*. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan tentang bagaimana pengaruh besaran sudut serang terhadap gaya angkat yang ditimbulkan.
12. Beri konfirmasi bahwa di setiap peningkatan sudut serang (*angle of attack*) terjadi perubahan distribusi tekanan.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik.
4. Mengenai pemahaman *airfoil*.
5. Menentukan penomoran *airfoil* yang merujuk pada NACA
6. Mengenai aliran udara laminar dan turbulen
7. Sudut serang (*angle of attack*)

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang *airfoil*.
2. Berikanlah tugas mandiri agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami aliran udara laminar dan turbulen serta sudut serang (*angle of attack*).

### Pertemuan Ketiga

Subbab:

4.3. *Theory of Flight*

Alokasi waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami *theory of flight*.
2. Memahami *glide ratio*.
3. Memahami terjadinya *stall*.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah mempelajari berbagai karakteristik lapisan atmosfer.
2. Peserta didik telah mempelajari tekanan, suhu, dan kerapatan udara di berbagai ketinggian.
3. Peserta didik telah mempelajari hukum Bernoulli.
4. Peserta didik telah mempelajari aliran udara yang bekerja di sayap pesawat udara.
5. Peserta didik telah mempelajari aliran udara pada berbagai bentuk *airfoil*.
6. Peserta didik telah mempelajari koefisien gaya angkat dan gaya hambat.
7. Peserta didik telah mempelajari aliran laminar dan turbulen.

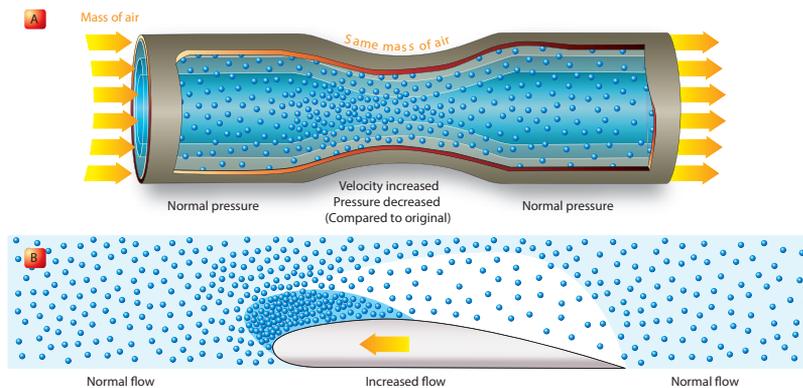
## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Ingatkan kembali materi pembahasan tentang hukum Bernoulli dan hukum Newton.
2. Ingatkan kembali juga materi pembahasan tentang bentuk-bentuk *airfoil*.
3. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait dengan topik *theory of flight* dengan pertanyaan “Bagaimana pesawat udara dapat terbang?”
4. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
5. Mencatat dan menggunakan informasi yang di dapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *theory of flight*.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik pada Aktivitas 8 tentang gerak suatu benda. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan topik pada Aktivitas 8 tersebut.
2. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab *Theory of Flight* tentang penerapan hukum Newton dalam penerbangan. Berikan penjelasan ketiga hukum Newton dapat bekerja pada waktu bersamaan.
3. Arahkan peserta didik untuk menyimak video di Aktivitas 9. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bagaimana terjadinya gerak pesawat udara.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.21 prinsip Bernoulli di aktivitas 10. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan gambar tersebut bagaimana aliran udara yang mengalir melalui tabung dilihat dari aspek kecepatan dan tekanan.



Gambar 4.21 Prinsip Bernoulli

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 1/FAA (2018)

5. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang gaya-gaya yang bekerja di pesawat udara. Berikan penjelasan hubungan antara, gaya berat, gaya angkat, gaya dorong, dan gaya hambat ketika pesawat udara sedang melakukan unjuk kerja dalam penerbangannya.
6. Arahkan peserta didik untuk menyimak video pada Aktivitas 11. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bagaimana terjadinya gerak pesawat udara.
7. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang *glide ratio*. Berikan penjelasan bahwa *glide ratio* sangat dipengaruhi oleh empat faktor yang bekerja di pesawat udara yaitu gaya berat, gaya lift, gaya dorong, dan gaya hambat. Berikan penjelasan juga bagaimana menciptakan kecepatan luncur terbaik saat mesin sedang mati.
8. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang gaya aerodinamis saat berbelok. Berikan penjelasan bahwa ketika pesawat sedang berbelok ada tiga kondisi yang harus diperhatikan yaitu *normal turn*, *slipping*, dan *skidding*.
9. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang *Stall* dan menyimak video pada Aktivitas 11. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bagaimana terjadinya *stall*.

10. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang gaya hambat udara. Berikan penjelasan tentang bagaimana terjadinya gaya hambat dan jenis-jenis gaya hambat yang bekerja di pesawat udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
4. Hukum Newton dan Hukum Bernoulli
  - Theory of flight.
  - *Glide ratio*
  - Proses terjadinya *stall*

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang *theory of flight*.
2. Berikanlah tugas mandiri agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami *glide ratio* dan terjadinya *stall*.

## D. Uji Kompetensi

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Jelaskan bagaimana pesawat udara dapat terbang!

Pesawat udara dapat terbang karena ada dorongan dari mesin dan timbul gaya angkat akibat perbedaan tekanan udara di bawah dan di atas sayap, kondisi tekanan udara di bawah sayap lebih besar dari tekanan di atas sayap.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Berikan contoh-contoh penerapan hukum Newton pada aktivitas penerbangan! Dapatkah ketiganya bekerja bersama-sama dalam waktu bersamaan? Jelaskan!

Ada tiga hukum Newton yang dapat diterapkan dalam dalam pesawat udara. Hukum pertama dari Newton dikenal juga sebagai hukum kelembaman. Hukum ini menyatakan bahwa benda akan diam dan tidak bergerak kecuali ada gaya yang bekerja terhadap benda tersebut. Ketika pesawat sedang berada di darat dengan kondisi mesin mati, gaya inersia menjaga pesawat dalam keadaan tetap diam. Ketika pesawat udara terbang dengan kecepatan tetap dalam garis lurus, gaya inersia cenderung menjaga pesawat bergerak. Hukum kedua dari Newton menyatakan jika suatu benda bergerak mula-mula dengan kecepatan tetap kemudian ada gaya luar yang bekerja pada benda tersebut, terjadi perubahan gerak sebanding dengan jumlah gaya dan gerak terjadi ke arah gaya tersebut bekerja. Jika pesawat terbang berlawanan dengan arah aliran udara, pesawat mengalami perlambatan. Jika aliran udara datang dari depan menuju kedua sisi sayap pesawat, penerbang harus dapat mengambil tindakan untuk mengkoreksi kecepatan aliran udara tersebut. Hukum ketiga Newton adalah hukum aksi dan reaksi. Hukum ketiga Newton ini menyatakan bahwa setiap aksi atau gaya yang ada akan memunculkan reaksi berlawanan yang sama besar. Gaya aksi dari mesin pesawat yang bergerak ke depan akan menghasilkan gaya reaksi yang sama besar berupa gas buang hasil pembakaran tapi arahnya saling berlawanan.

Tiga hukum gerak dari Newton tersebut dapat diaplikasikan dalam teori penerbangan. Di dunia penerbangan ketiga hukum tersebut dapat bekerja pada waktu bersamaan.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Hitunglah tekanan dan suhu saat pesawat melakukan aktivitasnya di ketinggian 38.000 kaki!

$$\begin{aligned}
 P_{(\text{altitude})} &= P_{\text{sealevel}} - (h/1000) \times 0,5 \\
 P_{(38.000)} &= 14,7 - (38.000/1000) \times 0,5 \\
 &= 14,7 - (38) \times 0,5 \\
 &= 14,7 - 19 \\
 &= -4,3 \text{ psi} \\
 T_{(\text{altitude})} &= T_{\text{sealevel}} - (h/1000) \times 0,5 \\
 T_{(38.000)} &= 15^{\circ}\text{C} - (38.000/1000) \times 0,5 \\
 &= 15^{\circ}\text{C} - (38) \times 0,5 \\
 &= 15^{\circ}\text{C} - 19 \\
 &= -4^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Mengapa bentuk *airfoil* sayap lintasan permukaan atas lebih panjang dari bagian permukaan bawah?

Untuk menghasilkan gaya angkat dengan menciptakan perbedaan tekanan di permukaan bawah *airfoil* sayap saya lebih besar dari permukaan atas *airfoil* sayap.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Jelaskan apa yang terjadi jika *thrust = drag* dan *lift = weight* ketika pesawat udara sedang melakukan aktivitas penerbangan!

Ketika pesawat sedang melakukan unjuk kerja pada kondisi terbang lurus dan mendarat maka yang terjadi adalah *lift = weight* dan *thrust = drag*

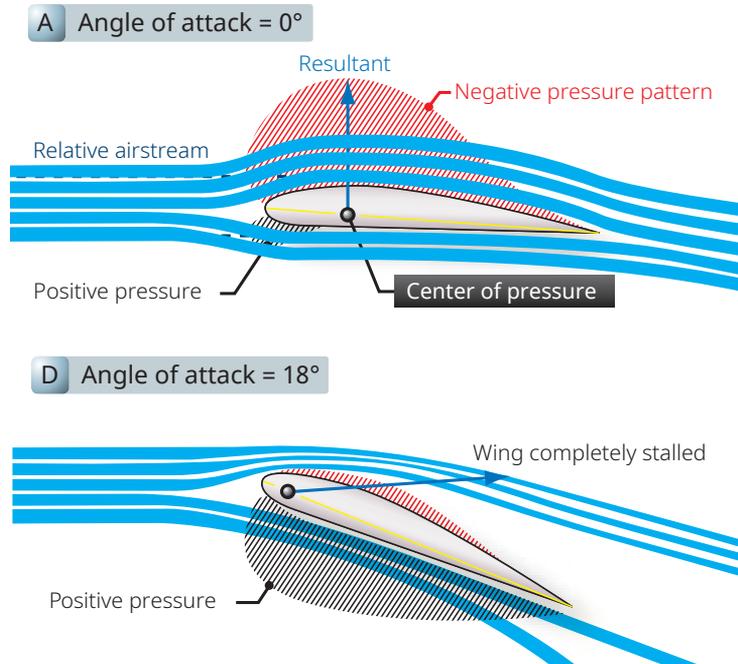
#### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Jelaskan apa yang terjadi jika *thrust* lebih kecil dari *drag* dan *lift* lebih kecil dari *weight* ketika pesawat udara sedang melakukan aktivitas penerbangan!

Pesawat udara akan kehilangan gaya angkatnya dan mengalami *stall*.

## Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Perhatikan gambar di bawah ini! Apa pengaruh di *airfoil* ketika sudut serang dinaikkan menjadi  $18^{\circ}$ ?



Gambar 4.1

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe, Volume 1/FAA (2018)

Ketika sudut serang meningkat ke sudut gaya angkat maksimum (*angle of maximum lift*), maka titik pusaran (*burble*) tercapai. Hal ini dikenal dengan sudut kritis (*critical angle*). Ketika sudut kritis dicapai, udara berhenti mengalir mulus pada permukaan atas *airfoil* dan mulai terjadi pusaran (*burble*). Hal ini berarti udara terlepas dari garis *camber* atas sayap. Daerah yang semula tekanannya berkurang sekarang diisi oleh udara yang berpusar (*burble*). Jika ini terjadi, jumlah gaya angkat turun dan gaya hambat menjadi berlebihan. Akibatnya, gaya gravitasi membuat hidung dari pesawat jatuh. Hal ini disebut kehilangan gaya angkat (*stall*). Jadi, titik *burble* adalah sudut kehilangan gaya angkat (*stalling angle*).

### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Bagaimana mendapatkan nilai  $L/D_{\max}$ ? Jelaskan!

Penting dipahami bahwa sebuah pesawat udara diharapkan memiliki gaya angkat sebesar mungkin dengan hambatan seminimum mungkin. Tetapi jika diperhatikan di gambar 4.11 nilai  $CL_{\max}$  dan  $CD_{\max}$  tidak terletak pada sudut serang yang sama. Oleh sebab itu, harus dicari besar sudut serang yang menghasilkan perbandingan gaya angkat dan gaya hambat yang paling baik. *Drag* adalah harga yang harus dibayar untuk mendapatkan *lift*. Rasio *lift/drag* ( $L/D$ ) adalah jumlah gaya angkat yang dihasilkan oleh sayap atau *airfoil* terhadap dengan hambatnya. Rasio  $L/D$  menunjukkan efisiensi *airfoil*. Pesawat udara dengan  $L/D$  lebih tinggi memiliki efisien yang baik dari di pesawat udara dengan  $L/D$  yang lebih rendah. Rasio  $L/D$  ditentukan dengan membagi persamaan *lift* dengan *drag*.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Jelaskan gaya-gaya apa saja yang timbul ketika pesawat udara melakukan aktivitas manuver menikik (meluncur) dengan tajam!

*Glide ratio* dipengaruhi oleh 4 faktor yang bekerja pada sebuah pesawat udara yakni; berat, gaya angkat, gaya dorong, gaya hambat. Jika semua faktor itu konstan, *glide ratio* akan konstan. Pengaruh angin pada proses meluncur ini sangat menonjol pada *range* luncur pesawat terkait dengan pergerakannya di atas permukaan tanah. Dengan *tail wind*, pesawat akan meluncur lebih jauh karena kecepatan gerak yang lebih tinggi. Sebaliknya dengan *head wind* pesawat tidak akan meluncur jauh, karena *ground speed* melambat. Variasi berat tidak akan mempengaruhi sudut luncur asalkan penerbang menggunakan kecepatan udara yang benar. Karena rasio  $L/D$  yang menentukan jarak luncuran pesawat, bukan bobot pesawat. ( $L = Lift$ ,  $D = Drag$ )

### Kunci Jawaban Tes Formatif 10

Jelaskan perbedaan antara *normal turn*, *slipping turn*, dan *skidding turn* ketika pesawat sedang melakukan manuver berbelok!

Dalam **belokan normal (*normal turn*)**, gaya ini dihasilkan dengan memiringkan pesawat sehingga gaya angkat (*lift*) timbul ke dalam dan juga ke atas. Gaya angkat saat belok dipisah menjadi dua komponen membentuk sudut siku-siku satu sama lain. Satu komponen yang bekerja secara vertikal dan berlawanan dengan berat (gravitasi) disebut komponen gaya angkat vertikal. Komponen yang bekerja secara horizontal menuju pusat belokan disebut komponen gaya angkat horizontal, atau gaya sentripetal. Komponen gaya angkat *horizontal* adalah gaya yang menarik pesawat dari jalur penerbangan lurus untuk membuatnya berbelok. Pada kondisi ***slipping turn***, pesawat tidak berbelok pada kecepatan yang sesuai dengan kemiringan yang digunakan, karena pesawat berbelok keluar jalur belokan. Pesawat terlalu banyak membelok untuk *RoT*, sehingga komponen gaya angkat *horizontal* lebih besar dibanding gaya sentrifugal. Gambar 4.27 keseimbangan antara komponen gaya angkat *horizontal* dan gaya *centrifugal* dibangun kembali dengan menurunkan kemiringan, meningkatkan *RoT* atau kombinasi dari dua perubahan. Sementara untuk kondisi ***skidding***, pesawat melakukan unjuk kerja belok diakibatkan karena gaya sentrifugal lebih besar dari *horizontal lift*. Akibatnya, pesawat tergelincir dari lintasan normalnya ke arah bagian dalam. Koreksi pada belokan *skidding* melibatkan pengurangan *RoT*, peningkatan belokan, atau kombinasi dari dua perubahan tersebut. Untuk mempertahankan *RoT* tertentu, sudut kemiringan harus disesuaikan dengan *airspeed*. Hal ini sangat penting bagi pesawat berkecepatan tinggi.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 11

Apa yang terjadi jika ada es terbentuk di permukaan sayap seperti gambar di bawah ini?



Gambar 4.2

Sumber: Travel + Leisure/Melanie Lieberman (2018)

Beberapa bentuk kontaminasi yang paling umum adalah es, salju, dan embun beku. Apabila semua itu terakumulasi di pesawat udara, dapat mengurangi kapasitas pesawat untuk mendapatkan gaya angkatnya.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 12

Bagaimana terjadi *stall* di pesawat udara?

Pesawat mengalami *stall* akibat penurunan gaya angkat yang cepat yang disebabkan oleh pemisahan aliran udara dari permukaan sayap akibat melebihi sudut serang (*angle of attack*). *Stall* dapat terjadi pada setiap sikap *pesawat*. *Stall* adalah salah satu area aerodinamika yang paling disalahpahami karena penerbang sering percaya bahwa sebuah *airfoil* berhenti menghasilkan gaya angkat saat *stall*. Padahal kondisi *stall*, sayap tidak sepenuhnya berhenti menghasilkan gaya angkat, hanya saja gaya angkat yang dihasilkan tidak memadai untuk mempertahankan level penerbangan.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 13

Bagaimana terjadinya vortex di ujung sayap (*wing tip*)?

Udara di permukaan atas sayap memiliki kecenderungan untuk bergerak melewati badan pesawat dan keluar dari *trailing edge*.

Arus udara ini membentuk pusaran serupa di bagian dalam dari *trailing edge* sayap. Pusaran ini disebut *vortex* (*vortices*). *Vortex-vortex* (*vortices*) yang terkumpul ini akan mempengaruhi vector gaya angkat menjadi sedikit ke belakang dan menciptakan turbulensi yang kemudian disebut *induced drag*.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 14

Di lapisan atmosfer mana aktivitas penerbangan banyak dilakukan? Aktivitas penerbangan khususnya penerbangan sipil umumnya terjadi di lapisan *troposphere*.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 15

Bagaimana memperoleh *best glide speed* saat mesin pesawat terbang mati?

Kecepatan luncuran terbaik adalah saat pesawat akan menempuh jarak paling jauh ke depan dengan kehilangan ketinggian tertentu di udara. Kecepatan luncur terbaik ini sesuai dengan sudut serang yang menghasilkan gaya dorong paling sedikit di pesawat dan memberikan rasio ( $L/D_{max}$ ) terbaik.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 16

Mungkinkah kecepatan pesawat dapat melebihi kecepatan suara? Jelaskan!

Kecepatan pesawat dapat melebihi kecepatan suara, contohnya pada pesawat militer yang dirancang dengan kecepatan melebihi kecepatan suara. Ada juga pesawat sipil yang memiliki kecepatan melebihi kecepatan suara, misalnya Concorde dan Tupolev.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 17

Bagaimana terjadinya kondisi *sonic boom* di pesawat udara ketika sedang melakukan aktivitas penerbangannya?

Ledakan *sonic* adalah sejenis bunyi yang kuat seperti letupan bunyi dihasilkan oleh gelombang kejut yang diciptakan oleh benda bergerak melalui udara yang melebihi kecepatan suara yaitu 760 mil per jam.

Ketika pesawat bermanuver yang melaju dari kecepatan biasa berubah ke kecepatan *sonic* maka perubahan kecepatan itu mengakibatkan gelombang kejut yang membuat perpecahan udara sehingga menghasilkan bunyi yang sangat keras. Bahkan saking kerasnya efeknya menimbulkan getaran yang sampai ke permukaan tanah membuat pekak telinga dan memecahkan kaca-kaca. Oleh karena itu, pesawat supersonic ini tidak terbang di atas daerah berpenduduk.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 18

Jelaskan arti penomoran airfoil NACA 66012 di gambar di bawah ini!

### NACA 66-012



Gambar 4.3

*Airfoil NACA 66012* memiliki *CL* optimal  $\frac{3}{2} \times 6 \times \frac{1}{10} = 0,9$  dengan maksimum *chamber*  $0,02c$  terletak pada  $\frac{1}{2} \times 60\% = 0,30c$  dari *leading edge* dan memiliki ketebalan maksimum  $12\%$  *chord* atau  $0,12c$ .

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 19

Jelaskan arti penomoran airfoil NACA 2412 di gambar di bawah ini!

### NACA 2412

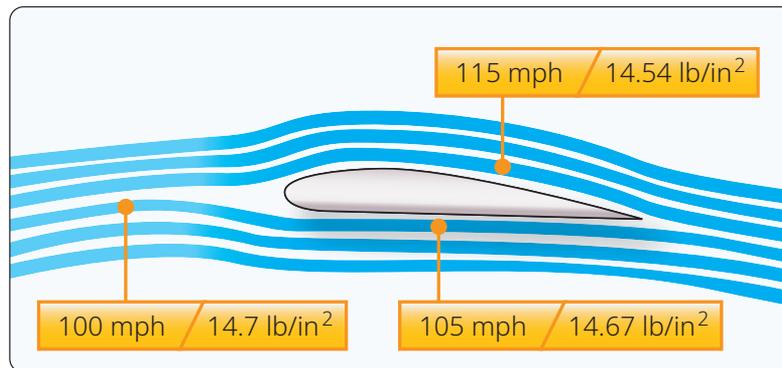


Gambar 4.4

*Airfoil NACA 2412* memiliki maksimum *chamber*  $0,02$  terletak pada  $0,4c$  dari *leading edge* dan memiliki ketebalan maksimum  $12\%$  *chord* atau  $0,12c$ .

## Kunci Jawaban Tes Formatif 20

Jelaskan aktivitas aliran udara di gambar airfoil di bawah ini ditinjau dari kecepatan dan tekanan!



Gambar 4.5

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe, Volume 1/FAA (2018)

Aliran udara yang mengalir pada airfoil bagian atas memiliki kecepatan yang meningkat dibandingkan pada permukaan airfoil bagian bawah. Akan tetapi, tekanan yang ditimbulkan di permukaan bawah airfoil lebih besar dari permukaan atas airfoil. Akibat perbedaan di airfoil terjadi gaya angkat.

## E. Pengayaan

1. Ajaklah peserta didik untuk menjelajah *link* di kanal *youtube* yang diberikan di bagian pengayaan.
2. Mintalah peserta didik untuk berdiskusi secara berkelompok tentang dasar-dasar aerodinamika.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah.

## F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas pada kegiatan aktivitas 2, diharapkan orang tua/wali turut memantau proses penyediaan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas-tugas aktivitas,

orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## **G. Refleksi untuk Guru**

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada Bab IV tentang dasar-dasar aerodinamika. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran mengenai dasar-dasar aerodinamika, sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

## **H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila**

Proses pembelajaran merupakan salah satu media dalam pengembangan keterampilan proses dan Profil pelajar Pancasila. Oleh karena itu, guru diharapkan dapat lebih menekankan keterampilan proses dan pembentukan dimensi Profil pelajar Pancasila selama proses pembelajaran.

Guru diharapkan mampu menanamkan pemahaman bahwa pelajaran dasar-dasar aerodinamika sangatlah penting untuk menunjang pembelajaran program keahlian teknik pesawat udara dengan mengimplementasikan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila, yaitu mandiri, kreatif, dan bernalar kritis. Pembentukan karakter mandiri dapat diterapkan misalnya dengan cara mengerjakan tugas secara mandiri tanpa mencontek atau meminta bantuan orang lain. Karakter kreatif dapat dibentuk dengan memotivasi peserta didik untuk berinovasi melalui berbagai percobaan dan penelitian tentang aerodinamika. Bernalar kritis juga dapat dibentuk melalui pembiasaan memotivasi peserta didik bertanya dan menjawab segala hal yang berkaitan dengan materi aerodinamika melalui metode diskusi atau presentasi.

KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Maruli Tua, Asep Gunawan, Tri Susilo  
ISBN: 978-602-427-928-8



# Material Pesawat Udara



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami jenis dan sifat-sifat material.
2. Memahami perbedaan material logam dan non-logam.
3. Memahami istilah-istilah dalam ruang lingkup material.
4. Memahami materi tentang penggunaan material pesawat udara.
5. Memahami jenis, sifat, dan pembuatan komposit.
6. Memahami materi tentang material kain atau fabric.

## A. Pendahuluan

Di bab awal buku ini telah dijelaskan tentang industri manufaktur dan pemeliharaan pesawat udara. Untuk mendukung kelengkapan materi tentang manufaktur pesawat udara perlu dipelajari tentang bahan atau material pembuatan pesawat udara, jenis dan sifat material pembuatan pesawat udara, dan hal lain terkait dasar-dasar pengetahuan tentang material pesawat udara.

Pembelajaran di bab ini juga dibahas mengenai macam-macam jenis material yang digunakan di beberapa manufaktur, seperti otomotif, pesawat udara, dan mesin pesawat udara.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 4 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 2 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

5.1. Bagaimana Jenis dan Sifat Material?

5.2. Bagaimana Perbedaan Material Logam dan Non-Logam?

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai jenis-jenis material.	<ul style="list-style-type: none"><li>Jenis material</li><li>Sifat material</li><li>Material logam</li><li>Material non-logam</li></ul>	Buku Siswa di subbab Jenis dan Sifat Material	<a href="https://faa.gov">https://faa.gov</a> <a href="https://easa.europa.eu">https://easa.europa.eu</a> <a href="https://airbus.com">https://airbus.com</a> <a href="https://boeing.com">https://boeing.com</a> <a href="https://indonesian-aerospace.com">https://indonesian-aerospace.com</a>
Membaca dan berdiskusi mengenai sifat-sifat material.			

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai material logam.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Material pesawat udara</li> </ul>	Buku Siswa di subbab Logam dan Non-Logam	
Membaca dan berdiskusi mengenai material non-logam.			
Secara berkelompok menelaah bagaimana perbedaan material logam dan non-logam.			
Secara berkelompok menelaah bagaimana jenis-jenis material yang digunakan pada dunia industri.		Buku Siswa di subbab Jenis dan Sifat Material; dan subbab Logam dan Non-Logam	

### Subbab :

5.3. Bagaimana Jenis dan Sifat Material Komposit?

5.4. Bagaimana Jenis dan Sifat Material Kain atau *Fabric*?

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai jenis-jenis komposit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komposit</li> <li>Jenis Komposit</li> <li>Kain (<i>Fabric</i>)</li> </ul>	Buku Siswa di subbab Komposit	<a href="https://faa.gov">https://faa.gov</a> <a href="https://easa.europa.eu">https://easa.europa.eu</a> <a href="https://airbus.com">https://airbus.com</a> <a href="https://boeing.com">https://boeing.com</a> <a href="https://indonesian-aerospace.com">https://indonesian-aerospace.com</a>
Membaca dan berdiskusi mengenai sifat-sifat komposit.			

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Secara berkelompok menelaah bagaimana pembuatan komposit dan penggunaannya komposit di pesawat udara.			
Membaca dan berdiskusi mengenai kain ( <i>fabric</i> ).		Buku Siswa di subbab Kain ( <i>Fabric</i> )	
Secara berkelompok menelaah bagaimana pembuatan dan penggunaan kain ( <i>fabric</i> ) di pesawat udara.			

## C. Panduan Pembelajaran 5

### Pertemuan Pertama

Subbab:

5.1. Bagaimana Jenis dan Sifat Material?

5.2. Bagaimana Perbedaan Material Logam dan Non-Logam?

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran:

1. Menyebutkan jenis-jenis material.
2. Menjelaskan sifat-sifat material.
3. Menyebutkan jenis-jenis logam dan non-logam.
4. Menjelaskan perbedaan material logam dan non-logam.
5. Menjelaskan penggunaan material pada struktur dan mesin pesawat udara.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi:

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang ilmu kimia dasar.
2. Peserta didik telah memahami dasar-dasar ilmu kimia.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik untuk mengamati berbagai macam material benda ataupun kendaraan yang ada di sekitar sekolah.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati sifat-sifat material.
3. Arahkan peserta didik untuk mengamati berbagai macam benda yang mengandung logam dan non-logam ada di sekitar sekolah.
4. Beri kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati penggunaan material di berbagai bidang industri manufaktur struktur dan mesin pesawat udara.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengamati berbagai macam material yang ada di sekitar lingkungan sekolah.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati sifat-sifat material.
3. Ajaklah peserta didik untuk mengamati berbagai macam logam dan non-logam yang ada di sekitar lingkungan sekolah.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati berbagai macam penggunaan material pada struktur dan mesin pesawat udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini tentang jenis dan sifat material di buku latihan.
2. Mintalah peserta didik untuk menjelaskan apa yang telah dipelajari tentang perbedaan material logam dan non-logam pada pertemuan hari ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang jenis-jenis dan sifat material.
2. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang jenis-jenis logam dan non-logam, dan bagaimana perbedaan antara keduanya.
3. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang sifat-sifat material.
4. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang material apa saja yang digunakan pada struktur dan mesin pesawat udara.

## Pertemuan Kedua

### Subbab:

5.3. Bagaimana Jenis dan Sifat Material Komposit?

5.4. Bagaimana Jenis dan Sifat Material Kain atau *Fabric*?

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Menyebutkan jenis-jenis komposit.
2. Menjelaskan sifat-sifat komposit.
3. Menjelaskan proses pembuatan komposit.
4. Menyebutkan jenis-jenis kain atau *fabric*.
5. Menjelaskan penggunaan kain atau *fabric* pada struktur pesawat udara.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsep

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang ilmu kimia dasar.
2. Peserta didik telah memahami dasar-dasar ilmu kimia.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik untuk mengamati berbagai macam benda yang menggunakan bahan komposit yang ada di sekitar sekolah.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati jenis dan sifat komposit.
3. Arahkan peserta didik untuk mengamati material kain (*fabric*).
4. Beri kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati penggunaan material komposit dan kain (*fabric*) pada struktur pesawat udara.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengamati berbagai macam benda dengan bahan dasar komposit yang ada di sekitar lingkungan sekolah.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati sifat-sifat komposit.
3. Ajaklah peserta didik untuk mengamati bahan kain (*fabric*).
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati berbagai macam penggunaan komposit dan kain (*fabric*) pada struktur pesawat udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini tentang jenis serta sifat material komposit dan kain (*fabric*) di buku latihan.
2. Mintalah peserta didik untuk menjelaskan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini tentang jenis serta sifat material komposit dan kain (*fabric*).

### Tindak Lanjut Pembelajaran;

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang jenis-jenis dan sifat komposit.
2. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang proses pembuatan komposit dan penggunaannya pada struktur pesawat udara.

3. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang material kain (*fabric*) dan penggunaannya pada struktur pesawat udara.

## D. Uji Kompetensi

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Apa syarat utama material agar dapat digunakan dalam pembuatan pesawat udara?

Syarat utama material yang digunakan di pesawat udara ialah memiliki perbandingan kekuatan dan berat yang tinggi (*high strength to weight ratio*). Adapun syarat lainnya yang juga harus dimiliki di antaranya ialah:

- a. Sifat kelelahan (*fatigue*) yang unggul.
- b. Sifat perambatan retak (*crack propagation*) yang rendah.
- c. Sifat kestabilan atau ketahanan terhadap kondisi lingkungan.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Seberapa penting seorang teknisi harus mengetahui karakteristik material pembuat pesawat udara?

Seorang teknisi harus mengerti karakteristik sifat dan karakteristik material yang digunakan di pesawat udara agar menghindari terjadinya kesalahan dalam penanganan yang dapat mengakibatkan kerusakan material tersebut.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Sebutkan kandungan material apa saja yang dipakai pada struktur dan mesin turbin pesawat udara?

Beberapa kandungan material yang digunakan pada struktur mesin turbin pesawat udara di antaranya ialah paduan aluminium (*aluminum alloy*), titanium, paduan baja karbon (*carbon steel alloy*), dan komposit (*composite*). Dari beberapa kandungan material tersebut, sekitar 80% material struktur pesawat udara menggunakan paduan aluminium.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Sebutkan klasifikasi empat jenis material yang umum dipakai dalam bidang *engineering*?

Dalam bidang *engineering*, material terbagi menjadi 4 klasifikasi, yaitu *metals*, *ceramics*, *polymers*, dan *composite*.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Terbuat dari apa kulit sayap pesawat?

Perlakuan khusus seperti apa agar sayap pesawat lebih awet dan kuat?

Kulit sayap pesawat (*aircraft wing skin*) umumnya menggunakan material *aluminum alloy* dengan jenis di antaranya ialah *aluminum alloy 2024-T3*. Paduan ini terdiri dari sekitar 4,5% tembaga, 1,5% magnesium, 0,6% mangan dengan elemen spesifik lainnya yang diizinkan, dan sisanya adalah aluminium.

Adapun kulit sayap lainnya menggunakan kain (*fabric*). Beberapa perlakuan khusus yang diperlukan agar sayap pesawat yang menggunakan kain (*fabric*) awet dan kuat, di antaranya dengan cara;

- a. Menggunakan minyak dan pernis, agar kain (*fabric*) tidak mudah lentur.
- b. Menggunakan *butyrate dope* agar tidak mudah terbakar.
- c. Selalu melakukan pemeriksaan sesuai petunjuk pemeliharaan pesawat (*aircraft maintenance manual*).

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Apa yang dimaksud dengan *brittleness* dan material apa saja yang memiliki sifat tersebut?

Dalam Bahasa Indonesia *brittleness* diartikan sebagai kerapuhan atau kegetasan, dan sifat *brittleness* ini kebalikan dari sifat ulet pada suatu material. Tingkat kerapuhan suatu material umumnya bergantung pada suhu, dan gaya atau beban yang diterimanya.

Beberapa contoh material yang memiliki tingkat *brittleness* di antaranya semen cor, batu, dan besi cor.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Jenis material golongan apa yang diandalkan sifat *hardeness*-nya?

Dalam Bahasa Indonesia *hardeness* diartikan sebagai kekerasan. Sifat kekerasan yang dimiliki suatu material artinya material tersebut memiliki kemampuan untuk menahan beban/tekanan, sesuai dengan batas tingkat kekerasan yang dimilikinya.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Apa yang dimaksud komposit?

Komposit adalah suatu jenis material dari hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih komposisi material dengan sifat masing-masing material berbeda satu sama lainnya (baik itu sifat kimia maupun fisika-nya). Tujuan dari perpaduan material tersebut untuk mendapatkan suatu bentuk material yang lebih baik kualitasnya.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Apa yang dimaksud *mechanical properties* di komposit?

*Mechanical properties* diartikan dalam Bahasa Indonesia sebagai sifat mekanik, yaitu sifat fisik yang dimiliki oleh suatu bahan dan ketahanan bahan tersebut terhadap gaya-gaya dari luar yang diterimanya. Adapun *Mechanical properties* pada bahan komposit adalah sifat mekanik dan ketahanan yang dimiliki oleh suatu bahan komposit ketika menerima beban atau gaya dari luar. Contoh sifat mekanik di antaranya adalah modulus elastisitas, kekuatan tarik, perpanjangan, kekerasan, dan batas kelelahan.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 10

Di bagian mana saja pengaplikasian komposit pada pesawat udara?

Beberapa bagian struktur pesawat udara yang menggunakan material komposit yaitu di sebagian sayap (*flight control devices*),

*propeller, rotor blade* pada helikopter, *fan blade* mesin turbin gas, sebagian struktur *engine cowling*, dan beberapa struktur internal pesawat, dan lainnya.

## E. Pengayaan

Untuk lebih mengetahui istilah-istilah dalam material pesawat udara, silakan jelajahi internet melalui alamat situs-situs berikut ini.



## F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas, diharapkan orang tua atau wali turut memantau proses penyiapan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi untuk Guru

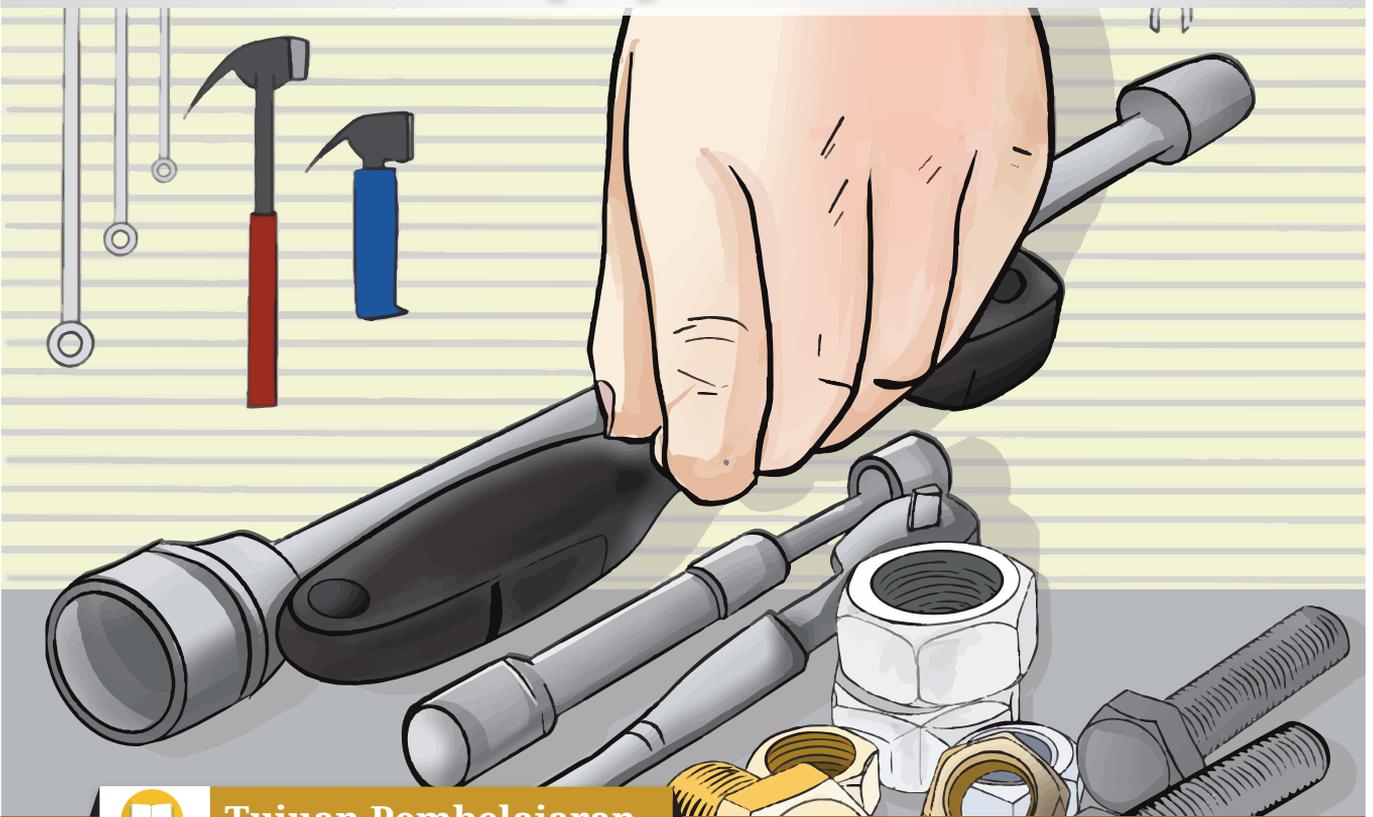
Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan di Bab 5 tentang material pesawat udara. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran, sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Proses pembelajaran merupakan salah satu media dalam pengembangan keterampilan proses dan Profil Pelajar Pancasila. Oleh karena itu, guru diharapkan dapat lebih menekankan keterampilan proses dan pembentukan dimensi Profil Pelajar Pancasila selama proses pembelajaran.

Kreatif dan bernalar kritis merupakan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila yang dapat diimplementasikan peserta didik dan juga sangat menunjang keberhasilan pembelajaran pada bab ini, yaitu tentang material pesawat udara. Guru diharapkan mampu memotivasi peserta didik agar kreatif dalam mengenali berbagai macam benda yang mengandung berbagai macam unsur material. Peserta didik juga diharapkan mampu berpikir kritis untuk membedakan jenis dan sifat material yang disediakan guru atau yang ada di lingkungan sekitar. Pengetahuan yang baik tentang struktur material sangat penting bagi peserta didik yang ingin berkarier sebagai teknisi pesawat sehingga dapat menangani pesawat dengan baik, yaitu tepat dalam melakukan perawatan dan perbaikan pesawat sesuai spesifikasi desain berdasarkan material yang digunakan.

# Aircraft Hardware Tool and Equipments



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Mengidentifikasi karakteristik dan jenis alat pengikat (*fastener*).
2. Mengidentifikasi karakteristik pipa dan penyambungan, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik dan konektor.
3. Menerapkan macam dan spesifikasi perangkat keras pesawat udara.
4. Mengidentifikasi karakteristik dan jenis perangkat kerja (*tools*).
5. Menerapkan alat-alat kerja dasar atau umum (*general tools*) dan alat-alat kerja khusus (*special tools*).
6. Mengidentifikasi alat-alat kerja yang tidak memerlukan kalibrasi (*non-calibrated tools*) dan alat-alat kerja yang membutuhkan kalibrasi (*calibrated tools*).
7. Mengidentifikasi perlengkapan atau perangkat yang digunakan sebagai pendukung dalam operasional penerbangan pesawat udara (*aircraft equipment*).
8. Menerapkan perlengkapan penunjang pelayanan darat (*ground support equipment*) dan perlengkapan selama penerbangan berlangsung.
9. Mengidentifikasi perlengkapan umum (*general equipments*), perlengkapan khusus (*special equipments*) dan perlengkapan darurat (*emergency equipments*).

## A. Pendahuluan

Perangkat keras pesawat udara (*Aircraft Hardware*) adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan berbagai jenis pengikat/pengencang dan bermacam-macam komponen kecil lainnya yang digunakan dalam pembuatan dan perbaikan pesawat udara. Peserta didik haruslah memahami hubungan antara *Aircraft Hardware*, *Tools*, and *Equipment* dalam pembuatan dan perbaikan pesawat udara.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 12 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

#### 6.1. Jenis Alat Pengikat (*Fastener*)

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Menyaksikan video tentang perakitan pesawat udara yang menggunakan berbagai jenis alat pengikat ( <i>fastener</i> ).	<ul style="list-style-type: none"><li>Alat pengikat berulir</li><li>Klasifikasi ulir</li></ul>	Buku Siswa Aktivitas 1	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Aircraft Hardware</i> .
Memperhatikan aneka jenis <i>bolt</i> dilanjutkan dengan menggambar bentuk kepala bolt jenis <i>hex head</i> , <i>clevis</i> , <i>countersunk head styles</i> dan <i>eyebolt</i> di selembar kertas.	<ul style="list-style-type: none"><li><i>General purpose bolt</i>,</li><li><i>AN bolts</i>, atau <i>NAS</i></li><li><i>Internal wrenching</i> atau <i>close tolerance bolts</i>, atau <i>MS bolts</i>.</li></ul>	Buku Siswa Aktivitas 2	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Aircraft Hardware</i> .

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Berdiskusi sambil menyaksikan tayangan tentang bagaimana cara memilih <i>lock nut</i> sesuai kebutuhan pembuatan atau perawatan pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Non-self-locking nut</i></li> <li>• <i>Self-locking nut</i></li> <li>• <i>All-metal type</i></li> <li>• <i>Fiber lock type</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 3	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Aircraft Hardware</i> .
Berdiskusi untuk memahami cara melaksanakan pekerjaan <i>riveting</i> dengan menggunakan <i>solid shank</i> dalam pembuatan pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Solid-shank rivet</i></li> <li>• <i>Blind rivet</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 4	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Aircraft Hardware</i> .

### Subbab:

## 6.2. Pipa, Pegas dan Bantalan, Kabel Transmisi dan Kabel Kontrol, Kabel Elektrikal dan Konektor

### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati dan memahami kegunaan <i>fitting elbow</i> dan <i>Tee</i> dilihat dari konstruksinya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pipa</li> <li>• Pegas</li> <li>• Bantalan</li> <li>• Kabel transmisi</li> <li>• Kabel kontrol</li> <li>• Kabel elektrikal</li> <li>• Konektor</li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 5	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal dan konektor.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Melakukan eksplorasi tentang <i>aircraft bearings</i>.</li> <li>• Mengamati prosedur <i>lubricating aircraft wheel bearing</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bantalan bola (<i>ball bearings</i>)</li> <li>• Bantalan rol (<i>Roller bearings</i>)</li> <li>• Bantalan Radial (<i>Radial Bearings</i>)</li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 6	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal dan konektor.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bantalan Kontak Sudut (<i>Angular-Contact Bearings</i>)</li> <li>Bantalan Dorong (<i>Thrust Bearings</i>)</li> <li>Instrumen Bantalan Presisi (<i>Instrument Precision Bearings</i>)</li> </ul>		
Berdiskusi tentang cara memasang dan menyetel <i>push pull tube</i> yang paling mudah dan efisien.	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Terminals, thimbles, bushings, dan shackles.</i></li> <li><i>Turnbuckle</i></li> <li><i>Push-pull tubes</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 7	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal dan konektor.

### Subbab:

#### 6.3. Aircraft Tools

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Berdiskusi dan mengidentifikasi <i>aircraft tools</i>.</li> <li>Mengaplikasikan <i>aircraft tools</i> yang ada di sekolah.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>General tools</i></li> <li><i>Special tools</i></li> <li><i>Non-calibrated tools</i></li> <li><i>Calibrated tools</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas 8	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang materi <i>Aircraft Tools</i> .

## Subbab:

### 6.4. Aircraft Equipment

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"><li>• Mengamati penempatan dan jenis <i>emergency equipments</i>.</li><li>• Mempraktikkan penggunaan contoh <i>aircraft equipment</i> yang ada di sekolah.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>life vest</i></li><li>• <i>passenger stairs</i></li><li>• <i>boarding</i></li><li>• <i>Water service</i></li><li>• <i>aircraft water tank</i></li><li>• <i>Wheel chock</i></li><li>• <i>Ground power unit</i></li><li>• <i>auxiliary power unit (APU)</i></li><li>• <i>ow bar</i></li><li>• <i>mendorong pesawat (pushback)</i></li><li>• <i>Aircraft jacks</i></li><li>• <i>Life vest</i></li></ul>	Buku Siswa Aktivitas 8	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>Aircraft Equipment</i> .

## C. Panduan Pembelajaran Bab 6

### Pertemuan Pertama

## Subbab

### 6.1. Jenis Alat Pengikat (*Fastener*)

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami jenis-jenis alat pengikat berulir.
2. Memahami klasifikasi ulir.
3. Memahami pemasangan dan pelepasan ulir.
4. Memahami bentuk ulir (*Thread Form*).

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

- Peserta didik telah mempelajari Bab VI Buku Siswa mengenai *Aircraft Fastener*.

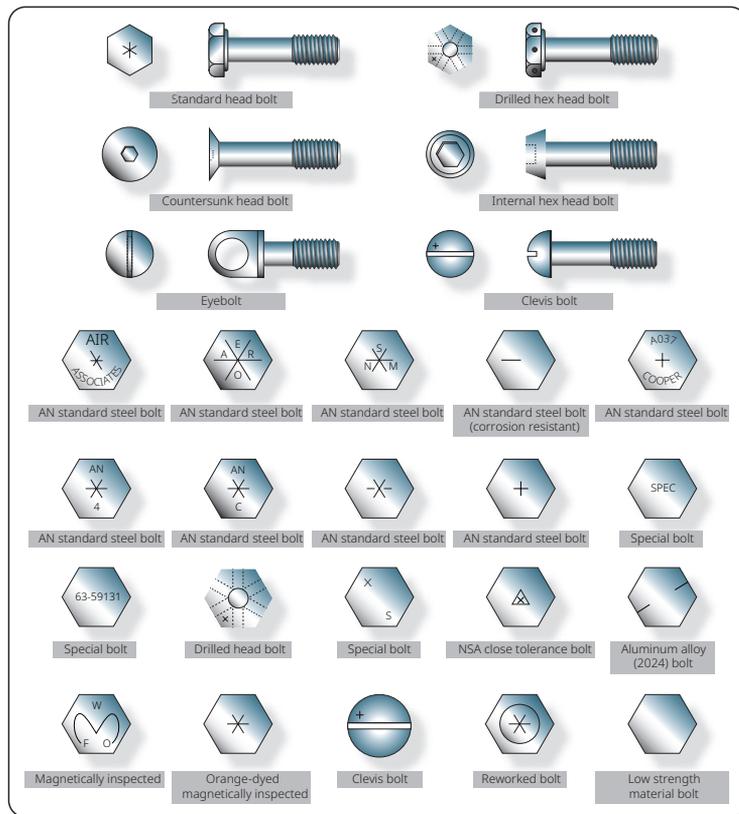
## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik jenis alat pengikat (*fastener*) dengan konteks berpikir sebagai berikut.
  - Bagaimana sebuah pesawat udara yang besar dan sangat berat itu dapat dibuat atau dibentuk dengan menggunakan berbagai alat pengikat (*fastener*)?
  - Apa yang menyebabkan pesawat udara itu dapat dibentuk dari lempengan plat alumunium?
  - Bagaimana cara penyambungan plat-plat alumunium tersebut?
  - Bagaimana cara pembentukan bagian-bagian pesawat udara dengan menggunakan jenis alat pengikat (*fastener*) agar penyambungannya tidak mengalami kebocoran?
  - Apakah ada media lain untuk penyambungan atau pembentukan rangka pesawat udara selain menggunakan jenis alat pengikat (*fastener*) yang sudah dibahas di buku sumber belajar utama?
2. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang jenis alat pengikat (*fastener*).

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan pada peserta didik untuk membaca Subbab Jenis Alat Pengikat (*fastener*).
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.10 bentuk kepala bolt. Berikan penjelasan untuk masing-masing bentuk kepala bolt tersebut.



Gambar 6.10 Mengetahui Kepala Baut Pesawat Udara

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

3. Berikan penjelasan pentingnya jenis alat pengikat (*fastener*) dalam sebuah penerbangan pesawat udara.
4. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bentuk kepala *bolt* jenis *hex head*, *clevis*, *countersunk head styles*, dan *eyebolt*.
5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.10 tentang bentuk kepala *bolt*. Arahkan peserta didik untuk menginterpretasi gambar tersebut. Berikan penjelasan untuk menentukan perbedaan diantara bentuk kepala *bolt* jenis *hex head*, *clevis*, *countersunk head styles* dan *eyebolt*.
6. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik *Aircraft bolt* dan menyimak video cara mengetahui dan memahami tentang cara mengamankan *bolt* yang dipasang di bagian yang berputar tidak terlepas.

7. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video bagaimana cara memilih *lock nut* sesuai kebutuhan pada pembuatan atau perawatan pesawat udara.
8. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan *topic aircraft rivet*.
9. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video cara melaksanakan pekerjaan *riveting* dengan menggunakan *solid shank rivet* dalam pembuatan pesawat udara.
10. Tuntunlah peserta didik untuk mengerjakan rubrik Aktivitas bersama-sama dalam kelompok diskusi kecil beranggotakan dua sampai tiga orang. Berikan Batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Jenis alat pengikat (*fastener*) pada pesawat udara.
  - Menyebutkan bentuk kepala bolt jenis *hex head*, *clevis*, *countersunk head styles*, dan *eyebolt* berdasarkan gambar.
  - Metode pengamanan mur (*nut*):
    - a. Mur (*nut*) yang tidak memiliki pengunci sendiri (*non-self-locking nut*)
    - b. Mur (*nut*) yang memiliki pengunci sendiri (*self locking nut*).
      - Menyebutkan bentuk kepala *solid-shank rivet*, meliputi:
        - a. Kepala Universal (*Universal Head*)
        - b. Kepala Bundar (*Roundhead*)
        - c. Kepala Datar (*Flathead*)

- d. Kepala Countersunk (*Countersunk Head*)
- e. Kepala Anglo (*Brazier Head*)

## Tindak Lanjut Pembelajaran

- Berikanlah tugas tertulis agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami dalam menentukan pengikat (*fastener*) yang cocok digunakan dalam penyambungan atau penggabungan komponen-komponen yang membentuk pesawat udara.

## Pertemuan Kedua

### Subbab:

6.2. Pipa, Pegas dan Bantalan, Kabel Transmisi dan Kabel Kontrol, Kabel Elektrikal dan Konektor

### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Memahami fungsi pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal, dan konektor.
2. Memahami konstruksi dari pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal, dan konektor.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari Buku Siswa tentang fungsi pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal dan konektor.
2. Peserta didik telah mempelajari Buku Siswa tentang konstruksi dari pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal, dan konektor.

## Tahapan pembelajaran

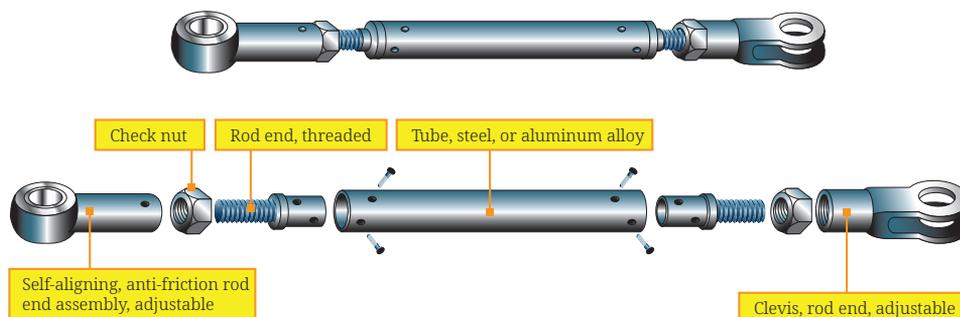
### Apersepsi

1. Ingatkan kembali materi pembahasan tentang fungsi pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrikal, dan konektor.

2. Ingatkan kembali materi tentang konstruksi yang meliputi pembahasan pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik, dan konektor.
3. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik, dan konektor.
4. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat secara lisan maupun tertulis.
5. Catat dan gunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik dan konektor.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan pada peserta didik untuk membaca Subbab tentang pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik, dan konektor.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.44 Pipa tekan tarik (*push-pull tubes*) kemudian berikan penjelasan bagian-bagian Pipa tekan tarik (*push-pull tubes*) tersebut.



Gambar 6.44 *Push-Pull Tube Assembly*

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

3. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.35 *Ball Bearings*. Berikan penjelasan bagian-bagian *Ball Bearings* tersebut.



Gambar 6.35 *Ball Bearings*  
Sumber: USA Roller Chain (2022)

4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.43 *Typical turnbuckle assembly*. Berikan penjelasan bagian-bagian *Typical turnbuckle assembly* tersebut.



Gambar 6.43 *Typical Turnbuckle Assembly*  
Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

5. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik, dan konektor.
6. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa tentang *flareless tube fittings*. Berikan penjelasan bahwa suatu *flareless tube fittings* sangat diperlukan di sistem hidrolis pesawat udara.
7. Arahkan peserta didik untuk mengamati video tentang bagaimana caranya memberikan pelumasan di *aircraft bearings*.
8. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan perlunya pelumasan di *aircraft bearings*.

9. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik bagaimana caranya memasang dan menyatel *push pull tube*.
10. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bagaimana caranya memasang dan menyatel *push pull tube*.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpanbalik kepada peserta didik mengenai pemahaman pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik, dan konektor.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Berikanlah tugas tertulis agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik, dan konektor dengan baik.
2. Selain Buku Siswa, ajaklah peserta didik untuk mencari bahan bacaan dari sumber lain yang relevan mengenai fungsi dan cara kerja pipa, pegas dan bantalan, kabel transmisi dan kabel kontrol, kabel elektrik, dan konektor.

## Pertemuan Ketiga

### Subbab:

#### 6.3. *Aircraft Tools*

### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami jenis-jenis *Aircraft Tools*.
2. Memahami fungsi *Aircraft Tools*.
3. Memahami cara kerja *Aircraft Tools*.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

- Peserta didik telah mempelajari subbab 6.3 tentang *Aircraft Tools*.

## Tahapan pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik Jenis-jenis Aircraft Tools dengan konteks berpikir sebagai berikut.
  - Bagaimana sebuah pesawat udara yang besar dan sangat berat itu dapat dibuat atau dibentuk dengan menggunakan berbagai jenis-jenis *Aircraft Tools*?
  - Bagaimana cara penyambungan plat-plat aluminium menggunakan berbagai jenis *Aircraft Tools*?
2. Bagaimana cara pembentukan bagian-bagian pesawat udara dengan menggunakan berbagai jenis *Aircraft Tools*?
3. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pengalamannya yang berkaitan dengan *Aircraft Tools*, secara lisan maupun tertulis.
4. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang jenis-jenis *Aircraft Tools*.

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

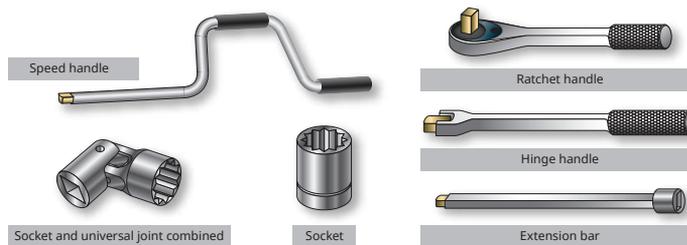
1. Berilah kesempatan pada peserta didik untuk membaca Subbab 6.3 *Aircraft Tools*.
2. Berikan penjelasan pentingnya *Aircraft Tools* dalam sebuah pekerjaan perawatan ataupun perbaikan di pesawat udara.
3. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Aircraft Tools* dalam sebuah pekerjaan perawatan ataupun perbaikan di pesawat udara.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.54 dan 6.57

tentang Alat-Alat Dasar Teknik (*General Tools*). Berikan penjelasan untuk masing-masing jenis *general aircraft tools* tersebut.



Gambar 6.54 Jenis-Jenis *Punches*

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)



Gambar 6.57 Satu Set *Ratchet*

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.68 *Electronic engine turning tool (special tools)* dan Gambar 6.69 *Cable tension tools (special tools)*. Berikan penjelasan untuk masing-masing jenis *Special aircraft Tools* tersebut.



Gambar 6.68 *Electronic Engine Turning Tools*

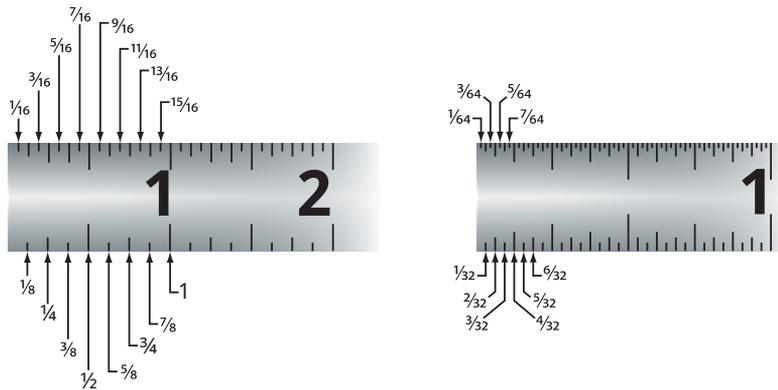
Sumber: olympus-ims.com (2020)



Gambar 6.69 *Cable Tension*

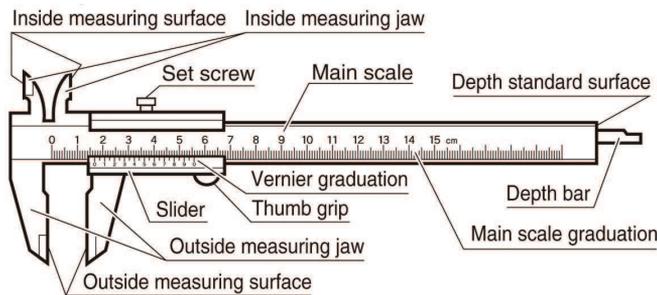
Sumber: Mitre 10 (2020)

6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.70 *Rules* (alat ukur), Gambar 6.73 Jenis-Jenis *Slide Calipers* (alat ukur), dan Gambar 6.76 Pembacaan Mikrometer (alat ukur). Berikan penjelasan untuk masing-masing jenis alat ukur tersebut.



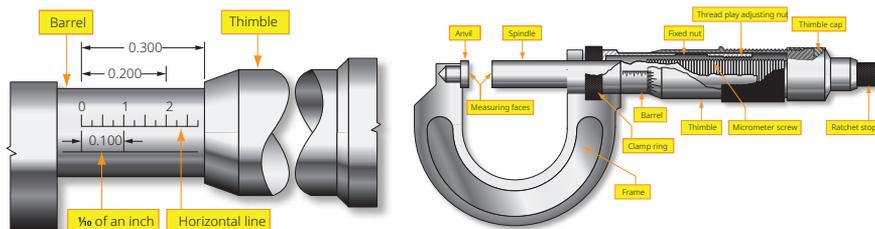
Gambar 6.70 Penggaris dengan Satuan Inci

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)



Gambar 6.73 Bagian-bagian Jangka Sorong

Sumber: Misumi Indonesia (2022)



Gambar 6.76 Pembacaan Mikrometer

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

7. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait topik *Aircraft Tools*.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Mengulas jenis *Aircraft Tools* yang digunakan pada perawatan dan perbaikan pesawat udara.
  - Menekankan betapa pentingnya *Aircraft Tools* pada perawatan dan perbaikan pesawat udara.
  - Menyebutkan macam-macam *general tools* seperti *screwdriver*, *pliers*, *wrench*, *hammer*, *mirror*, *gauge* dan lain-lain berdasarkan gambar.
  - menyebutkan macam-macam alat ukur (*measurement tools*) seperti penggaris (*rules*), jangka sorong (*slide caliper*), *micrometer*, dan *filler gauge*.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Berikanlah tugas tertulis agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami dalam menentukan jenis *Aircraft Tools* yang cocok digunakan dalam perawatan dan perbaikan pesawat udara.
2. Arahkan peserta didik untuk mencari sumber bacaan lain yang relevan dengan materi *Aircraft Tools* agar mengetahui fungsi dan cara kerja *Aircraft Tools* pada perawatan dan perbaikan pesawat udara.

## Pertemuan Keempat

### Subbab

#### 6.4. Aircraft Equipment

#### Alokasi Waktu:

3 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami jenis-jenis *Aircraft Equipment*.
2. Memahami fungsi *Aircraft Equipment*.
3. Memahami cara kerja *Aircraft Equipment*.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

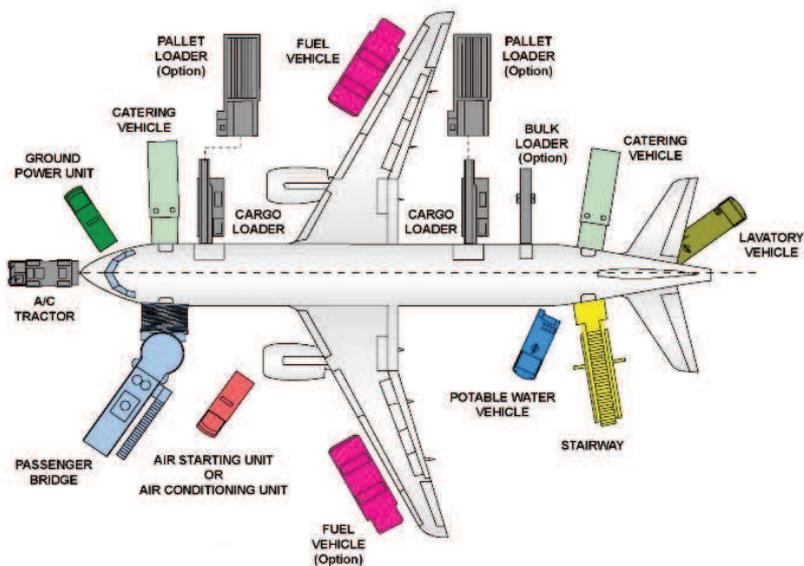
1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait dengan topik jenis-jenis *Aircraft Equipment* dengan konteks berpikir sebagai berikut.
  - Mengapa pesawat udara memerlukan berbagai jenis-jenis *Aircraft Equipment* dalam melaksanakan operasional penerbangan ataupun dalam pelaksanaan kerja pemeliharaan dan perbaikannya?
  - Bagaimana cara penyelamatan penumpang dan crew dengan menggunakan perlengkapan darurat (*emergency equipments*) yang terdapat di pesawat udara?
  - Bagaimana cara perawatan dan pemeliharaan pesawat udara di darat, baik pada saat kedatangan, keberangkatan maupun saat perawatan dan pemeliharaan menggunakan perlengkapan khusus atau (*special equipments*)?
2. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan pendapat secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang jenis-jenis *Aircraft Equipment*.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

- Peserta didik telah mempelajari subbab 6.4 tentang *Aircraft Equipment*.

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan pada peserta didik untuk membaca Subbab 6.4 *Aircraft Equipment*.
2. Berikan penjelasan pentingnya *Aircraft Equipment* dalam sebuah pekerjaan perawatan ataupun perbaikan di pesawat udara.
3. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Aircraft Equipment* dalam sebuah pekerjaan perawatan ataupun perbaikan di pesawat udara.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.82 *Aircraft Ground Support Equipments* (perlengkapan yang mendukung saat pesawat berada di bawah atau sebelum terbang) serta Gambar 6.83 *Aircraft Passenger Stairs*. Berikan penjelasan untuk masing-masing jenis *aircraft ground support equipments*.



Gambar 6.82 *Aircraft Ground Support Equipments*

Sumber: Airbus (2022)



Gambar 6.83 *Aircraft Passenger Stairs*  
Sumber: TIPS Ground Support Equipment (2022)

5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.88 *Ground Power Unit* saat *preflight* dan *maintenance* serta Gambar 6.90 *Aircraft Towing Bar*. Berikan penjelasan untuk masing-masing jenis perlengkapan khusus (*special equipments*) tersebut.
6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 6.92 Jenis-jenis *Emergency Equipments* dan Gambar 6.93 Jenis-Jenis *Emergency Equipments* serta Gambar 6.94 Jenis-Jenis *Emergency Equipments*. Berikan penjelasan untuk masing-masing jenis *emergency equipments* tersebut.



Gambar 6.93 *Life Vest*  
Sumber: m.made-in-china.com (2013)

7. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik *Aircraft Equipment*.

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Jenis *Aircraft Equipment* pada perawatan dan perbaikan pesawat udara.
  - Menyebutkan macam-macam *general equipment* seperti tangga penumpang, tangga pemeliharaan, pelayanan air bersih dan air kotor, dan lain-lain. Berdasarkan gambar.
  - Menyebutkan macam-macam perlengkapan khusus (*special equipments*) seperti GPU, APU, ACC, Towing Bar, dan lainnya.
  - Menyebutkan macam-macam Perlengkapan darurat pada pesawat udara (*aircraft emergency equipment*) seperti *overwing escape straps, escape lanyards, escape slide/rafts, over water survival, detachable emergency, life vest, oxygen bottles, first kits, fire extinguisher, location transmitter, dan flashlight.*

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Berikanlah tugas secara berkelompok ada mandiri agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami dalam menentukan jenis *Aircraft Equipment* yang cocok digunakan dalam perawatan dan perbaikan pesawat udara.
2. Arahkan peserta didik untuk mencari sumber bacaan lain yang relevan dengan materi *Aircraft Equipment* agar mengetahui fungsi dan cara kerja *Aircraft Equipment* pada perawatan dan perbaikan pesawat udara.

## D. Uji Kompetensi (Asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Jelaskan definisi *aircraft hardware*!

Istilah untuk menggambarkan berbagai jenis pengikat/pengencang dan aneka komponen kecil lainnya yang digunakan dalam pembuatan dan pekerjaan perawatan juga perbaikan pesawat udara.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Sebutkan 3 metode standar apa yang paling sering digunakan di *aircraft hardware*!

AN (Air Force - Navy), NAS (National Aircraft Standard), MS (Military Standard).

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Mengapa paku keling (*rivet*) dan las (*welding*) tidak boleh digunakan untuk menyambung bagian yang sering dibongkar pasang?

Karena untuk melepas *rivet* dan *welding* harus merusak sambungan *rivet*, begitu juga dengan *welding*.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Mengapa pada pemasangan bolt umumnya dikencangkan dengan cara memutar mur (*nut*) dan tidak diperbolehkan memutar kepala bolt?

Karena kepala bolt tidak dirancang untuk menahan beban yang besar.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Mengapa ulir perlu diklasifikasikan berdasarkan kelas *fit*-nya?

Supaya lebih memudahkan dalam perbaikan maupun perawatan pesawat udara. Jangan sampai terjadi kesalahan dalam melakukan

pemasangan/penyambungan *aircraft fastener*, disesuaikan dengan gaya/beban yang harus ditahan oleh komponen yang akan digabungkan.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Sebutkan bentuk ulir yang paling cocok digunakan untuk memindahkan tenaga yang besar!

*Square thread.*

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Jelaskan yang kalian ketahui mengenai *knuckle thread*!

Ulir yang digunakan untuk menyambung bagian yang memerlukan kekuatan yang sangat kecil.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Sebutkan tiga material yang digunakan untuk membuat baut pesawat udara!

Cadmium atau baja anti karat berlapis seng, baja anti karat tanpa lapisan, atau dari aluminium paduan yang dianodisasi/dipertebal.

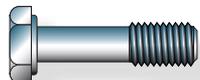
#### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Sebutkan empat jenis baut yang banyak digunakan dalam struktur pesawat udara!

*General purpose bolt, AN bolts, NAS internal wrenching atau close tolerance bolts, atau MS bolts.*

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 10

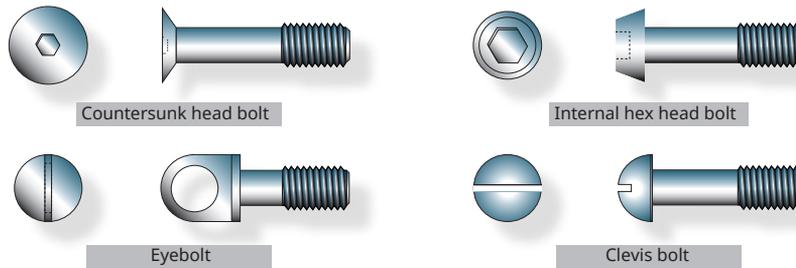
Gambarkan kepala baut jenis *hex head, Clevis, countersunk head styles* dan *eyebolt*!



Standard head bolt



Drilled hex head bolt



Gambar 6.1

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 11

Jelaskan cara membaca identifikasi bolt dengan nomor komponen AN4DD6A!

AN maksudnya adalah *bolt* berstandar *Air Force - Navy*, 4 menunjukkan diameter dalam seperenam belas inchi (4/16), DD menunjukkan material yaitu dari 2024 *aluminum alloy*. Angka 6 menunjukkan panjang dalam seperdelapan inchi (6/8), dan A menunjukkan bahwa batangnya (*shank*) tidak dibor.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 12

Jelaskan apa yang kalian ketahui tentang *close tolerance bolts*!

*Bolt* yang digunakan dalam pemasangan yang membutuhkan kerapatan tinggi (*tight drive*).

### Kunci Jawaban Tes Formatif 13

Perhatikan bentuk kepala internal *wrenching bolt*! Dengan bentuk kepala seperti itu, beban apa yang paling besar ditanggung oleh *internal wrenching bolt*?

Tegangan tarik (*tension*) dan tegangan geser (*shear*).

### Kunci Jawaban Tes Formatif 14

Jelaskan cara mengidentifikasi *aircraft nut*!

Dilihat dari bentuk konstruksinya dan dari karakteristik logam atau warna logamnya.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 15

Jelaskan perbedaan *non-self-locking nut* dan *self-locking nut*!

*Non-self-locking nut* adalah mur (*nut*) yang tidak memiliki pengunci sendiri. Sedangkan *self-locking nut* adalah mur (*nut*) yang memiliki pengunci sendiri.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 16

Jelaskan arti dari mur dengan Nomor Kode AN320-10!

AN320 = *aircraft castellated shear nut*, baja karbon berlapis cadmium, 10 = 10/16 = diameter 5/8 inch, 18 ulir per inci, *nut* ini biasanya ulir kanan.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 17

Mengapa Castellated Shear Nut AN 320, dirancang untuk menerima tegangan geser (*shear*) saja?

Karena konstruksinya tipis, maka tidak dapat menahan beban tarik (*tension*). Nut ini hanya cocok untuk menerima tegangan geser (*shear*).

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 18

Sebutkan penggunaan Wing Nut AN 350 yang pernah kalian lihat pada penggunaan sehari-hari di lingkungan sekitar kalian!

Di antena televisi dan kepala aki (batere) mobil.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 19

Jelaskan yang kalian ketahui tentang *self locking nuts* jenis *fiber lock type*!

*Self locking nut* yang penguncinya terbuat dari bahan fiber.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 20

Berikan penjelasan *nut* yang memiliki nomor kode AN310D5R!

AN310 = *aircraft castle nut*, D = aluminium paduan 2024-T, 5 = inch diameter, R = ulir kanan/ *right hand thread* (biasanya 24 ulir per inci).

### Kunci Jawaban Tes Formatif 21

Jelaskan pengelompokan sekrup di pesawat udara beserta penggunaannya!

Sekrup yang umum digunakan pesawat udara terbagi dalam tiga kelompok, yaitu:

- a. *Structural screws*, sekrup yang memiliki kekuatan yang sama dengan baut berukuran sama.
- b. *Machine screws*, sekrup yang paling banyak digunakan untuk perbaikan umum.
- c. *Selftapping screws*, sekrup yang digunakan untuk menyambung bagian yang lebih ringan. Kelompok keempat, *drive screws*, yaitu sekrup yang tidak mempunyai ulir. Sebagian besar orang mengklasifikasikan *drive screws* bukan sekrup melainkan paku (*nail*), yang pemasangannya sama seperti *rivet*.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 22

Mengapa sebagian besar orang mengklasifikasikan *drive screws* bukan sekrup melainkan paku (*nail*)? Jelaskan!

Karena *drive screws* tidak mempunyai ulir pada batangnya.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 23

Jelaskan arti screw yang memiliki nomor kode AN501D 416-7!

AN = Air Force Navy standard

501 = Fillister head, fine thread

D = bahannya adalah aluminium paduan 2017-T

416 = diameter 4/16 inci

7 = panjang 7/16 inci

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 24

Jelaskan arti *screw* yang memiliki nomor kode NAS144DH-24!

Seri NAS144DH-22 NAS = National Aircraft Standard 144 = head style; diameter dan baut ulir- $\frac{3}{4}$ -28, *internal wrenching* DH = kepala dibor (*drilled head*) 24 = panjang screws dalam per 16 inci-  $\frac{24}{16} = 1 \frac{1}{2}$  inci

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 25

Jelaskan perbedaan mendasar bentuk fisik antara *Structural Screw* dibanding *Machine Screw* dan *Self Tapping Screw*!

*Structural screws* memiliki bagian shank yang tidak berulir. *Machine screws* biasanya memiliki bentuk kepala *flathead (countersunk)*, *roundhead*, atau *washer head* sedangkan *self tapping screws* umumnya memiliki kepala bundar.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 26

Jelaskan definisi *rivet* sesuai dengan materi yang telah kalian pelajari!

Sebuah pin logam (*metal pin*) yang digunakan untuk menyambung dua atau lebih lembaran logam (*sheet metal*) dengan kepala yang terbentuk di salah satu ujungnya.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 27

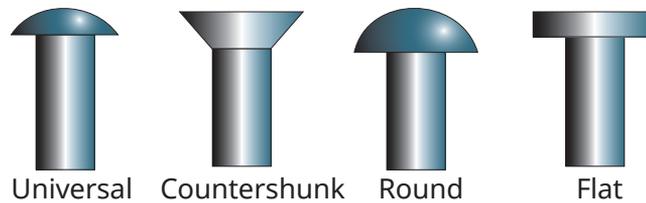
Sebutkan lima macam penggunaan *rivet* di pesawat udara!

- Untuk menggabungkan bagian kulit pesawat (*aircraft skin sections*).
- Untuk menggabungkan bagian spar (*joining spar sections*).
- Untuk menahan bagian tulang rusuk (*rib*) di tempatnya.

- d. Untuk mengamankan alat kelengkapan ke berbagai bagian pesawat.
- e. Untuk mengencangkan anggota penguat (*bracing members*) yang tidak dihitung banyaknya dan bagian lainnya bersama-sama.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 28

Gambarkan jenis-jenis kepala solid shank rivet!



Gambar 6.2

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 29

Pada kondisi apa kita harus menggunakan *blind rivet*?

Apabila ruang kerja sangat terbatas dan tidak memungkinkan penggunaan sebuah *bucking bar*.

### Kunci Jawaban Test Formatif 30

Mengapa kepala *countersunk head rivet* paling banyak digunakan di bagian eksterior pesawat udara?

Karena kepala rivetnya yang terpasang rata dengan kulit pesawat (*skin*) maka gaya hambat (*drag*) sangat kecil.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 31

Jelaskan arti dari nomor kode rivet AN470AD3-5!

AN = Air Force Navy standard

470 = *Universal head rivet*

AD = material yang digunakan 2117-T aluminium alloy

3 = 3/32 in diameter

5 = 5/16 in length

### Kunci Jawaban Tes Formatif 32

Jelaskan definisi dari pegas (*spring*) menurut pemahaman kalian!  
Benda elastis yang digunakan untuk menyimpan energi mekanik.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 33

Sebutkan lima fungsi pegas (*spring*)!

- a. Untuk menyimpan energi.
- b. Untuk mengimbangi suatu berat/beban atau daya dorong (gravitasi, hidrolik, dll.)
- c. Untuk memelihara kesinambungan elektrik.
- d. Untuk mengembalikan suatu komponen ke posisi yang aslinya setelah penggantian.
- e. Untuk mengurangi guncangan atau dampak secara berangsur-angsur, mengecek gerakan dari suatu pergerakan berat.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 34

Jelaskan apa yang kalian ketahui tentang pegas datar, pegas spiral, dan pegas ulir!

Pegas datar (*flat springs*) pada awalnya dikembangkan dari potongan baja pegas persegi panjang datar. Bentuknya bervariasi tetapi biasanya ditemukan sebagai pegas datar tunggal (*single flat spring*). Pegas spiral (*spiral spring*) dibentuk dengan spiral spring datar atau kawat (*wire*). Jenis pegas ini terkadang dikenal sebagai pegas motor atau pegas daya (*power spring*). Pegas ini dapat digunakan untuk gaya tekan (*compression*) atau gaya tarik (*tension*). Pegas ini tersedia dalam berbagai ukuran dan bahan dan digunakan dalam berbagai aplikasi.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 35

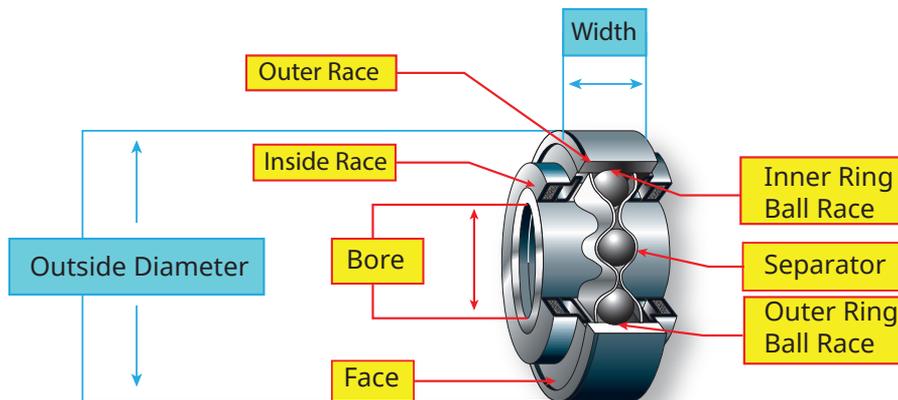
Jelaskan perbedaan tentang bantalan bola (*ball bearings*) dan bantalan rol (*roller bearings*)!

Bantalan bola (*ball bearings*) terdiri dari alur dalam dan luar yang dipisahkan oleh bola baja yang dikeraskan. Bantalan dapat dibuat dengan menggunakan baris bola tunggal atau ganda, setiap baris dikendalikan oleh sangkar perunggu atau kuningan. Bantalan bola (*ball bearings*) dirancang untuk beban radial atau thrust atau kombinasi keduanya dan dapat beroperasi pada salah satu arah putaran.

Bantalan rol (*roller bearings*) terdiri dari alur dalam dan luar yang dipisahkan oleh rollers baja yang diperkeras sebagai pengganti bola. *Roller bearings* biasanya hanya digunakan untuk mendukung beban radial tetapi dapat dirancang untuk mengkompensasi ekspansi linier shaft atau housing, dengan memastikan bahwa alur dalam dan luar benar-benar sejajar.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 36

Gambarkan bagian-bagian bantalan bola (ball bearings)!



Gambar 6.3

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook—Powerplant, Volume 1/FAA (2018)

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 37

Jelaskan apa yang kalian ketahui tentang jenis *Roller Bearing*, jenis *Cylindrical Roller Bearings*, *Spherical Roller Bearings* dan *Tapered Roller Bearings*!

Bantalan Rol Silinder (*Cylindrical Roller bearings*) akan menerima beban radial yang lebih besar daripada bantalan bola dengan ukuran yang sama. Hal ini disebabkan oleh area kontak yang lebih besar dari *rolling elements* dan jika memiliki rusuk pada kedua cincin, *cylindrical roller bearings* juga akan menerima beban aksial yang ringan dan terputus-putus.

Bantalan Rol Bulat (*Spherical Roller bearings*) dapat ditemukan dengan satu atau dua baris *rollers*, yang berjalan di jalur *spherical* di cincin luar (*outring*), sehingga memungkinkan bantalan menerima tingkat ketidaksejajaran yang kecil. Bantalan ini akan menerima beban radial tinggi dan beban aksial sedang. *Tapered Roller Bearings* terdiri dari bagian dalam berbentuk kerucut dan bagian luar berbentuk cangkik. *Rollers* meruncing dan terbuat dari baja yang dikeraskan. Jenis bearing ini dapat mendukung beban radial dalam satu arah saja.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 38

Jelaskan apa yang kalian ketahui tentang *Cable Fittings*!

Kabel beserta beberapa jenis alat kelengkapannya, seperti *terminals*, *thimbles*, *bushings*, dan *shackles* yang digunakan untuk menghubungkan kabel ke *turnbuckle*, *bellcrank*, atau tautan lain dalam sistem.

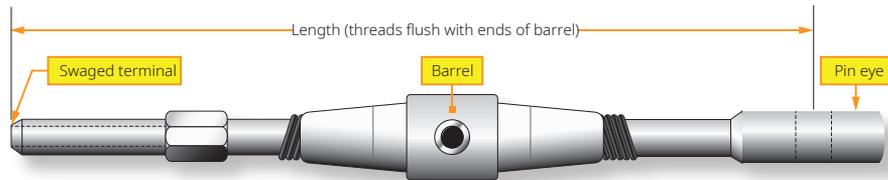
#### Kunci Jawaban Tes Formatif 39

Mengapa kabel transmisi dan kabel kontrol perlu dilengkapi dengan beberapa jenis alat kelengkapan yang berbeda, seperti *terminals*, *thimbles*, *bushings*, dan *shackles*?

Untuk mempermudah kerja dari sistem kabel kontrol, agar pergerakan kabel kontrol lebih lancar dan mudah dalam pengendaliannya.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 40

Gambarkan *Turnbuckle* beserta nama bagian-bagiannya!

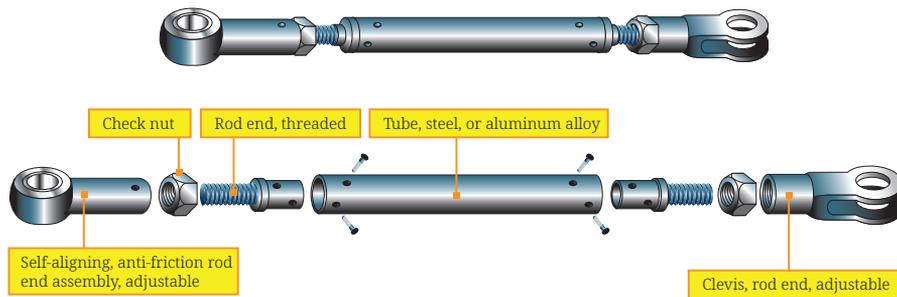


Gambar 6.4

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 41

Gambarkan pula *Push Pull Tube Assembly* beserta nama bagian-bagiannya!



Gambar 6.5

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 42

Jelaskan potensi bahaya yang akan terjadi apabila kabel pesawat udara tidak dirawat dengan benar atau sembarangan!

Akan menyebabkan kabel macet dan ini sangat berbahaya karena *flight control* tidak dapat dikendalikan, atau kabelnya bisa putus yang berakibat kecelakaan fatal.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 43

Mengapa kinerja sistem kelistrikan yang baik dan berkelanjutan di pesawat udara sangat bergantung kepada pengetahuan dan teknik dari teknisi yang memasang, memeriksa, dan memelihara sistem kelistrikan tersebut?

Karena apabila teknisi yang memasang, memeriksa, dan memelihara sistem kelistrikan tersebut tidak memiliki pengetahuan dan teknik yang baik, akan berakibat sistem kelistrikan menjadi bermasalah dan kalau terus berlanjut akan berakibat fatal pada kelangsungan sistem kelistrikan pada pesawat udara tersebut.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 44

Sebutkan lima karakteristik jenis bahan isolasi konduktor!

Jenis bahan isolasi konduktor bervariasi dengan jenis pemasangannya. Karakteristik harus dipilih berdasarkan lingkungan, seperti ketahanan abrasi, ketahanan busur, ketahanan korosi, kekuatan *cut-through*, kekuatan dielektrik, tahan api, kekuatan mekanik, emisi asap, ketahanan fluida, dan distorsi panas.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 45

Jelaskan perbedaan antara metode penandaan kabel langsung dan tidak langsung!

Penandaan langsung dilakukan dengan mencetak penutup luar kabel, yaitu dengan cara menandai kabel secara langsung tanpa menyebabkan degradasi isolasi. Sedangkan penandaan tidak langsung dilakukan dengan mencetak selubung yang dapat menyusut dan memasang selubung yang telah dicetak di penutup luar kabel. Kabel yang diberi tanda tidak langsung harus diidentifikasi melalui cetakan di selubungnya.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 46

Sebutkan kategori perkakas untuk pekerjaan perawatan dan perbaikan pesawat berdasarkan fungsi/cara kerjanya dan berdasarkan sifatnya!

Berdasarkan fungsi dan cara kerjanya *aircraft tools* terbagi menjadi 2 kategori, yaitu alat-alat kerja dasar (*general tools*) dan alat kerja khusus (*special tools*). Berdasarkan sifatnya *aircraft tools* terbagi menjadi 2 kategori, yaitu alat kerja yang tidak memerlukan kalibrasi (*non calibrated tools*) dan alat-alat kerja yang membutuhkan kalibrasi (*calibrated tools*).

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 47

Sebutkan perkakas apa saja yang termasuk *cuttings tool*!

*Hand snips, hand saw, hack saw, dan table saw.*

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 48

Sebutkan pula perkakas apa saja yang termasuk alat ukur!

Penggaris (*rules*), jangka sorong (*slide caliper*), *micrometer*, dan *filler gauge*.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 49

Apa kegunaan perkakas *ratchet, slide caliper, file card, dan torque wrench*?

- Ratchet* digunakan untuk mengencangkan atau mengendorkan baut dan mur (*bolt and nut*), ataupun stud secara cepat.
- Sikat kikir (*file card*) berguna untuk membersihkan Partikel-partikel logam yang tersangkut di antara gigi kikir (*file*).
- Slide Caliper* (jangka sorong) berguna untuk mengukur panjang suatu benda dengan akurasi yang lebih baik daripada penggaris biasa.
- Torque Wrench* berfungsi untuk mengencangkan *bolt/nut* yang dilengkapi indikator nilai momen atau torsi (*torque*). Nilai momen torsi diperlukan saat pemasangan baut dan mur.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 50

Mengapa *Torque Wrench* harus dikalibrasi pada interval waktu tertentu?

*Torque Wrench* berfungsi untuk mengencangkan *bolt/nut*, yang dilengkapi indikator nilai momen atau torsi (*torque*). *Torque Wrench* harus dikalibrasi agar alat ukur selalu dalam kondisi sesuai standar dan dapat memberikan hasil pembacaan jelas, akurat, dan presisi.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 51

Apa yang dimaksud dengan perlengkapan penunjang pelayanan darat?

Sejumlah perlengkapan atau perangkat yang digunakan sebagai pendukung dalam operasional penerbangan pesawat udara ataupun dalam pelaksanaan kerja pemeliharaan dan perbaikan.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 52

Sebutkan empat perlengkapan yang termasuk kategori *General Equipments*!

Tangga penumpang, tangga pemeliharaan, pelayanan air bersih dan air kotor.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 53

Apa itu *wheel chock* dan apa fungsinya?

*Wheel chock* adalah sebuah alat atau perlengkapan yang dibuat untuk mengganjal roda-roda pesawat (*aircraft wheels*). Fungsinya untuk keamanan agar pesawat berada di posisi yang tetap dan tidak bergerak apabila diterpa angin, menjaga pesawat tak bergerak meski permukaan landasan tidak rata selama berada di *ground* atau saat pesawat parkir.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 54

Apa nama peralatan penghasil tenaga listrik yang memasok daya sebelum *engine* dinyalakan?

*Ground Power Unit* (GPU)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 55

Apa yang dimaksud *Emergency Equipment*? Tuliskan perangkat-perangkatnya!

Perlengkapan darurat di pesawat udara (*aircraft emergency equipment*) ialah sejumlah perlengkapan yang berada di pesawat udara, digunakan pada saat keadaan darurat. perangkat yang termasuk kategori *emergency equipment* misalnya *overwing escape straps, escape lanyards, escape slide/rafts, over water survival, detachable emergency, life vest, oxygen bottles, first kits, fire extinguisher, location transmitter, dan flashlight. Ada pula escape rope* yang merupakan tali darurat untuk *cockpit crew (pilot dan co-pilot)*.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 56

Dimana dipasang *slide rafts*? Apa fungsinya?

*Slide rafts* dipasang di setiap pintu pesawat dan juga pada pintu keluar darurat (*emergency exit door*). Fungsinya untuk evakuasi penumpang pada kondisi darurat, dan apabila pesawat mendarat di air, *slide rafts* dapat berfungsi sebagai perahu penyelamat.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 57

Apa gunanya *towing bar and tractor*, kapan penggunaannya?

*Towing bar* ialah batang perantara antara traktor dengan pesawat, digunakan saat pesawat udara akan ditarik atau didorong. Umumnya *tow bar* digunakan saat *tractor* mendorong pesawat (*pushback*) sebelum *engine* menyala.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 58

Tuliskan kepanjangan dari APU dan jelaskan fungsinya!

*Auxiliary Power Unit (APU)* berfungsi menghasilkan listrik dan pneumatic, digunakan pada saat pesawat dalam kondisi *emergency* ketika beroperasi di udara.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 59

Apa yang dimaksud kalibrasi dan jelaskan pentingnya kalibrasi!

Kalibrasi adalah mengembalikan kondisi suatu alat ukur atau instrumentasi kepada kondisi standar alat ukur tersebut. Kalibrasi sangat diperlukan agar alat ukur selalu dalam kondisi sesuai standar dan dapat memberikan hasil pembacaan jelas, akurat, dan presisi.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 60

Bagaimana cara mengukur arus listrik sebesar 100 mA dengan multimeter analog? Tuliskan tahap-tahapnya!

- a. Pada saat akan melakukan pengukuran kuat arus Perhatikan apakah jarum penunjuk sudah berada pada posisi angka nol. Jika belum lakukanlah peneraan dengan cara memutar sekrup pengatur posisi jarum (*preset*) dengan obeng minus (-).
- b. Posisi saklar jangkauan ukur harus pada posisi yang sesuai dengan besaran yang akan diukur. Jika akan mengukur kuat arus sebesar 100 mA, letakkan saklar pada posisi batas ukur (*range*) yang lebih tinggi dari arus yang akan diukur. letakkan saklar pada posisi batas ukur (*range*) 500, kuat arus yang dapat diukur berkisar dari 0 – 500 mA.
- c. Pada pengukuran kuat arus, kabel probe warna merah (+) diletakkan pada kutub positif, kabel probe warna hitam (-) diletakkan pada kutub negatif dari kuat arus yang akan diukur.
- d. Jangan sekali-kali mengukur kuat arus listrik, kecuali kita sudah dapat memperkirakan besarnya kuat arus yang mengalir.
- e. Untuk mengukur kuat arus, letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (*range*) mA, pertemukan ujung kedua kabel probe, tera jarum penunjuk agar berada pada posisi angka nol dengan cara memutar-mutar tombol pengatur jarum pada posisi angka nol (*zero adjustment*).

## E. Pengayaan

1. Ajaklah peserta didik membaca artikel atau link yang ada di bagian Pengayaan mengenai ruang lingkup *aircraft hardware, tools, and equipment*.
2. Mintalah peserta didik untuk berdiskusi secara berkelompok tentang artikel yang didapat dari link di bagian pengayaan tersebut.

Catatan: Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan secara mandiri atau berkelompok untuk dikerjakan di luar jam sekolah.

## F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua terkait pembelajaran struktur pesawat udara yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mengerjakan aktivitas pembelajaran serta pengayaan terutama yang dilakukan di rumah, sebaiknya diberi pemantauan agar tetap fokus mempelajari materi struktur pesawat udara. Khususnya tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi, supaya tidak mencari informasi di luar konteks tersebut. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik di materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi untuk Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan di Bab 6 tentang *Aircraft Hardware, Tools, and Equipments*. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran mengenai bab sistem dalam pesawat udara ini, sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Kreatif, mandiri, dan bernalar kritis merupakan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila yang dapat diimplementasikan peserta didik dan juga sangat menunjang keberhasilan pembelajaran pada bab ini, yaitu tentang *Aircraft Hardware, Tools, and Equipments*.

Guru diharapkan mampu memotivasi peserta didik agar kreatif dalam mengenali berbagai komponen yang digunakan di pesawat udara. Pembentukan karakter mandiri dapat diterapkan misalnya dengan cara memberikan tugas mandiri tentang *Aircraft Hardware, Tools, and Equipments* kepada peserta didik untuk mengasah kemandirian dalam menyelesaikan tugas tanpa bergantung kepada teman atau kelompok. Peserta didik juga diharapkan mampu berpikir kritis untuk membedakan aneka komponen yang digunakan dalam pembuatan, perawatan, dan perbaikan pesawat udara.

Pengetahuan yang baik tentang *Aircraft Hardware, Tools, and Equipments* yang ditunjang karakter Profil Pelajar Pancasila sangat penting bagi peserta didik yang ingin berkarier sebagai teknisi pesawat. Dalam pemeliharaan dan perawatan pesawat udara, banyak pekerjaan menyatukan komponen yang memerlukan ketepatan dalam penggunaan alat atau tools. Karena itulah, karakter kreatif, mandiri, dan berpikir kritis harus dapat diimplementasikan peserta didik dengan baik pada materi ini.

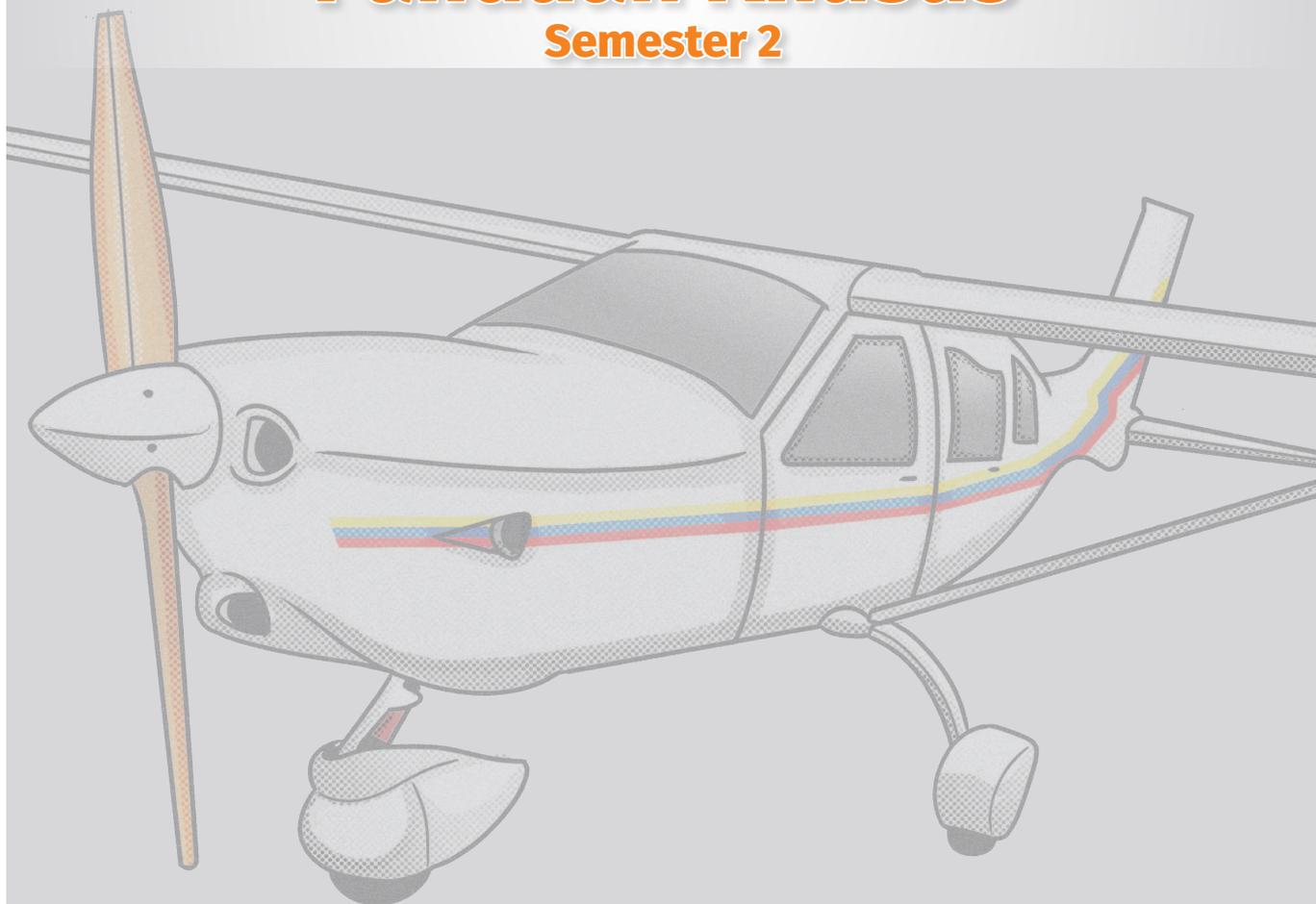
KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
REPUBLIK INDONESIA, 2022

Buku Panduan Guru Dasar-Dasar Teknik Pesawat Udara  
untuk SMK/MAK Kelas X

Penulis: Maruli Tua, Asep Gunawan, Tri Susilo  
ISBN: 978-602-427-928-8

# Panduan Khusus

## Semester 2

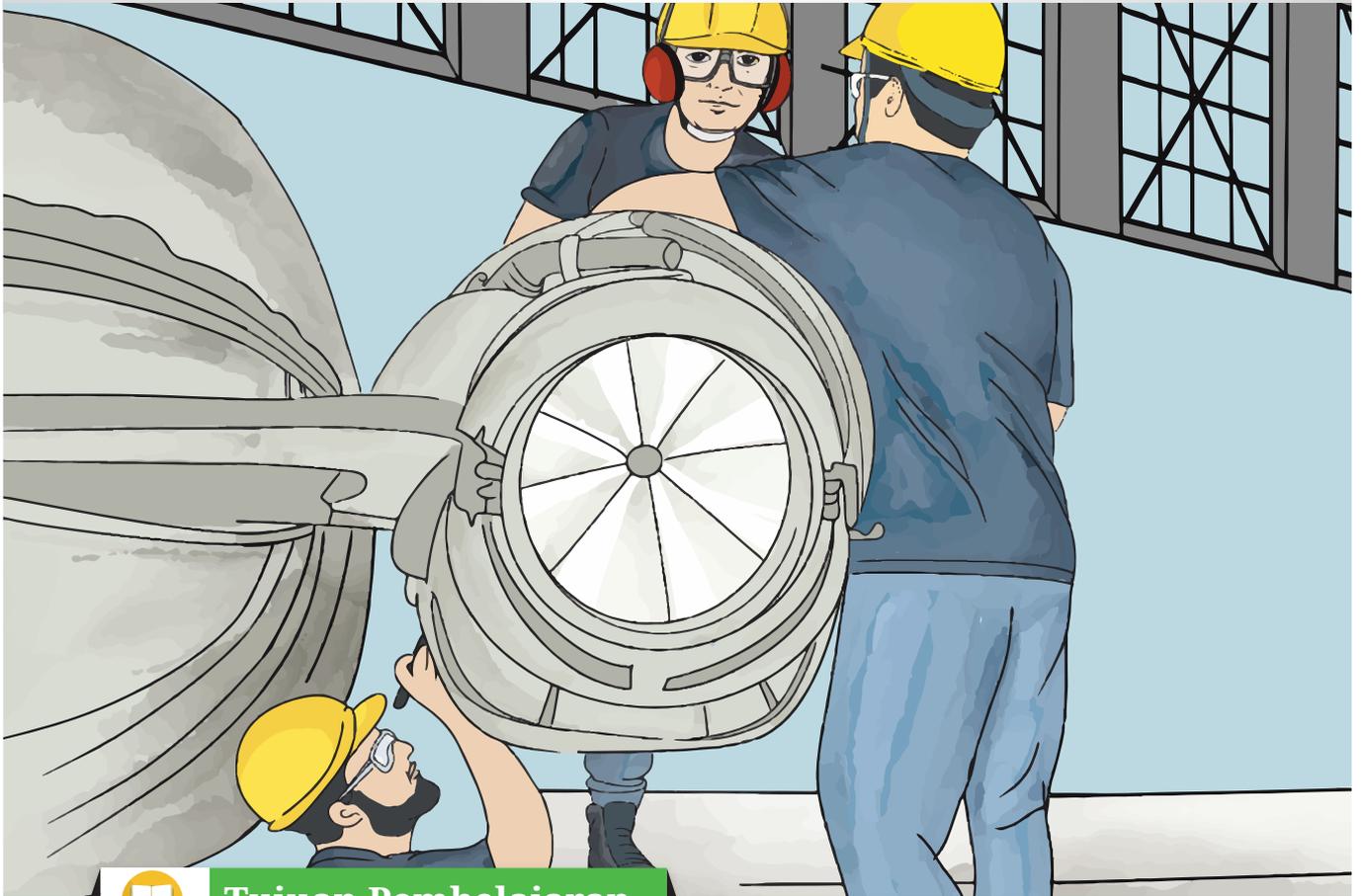


# DASAR-DASAR TEKNIK PESAWAT UDARA

Semester 2



# Struktur Pesawat Udara



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami undang-undang yang dijadikan dasar payung hukum dalam rancang bangun sebuah struktur pesawat udara.
2. Mengidentifikasi dan menjabarkan bagian/komponen utama struktur pesawat udara.
3. Mengidentifikasi jenis-jenis tegangan yang terjadi dalam struktur pesawat udara.
4. Memahami jenis material pesawat udara.
5. Memahami jenis metode perbaikan pada struktur pesawat udara.

## A. Pendahuluan

Materi Struktur Pesawat Udara ini merupakan salah satu materi dasar-dasar teknik pesawat udara yang diajarkan di kelas X pada semester 2 sebagai buku sumber pada kegiatan belajar untuk pencapaian kompetensi peserta didik program keahlian Teknik Pesawat Udara konsentrasi keahlian *Airframe Powerplant* maupun konsentrasi keahlian lainnya yang masih dalam lingkup program keahlian Teknik Pesawat Udara. Materi bahan ajar Struktur Pesawat Udara disusun berdasarkan penguasaan konsep dan prinsip serta keterampilan teknis keahlian.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 8 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

#### 1.1. Jenis Struktur Pesawat Udara

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengidentifikasi bagian-bagian struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"><li>• Pesawat udara</li><li>• Struktur</li><li>• Bagian-bagian struktur</li></ul>	Buku Siswa Aktivitas pembelajaran	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang bagian-bagian struktur pesawat udara.
Mengidentifikasi jenis konstruksi struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Fuselage</i></li><li>• <i>Truss</i></li><li>• <i>Monocoque</i></li><li>• <i>Reinforce Cell</i></li></ul>	Buku Siswa Aktivitas pembelajaran	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang jenis konstruksi struktur pesawat udara.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membahas karakteristik masing-masing jenis konstruksi struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fuselage</i></li> <li>• <i>Truss Monocoque</i></li> <li>• <i>Reinforce Cell</i></li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang karakteristik masing-masing jenis konstruksi struktur pesawat udara.

### Subbab:

#### 1.2. Bagian Utama Struktur Pesawat

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengidentifikasi bagian-bagian komponen utama struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fixed Wing</i></li> <li>• <i>Rotary Wing</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas pembelajaran	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang bagian-bagian komponen utama struktur pesawat udara.
Membahas <i>location numbering system</i> struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Fuselage Station</i></li> <li>• <i>Buttock Line</i></li> <li>• <i>Water Line</i></li> <li>• <i>Aileron Station</i></li> <li>• <i>Flap Station</i></li> <li>• <i>Nashelle Station</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas pembelajaran	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang <i>location numbering system</i> struktur pesawat udara.
Membahas tentang: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Fungsi sayap</li> <li>• Rancangan konstruksi sayap</li> <li>• Model-model sayap dan pemasangannya</li> <li>• Struktur utama dalam sayap</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Lift</i></li> <li>• <i>Brace</i></li> <li>• <i>Box Beam</i></li> <li>• <i>Straight, Tapered, Delta Wings</i></li> <li>• <i>Spar</i></li> <li>• <i>Rib</i></li> <li>• <i>Stringer</i></li> </ul>	Buku Siswa	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang sayap pesawat udara.

### Subbab:

#### 1.3. Tegangan dalam Struktur Pesawat

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengidentifikasi lima jenis tegangan yang terjadi dalam struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Tension</i></li><li>• <i>Compression</i></li><li>• <i>Bending</i></li></ul>	Buku Siswa Aktivitas Pembelajaran	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang tegangan dalam struktur pesawat udara.
Mengilustrasikan macam-macam tegangan yang terjadi dalam struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Gaya Tarik</i></li><li>• <i>Gaya Tekan</i></li><li>• <i>Gaya Geser/ Gunting</i></li><li>• <i>Gaya Puntir</i></li><li>• <i>Gaya Bengkok</i></li></ul>	Buku Siswa Aktivitas Pembelajaran	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang beban atau gaya-gaya dalam struktur pesawat udara.

### Subbab:

#### 1.4. Metode Perbaikan pada Struktur Pesawat Udara

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membahas ketentuan yang harus dipenuhi saat pelaksanaan penggantian dan perbaikan struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Maintaining</i></li><li>• <i>Original Strenght</i></li><li>• <i>Original Contour</i></li><li>• <i>Keep Weight Minimum</i></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Buku Siswa</li><li>• Aktivitas pembelajaran</li></ul>	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang penggantian dan perbaikan struktur pesawat udara.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengidentifikasi macam-macam penyebab kerusakan pada struktur pesawat udara.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Crack</i></li> <li>• <i>Corrosion</i></li> <li>• <i>Dent</i></li> <li>• <i>Cut</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buku Siswa</li> <li>• Aktivitas pembelajaran</li> </ul>	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang penyebab kerusakan pada struktur pesawat udara.
Mengklasifikasikan kerusakan struktur pesawat dan metode perbaikannya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Damage</i></li> <li>• <i>Patching</i></li> <li>• <i>Insertion</i></li> <li>• <i>Repairable</i></li> <li>• <i>Negligible</i></li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas pembelajaran	Sumber bacaan yang relevan di internet tentang klasifikasi kerusakan struktur pesawat dan metode perbaikannya.

## C. Panduan Pembelajaran Bab 1

### Pertemuan Pertama

Subbab:

1.1. Jenis Struktur Pesawat Udara

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran:

1. Menjelaskan bagian-bagian struktur pesawat udara
2. Menjelaskan kelompok struktur rangka badan (fuselage) pesawat udara.
3. Menjelaskan karakteristik masing-masing jenis konstruksi struktur pesawat udara

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

- Peserta didik telah membaca tentang jenis struktur pesawat udara dari sumber-sumber lain.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Bimbing dan arahkan peserta didik untuk mencari informasi tentang struktur rangka pesawat udara.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi yang didapat dari hasil membaca atau melihat berita dari berbagai media komunikasi.
3. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi tentang struktur rangka pesawat udara.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi berbagai macam struktur rangka pesawat udara!
2. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bagian-bagian rangka struktur pesawat udara!

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada pertemuan ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang materi struktur rangka badan pesawat udara.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Struktur rangka badan pesawat udara.
2. Klasifikasi struktur rangka badan pesawat udara.
3. Karakteristik masing-masing jenis rangka pesawat udara.

## Pertemuan Kedua

### Subbab:

1.2. Bagian Utama Struktur Pesawat

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan bagian-bagian utama struktur pesawat udara jenis *fixed wing* dan *rotary wing*.
2. Menjelaskan *structural members* untuk struktur pesawat udara baik *fixed wing* maupun *rotary wing*.
3. Menjelaskan lokasi numbering system dalam struktur pesawat udara.
4. Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi
5. Peserta didik telah membaca Buku Siswa subbab sebelumnya sebagai referensi secara tuntas.
6. Peserta didik telah membaca tentang bagian utama struktur pesawat udara dari sumber-sumber lain.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

1. Bimbing dan arahkan peserta didik untuk mencari informasi tentang bagian utama struktur rangka pesawat udara.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi yang didapat dari hasil membaca atau melihat berita dari berbagai media komunikasi.
3. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi tentang bagian utama struktur rangka pesawat udara.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi bagian-bagian utama struktur rangka pesawat udara.
2. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan bagian-bagian utama struktur pesawat udara.

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh dalam pertemuan ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang materi struktur rangka badan pesawat udara.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:
2. Bagian-bagian utama struktur pesawat udara jenis *fixed wing* dan *rotary wing*.
3. Structural members untuk struktur pesawat udara baik *fixed wing* maupun *rotary wing*.
4. Lokasi *numbering system* dalam struktur pesawat udara.

## Pertemuan Ketiga

Subbab:

1.3. Tegangan dalam Struktur Pesawat

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan lima jenis tegangan yang terjadi dalam struktur pesawat udara.
2. Mengilustrasikan macam-macam tegangan yang terjadi dalam struktur pesawat udara.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah membaca subbab tentang tegangan dalam pesawat udara sebagai referensi secara tuntas di bab ini.
2. Peserta didik telah membaca tentang tegangan dalam struktur pesawat udara dari sumber-sumber lain.



## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Bimbing dan arahkan peserta didik untuk mencari informasi tentang tegangan yang terjadi dalam struktur rangka pesawat udara.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi yang didapat dari hasil membaca atau melihat berita dari berbagai media komunikasi.
3. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi tentang tegangan yang akan terjadi dalam struktur rangka pesawat udara saat di darat dan saat terbang.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengidentifikasi lima tegangan yang akan terjadi dalam struktur rangka pesawat udara.
2. Arahkan peserta didik untuk dapat mengilustrasikan macam-macam tegangan yang akan terjadi dalam struktur pesawat udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh dalam pertemuan yang membahas mengenai tegangan dalam struktur pesawat ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan kelima.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang materi tegangan dalam struktur pesawat udara.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Lima jenis tegangan yang terjadi dalam struktur pesawat udara.
2. Ilustrasi macam-macam tegangan yang terjadi dalam struktur pesawat udara.

## Pertemuan Keempat

Subbab:

1.4. Metode Perbaikan pada Struktur Pesawat Udara

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan ketentuan yang harus dipenuhi saat pelaksanaan penggantian dan perbaikan struktur pesawat udara.
2. Menjelaskan macam-macam penyebab kerusakan pada struktur pesawat udara.
3. Mengklasifikasikan kerusakan struktur pesawat dan metode perbaikannya.

### Pengetahuan Prasyarat Dan Konsepsi

1. Peserta didik telah membaca Buku Siswa tentang metode perbaikan pada struktur pesawat udara sebagai referensi secara tuntas.
2. Peserta didik telah membaca tentang metode perbaikan pada struktur pesawat udara dari sumber-sumber lain.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

1. Bimbing dan arahkan peserta didik untuk mencari informasi tentang metode perbaikan pada struktur pesawat udara.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi yang didapat dari hasil membaca atau melihat berita dari berbagai media komunikasi.
3. Ajaklah peserta didik untuk memahami metode perbaikan pada struktur pesawat udara.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk dapat memahami metode perbaikan pada struktur pesawat udara.
2. Arahkan peserta didik untuk dapat menjelaskan penerapan metode perbaikan pada bagian-bagian struktur pesawat udara.

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh dalam pertemuan yang membahas tentang metode perbaikan pada struktur pesawat udara ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ke tujuh.
3. Berikan umpan balik kepada peserta didik tentang materi metode perbaikan pada struktur pesawat udara.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

Mintalah peserta didik untuk dapat membuat rangkuman pembelajaran yang berisi tentang:

1. Ketentuan yang harus dipenuhi saat pelaksanaan penggantian dan perbaikan struktur pesawat udara.
2. Macam-macam penyebab kerusakan pada struktur pesawat udara.
3. Kerusakan struktur pesawat dan metode perbaikannya.

## D. Uji Kompetensi (asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

- a. Jelaskan perbedaan antara pesawat udara dan pesawat terbang menurut UU RI No.1 tahun 2009!

Pesawat udara adalah semua jenis mesin, alat, atau benda yang dapat terbang karena adanya gaya angkat dari reaksi udara; sedangkan pesawat terbang merupakan pesawat udara yang lebih berat dari udara, bersayap tetap, dan dapat terbang dengan tenaga sendiri.

- b. Jelaskan yang dimaksud dengan penerbangan!

Satu kesatuan sistem yang terdiri atas pemanfaatan wilayah udara, pesawat udara, bandar udara, angkutan udara, navigasi penerbangan, keselamatan dan keamanan, lingkungan hidup, serta fasilitas penunjang dan fasilitas umum lainnya.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Sebutkan beberapa cara untuk menyambung material/komponen rangka pesawat udara!

Dilas (*welding*), di-rivet, menggunakan baut (*bolt*) dan mur (*nut*), menggunakan skrup (*screw*), dilem (*adhesive*) dll.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Apa saja fungsi *fuselage* dalam pesawat udara? Jelaskan secara detail!

*Fuselage* adalah badan atau *body* yang merupakan struktur utama sebuah pesawat udara yang berfungsi menyediakan ruangan untuk barang (*cargo*), ruang pengendali (*control*) yang disebut *cockpit*, ruang perlengkapan (*accessories*), ruang penumpang (*passengers*) yang disebut cabin dan ruang perlengkapan lainnya.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Apa perbedaan antara konstruksi *Full Monocoque* dengan *Semi Monocoque*? Jelaskan secara tepat!

Konstruksi *Full Monocoque* sebenarnya hanya terdiri dari 3 bagian saja, yakni *bulkhead*, *formers*, yang mana keduanya merupakan pembentuk *fuselage*, dan *skin* sebagai penahan tegangan utama. Adapun konstruksi *Semi monocoque* terdiri dari *bulkheads*, *formers*, *longeron*, *stringers*, *skin*.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Apa yang dimaksud *Location Numbering Systems*? Apa fungsinya? Jelaskan!

*Location numbering systems* adalah sistem penomoran/pengukuran lokasi yang diukur dari patokan atau referensi tertentu dari bagian struktur pesawat udara. Fungsi *location numbering system* adalah untuk mempermudah mekanik dalam mencari posisi dan letak suatu komponen pesawat udara untuk kepentingan perawatan dan perbaikan.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Uraikan bagaimana *wings* dapat menghasilkan *lift* dan jelaskan fungsi sayap selain penghasil *lift*!

Sayap memberikan gaya angkat (*lift*) akibat adanya efek kecepatan udara yang diberikan engine, dengan perpaduan dua unsur inilah pesawat bergerak maju dan mengudara. Selain sebagai penghasil gaya angkat, sayap juga dapat berfungsi sebagai tangki tempat bahan bakar (*fuel tank*), tempat pemasangan roda pendarat (*landing gear*), tempat pemasangan *flap*, *aileron*, dll.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Deskripsikan bagian-bagian struktur *Wing* dengan tepat! Mengapa di wing perlu adanya *access door*? Jelaskan!

Struktur utama dari sayap terdiri dari:

1. *Spar* 2. *Rib* 3. *bulkhead* 4. *Stringer* 5. *Skin*

Di bagian wing perlu adanya *access door* untuk kebutuhan pemeriksaan dan perawatan. Di permukaan bawah konstruksi sayap selain dibuat *access door* dibuat juga lubang pembuangan untuk fluida (*drain holes*).

## E. Pengayaan

1. Ajaklah peserta didik membaca artikel atau link yang ada di bagian Pengayaan.
2. Mintalah peserta didik untuk berdiskusi secara berkelompok tentang artikel yang didapat dari link di bagian pengayaan tersebut.  
Catatan: Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah.

## F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orangtua terkait pembelajaran struktur pesawat udara yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mengerjakan aktivitas pembelajaran serta pengayaan terutama yang dilakukan di rumah, sebaiknya diberi pemantauan agar tetap

fokus mempelajari materi struktur pesawat udara. Khususnya tugas untuk mencari informasi di internet, diharapkan orang tua juga ikut mengawasi, supaya tidak mencari informasi di luar konteks tersebut. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik di materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## **G. Refleksi untuk Guru**

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan di bab ini untuk menemukan hal-hal yang menjadi kendala untuk diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga perlu melakukan refleksi terhadap konsep-konsep yang sulit dipahami siswa dan cenderung menjadi miskonsepsi untuk dicatat dan ditekankan pada pembelajaran selanjutnya.

## **H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila**

Kreatif, bernalar kritis, dan bergotong-royong merupakan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila yang dapat diimplementasikan peserta didik untuk menunjang keberhasilan pembelajaran pada bab ini, yaitu tentang struktur pesawat udara.

Guru diharapkan mampu memotivasi peserta didik agar kreatif dalam mengidentifikasi dan menjabarkan berbagai komponen utama struktur pesawat udara. Peserta didik juga diharapkan mampu berpikir kritis untuk membedakan jenis tegangan, material, dan perbaikan pada struktur pesawat udara. Adapun karakter bergotong-royong dapat diterapkan guru kepada peserta didik dengan cara membentuk kelompok saat praktik dan observasi sebagai salah satu media dalam pengembangan proses penerapan kedisiplinan serta prosedur yang harus dilakukan selama belajar di kelas atau ruang praktik. Dengan mengimplementasikan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila tersebut diharapkan peserta didik dapat memiliki kompetensi tinggi sebagai seorang mekanik atau teknisi di bidang perawatan pesawat udara.

# Powerplant (Propulsi)



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami jenis tenaga pendorong (propulsi) yang digunakan pesawat udara.
2. Memahami bagian-bagian propulsi di pesawat udara.
3. Menginterpretasikan bagian-bagian propulsi pesawat udara.
4. Memahami komponen dan sistem mesin piston.
5. Menjabarkan perhitungan kinerja mesin piston.

## A. Pendahuluan

Tenaga pendorong (propulsi) merupakan suatu gaya dorong (*thrust*) yang diperoleh dari suatu *engine* lewat proses pembakarannya. Tenaga pendorong yang biasa digunakan pesawat udara secara umum terbagi menjadi dua jenis, yaitu jenis *reciprocating engine* (atau biasa dikenal dengan *piston engine*) dan *gas turbine engine*. Keduanya hingga saat ini masih digunakan dan menjadi salah satu komponen yang sangat vital di pesawat udara sebagai tenaga pendorongnya.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 4 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

2.1. Jenis Mesin Pesawat Udara

2.2. Prinsip Kerja Mesin Pesawat Udara

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati karakteristik <i>piston engine</i> .	<ul style="list-style-type: none"><li>Jenis mesin pesawat udara</li><li>Prinsip kerja piston engine</li><li>Prinsip kerja gas turbine engine</li></ul>	Buku Siswa Aktivitas jenis mesin pesawat udara.	Buku FAA ter-update dan sumber bacaan yang relevan di internet tentang jenis mesin pesawat udara.
Mengamati karakteristik <i>gas turbine engine</i> .			
Memahami sejarah <i>piston engine</i> .		Buku Siswa Aktivitas Prinsip kerja mesin pesawat udara.	Buku FAA pada <i>chapter</i> prinsip kerja aircraft engine dan sumber bacaan yang relevan di internet tentang Prinsip kerja mesin pesawat udara.
Mengidentifikasi jenis <i>piston engine</i> .			
Menganalisis prinsip kerja <i>piston engine</i> .			
Mengidentifikasi jenis <i>gas turbine engine</i> .			

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Secara berkelompok, peserta didik mendiskusikan perbedaan prinsip kerja <i>piston engine</i> dan <i>gas turbine engine</i> .			

### Subbab:

2.3. Komponen dan Sistem Mesin Piston

2.4. Operasional Mesin Piston

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati gambar 2.16 dan 2.17 di subbab komponen <i>piston engine</i> .	<ul style="list-style-type: none"> <li>Komponen <i>piston engine</i></li> <li>Sistem mesin piston</li> <li>Komponen <i>gas turbine engine</i></li> <li>Operasional mesin piston</li> </ul>	Buku Siswa Aktivitas Komponen dan Sistem Mesin Piston	Buku FAA ter-update dan sumber bacaan yang relevan di internet tentang jenis mesin pesawat udara.
Mengamati sistem prinsip kerja <i>piston engine</i> dengan memperhatikan gambar 2.28			
Memahami komponen <i>gas turbine engine</i> .		Buku Siswa Aktivitas Operasional Mesin Piston	Buku FAA pada <i>chapter</i> prinsip kerja <i>aircraft engine</i> dan sumber bacaan yang relevan di internet tentang Prinsip kerja mesin pesawat udara.
Mengidentifikasi operasional mesin piston.			
Menganalisis prinsip <i>firing order</i> di <i>piston engine</i> dengan melihat gambar 2.44			
Memahami <i>firing order</i> mesin <i>radial single row</i> .			
Memahami <i>firing order</i> mesin <i>radial double row</i> .			

## C. Panduan Pembelajaran Bab 2

### Pertemuan Pertama

#### Subbab:

- 2.1. Jenis Mesin Pesawat Udara
- 2.2. Prinsip Kerja Mesin Pesawat Udara

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Menyebutkan jenis mesin pesawat udara.
2. Mengidentifikasi prinsip kerja *piston engine*.
3. Mengidentifikasi prinsip kerja *gas turbine engine*

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari dan memahami aerodinamika.
2. Peserta didik telah mempelajari dan memahami *aircraft material*.

### Tahapan Pembelajaran

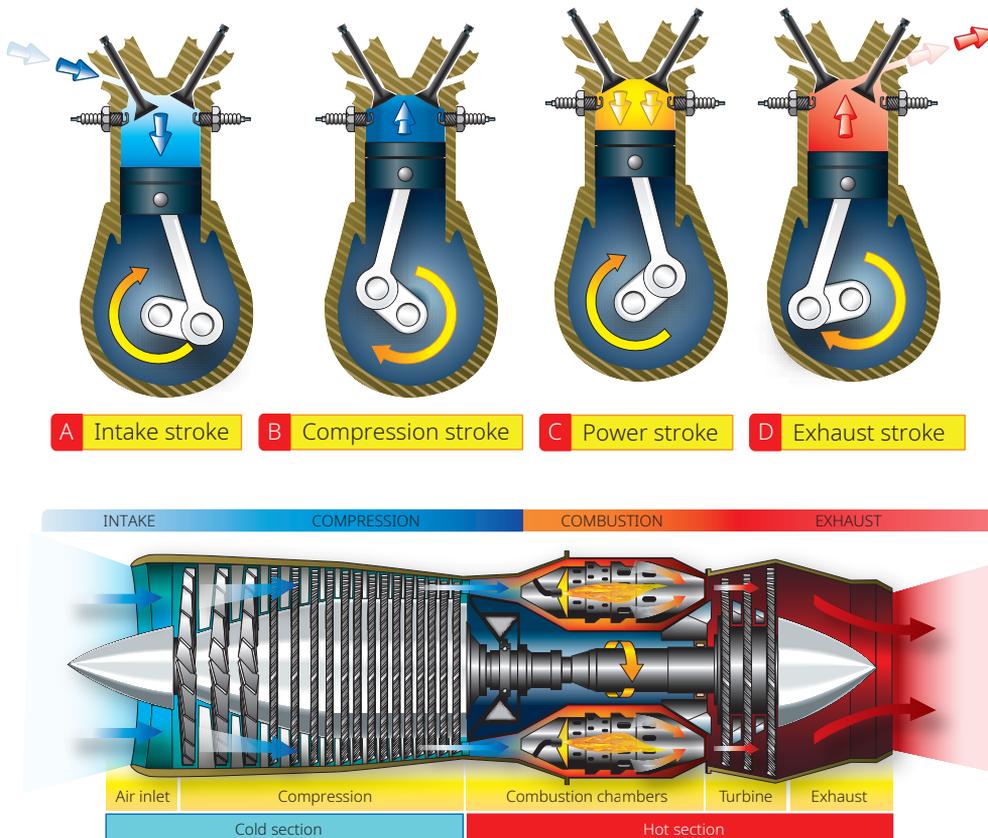
#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks bagian pesawat yang berfungsi sebagai tenaga pendorong.
  - Alternatif pengamatan 1: Peserta didik dapat mengamati kasus pembuka yang tersedia di halaman awal bab Buku Siswa.
  - Alternatif pengamatan 2: Peserta didik dapat membaca tautan berita yang diberikan guru mengenai komponen apa saja sebagai propulsi pesawat udara.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi apa yang didapatkan dari berita tersebut atau bertanya mengenai berita tersebut secara tertulis di buku latihan peserta didik masing-masing.
3. Ajaklah peserta didik untuk berpikir dalam konteks kasus tersebut dengan pertanyaan berikut.

- Untuk mengetahui perbedaan cara kerja mesin piston dengan mesin turbin gas di pesawat, carilah video referensi lalu identifikasi lima perbedaan antara mesin piston dengan mesin gas turbin!

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik diminta untuk mengamati video yang diberikan di Buku Siswa melalui *barcode*. Berikan penjelasan kesimpulan yang didapat dari video yang diberikan.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati gambar 2.3 lalu beri kesimpulan mengenai perbedaan cara kerja antara *piston engine* dengan *gas turbine engine*.

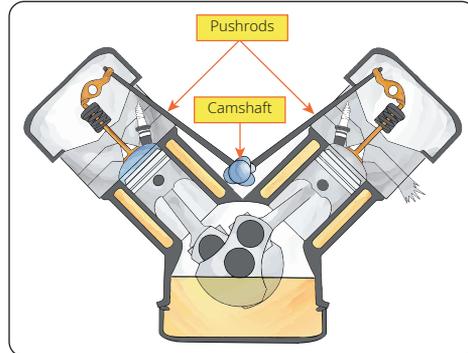


Gambar 2.3 Perbedaan Prinsip Kerja *Piston Engine* dan *Gas Turbine Engine*  
 Sumber: *Airplane Flying Handbook/FAA* (2021)

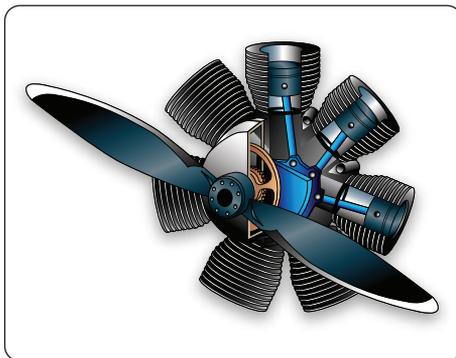
- Ajaklah peserta didik untuk mengamati subbab jenis *piston engine*, lalu peserta didik memberikan perbedaan jenis *inline*, *v-type*, *radial type* dan *opposed type*.



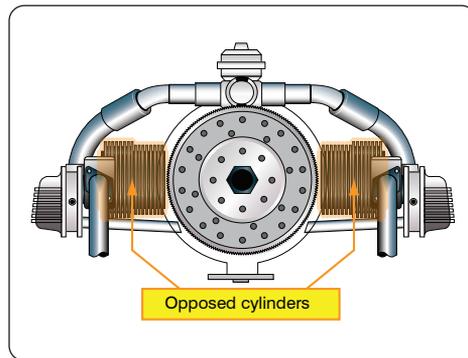
Gambar 2.5 Piston Tipe Satu Garis  
Sumber: wikipedia.org/Nimbus227 (2011)



Gambar 2.6 Piston Tipe V  
Sumber: Howstuffworks.com (2010)



Gambar 2.8 Tipe Piston Radial  
Sumber: Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge/FAA (2016)



Gambar 2.10 A *Opposed Type engine*  
Sumber: Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge/FAA (2016)

- Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca subbab tentang prinsip kerja mesin pesawat udara.
- Ulangi kembali pertanyaan tentang hal-hal apa saja yang membedakan tentang jenis mesin pesawat udara yang digunakan sebagai propulsi.

## Refleksi Pembelajaran

- Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
- Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.

3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Terdapat dua jenis mesin yang digunakan untuk pesawat udara. Agar memudahkan untuk memahami maka peserta didik diharapkan untuk membuat diagram yang dibuat menggunakan kertas karton lalu buat beberapa hal yang berhubungan dengan karakter *piston engine* dengan *gas turbine engine*.
  - Setelah itu, peserta didik diharapkan dapat membuat catatan singkat tentang beberapa prinsip kerja baik jenis *piston engine* maupun *gas turbine engine*.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Tekankan bahwa pengetahuan yang telah didapatkan pada pertemuan pertama akan menjadi dasar pengetahuan untuk pengerjaan soal di Aktivitas.
4. Minta peserta didik untuk membuat kelompok dan setiap kelompok harus menyediakan materi tambahan dari sumber belajar lainnya dari FAA.

### Pertemuan Kedua

---

Subbab:

2.3. Komponen dan Sistem Mesin Piston

2.4. Operasional Mesin Piston

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

---

### Tahapan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi komponen *piston engine*.
2. Mengidentifikasi komponen *gas turbine engine*.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari dan memahami jenis mesin pesawat udara.
2. Peserta didik telah mempelajari dan memahami prinsip kerja *piston engine* dan *gas turbine engine*.

## Tahapan Pembelajaran

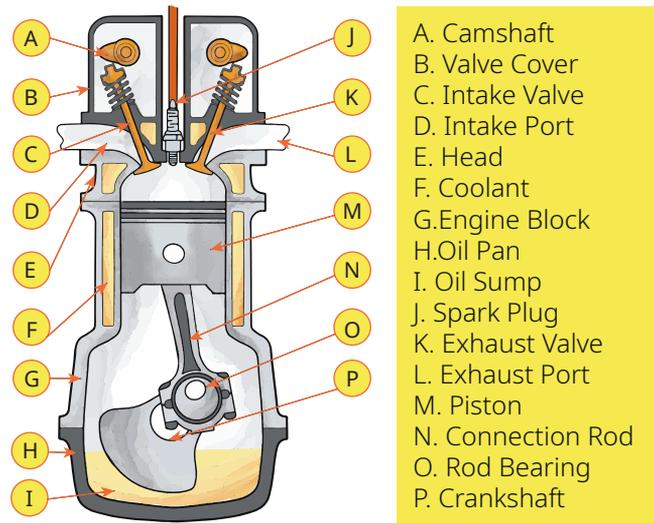
### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati materi pembelajaran.
  - Alternatif pengamatan 1: Peserta didik dapat mengamati dua gambar yang berbeda, yaitu gambar 2.15 dengan gambar 2.16 lalu guru menanyakan kepada peserta didik mengenai perbedaan tersebut.
  - Alternatif pengamatan 2: Peserta didik mengamati dua gambar yang berbeda yaitu gambar 2.15 dengan gambar 2.16 lalu guru memberikan pertanyaan pemantik mengenai komponen mesin piston.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi apa yang didapatkan dari berita tersebut atau bertanya mengenai berita tersebut secara tertulis di buku latihan peserta didik masing-masing.
3. Ajaklah peserta didik untuk berpikir dalam konteks kasus tersebut dengan melakukan langkah berikut.
  - Untuk mengetahui perbedaan dua gambar yang berbeda, yaitu gambar 2.15 dengan gambar 2.16 guru memberikan sebuah video yang bersumber dari youtube mengenai perbedaan *piston engine 1 camshaft* dengan *2 camshaft*.

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

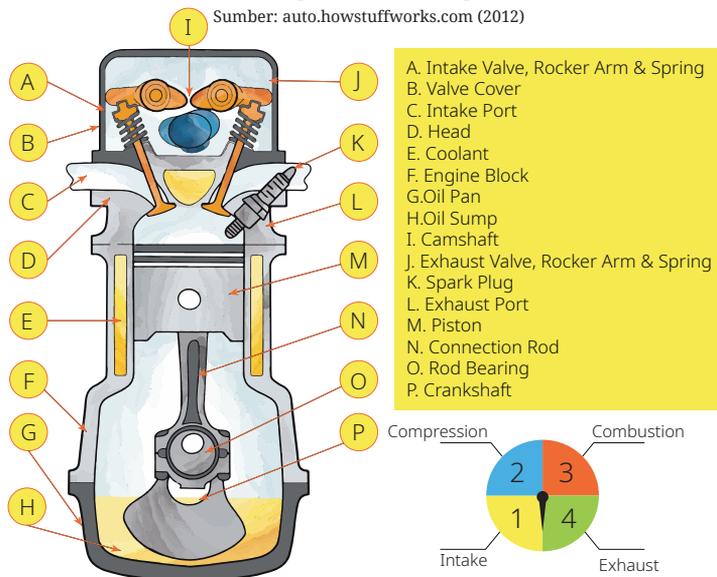
1. Ajaklah peserta didik diminta untuk mengamati video dari youtube tentang komponen-komponen mesin piston, lalu buat catatan masing-masing komponen tersebut.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati dua gambar yaitu gambar

2.15 dan gambar 2.16, lalu perhatikan komponen-komponen mesin turbin gas yang didapat dari Buku Siswa. Berikan kesimpulan perbedaan dari segi konstruksi maupun fungsi.



Gambar 2.15 Komponen *Piston Engine with 2 Cam*

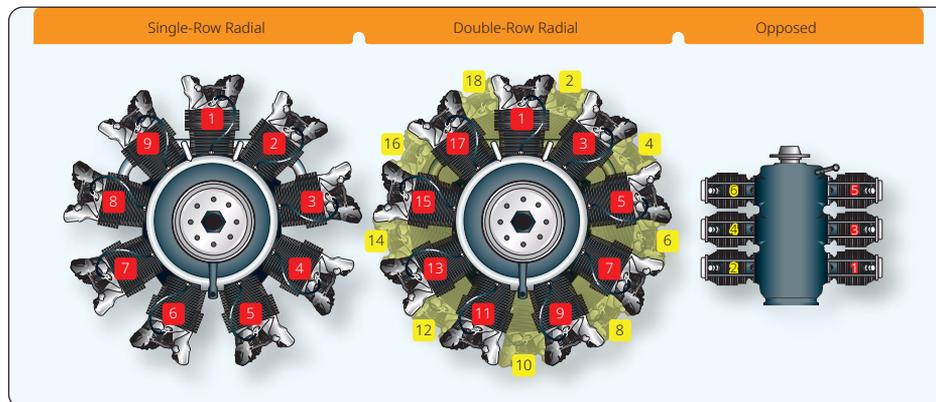
Sumber: auto.howstuffworks.com (2012)



Gambar 2.16 Komponen *Piston Engine with 1 Cam*

Sumber: auto.howstuffworks.com (2012)

3. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca subbab operasional mesin piston setelah itu buat kesimpulan pemahaman dari materi tersebut!
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati gambar 2.42 tentang *numbering of cylinder*, lalu tanyakan apa yang menyebabkan *firing order* setiap jenis mesin piston berbeda-beda?

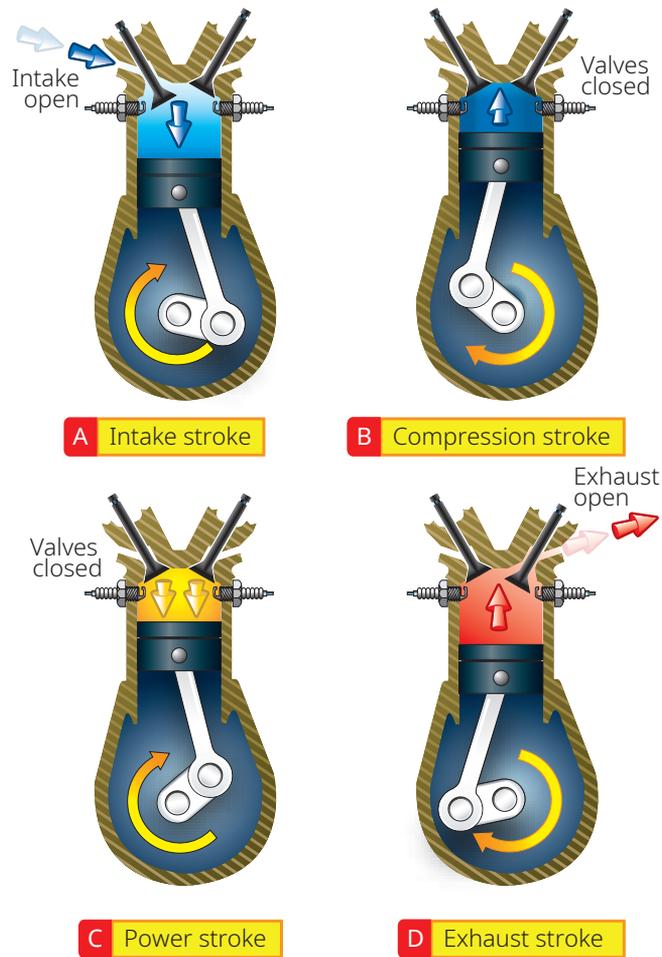


Gambar 2.42 *Numbering of Cylinder*

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant, Volume 1/FAA (2018)

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik.
  - Terdapat tujuh komponen pada mesin piston maka peserta didik diharapkan untuk membuat diagram yang dibuat menggunakan kertas karton lalu buat seperti diagram dari masing-masing komponen!
  - Selanjutnya buatlah diagram cara kerja mesin piston dari gambar 2.27 mengenai prinsip kerja mesin piston lalu presentasikan masing-masing kelompok.



Gambar 2.27 Prinsip Kerja Piston 4 Langkah

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant, Volume 1/FAA (2018)

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
2. Tekankan bahwa pengetahuan yang telah didapatkan pada pertemuan kedua akan menjadi dasar pengetahuan untuk pengerjaan soal di rubrik Aktivitas.

3. Minta peserta didik untuk membuat kelompok dan setiap kelompok harus menyediakan materi tambahan dari sumber belajar lainnya dari FAA.

## Pertemuan Ketiga

### Subbab:

2.3. Komponen dan Sistem Mesin Piston

2.4. Operasional Mesin Piston

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Mengidentifikasi komponen *piston engine*.
2. Menganalisis sistem kerja piston.
3. Mengidentifikasi operasional mesin piston.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari dan memahami aerodinamika.
2. Peserta didik telah mempelajari dan memahami *aircraft material*.

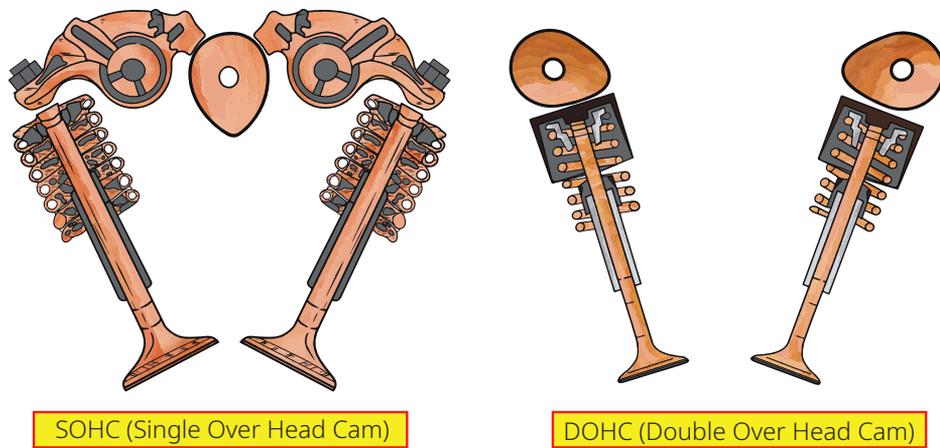
## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait dengan topik komponen mesin piston di Buku Siswa dengan pertanyaan berikut.
  - Jelaskan perbedaan SOHC dengan DOHC pada komponen mesin piston!
  - Apa fungsi dari *compression ring*?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang komponen mesin piston.

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

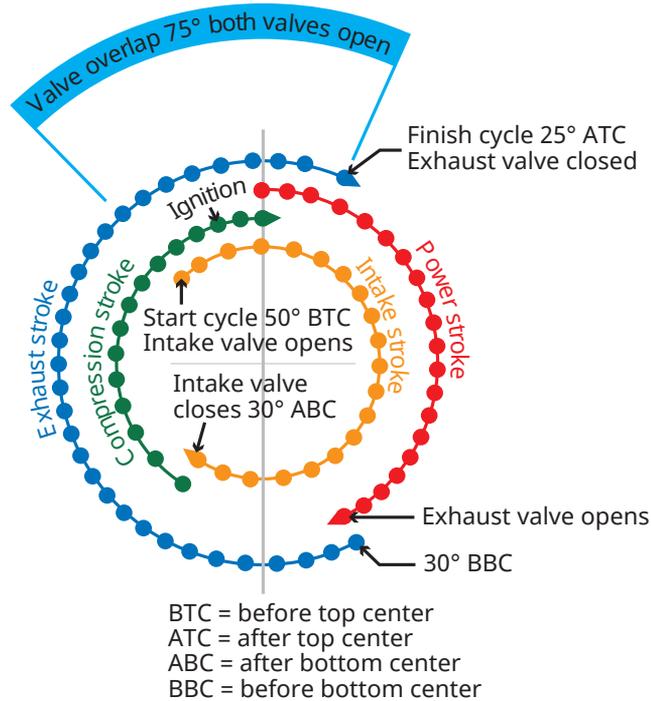
1. Ajaklah peserta didik untuk membaca Buku Siswa bagian Komponen *Piston Engine*.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati gambar 2.15 dan 2.16 tentang komponen *piston engine with 1 cam* dan *2 cam*, lalu beri kesimpulan mengenai perbedaan cara kerja antara SOHC dan DOHC!



Gambar 2.19 B *Camshaft* Jenis SOHC dan DOHC

3. Ajaklah peserta didik untuk mengamati semua gambar komponen *piston engine*, yaitu *crankcase*, *crankshaft*, *camshaft*, silinder, piston, *connecting rod* dan *valve*. Setelah itu, beri pertanyaan-pertanyaan pemantik yang mendorong peserta didik untuk membaca dan melihat gambar.
4. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca subbab tentang sistem mesin piston kemudian berikan pertanyaan-pertanyaan pemantik yang berkaitan dengan proses cara kerja piston engine.
5. Arahkan peserta didik untuk mengamati gambar 2.30 tentang posisi pembakaran (*ignition position*). Beri pertanyaan pemantik perbedaan dari titik mati atas (*Top Dead Center*) dan titik mati bawah (*Bottom Dead Center*).

One complete actual cycle of a four-stroke cycle reciprocating engine



Gambar 2.30 Posisi Pembakaran (*Ignition position*)

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant, Volume 1/FAA (2018)

6. Ulangi kembali pertanyaan tentang hal-hal apa saja yang berkaitan dengan prinsip kerja *piston engine*.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik mengenai hal-hal berikut.
  - Pemahaman komponen-komponen *piston engine*.
  - Perbedaan SOHC dengan DOHC.
  - Cara kerja sistem *piston engine*.
  - Proses pembakaran di *piston engine*.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Berikan tugas untuk selanjutnya agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami komponen *piston engine* dengan baik.
2. Minta peserta didik untuk membaca (literasi) dokumen handbook *Powerplant* dari FAA.

## Pertemuan Keempat

### Subbab:

2.3. Komponen dan Sistem Mesin Piston

2.4. Operasional Mesin Piston

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Menganalisis *firing order* di *piston engine*.
2. Mengidentifikasi daya mesin piston dan efisiensinya.
3. Mengidentifikasi *piston displacement*.
4. Mengetahui *compression ratio*.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari jenis mesin pesawat udara.
2. Peserta didik telah prinsip kerja *piston engine* dan *gas turbine engine*.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Ingatkan kembali materi pembahasan tentang komponen-komponen *piston engine*.
2. Ingatkan kembali juga materi pembahasan tentang cara kerja/prinsip kerja *piston engine*.
3. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait dengan topik operasional mesin piston di subbab 8 Buku Siswa dengan pertanyaan, “Bagaimana prinsip kerja mesin piston?”

4. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
5. Mencatat dan menggunakan informasi yang di dapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang operasional mesin piston.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik pada aktivitas 2 tentang perbedaan piston engine dengan gas turbine engine. Arahkan peserta didik untuk menonton youtube dari *QR-code* yang ada pada aktivitas 2.
2. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca tentang daya mesin piston dan efisiensinya. Berikan penjelasan mengenai:
  - *Work di piston engine*
  - *Piston displacement*
  - *Compression ratio*
3. Arahkan peserta didik untuk menyimak video pada aktivitas 3 yang tersedia *QR-code*-nya. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan apa yang dimaksud dengan *piston displacement*.
4. Arahkan peserta didik untuk mencari hal yang berhubungan dengan *piston displacement*.

### Refleksi Pembelajaran

1. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik mengenai hal-hal berikut.
  - *Work di piston engine*
  - *Horse power*
  - *Piston displacement*
  - *Compression ratio*
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini dibuku latihan. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
2. Minta peserta didik untuk membuat kelompok dan setiap kelompok harus menyediakan materi tambahan dari sumber belajar lainnya dari FAA.

## D. Uji Kompetensi (Asesemen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Firing order untuk opposed engine dengan 6 silinder adalah ...

- A. 1-4-5-2-3-6
- B. 2-4-5-1-3-6.
- C. 5-4-1-2-3-6.
- D. 3-4-5-2-1-6.
- E. 2-6-5-1-3-4.

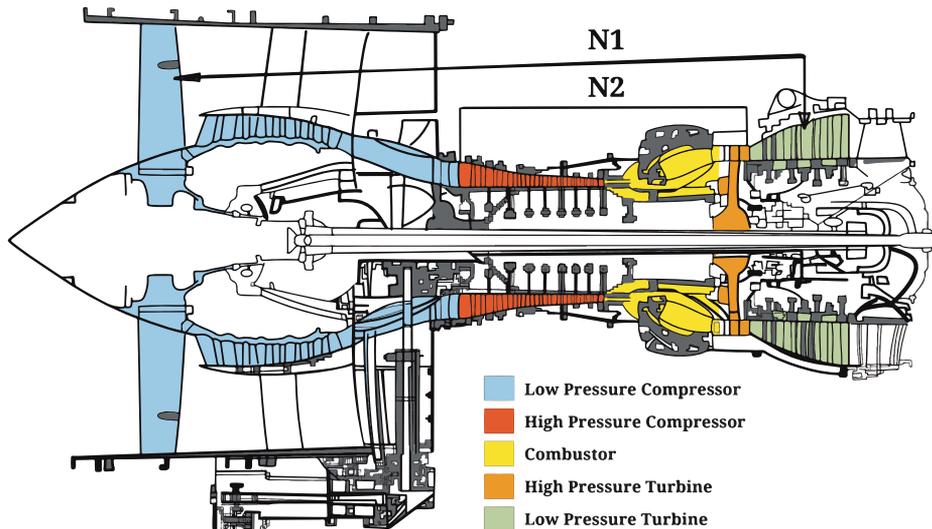
### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

*Inlet duct* yang terpasang sebelum kompresor, harus memiliki persyaratan sebagai berikut, kecuali ...

- A. berat dan kuat
- B. ringan dan kuat
- C. halus permukaannya
- D. udara yang dihasilkan turbulen
- E. tidak terjadi es (*icing*)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Perhatikan gambar berikut dengan teliti!



- A. Low pressure compressor ; high pressure turbine
- B. Low pressure compressor ; low pressure turbine
- C. High pressure compressor ; high pressure turbine
- D. High pressure compressor ; low pressure turbine
- E. Low pressure compressor ; low pressure turbine

### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Rasio Kompresi adalah perbandingan ....

- A. Volume silinder dengan volume udara yang masuk ke dalam engine
- B. Volume ruang bakar dengan jumlah volume bahan bakar yang masuk ke dalam engine
- C. Volume saat piston berada pada posisi BDC dengan volume saat piston berada pada posisi TDC
- D. Volume silinder dengan volume saat piston berada pada posisi BDC
- E. Volume ruang bakar dengan Volume saat piston berada pada posisi TDC

### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Suhu dan tekanan pada silinder yang terlalu tinggi saat proses pembakaran dapat mengakibatkan ....

- a. Detonation
- b. Pre-igniton
- c. Expansion
- d. Spark igniton
- e. Combustion

## E. Pengayaan

1. Ajaklah peserta didik untuk menjelajah link pada kanal youtube yang diberikan di bagian pengayaan.
2. Mintalah peserta didik untuk berdidkusi secara berkelompok tentang komponen-komponen *piston engine*.

**Catatan:** Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah.

## F. Interaksi Guru dengan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas, diharapkan orang tua atau wali turut memantau proses penyiapan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi untuk Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan di bab ini tentang propulsi. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama

prose pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran tentang propulsi, sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga dapat merefleksikan dengan menggunakan strategi pembelajaran yang sesuai dengan materi propulsi, misalnya mengajak peserta didik untuk melihat propulsi yang ada pada kendaraan roda 4 atau roda 2 sebagai pembandingan.

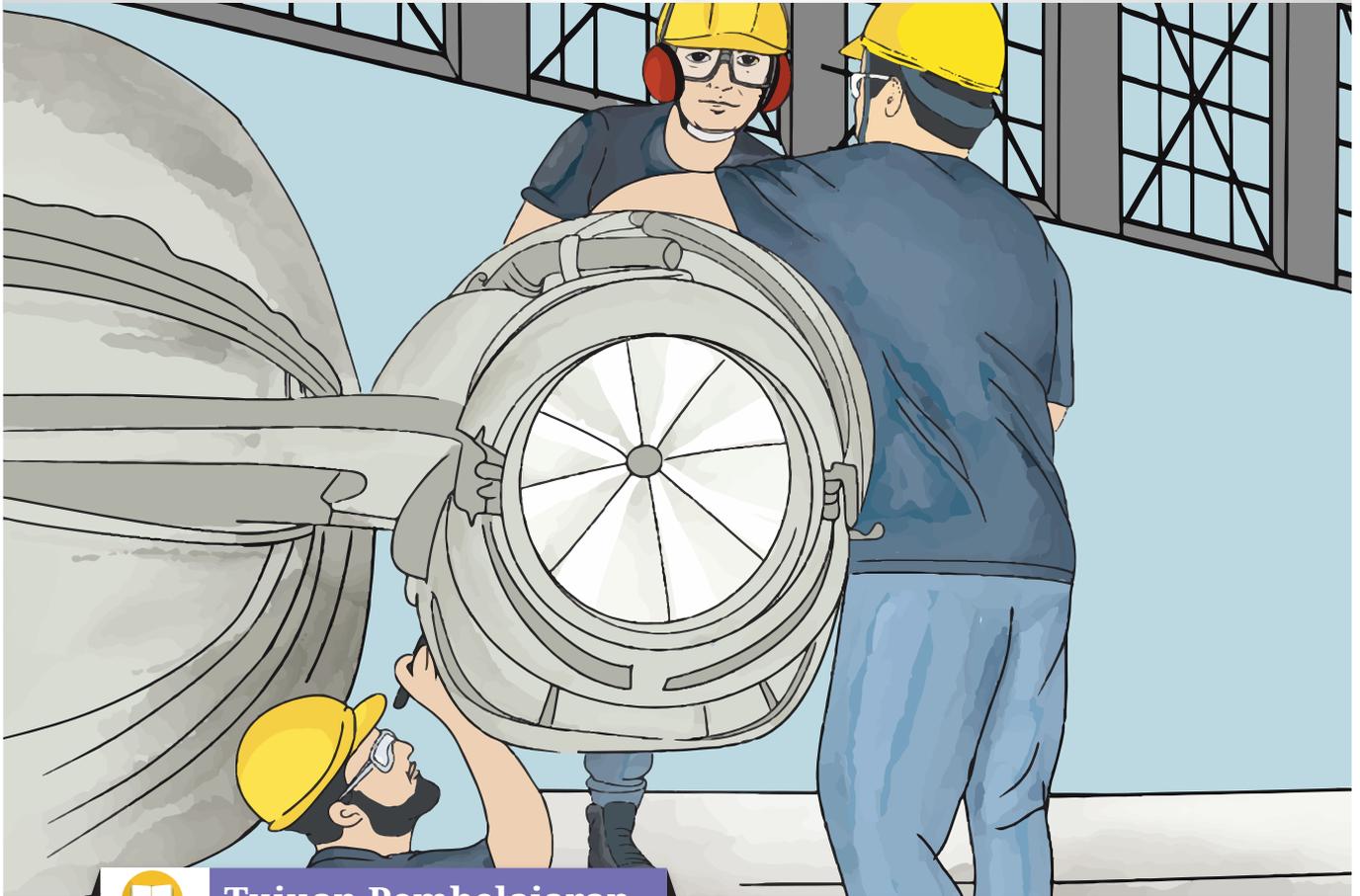
## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Pada bab ini guru diharapkan lebih menekankan keterampilan proses dan pembentukan dimensi Profil Pelajar Pancasila selama proses pembelajaran, khususnya dimensi kreatif, bernalar kritis, mandiri, dan bergotong-royong.

Guru diharapkan mampu memotivasi peserta didik agar kreatif dalam mengenali bagian-bagian propulsi pada pesawat udara. Peserta didik juga diharapkan mampu berpikir kritis dengan cara membedakan aneka komponen yang digunakan dalam sistem mesin pesawat udara. Pemberian tugas secara mandiri tentang propulsi kepada peserta didik dapat diterapkan untuk mengasah kemandirian dalam menyelesaikan tugas tanpa bergantung kepada teman atau kelompok. Adapun pembentukan karakter bergotong-royong dapat diterapkan dengan cara memberikan tugas secara berkelompok tentang propulsi kepada peserta didik untuk menjalin kebersamaan dan berbagi pengetahuan dalam menyelesaikan tugas.

Pengetahuan yang baik tentang propulsi ditunjang karakter Profil Pelajar Pancasila sangat penting bagi peserta didik yang ingin berkarier sebagai teknisi pesawat. Dalam pemeliharaan dan perawatan pesawat udara, banyak pekerjaan terkait propulsi khususnya mesin dan komponennya yang memerlukan ketelitian dan tanggung jawab, baik secara tim maupun individu. Karena itulah, karakter kreatif, bernalar kritis, mandiri, dan bergotong-royong harus dapat diimplementasikan peserta didik dengan baik pada materi ini.

# Aircraft Flight Control



## Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami tentang stabilitas terbang pesawat udara.
2. Memahami jenis, bentuk dan ukuran sistem kendali terbang pesawat udara.
3. Memahami fungsi dan operasional sistem kendali terbang pesawat udara.
4. Memahami model dan bentuk kendali terbang yang digunakan di pesawat udara.
5. Memahami perkembangan sistem kendali terbang pesawat udara.

## A. Pendahuluan

Pengenalan dasar tentang kendali terbang pesawat udara (*aircraft flight control*) sangatlah penting untuk dipelajari dan dipahami oleh peserta didik Kelas X SMK. Di topik awal ini peserta didik diberikan pemahaman tentang bagaimana suatu pesawat dapat terbang dengan baik dan aman. Pembahasan lain dalam bab ini juga berkaitan dengan jenis-jenis sistem kendali terbang pesawat udara dan perkembangannya.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 2 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 2 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

3.1. Bagaimana Konsep Stabilitas di Pesawat Udara?

3.2. Bagaimana Prinsip Dasar Kendali di Pesawat Udara?

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai klasifikasi bidang kendali terbang pesawat udara ( <i>aircraft flight control surfaces</i> ).	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Flight Control Surfaces</i></li><li>• <i>Flight Control Classification</i></li><li>• <i>Primary Flight Control</i></li><li>• <i>Secondary Flight Control</i></li><li>• <i>Supplementary Flight Control</i></li></ul>	Buku Siswa di subbab Bidang-Bidang Kendali Terbang	<ul style="list-style-type: none"><li>• <a href="https://faa.gov">https://faa.gov</a></li><li>• <a href="https://easa.europa.eu">https://easa.europa.eu</a></li><li>• <a href="https://hubud.dephub.go.id">https://hubud.dephub.go.id</a></li><li>• <a href="https://airbus.com">https://airbus.com</a></li><li>• <a href="https://boeing.com">https://boeing.com</a></li><li>• <a href="https://indonesian-aerospace.com">https://indonesian-aerospace.com</a></li></ul>

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Secara berkelompok menelaah penerapan <i>aircraft flight control surfaces</i> di pesawat udara yang berukuran kecil, sedang, dan besar.			
Membaca dan berdiskusi mengenai prinsip kerja/ operasional pada masing-masing jenis <i>flight control surfaces</i> .			

#### Subbab:

3.3. Apa saja jenis-jenis Kendali Terbang Pesawat Udara?

3.4. Bagaimana fungsi dan operasional Kendali Terbang Pesawat Udara?

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai klasifikasi bidang kendali terbang pesawat udara ( <i>aircraft flight control surfaces</i> ).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Flight Control Surfaces</i></li> <li>• <i>Flight Control Classification</i></li> <li>• <i>Primary Flight Control</i></li> <li>• <i>Secondary Flight Control</i></li> <li>• <i>Supplementary Flight Control</i></li> </ul>	Buku Siswa di subbab Bidang-Bidang Kendali Terbang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="https://faa.gov">https://faa.gov</a></li> <li>• <a href="https://easa.europa.eu">https://easa.europa.eu</a></li> <li>• <a href="https://hubud.dephub.go.id">https://hubud.dephub.go.id</a></li> <li>• <a href="https://airbus.com">https://airbus.com</a></li> <li>• <a href="https://boeing.com">https://boeing.com</a></li> <li>• <a href="https://indonesian-aerospace.com">https://indonesian-aerospace.com</a></li> </ul>
Secara berkelompok menelaah penerapan <i>aircraft flight control surfaces</i> di pesawat udara yang berukuran kecil, sedang, dan besar.			

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Membaca dan berdiskusi mengenai prinsip kerja/operasional pada masing-masing jenis flight control surfaces.			

## C. Panduan Pembelajaran Bab 3

### Pertemuan Pertama

#### Subbab:

- 3.1. Bagaimana Konsep Stabilitas di Pesawat Udara?
- 3.2. Bagaimana Prinsip Dasar Kendali di Pesawat Udara?

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Menjelaskan konsep dasar stabilitas dan faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhinya.
2. Menyebutkan dan menjelaskan jenis-jenis stabilitas.
3. Menyebutkan dan menjelaskan sumbu-sumbu utama di pesawat udara.
4. Menjelaskan gerakan-gerakan dasar pesawat udara.
5. Menyebutkan dan menjelaskan klasifikasi sistem kendali terbang pesawat udara dan fungsinya masing-masing.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari dan memahami tentang ilmu fisika dasar.
2. Peserta didik telah mempelajari dan memahami tentang dasar-dasar aerodinamika.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik untuk mengamati konsep dasar stabilitas dan faktor-faktor apa saja yang dapat mempengaruhinya.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati jenis-jenis stabilitas.
3. Arahkan peserta didik untuk mengamati sumbu-sumbu utama (*three axis*) pesawat udara.
4. Beri kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati gerakan-gerakan dasar (*basic maneuver*) terbang pesawat udara.
5. Beri kesempatan kepada peserta didik untuk mengamati klasifikasi sistem kendali terbang pesawat udara dan fungsinya masing-masing.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik untuk mengamati prinsip dasar stabilitas dan faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati jenis-jenis stabilitas.
3. Arahkan peserta didik untuk mengamati sumbu-sumbu utama (*three axis*) di pesawat udara.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati gerakan-gerakan dasar (*basic maneuver*) terbang di pesawat udara.
5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati klasifikasi dan fungsi sistem kendali terbang di berbagai model pesawat udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah peserta didik untuk menjelaskan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang konsep dasar stabilitas dan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhinya.

2. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang jenis-jenis stabilitas.
3. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang sumbu-sumbu utama di pesawat udara.
4. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang gerakan-gerakan dasar (*basic maneuver*) di pesawat udara.
5. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang klasifikasi dan fungsi-fungsi sistem kendali terbang di pesawat udara.

## Pertemuan Kedua

### Subbab:

3.3. Apa saja jenis-jenis Kendali Terbang Pesawat Udara?

3.4. Bagaimana fungsi dan operasional Kendali Terbang Pesawat Udara?

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 2 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Menyebutkan klasifikasi kendali terbang pesawat udara.
2. Menjelaskan fungsi-fungsi bidang kendali terbang.
3. Menjelaskan prinsip kerja atau operasional bidang-bidang kendali terbang.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari dan memahami tentang ilmu fisika dasar.
2. Peserta didik telah mempelajari dan memahami tentang dasar-dasar aerodinamika.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik untuk mengamati klasifikasi kendali terbang di pesawat udara.
2. Arahkan peserta didik untuk menelaah bagaimana fungsi-fungsi bidang kendali terbang.

3. Arahkan peserta didik untuk menelaah tentang prinsip kerja atau operasional bidang-bidang kendali terbang.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk mengamati model-model bidang kendali terbang pada berbagai ukuran pesawat udara (kecil, sedang dan besar).
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati prinsip kerja atau operasional model bidang kendali terbang pesawat udara.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini ke dalam buku latihan.
2. Mintalah peserta didik untuk menjelaskan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang klasifikasi kendali terbang di pesawat udara.
2. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang fungsi-fungsi bidang kendali terbang.
3. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang prinsip kerja atau operasional bidang-bidang kendali terbang.

## D. Uji Kompetensi (Asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Sistem kendali terbang pesawat udara (*Aircraft Flight Control System*) berfungsi mengatur sikap terbang pesawat selama di udara. Jelaskan apa yang dimaksud dengan kendali terbang di pesawat udara! Tuliskan pula apa saja yang termasuk *flight control surfaces* dari masing-masing kategori *aircraft flight control* tersebut!

Kendali terbang adalah suatu sistem yang berfungsi untuk mengendalikan sikap terbang pesawat udara sesuai dengan keinginan atau perintah penerbang.

*Flight control surfaces* terbagi menjadi tiga kelompok, yaitu; *primary flight control*, *secondary flight control*, dan *auxiliary flight control*. Pada *primary Flight Control Surfaces* termasuk di dalam ialah *aileron*, *elevator*, dan *rudder*. Sedangkan untuk *secondary flight control* termasuk di dalam ialah *flap*, *trim tabs*, dan *spoiler*. Dan terakhir untuk *auxiliary flight control* termasuk di dalam ialah *speed brake*, *trimable horizontal stabilizer*, dan *autopilot*.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Apa saja jenis-jenis stabilitas di pesawat udara? Jelaskan setiap jenisnya dengan singkat dan tepat!

- a. Stabilitas memanjang (*longitudinal stability*) adalah kestabilan terbang pesawat udara dalam menjaga posisinya terhadap garis/sumbu memanjang (*longitudinal axis*), agar posisi hidung pesawat (*aircraft nose*) tidak cenderung ke bawah ataupun ke atas.
- b. Stabilitas arah (*directional stability*) adalah kestabilan terbang pesawat udara dalam menjaga posisi arah terbang terhadap garis tegak (*vertical axis*), agar pesawat udara pada arah dan jalur terbangnya.
- c. Stabilitas melintang (*lateral stability*) adalah kestabilan terbang pesawat udara dalam menjaga sikap pesawat terhadap garis/sumbu melintang (*lateral axis*), agar sikap terbang pesawat tidak cenderung miring ke kiri atau ke kanan.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Jelaskan tiga sumbu imajiner yang ada di pesawat udara!

- a. Sumbu memanjang (*longitudinal stability*) adalah garis sumbu lurus memanjang dari hidung (*nose*) hingga ekor (*tail*), melalui titik pusat berat (*center of gravity*).

- b. Sumbu melintang (*lateral stability*) adalah garis sumbu pesawat yang lurus melintang terhadap kedua ujung sayap kiri dan kanan melalui titik pusat berat (*center of gravity*).
- c. Sumbu tegak (*vertical axis*) adalah sumbu pesawat yang tegak di titik pertemuan kedua sumbu sebelumnya (*longitudinal axis* dan *lateral axis*).

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Jelaskan apa yang kalian ketahui tentang autopilot sebagai sistem kendali terbang!

*Autopilot* adalah sistem kendali yang digunakan untuk mengontrol jalur pesawat udara tanpa memerlukan kontrol manual yang konstan oleh operator manusia.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Jelaskan fungsi *Trimmable Horizontal Stabilizer* atau *Adjustable Stabilizer*!

*Trimmable Horizontal Stabilizer* adalah sistem kendali terbang yang mengatur sikap sudut pasang dari *horizontal stabilizer*. *Adjustable stabilizer* berfungsi mengoreksi sikap pesawat saat kondisi terbang lurus dan mendarat (*straight and level flight*) ketika terjadi *nose-up* atau *nose-down*. Pengaturan *adjustable stabilizer* dilakukan oleh adanya *trimmotor* atau *trimcable* yang dipasang di area *leading edge stabilizer*.

## E. Pengayaan

Ajaklah peserta didik membaca artikel atau link yang ada di bagian Pengayaan tentang *Aircraft Flight Control*.

Mintalah peserta didik untuk berdiskusi secara berkelompok tentang hal yang didapat dari link di bagian pengayaan tersebut.

Catatan: Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah.

## F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas, diharapkan orang tua atau wali turut memantau proses penyiapan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi untuk Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan pada bab ini tentang kendali terbang pesawat udara (*aircraft flight control*). Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, dan hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Kreatif, bernalar kritis, dan mandiri merupakan nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila yang dapat diimplementasikan peserta didik untuk menunjang keberhasilan pembelajaran tentang *Aircraft Flight Control*.

Guru diharapkan mampu memotivasi peserta didik agar kreatif dalam mengidentifikasi dan menjabarkan berbagai jenis bidang kendali pesawat udara. Peserta didik juga diharapkan mampu berpikir kritis untuk membedakan mekanisme gerakan pesawat udara dan bidang kendalinya. Pemberian tugas secara mandiri kepada peserta didik dapat diterapkan untuk mengasah kemandirian dalam menyelesaikan tugas. Implementasi nilai-nilai Profil Pelajar Pancasila tersebut akan menunjang keberhasilan peserta didik mencapai kompetensi yang baik sebagai teknisi pesawat udara.

## Sistem dalam Pesawat Udara



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami alat dan perlengkapan penunjang kenyamanan dan keamanan di pesawat udara.
2. Mengidentifikasi lokasi penempatan peralatan dan perlengkapan kenyamanan dan keamanan di pesawat udara.
3. Memahami sistem bahan bakar pesawat bermesin piston dan gas turbin.
4. Mengidentifikasi lokasi dan fungsi lampu eksterior.
5. Mengidentifikasi lokasi dan fungsi lampu interior.
6. Mengidentifikasi lokasi dan fungsi lampu darurat.
7. Memahami fungsi dan sumber sistem *pneumatic* pesawat udara.
8. Mengidentifikasi komponen sistem *pneumatic* di pesawat udara.
9. Memahami cara kerja sistem hidrolik di pesawat udara.
10. Mengidentifikasi komponen sistem hidrolik di pesawat udara.
11. Memahami cara kerja sistem *landing gear* pesawat udara.
12. Mengidentifikasi komponen sistem *landing gear* pesawat udara.
13. Mengidentifikasi jenis-jenis kebakaran di pesawat udara.
14. Memahami peralatan pemadam kebakaran di pesawat udara.

## A. Pendahuluan

Unsur kenyamanan, keselamatan, dan keamanan di dalam pesawat udara adalah faktor yang harus diutamakan, baik untuk penumpang maupun kru. *Aircraft System* yang terdapat di pesawat terbang dirancang untuk menjamin unsur-unsur tersebut, yaitu dengan merancang dan menerapkan sistem bahan bakar (*fuel system*), sistem penerangan (*light system*), sistem alat pendaratan (*landing gear system*), sistem pneumatik (*pneumatic system*), dan sistem hidrolik (*hydraulic system*), yang semua fungsinya untuk menjamin kenyamanan dan keselamatan pesawat beserta penumpang dan kru selama melaksanakan penerbangan. Selain itu, juga dipelajari tentang cara-cara mengidentifikasi dan mencegah bahaya kebakaran yang mungkin terjadi di pesawat udara.

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 12 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

4.1. *Equipment and Furnishing System* (ATA 25)

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"><li>Guru menjelaskan materi tentang <i>Equipment and Furnishing System</i>. menggunakan panduan Buku Siswa.</li><li>Menyaksikan tayangan materi <i>Equipment and Furnishing System</i>.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li><i>Honey comb</i></li><li><i>houlder harness</i></li><li><i>Single diagonal type harness</i></li><li><i>Double over the shoulder type harness</i></li><li><i>access door</i></li><li><i>Anchor plates</i></li></ul>	Buku Siswa Bab 4 Subbab <i>Equipment and Furnishing System</i>	<ul style="list-style-type: none"><li>Sumber bacaan dan tayangan yang relevan di internet tentang <i>Equipment and Furnishing System</i>.</li></ul>

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Berdiskusi secara berkelompok untuk memahami tayangan materi <i>Equipment and Furnishing System</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Escape Strap</i></li> <li><i>Escape slide (tangga peluncur)</i></li> </ul>		

### Subbab:

#### 4.2. Fire Protection System (ATA 26)

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru menjelaskan materi tentang <i>Fire Protection System</i> menggunakan panduan Buku Siswa.</li> <li>Menyaksikan tayangan materi <i>Fire Protection System</i>.</li> <li>Berdiskusi secara berkelompok untuk memahami tayangan materi <i>Fire Protection System</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Overheat detectors</i></li> <li><i>Rate of temperature rise detectors</i></li> <li><i>Flame detectors</i></li> <li><i>Observation by crew members</i></li> <li><i>Thermal Switch System</i></li> <li><i>Thermocouple System</i></li> <li><i>Extinguishing Agents</i></li> <li><i>Extinguisher Types</i></li> </ul>	Buku Siswa Bab 4 Subbab <i>Protection System</i>	Sumber bacaan dan tayangan yang relevan di internet tentang <i>Fire Protection System</i> .

### Subbab:

#### 4.3. Fuel System (ATA 28)

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"><li>Guru menjelaskan materi tentang Fuel System menggunakan panduan Buku Siswa.</li><li>Menyaksikan tayangan materi Fuel System.</li><li>Berdiskusi secara berkelompok untuk memahami tayangan materi Fuel System.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Mesin Piston/ Reciprocating</li><li>AVGAS</li><li>Tangki yang dapat dilepas (rigid removable tanks)</li><li>Tangki bladder (bladder tanks)</li><li>Tangki terpadu (integral fuel tanks)</li><li>Drain sump</li><li>Drainable sump</li></ul>	Buku Siswa Bab 4 Subbab Sistem Bahan Bakar (Fuel System)	Sumber bacaan dan tayangan yang relevan di internet tentang Fuel System.

### Subbab:

#### 4.4. Hydraulic Power System (ATA 29)

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"><li>Guru menjelaskan materi tentang Hydraulic Power System menggunakan panduan Buku Siswa.</li><li>Menyaksikan tayangan materi Hydraulic Power System.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reservoir</li><li>Pompa hidrolik</li><li>Hydraulic shut off valve</li><li>Check valve</li><li>Relief valve</li><li>Vegetable base</li><li>Mineral base oil</li></ul>	Buku Siswa Bab 4 Subbab Hydraulic Power System	Sumber bacaan dan tayangan yang relevan di internet tentang Hydraulic Power System.

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Berdiskusi secara berkelompok untuk memahami tayangan materi <i>Hydraulic Power System</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Sintetis /Fosfat Ester Base Fluid</i></li> <li><i>Abrasives</i></li> <li><i>Non-abrasive</i></li> </ul>		

### Subbab:

#### 4.5. Landing Gear System

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Guru menjelaskan materi tentang <i>Landing Gear System</i> menggunakan panduan Buku Siswa.</li> <li>Menyaksikan tayangan materi <i>Landing Gear System</i>.</li> <li>Berdiskusi secara berkelompok untuk memahami tayangan materi <i>Landing Gear System</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>tricycle landing gear</i></li> <li><i>convensional landing gear</i></li> <li><i>Main gear</i></li> <li><i>nose gear</i></li> <li><i>Brake system</i></li> <li><i>Anti skid</i></li> <li><i>Wheel</i></li> <li><i>Tire</i></li> </ul>	Buku Siswa Bab 4 Subbab <i>Landing Gear System</i>	Sumber bacaan dan tayangan yang relevan di internet tentang <i>Landing Gear System</i> .

**Subbab:**

4.6. *Lights System* (ATA 33)

**Alokasi Waktu:**

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru menjelaskan materi tentang <i>Lights System</i> menggunakan panduan Buku Siswa.</li><li>• Menyaksikan tayangan materi <i>Lights System</i>.</li><li>• Berdiskusi secara berkelompok untuk memahami tayangan materi <i>Lights System</i>.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <i>Lampu Eksterior</i></li><li>• <i>Lampu Interior</i></li><li>• <i>Lampu Darurat</i></li><li>• <i>Landing lights</i></li><li>• <i>Taxi lights / recognition lights</i></li><li>• <i>Navigation / position lights</i></li><li>• <i>Anticollision lights</i></li><li>• <i>Beacon lights</i></li><li>• <i>Boarding lights,</i></li><li>• <i>Stair lights,</i></li><li>• <i>Passenger signs (Passenger ordinance lights)</i></li></ul>	Buku Siswa Bab 4 Subbab <i>Lights System</i>	Sumber bacaan dan tayangan yang relevan di internet tentang <i>Lights System</i> .

**Subbab:**

4.6 *Pneumatic/Vacuum System* (ATA 36)

**Alokasi Waktu:**

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"><li>• Guru menjelaskan materi tentang <i>Pneumatic/Vacuum System</i> menggunakan panduan Buku Siswa.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Permukaan laut (<i>sea level</i>)</li><li>• Hipoksia</li><li>• Udara terkompresi</li><li>• <i>BLeed Engine</i></li></ul>	Buku Siswa Bab 4 Subbab <i>Pneumatic/Vacuum System</i>	Sumber bacaan dan tayangan yang relevan di internet tentang <i>Pneumatic/Vacuum System</i> .

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyaksikan tayangan materi <i>Pneumatic/Vacuum System</i>.</li> <li>Berdiskusi secara berkelompok untuk memahami tayangan materi <i>Pneumatic/Vacuum System</i>.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>High temperature</i></li> <li><i>High pressure</i></li> <li><i>Check valve</i></li> </ul>		

## C. Panduan Pembelajaran Bab 4

### Pertemuan Pertama

Subbab:

4.1. *Equipment and Furnishing System* (ATA 25)

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

- Mengetahui alat dan perlengkapan penunjang kenyamanan dan keamanan di pesawat udara.
- Mengidentifikasi lokasi penempatan peralatan dan perlengkapan kenyamanan dan keamanan di pesawat udara.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

- Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik *Equipment and Furnishing System* dengan konteks berpikir bagaimana penumpang pesawat tetap nyaman berada di pesawat udara dengan perlengkapan dan perabotannya yang meliputi seluruh unit pelayanan untuk kebutuhan kenyamanan dan keamanan penumpang serta kru, misalnya kursi, perabotan yang ada di setiap kursi tersebut, panel

kru dan *lavatory* (toilet), Perlengkapan Kedaruratan (*Emergency Equipment*).

2. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *Equipment and Furnishing System*.

### **Konstruksi Pengetahuan dan Pembelajaran**

1. Berilah kesempatan pada peserta didik untuk membaca Subbab *Equipment and Furnishing System*.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati gambar *lay out* kabin penumpang.
3. Berikan penjelasan pentingnya *Equipment and Furnishing System* dalam sebuah penerbangan pesawat udara.
4. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Equipment and Furnishing System* dalam sebuah operasi pesawat udara.
5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati gambar bagasi penumpang dan jajaran kursi di kabin.
6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati gambar struktur kursi penumpang.
7. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pentingnya *Equipment and Furnishing System*.
8. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video *Equipment and Furnishing System*.
9. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan mengenai cara kerja *Equipment and Furnishing System*.

### **Refleksi Pembelajaran**

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.

3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik untuk memahami hal-hal berikut.

- Perlengkapan dan perabotan (*Equipment and Furnishings*) yang meliputi seluruh unit pelayanan untuk kebutuhan kenyamanan dan keamanan penumpang dan kru, misalnya kursi, perabotan yang ada di setiap kursi tersebut, panel kru dan *lavatory* (toilet), harus ada di pesawat dan dalam kondisi baik.
- Memberikan kesempatan kepada setiap penumpang untuk menyelamatkan diri dari cedera serius apabila terjadi pendaratan darurat. *Shoulder harness* mencegah personel cedera fatal apabila terlibat kecelakaan pesawat.

Kompartemen kargo terdiri dari dua bagian yaitu bagasi depan dan bagasi belakang. Setiap kompartemen memiliki katup pemerataan/penyamaan tekanan dan memiliki panel pembuang tekanan.

Setiap kompartemen memiliki *access door*,udukan alat pengikat (*Anchor plates*), jalur untuk mengikat (*tie-down track*) dan anyaman tali agar kargo tidak bergeser. Jalur pengikat bisa dijalankan ke depan dan ke belakang. Setiap kompartemen diikat ke badan pesawat dengan *lock-bolts* lalu tersambung dengan *tiedown fitting*.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang bagaimana prosedur teknis agar penumpang pesawat tetap nyaman berada di pesawat udara dengan perlengkapan dan perabotannya yang meliputi seluruh unit pelayanan untuk kebutuhan kenyamanan dan keamanan penumpang serta kru, misalnya kursi, perabotan yang ada di setiap kursi tersebut, panel kru dan *lavatory* (toilet), Perlengkapan Kedaruratan (*Emergency Equipment*), dan lain-lain.
2. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dipahami dari pembelajaran subbab ini.

## Pertemuan Kedua

### Subbab:

4.2. *Fire Protection System* (ATA 26)

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami Fungsi *Fire Protection System*.
2. Memahami cara kerja *Fire Protection System*.
3. Memahami Skema *Fire Protection System*.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik *Fire Protection System* dengan konteks berpikir bagaimana penumpang pesawat tetap merasa aman berada di pesawat udara yang sedang terbang apabila terjadi kebakaran di dalam pesawat udara tersebut?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *Fire Protection System*.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab *Fire Protection System*.
2. Berikan penjelasan pentingnya *Fire Protection System* dalam sebuah penerbangan pesawat udara.
3. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Fire Protection System* dalam sebuah operasi pesawat udara.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati gambar sirkuit peringatan kebakaran *thermocouple*.

5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati gambar *pneumactical fire/overheat detector assembly*.
6. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pentingnya *Fire Protection System*.
7. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video *Fire Protection System*.
8. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan mengenai cara kerja *Fire Protection System*.

### Refleksi Pembelajaran

1. Tuntunlah peserta didik untuk mengerjakan aktivitas 1 bersama-sama dalam kelompok diskusi kecil beranggotakan dua sampai tiga orang. Berikan Batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.
2. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
3. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
4. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Untuk mendeteksi kebakaran atau kondisi panas, detektor ditempatkan di berbagai zona dalam pesawat udara. Mendeteksi kebakaran di pesawat bermesin piston atau pesawat turboprop bisa melalui hal-hal sebagai berikut.
    - a. Detektor panas berlebihan (*Overheat Detectors*)
    - b. Detektor kenaikan suhu rata-rata (*Rate Of Temperature Rise Detectors*)
    - c. Detektor api (*Flame Detectors*)
    - d. Pengamatan oleh awak pesawat udara (*Observation by Crew Members*)

- Jenis detektor yang paling umum digunakan untuk deteksi api cepat adalah detektor kenaikan suhu rata-rata (*Rate of Temperature Rise Detectors*), detektor optik (*Optical Detectors*), *Pneumatic Loop* dan *Electric Resistance System*.
- Tiga jenis sistem detektor Peringatan Kebakaran dan Asap (*Fire and Smoke Detection and Warning Systems*) yang umum digunakan adalah tipe saklar termal, *thermocouple system*, dan *continuous loop system*.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang bagaimana cara dan proses kerja dari *Fire Protection System* di pesawat udara.
2. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dipahami dari pembelajaran subbab ini.

### Pertemuan Ketiga

Subbab:

4.3. *Fuel System* (ATA 28)

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tahapan Pembelajaran

1. Memahami Fungsi *Fuel System*.
2. Memahami cara kerja *Fuel System*.
3. Memahami Jenis bahan bakar pesawat udara.
4. Memahami macam-macam tangki pesawat udara.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik *Fuel System* dengan konteks berpikir bagaimana tangki bahan bakar pesawat dirancang untuk tercegah dari hilangnya bahan bakar dari sistem/kebocoran

apa pun, entah itu akibat transfer bahan bakar, dari saluran penyimpanannya atau karena sistem pemasokannya, bahkan juga tidak boleh bocor meski dalam kondisi pengoperasian yang sulit.

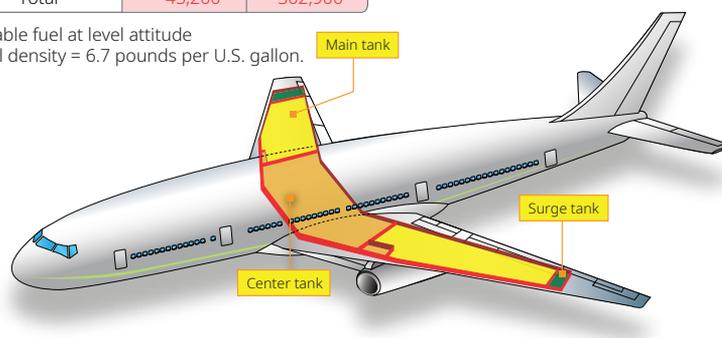
2. Berikan kesempatan pada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *Fuel System*.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan pada peserta didik untuk membaca Subbab *Fuel System*.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.29 tentang lokasi penempatan tangki bahan bakar.
3. Sistem Penyimpanan Bahan Bakar

Tank	Gallons	Pounds*
Left main tank	9,560	64,000
Right main tank	9,560	64,000
Center tank	26,100	174,900
Total	45,200	302,900

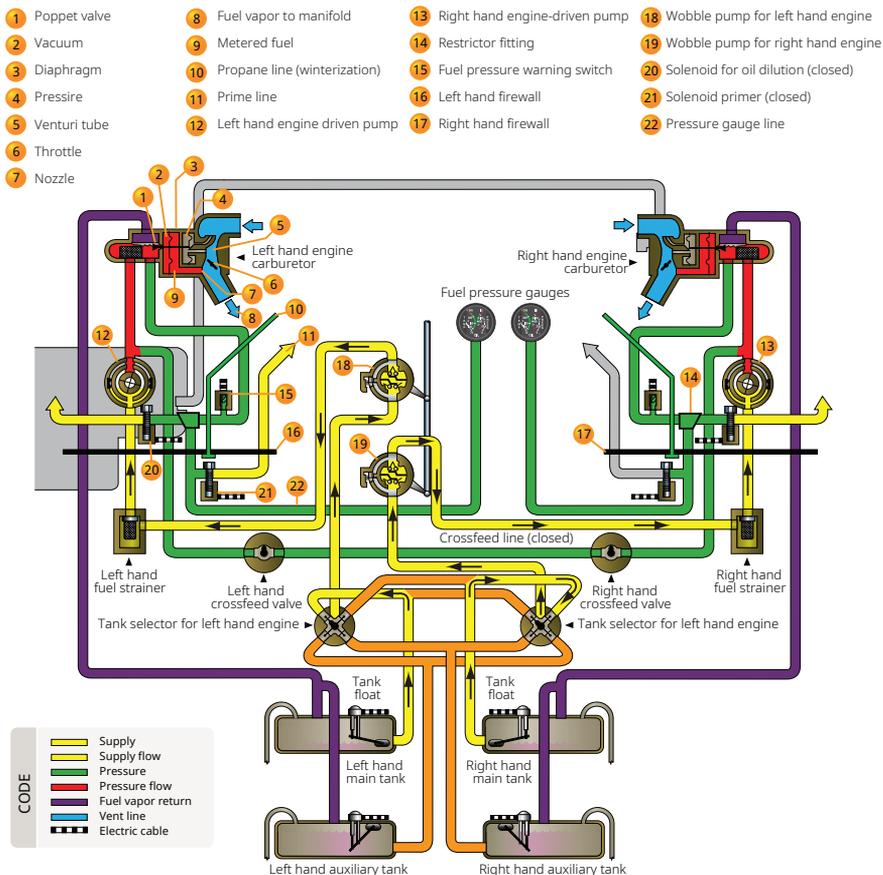
\* Usable fuel at level attitude  
Fuel density = 6.7 pounds per U.S. gallon.



Gambar 4.29 Lokasi Penempatan Tangki Bahan Bakar  
Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/FAA (2018)

4. Berikan penjelasan pentingnya *Fuel System* dalam sebuah penerbangan pesawat udara.
5. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Fuel System* dalam sebuah operasi pesawat udara.

6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.30 Skema sistem bahan bakar Sumber pada pesawat udara.
7. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.31 Sistem pengisian bahan bakar di darat.
8. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pentingnya *Fuel System*.
9. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video *Fuel System*.
10. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan mengenai cara kerja *Fuel System*.



Gambar 4.30 Skema Sistem Bahan Bakar

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/FAA (2018)

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Setiap tangki bahan bakar harus mampu menahan beban dalam kondisi operasi yang berat. Tidak hanya anti bocor, setiap tangki diisolasi dan dilindungi dari pengaruh suhu yang tidak diinginkan.
  - Mesin pesawat harus bekerja di berbagai kondisi untuk menghasilkan tenaga yang signifikan dalam berbagai operasi. Bahan bakar yang digunakan harus mendukung pembakaran yang tidak terputus sepanjang rentang operasi
  - Semua tingkatan bahan bakar jet tidak berwarna atau berwarna jerami. Ini yang membedakannya dari AVGAS jenis apa pun yang mengandung pewarna. Jika bahan bakar AVGAS tidak berwarna, penyebabnya harus diselidiki. Beberapa perubahan warna mungkin tidak mempengaruhi kinerja bahan bakar. Namun di lain waktu, perubahan warna bisa menjadi sinyal bahwa bahan bakar telah tercampur atau terkontaminasi.
  - Bahan bakar jet mempertahankan mesin menyala terus menerus. Dibanding bensin, bahan bakar jet memiliki kandungan belerang yang lebih tinggi, dan berbagai inhibitor biasanya ditambahkan ke dalamnya, gunanya untuk mengontrol korosi, oksidasi, es, dan pertumbuhan mikroba dan bakteri di dalam tangki.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang bagaimana cara dan proses kerja cara dan proses kerja *Fuel System* di pesawat udara.

2. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dipahami dari pembelajaran subbab ini.

## Pertemuan Keempat

### Subbab:

4.4. *Hydraulic Power System* (ATA 29)

### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran:

1. Memahami Fungsi *Hydraulic Power System*.
2. Memahami cara kerja *Hydraulic Power System*.
3. Memahami Jenis-jenis cairan/fluida pada *Hydraulic Power System*.
4. Memahami fungsi masing-masing komponen *Hydraulic Power System*.

### Tahapan Pembelajaran

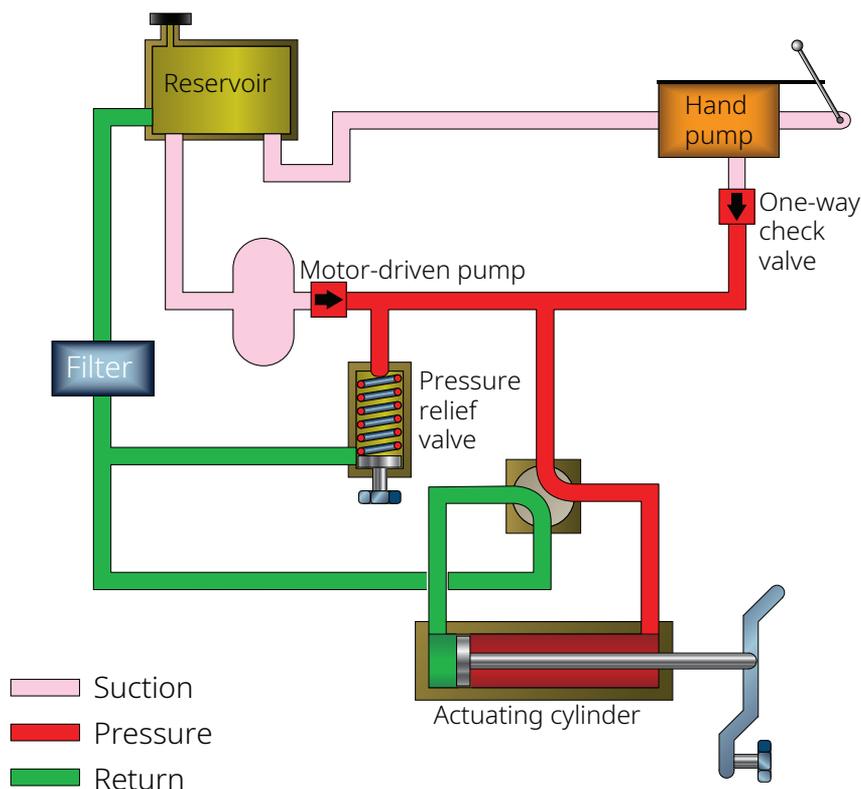
#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik *Hydraulic Power System* dengan konteks berpikir bagaimana cara menaikkan dan menurunkan *landing gear* yang besar dan berat, serta bagaimana mengendalikan bidang kemudi pesawat udara yang sangat berat apabila pesawat sedang beroperasi?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *Hydraulic Power System*.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

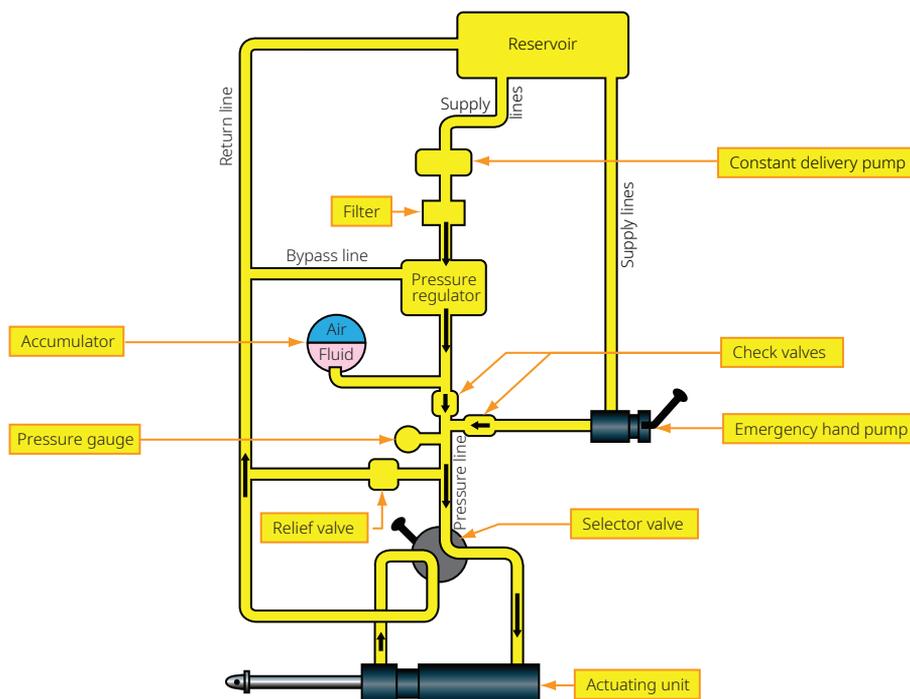
1. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab *Hydraulic Power System*.

2. Ajaklah peserta didik untuk mempelajari Komponen utama sistem hidrolik.
3. Berikan penjelasan pentingnya *Hydraulic Power System* dalam sebuah penerbangan pesawat udara.
4. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Hydraulic Power System* dalam sebuah operasi pesawat udara.
5. Arahkan peserta didik untuk mengenal jenis-jenis cairan hidrolik.
6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.39 contoh cairan hidrolik berbahan dasar mineral (*Mineral Based Hydraulic*) dan cairan hidrolik berbahan dasar sintetis (skydrol).
7. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.40 contoh cairan hidrolik *Type Skydrol* di pesawat modern.
8. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.41 Sistem Hidrolik Dasar dengan Pompa Tangan.



Gambar 4.41 Sistem Hidrolik Dasar dengan Pompa Tangan  
 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/FAA (2018)

9. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.44 Sistem Hidrolik Dasar dengan Pompa Daya.
10. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pentingnya *Hydraulic Power System*.
11. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video *Hydraulic Power System*.
12. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan cara kerja *Hydraulic Power System*.



Gambar 4.44 Sistem Hidrolik Dasar dengan Pompa Daya  
 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/FAA (2018)

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.

3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Sistem hidrolik pesawat merupakan suatu sistem di pesawat terbang yang menggunakan tekanan zat cair sebagai media untuk menggerakkan sistem-sistem yang terkait dengan komponen-komponen yang lain.
  - Sistem hidrolik adalah perangkat konversi energi yang dapat melipat gandakan tenaga output dengan efisien melalui bantuan zat cair.
  - Cairan hidrolik berguna untuk menyalurkan dan mendistribusikan tenaga ke berbagai macam unit yang akan digerakkan. Cairan hidrolik juga berfungsi sebagai media pelumasan, sehingga mengurangi gesekan yang terjadi di bagian komponen yang bergerak.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang bagaimana cara dan proses kerja dari *Hydraulic Power System* di pesawat udara.
2. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dipahami dari pembelajaran subbab ini.

## Pertemuan Kelima

Subbab:

4.5. *Landing Gear System*

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami Fungsi *Landing Gear System*
2. Memahami cara kerja *Landing Gear System*
3. Memahami Fungsi komponen *Landing Gear System*

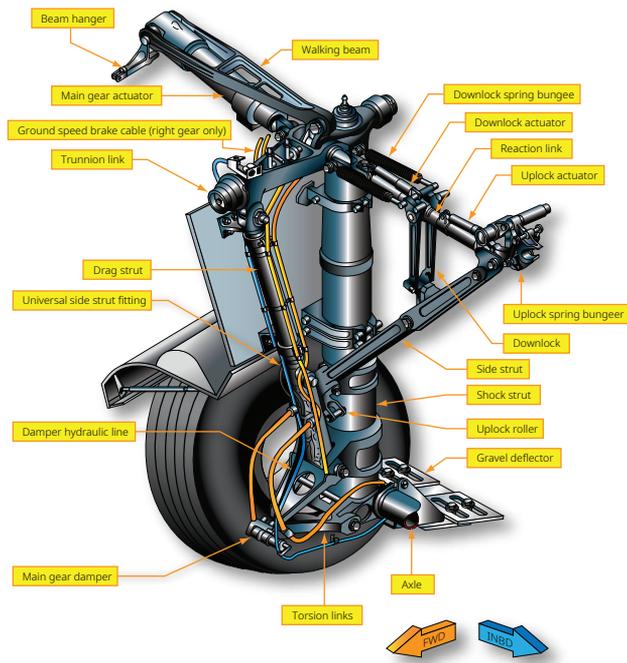
## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik *Landing Gear System* dengan konteks berpikir bagaimana caranya pesawat bisa bergerak dilandasan sebelum *take off*? Dengan apa pesawat tersebut melakukan pendaratan? Pergerakan pesawat selama di darat memerlukan alat apa saja? Apa yang menopangnya ketika pesawat tersebut dalam keadaan diam?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *Landing Gear System*.

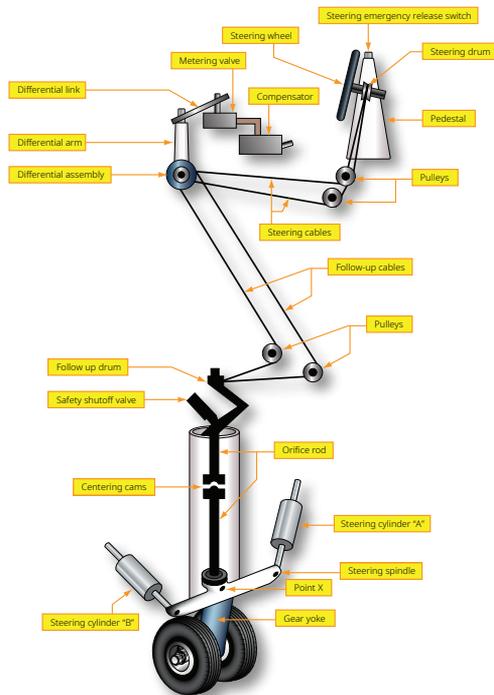
### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab *Landing Gear System*.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.52 *Tricycle Landing gear* dan Gambar 4.53 *Conventional Landing gear*.
3. Berikan penjelasan pentingnya *Landing Gear System* dalam sebuah penerbangan pesawat udara.
4. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Landing Gear System* dalam sebuah operasi pesawat udara.
5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.54 Tuas selektor dan lampu indikator.
6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.56 *Main Landing Gear*.
7. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.59 *Nose gear steering control wheel*.



Gambar 4.56 Main Landing Gear

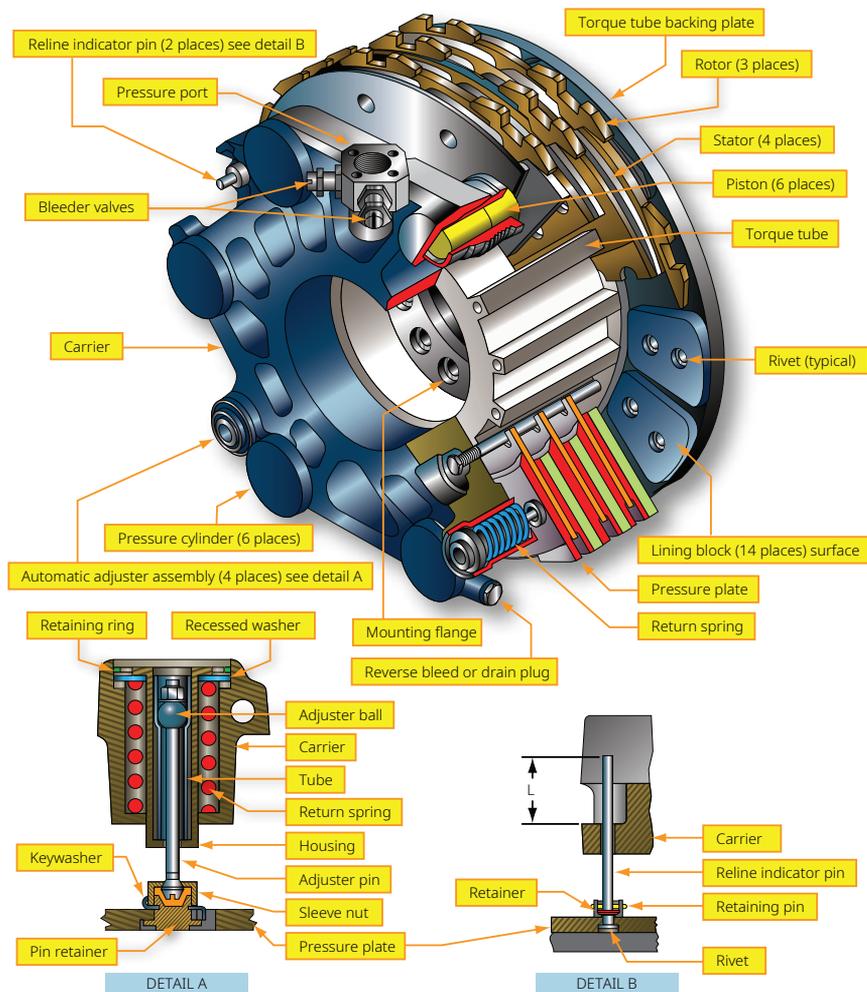
Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/FAA (2018)



Gambar 4.59 Nose wheel steering system with hydraulic and mechanical units

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/FAA (2018)

8. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.60 Sistem Rem (*Brake System*).
9. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pentingnya *Landing Gear System*.
10. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video *Landing Gear System*.
11. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan mengenai cara kerja *Landing Gear System*.



Gambar 4.60 Sistem Rem (*Brake system*)

Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/FAA (2018)

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Bentuk *landing gear* disesuaikan dengan landasan yang akan didarati pesawat. Apabila landasannya di daratan, *landing gear* berbentuk roda; apabila pesawat mendarat di air, *landing gear* yang digunakan adalah pelampung (*float*); apabila pesawatnya dirancang untuk mendarat di salju, *landing gear* yang digunakan berbentuk ski.
  - *Landing gear* yang paling banyak digunakan berbentuk roda. Tidak hanya *landing* dan *take off*, *landing gear* juga digunakan saat *parking* dan *taxing*. Secara struktur, *landing gear* menahan beban pesawat pada saat diam maupun pada saat bergerak.
  - *Main gear* berfungsi untuk mendukung *fuselage*. Menggunakan udara dan oli untuk menahan tekanan pada saat mendarat dan menahan getaran pada saat *taxi*/meluncur.
  - Pada *nose gear* terdapat *nose wheel steering* yang berguna untuk kontrol arah ketika pesawat udara *taxi* di darat.
  - *Brake system* digunakan untuk membantu menghentikan pesawat udara pada saat *landing* dan beroperasi di darat. *Brake* juga digunakan untuk mensupport pesawat udara pada saat parkir.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang bagaimana cara dan proses kerja dari *Landing Gear System* di pesawat udara.
2. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dipahami dari pembelajaran subbab ini.

## Pertemuan Keenam

Subbab:

4.6. *Lights System* (ATA 33)

Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran:

1. Memahami Fungsi *Lights System*.
2. Memahami cara kerja *Lights System*.
3. Memahami jenis-jenis *Lights System*.
4. Memahami skema *Lights System*.

### Tahapan Pembelajaran

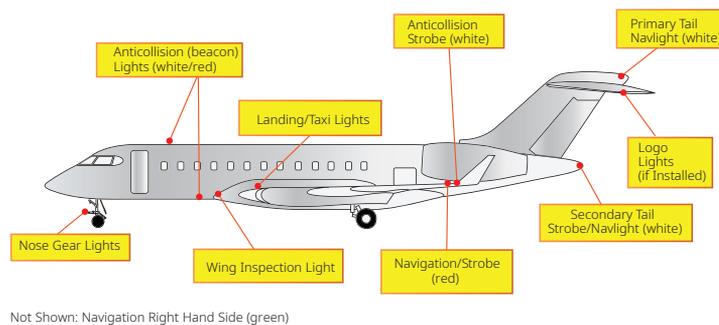
#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik *Lights System* dengan konteks berpikir bagaimana penumpang pesawat tetap aman dan nyaman berada di dalam pesawat udara baik dalam kondisi normal maupun darurat, serta pesawat tetap dalam kondisi aman saat berada di darat maupun saat dalam kondisi terbang di udara.
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *Lights System*.

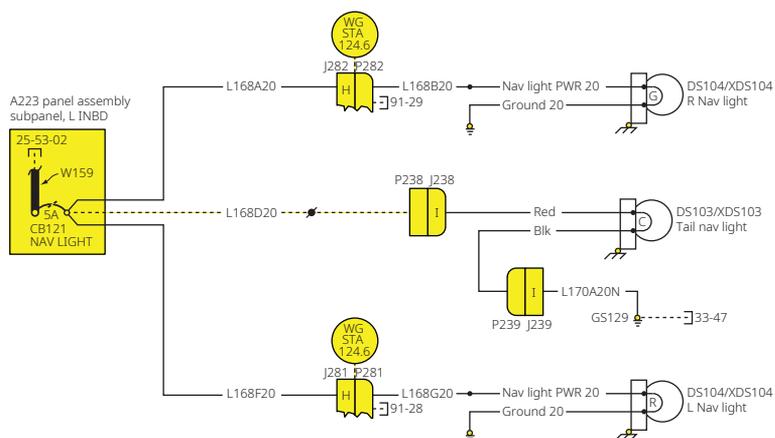
### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab *Lights System*.
2. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.62 Lampu Eksterior.
3. Berikan penjelasan pentingnya *Lights System* dalam sebuah penerbangan pesawat udara.

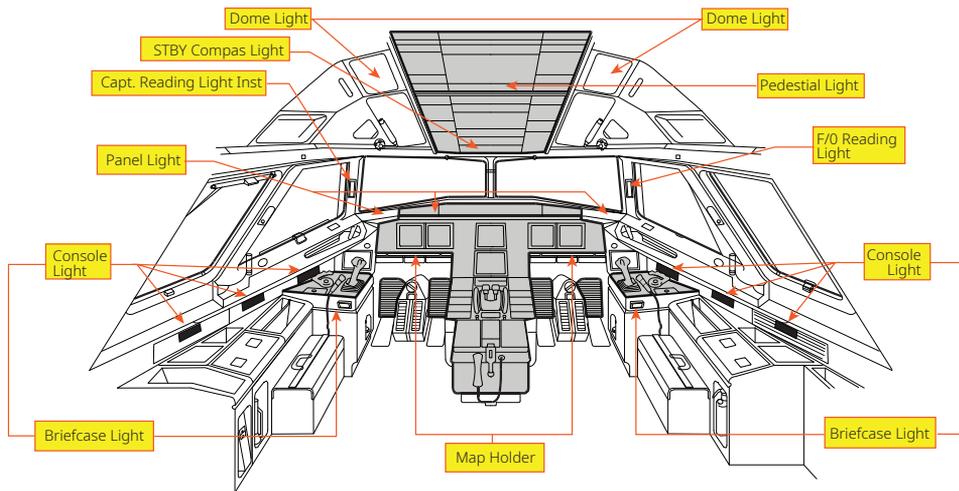
4. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Lights System* dalam sebuah operasi pesawat udara.
5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.67 Skema sistem lampu navigasi.
6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.69 Penerangan di *Flight Compartment* dan lampu pembacaan map.
7. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pentingnya *Lights System*.
8. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video *Lights System*.
9. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan mengenai cara kerja *Lights System*.



Gambar 4.62 Posisi Lampu Eksterior  
 Sumber: smartcockpit.com/Bombardier Global (2004)

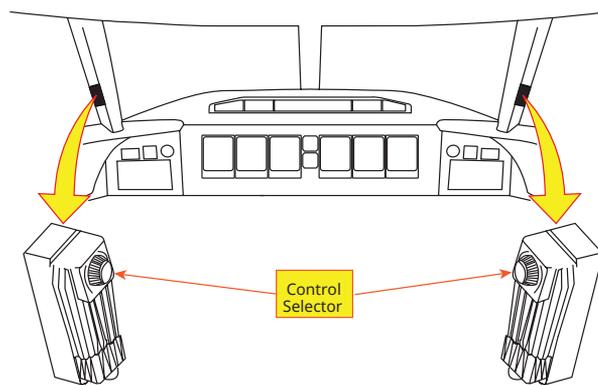


Gambar 4.67 Skema Sistem Lampu Navigasi  
 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 1/FAA (2018)



#### MAP READING LIGHTS

Each crew member (pilot and copilot) position is provided with a map reading light. These lights swivel and include on/off and dimming capabilities.



Gambar 4.69 Penerangan di *Flight Compartment* dan Lampu Pembacaan Map

Sumber: smartcockpit.com/Bombardier Global (2004)

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Sistem penerangan pesawat terdiri dari: lampu eksterior, lampu interior, dan lampu darurat.

- Lampu eksterior memberikan penerangan untuk pendaratan di malam hari, untuk memeriksa kondisi lapisan es, dan untuk menghindari tabrakan di udara.
- Lampu interior memberikan penerangan untuk panel instrumen, menerangi kokpit, kabin, dan bagian lain yang ditempati kru dan penumpang. Juga ada lampu khusus, seperti lampu indikator dan lampu peringatan untuk menunjukkan status instrumen.

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang bagaimana cara dan proses kerja dari *Lights System* di pesawat udara.
2. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dipahami dari pembelajaran subbab ini.

### Pertemuan Ketujuh

#### Subbab:

4.6. *Pneumatic/Vacuum System* (ATA 36)

#### Alokasi Waktu:

2 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

### Tujuan Pembelajaran

1. Memahami Fungsi *Pneumatic/Vacuum System*.
2. Memahami cara kerja *Pneumatic/Vacuum System*.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

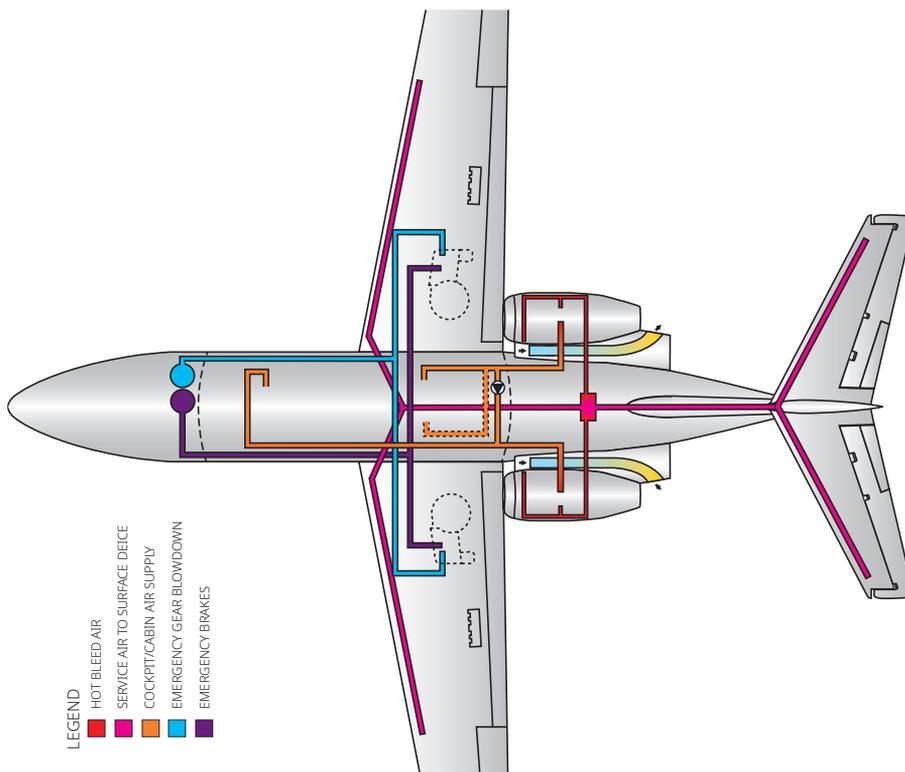
#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait topik *Pneumatic/Vacuum System* dengan konteks berpikir bagaimana penumpang pesawat tetap nyaman berada di pesawat udara yang sedang terbang tinggi, sama nyamannya seperti ketika berada di permukaan bumi?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.

3. Mencatat dan menggunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *Pneumatic/Vacuum System*.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

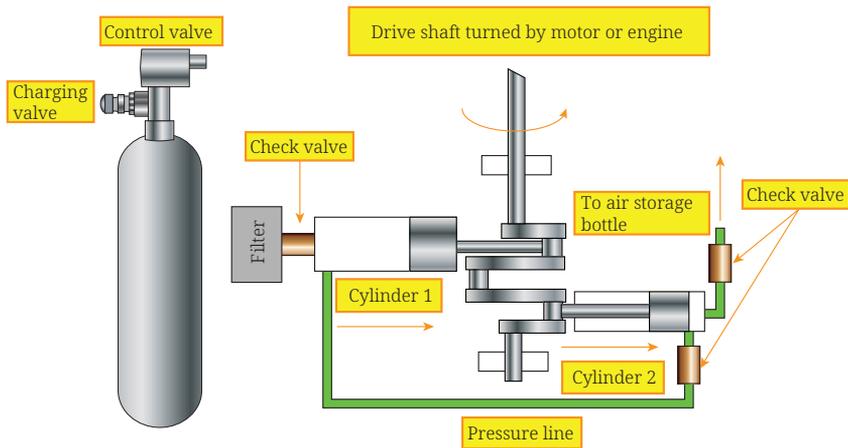
1. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca Subbab 4.7 *Pneumatic/Vacuum System*.
2. Berikan penjelasan pentingnya *Pneumatic/Vacuum System* dalam sebuah penerbangan pesawat udara.
3. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan fungsi *Pneumatic/Vacuum System* dalam sebuah operasi pesawat udara.
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.75 *System pneumatic* di pesawat udara.



Gambar 4.75 *System Pneumatic* di Pesawat Udara

Sumber: smartcockpit.com/Cessna (2022)

5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati Gambar 4.50 Skema dasar kompresor udara.



Gambar 4.76 Skema Dasar Kompresor Udara

Sumber: Airframe & Powerplant-MECHANICS AIRFRAME HANDBOOK/FAA (1972)

6. Ajaklah peserta didik untuk membaca bahan bacaan dari Buku Siswa serta sumber bacaan yang relevan terkait dengan topik pentingnya *Pneumatic/Vacuum System*.
7. Arahkan peserta didik untuk melakukan aktivitas menyimak video *Pneumatic/Vacuum System*.
8. Arahkan peserta didik untuk menjelaskan mengenai cara kerja *Pneumatic/Vacuum System*.

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan hari ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Semakin bertambah ketinggian dari permukaan laut (*sea level*) maka temperatur udara dan tekanan udara akan semakin turun. Apabila pesawat terbang semakin tinggi maka temperatur

udara di sekitar pesawat bisa menjadi nol atau malah menjadi minus, begitu juga tekanan udara akan semakin rendah.

- Sistem pneumatik dipasok udara bertekanan dari engine kompresor atau dari APU (*Auxiliary Power Unit*) atau dari pengisian pneumatic di darat (*ground cart*). Kemudian didistribusikan oleh manifold pneumatik untuk sistem pesawat (misal ke AC, *Anti-Ice*, *starting engine*, sistem air minum dan reservoir hidrolik).

### Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Mintalah peserta didik untuk membuat kelompok dan berdiskusi tentang bagaimana cara dan proses kerja dari Pneumatic/Vacuum System di pesawat udara.
2. Mintalah peserta didik menyampaikan hal-hal apa saja yang sudah dipahami ataupun belum dipahami dari pembelajaran subbab ini.

## D. Uji Kompetensi (Asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

Bagaimana cara mengukur arus listrik sebesar 100 mA dengan multimeter analog? Tuliskan tahap-tahapnya!

Kursi dan perabotan yang ada di setiap kursi, panel kru dan lavatory (toilet), bagasi untuk penumpang menyimpan barang. Kursi dilengkapi sandaran punggung yang dapat disetel, bantal kursi, sabuk pengaman, lengan kursi yang dapat dinaik turunkan. Sandaran punggung kursi yang dapat kembali ke posisi tegak. serta kursi yang dilengkapi dengan meja terpisah.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

Sebutkan komponen-komponen *escape slide*! Jelaskan pula bagaimana cara mengoperasikan *escape slide*!

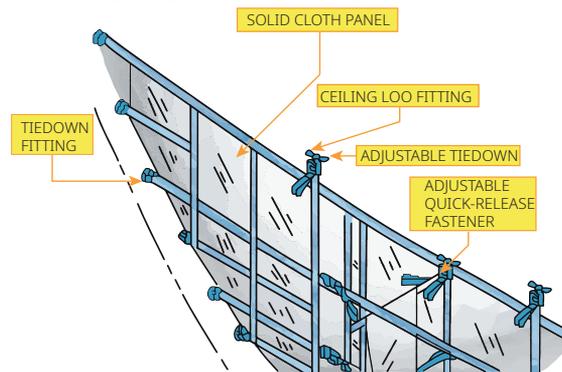
Komponen *escape slide*: *Escape slide pack* (paket tangga peluncur), *Escape slide compartment* (bagian dalam *escape slide*), *Floor brackets* (penyangga lantai)

Pengoperasian *escape slide*:

- Pasang paket peluncur di bawah pintu tertutup.
- Lepaskan pengaitnya lalu taruh di bracket di lantai.
- Perlahan buka pintu secara penuh.
- Begitu pintu membuka, paket mulai mengembang.
- Koneksi antara pengait dan penutup semakin menegang.
- Apabila paket tidak mengembang secara otomatis, maka lakukan secara manual.
- Dalam 6 menit peluncur mengembang secara penuh.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

Gambarkan struktur pengamanan kargo agar barang tidak bergeser!



### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

Apa perbedaan jenis bahan bakar antara pesawat bermesin piston dan turbin? Jelaskan dengan singkat perbedaannya!

Untuk pesawat bermesin piston bahan bakar yang digunakan adalah Bensin atau AVGAS, sedangkan bahan bakar untuk pesawat bermesin turbin adalah Jet A, Jet A-1, dan Jet B. Perbedaannya adalah bahan bakar mesin turbin merupakan senyawa hidrokarbon dengan viskositas lebih tinggi, namun dengan volatilitas yang jauh lebih rendah dan titik didih yang lebih tinggi daripada bensin. Dalam proses penyulingannya, bahan bakar jet dibuat mengembun di suhu yang lebih tinggi daripada nafta atau bensin.

Molekul hidrokarbon bahan bakar mesin turbin mengandung lebih banyak karbon daripada *AVGAS*.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Sebutkan tiga tipe dasar tangki bahan bakar pesawat udara!

Tiga tipe dasar tangki bahan bakar pesawat:

1. Tangki yang dapat dilepas (*rigid removable tanks*)
2. Tangki bladder (*bladder tanks*)
3. Tangki terpadu (*integral fuel tanks*)

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Jelaskan yang dimaksud dengan tangki bahan bakar integral!

Tangki bahan bakar integral adalah tangki yang dibuat sebagai satu kesatuan dalam struktur badan/wing pesawat.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Sebutkan lokasi dan fungsi lampu eksterior (*exterior lights*), lampu interior (*interior lights*), dan lampu darurat (*emergency lights*)!

- *Landing lights*; 2 lampu di *nose*, 1 lampu di setiap pangkal sayap, berfungsi memberikan penerangan yang baik saat pesawat mendarat atau berbelok di landasan.
- *Taxi lights/recognition lights*; ada 2 terletak berdekatan dengan *wing landing lights*, berfungsi menerangi jalur lurus saat pesawat meluncur atau ketika ditarik dari atau ke landasan pacu, atau bisa juga untuk menerangi area hangar.
- *Navigation/position lights*; ada di *wing tip*, *tail cone tip*, *stabilizer tip*, berfungsi untuk mengetahui posisi pesawat lain, apakah mendekat atau menjauh dari pesawat kita.
- *Anticollision lights*; terletak di *wing tip*, berfungsi untuk mencegah tabrakan antar pesawat.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Apa saja fungsi *pneumatic system* di pesawat udara? Tuliskan dan jelaskan dengan singkat dan tepat!

Sistem pneumatik pesawat berfungsi untuk menyediakan suhu tinggi (*high temperature*) dan menyediakan udara bertekanan tinggi (*high pressure*) yang akan dipergunakan untuk pengoperasian:

- Tangki air
- Sumber udara bertekanan untuk menunjang sistem hidrolik
- Menggerakkan *engine starter*
- Pengatur A/C
- Presurisasi kabin
- Pengoperasian sistem *anti icing (wing and cowl thermal anti-icing)*

### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Komponen-komponen apa saja yang ada di *hydraulic system* pesawat udara? Tuliskan secara lengkap dan jelaskan fungsi komponen-komponen tersebut secara tepat!

- a. Reservoir berfungsi sebagai tangki penampungan cairan hidrolik yang terdiri dari tiga reservoir yaitu masing-masing untuk *System A*, *System B*, dan *Standby System*.
- b. Pompa hidrolik berfungsi untuk menghisap dan menyalurkan (memompa) tekanan hidrolik ke sistem.
- c. *Pressure modul* berfungsi untuk mengatur dan mengolah tekanan hidrolik yang keluar dari pompa hidrolik sebelum masuk ke sub-sistem.
- d. *Return modul* berfungsi mengolah tekanan hidrolik setelah digunakan oleh sistem.
- e. *Case drain* untuk mengalirkan tekanan hidrolik langsung ke *return modul* melalui *heat exchanger* ketika tekanan hidrolik tidak lagi digunakan oleh sistem.

- f. *Heat exchanger* berfungsi untuk mendinginkan cairan hidrolis yang mengalir di *case drain*.
- g. *Ground interconnect valve* berfungsi untuk menghubungkan atau mengalirkan tekanan hidrolis dari hidrolis sistem B ke hidrolis sistem A pada saat di darat.
- h. *Hydraulic shut off valve* berfungsi untuk memutuskan aliran dari tekanan hidrolis.
- i. *Hydraulic panel* berfungsi untuk mengontrol dan mengoperasikan sistem hidrolis.
- j. *Check valve* berfungsi untuk mencegah aliran balik
- k. *Relief valve* berfungsi untuk membuang tekanan hidrolis berlebih.
- l. *Balance line* berfungsi sebagai penghubung *pneumatic bleed air* dari reservoir sistem A ke reservoir sistem B dan *reservoir standby system*.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 10

Sebutkan dan jelaskan 3 jenis cairan/fluida yang digunakan pada *hydraulic system* di pesawat udara!

Tiga jenis cairan fluida:

1. Cairan Hidrolis dari Tumbuh-Tumbuhan/*Vegetable Base*
2. Mineral Base Oil
3. Cairan Hidrolis dari Bahan Sintetis/*Fosfat Ester Base Fluid*

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 11

Jelaskan apa yang dimaksud dengan *landing gear system*!

*Landing gear system* adalah suatu sistem pada pesawat udara yang berguna untuk menahan struktur pesawat, pada waktu diam maupun bergerak di darat (*Ground*).

### Kunci Jawaban Tes Formatif 12

Apa fungsi *landing gear system* di pesawat udara? Uraikan secara singkat komponen-komponennya yang kalian ketahui beserta fungsinya!

*Landing gear system* berfungsi untuk mendukung pesawat pada *take off*, menahan beban pesawat pada waktu di darat (*Ground*) termasuk pada saat parkir, menahan beban *impact* ketika pesawat *touch down* (menyentuh landasan) dan untuk berjalan di darat/landasan saat *taxiing*/meluncur, dan untuk pengereman ketika di darat.

- a. Komponen *main landing gear system* terdiri dari:
- b. *Shock strut* berfungsi menahan beban vertikal
- c. *Drag strut* berfungsi menahan beban longitudinal (saat *landing*)
- d. *Side strut* berfungsi menahan beban lateral (*assymetrical landing*)
- e. *Trunnion link* berfungsi perantara pemasangan L/G terhadap A/C struktur
- f. *Reaction link* berfungsi meneruskan beberapa beban tekan pada landing gear ke atas dari *shock strut*
- g. *Torsion link / torque link* berfungsi mempertahankan kelurusan L/G
- h. Main gear door berfungsi sebagai pintu utama L/G.

### Kunci Jawaban Tes Formatif 13

Apa saja jenis-jenis *landing gear system*? Uraikan secara singkat dan tepat!

Ada dua jenis *landing gear system* yang digunakan di pesawat udara, yaitu *tricycle landing gear* dan *convensional landing gear*. Pesawat-pesawat modern umumnya menggunakan jenis *tricycle landing gear*, sedangkan pesawat tua umumnya menggunakan jenis *convensional landing gear*.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 14

Mengapa pesawat jenis komersial (pesawat besar) memerlukan sistem *landing* yang dapat *retract and extend* saat beroperasi? Jelaskan dengan teori yang benar!

Pesawat jenis komersial (pesawat besar) memerlukan sistem *landing* yang dapat *retract and extend* bertujuan untuk mengurangi *drag* (hambatan) pada saat pesawat beroperasi.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 15

Di mana saja penempatan detektor kebakaran di pesawat udara? Apa alasannya menempatkan detektor di lokasi tersebut? Jelaskan dengan tepat!

Lokasi penempatan detektor kebakaran di pesawat udara:

- a. *Engines and auxiliary power unit (APU)*
- b. Kargo dan kompartemen bagasi
- c. Lavatori pada pesawat berpenumpang
- d. *Electronic bays*
- e. *Wheel wells*
- f. *Bleed air ducts*

Alasan ditempatkan di area-area tersebut karena di area tersebut yang memiliki ancaman terbesar untuk terjadi kebakaran.

#### Kunci Jawaban Tes Formatif 16

Tuliskan dua jenis halon yang dipakai pada industri penerbangan untuk pemadam kebakaran! Jelaskan pula karakteristik dan kegunaan jenis halon tersebut!

Halon 1301 (CBrF<sub>3</sub>) dan Halon 1211 (CBrClF<sub>2</sub>).

Halon 1301 yang lebih sering digunakan karena kemampuan pemadamannya efektif dan toksisitas relatif rendah (UL klasifikasi Grup 6).

Halon 1301 juga tidak korosif dan tidak mempengaruhi materi yang kontak, dan tidak memerlukan pembersihan ketika habis.

## E. Pengayaan

1. Ajaklah peserta didik membaca artikel atau link yang ada di bagian Pengayaan tentang *Aircraft System*.
2. Mintalah peserta didik untuk berdiskusi secara berkelompok tentang hal yang didapat dari link di bagian pengayaan tersebut.

Catatan: Kegiatan pengayaan dapat dijadikan penugasan untuk dikerjakan di rumah.

## F. Interaksi Guru Dengan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas, diharapkan orang tua/wali turut memantau proses penyiapan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik di materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi Untuk Guru

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan di bab ini tentang *Aircraft System* yang terdapat di pesawat udara. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, dan hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran, sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Pada bab ini guru diharapkan lebih menekankan keterampilan proses dan pembentukan dimensi Profil Pelajar Pancasila selama proses pembelajaran, khususnya dimensi kreatif, bernalar kritis, mandiri, dan bergotong-royong.

Guru diharapkan mampu membimbing dan memotivasi peserta didik agar kreatif dalam mengenali alat dan perlengkapan penunjang pada sistem pesawat udara. Peserta didik juga diharapkan mampu berpikir kritis dengan cara membedakan cara kerja berbagai sistem yang ada di pesawat udara. Pemberian tugas secara mandiri tentang sistem dalam pesawat udara kepada peserta didik dapat diterapkan untuk mengasah kemandirian dalam menyelesaikan tugas tanpa bergantung kepada teman atau kelompok. Adapun pembentukan karakter bergotong-royong dapat diterapkan dengan cara memberikan tugas secara berkelompok tentang sistem dalam pesawat udara kepada peserta didik untuk menjalin kebersamaan dan berbagi pengetahuan dalam menyelesaikan tugas.

Pengetahuan yang baik tentang sistem dalam pesawat udara ditunjang penguatan nilai Profil Pelajar Pancasila sangat penting bagi peserta didik yang ingin berkarier sebagai teknisi pesawat. Dalam pemeliharaan dan perawatan pesawat udara, banyak pekerjaan terkait sistem dalam pesawat udara yang membutuhkan ketelitian dan tanggung jawab, baik secara tim maupun individu. Karena itulah, karakter kreatif, bernalar kritis, mandiri, dan bergotong-royong harus dapat diimplementasikan peserta didik dengan baik pada materi ini.

# Civil Aviation Safety Regulation

## (CASR)



### Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari bab ini, diharapkan peserta didik dapat:

1. Memahami CASR Part 21, CASR Part 39, CASR Part 43, CASR Part 45, CASR Part 47, CASR Part 65, CASR Part 145, dan CASR Part 147 dalam dokumen Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) dengan benar.
2. Menerapkan CASR Part 21, CASR Part 39, CASR Part 43, CASR Part 45, CASR Part 47, CASR Part 65, CASR Part 145, dan CASR Part 147 dalam dokumen Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) dengan benar.

## A. Pendahuluan

Bab ini merupakan bab ke-5 semester genap dari buku Dasar-dasar Teknik Pesawat Udara Kelas X. di bab ini berjudul *Civil Aviation Safety Regulation* (CASR) jika diartikan sama dengan peraturan keselamatan penerbangan sipil (PKPS). Segala aturan dalam penerbangan sipil harus melihat pada dokumen PKPS (Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil), karena semua yang dilakukan baik kelaikudaraan, tempat pelaksanaan perawatan dan perbaikan pesawat udara dilaksanakan, personil yang berhak menerbangkan pesawat udara, serta personil yang merawat dan memperbaiki pesawat udara diatur dalam CASR yang memiliki part-part yang ada.

Konvensi Chicago 1944 dijadikan acuan dalam pembuatan hukum nasional bagi negara-negara anggota *International Civil Aviation Organization* (ICAO). ICAO merupakan organisasi internasional yang berperan dalam terbentuknya aturan-aturan pada penerbangan sipil. Kebijakan ICAO tertuang dalam 18 ANNEX yang semua bertujuan untuk keselamatan penerbangan sipil. Kebijakan ICAO tertuang dalam 19 Annex dengan isi sebagai berikut.

- *Annex 1 Personnel Licensing*
- *Annex 2 Rules of the Air*
- *Annex 3 Meteorological Service for International Air Navigation*
- *Annex 4 Aeronautical Charts*
- *Annex 5 Units of Measurement to be Used in Air and Ground Operations*
- *Annex 6 Operation of Aircraft*
- *Annex 7 Aircraft Nationality and Registration Marks*
- *Annex 8 Airworthiness of Aircraft*
- *Annex 9 Facilitation*
- *Annex 10 Aeronautical Telecommunications*
- *Annex 11 Air Traffic Services*
- *Annex 12 Search and Rescue*

- *Annex 13 Aircraft Accident and Incident Investigation*
- *Annex 14 Aerodromes*
- *Annex 15 Aeronautical Information Services*
- *Annex 16 Environmental Protection*
- *Annex 17 Security: Safeguarding International Civil Aviation Against Acts of Unlawful Interference*
- *Annex 18 The Safe Transport of Dangerous Goods by Air*
- *Annex 19 Safety Management*

## B. Skema Pembelajaran

Rekomendasi waktu pengajaran 12 kali pertemuan dengan masing-masing pertemuan dilaksanakan selama 4 jam pelajaran. Guru dapat menyesuaikan dengan kondisi aktual pembelajaran.

### Subbab:

- 5.1. *CASR Part 1*
- 5.2. *CASR Part 21*
- 5.3. *CASR Part 23*
- 5.4. *CASR Part 25*
- 5.5. *CASR Part 39*

### Alokasi Waktu:

4 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati tabel turunan hierarki peraturan penerbangan yang berlaku.	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <i>CASR Part 1</i></li> <li>● <i>CASR Part 21</i></li> <li>● <i>CASR Part 23</i></li> <li>● <i>CASR Part 25</i></li> <li>● <i>CASR Part 39</i></li> </ul>	Buku Siswa Bab 5 Semester 2 mengenai CASR	Buku FAA <i>ter-update</i> dan sumber bacaan yang relevan di internet tentang peraturan keselamatan penerbangan sipil
Mengamati gambar bagan hubungan antar aturan CASR.			

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Memahami aturan CASR Part 1.		Buku Siswa Bab 5 Semester 2 mengenai CASR	Buku peraturan yang dikeluarkan oleh DKUPPU
Memahami aturan CASR Part 21.			
Memahami aturan CASR Part 23.			
Memahami aturan CASR Part 25.			
Memahami aturan CASR Part 39.			

### Subbab:

5.6. CASR Part 43

5.7. CASR Part 45

5.8. CASR Part 47

5.9. CASR Part 65

### Alokasi Waktu:

4 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati tabel turunan hierarki peraturan penerbangan yang berlaku.	<ul style="list-style-type: none"> <li>CASR Part 43</li> <li>CASR Part 45</li> <li>CASR Part 47</li> <li>CASR Part 65</li> </ul>	Buku Siswa Bab 5 Semester 2 mengenai CASR	Buku FAA <i>ter-update</i> dan sumber bacaan yang relevan di internet tentang peraturan keselamatan penerbangan sipil.
Mengamati gambar bagan hubungan antar aturan CASR.			
Memahami aturan CASR Part 43.		Buku Siswa Bab 5 Semester 2 mengenai CASR	Buku peraturan yang dikeluarkan oleh DKUPPU.
Memahami aturan CASR Part 45.			
Memahami aturan CASR Part 47.			
Memahami aturan CASR Part 65.			

---

### Subbab:

5.10. CASR *Part* 145

5.11. CASR *Part* 147

### Alokasi Waktu:

4 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

---

Aktivitas Pembelajaran	Kata Kunci	Sumber Belajar Utama	Sumber Belajar Tambahan
Mengamati table turunan hierarki peraturan penerbangan yang berlaku.	<ul style="list-style-type: none"><li>CASR <i>Part</i> 145</li><li>CASR <i>Part</i> 147</li></ul>	Buku Siswa Bab 5 Semester 2 mengenai CASR	Buku FAA <i>ter-update</i> dan sumber bacaan yang relevan di internet tentang peraturan keselamatan penerbangan sipil.
Mengamati gambar bagan hubungan antar aturan CASR.			
Memahami aturan CASR <i>Part</i> 145.		Buku Siswa Bab 5 Semester 2 mengenai CASR	Buku peraturan yang dikeluarkan oleh DKUPPU.
Memahami aturan CASR <i>part</i> 147.			

## C. Panduan Pembelajaran Bab 5

---

### Pertemuan Pertama

---

### Subbab:

5.1. CASR *Part* 1

5.2. CASR *Part* 21

5.3. CASR *Part* 23

5.4. CASR *Part* 25

5.5. CASR *Part* 39

### Alokasi Waktu:

4 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

---

### Tujuan Pembelajaran

1. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR *Part* 1.
2. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR *Part* 21.
3. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR *Part* 23.

4. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR *Part 25*.
5. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR *Part 39*.

### Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari *human factor*.
2. Peserta didik telah mempelajari aerodinamika.
3. Peserta didik telah mempelajari *aircraft structure*, *aircraft system*, dan *aircraft engine*.

### Tahapan Pembelajaran

#### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik mengamati kasus dengan konteks semua yang berhubungan dengan pesawat udara memiliki aturan berupa undang-undang penerbangan.
  - Alternatif pengamatan 1: Peserta didik dapat mengamati kasus pembuka yang tersedia di halaman awal apersepsi buku siswa berupa pertanyaan siapa yang mengeluarkan izin pesawat boleh terbang?
  - Alternatif pengamatan 2: Peserta didik dapat mengamati kasus pembuka kedua yang tersedia di halaman awal apersepsi Buku Siswa berupa pertanyaan siapa saja yang berhak merawat dan memperbaiki pesawat udara?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan informasi apa yang didapatkan dari berita yang diamati atau bertanya mengenai berita tersebut secara tertulis di buku latihan masing-masing.
3. Ajaklah peserta didik untuk berpikir dalam konteks kasus yang diamati dengan mencermati isi undang-undang penerbangan di Indonesia.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik diminta untuk membaca subbab bagian CASR *part 1*, *part 21*, *part 23*, *part 25* dan *part 39*. Berikan penjelasan berupa kesimpulan yang didapat dari bahan bacaan yang tersedia di Buku Siswa.

2. Arahkan peserta didik untuk mengamati gambar 5.1 mengenai hubungan antar part CASR.
3. Arahkan peserta didik untuk memberikan kesimpulan mengenai perbedaan CASR *part 1, part 21, part 23, part 25* dan *part 39*!
4. Ajaklah peserta didik untuk mengamati part 21 tentang prosedur sertifikasi, lalu peserta didik memberikan penjelasan mengenai gambar 5.2, 5.3, 5.4, dan 5.5 mengenai macam-macam jenis sertifikasi untuk prosedur produk dan komponen.
5. Ajaklah peserta didik untuk mengamati part 23 dan 25 tentang *airworthiness*, lalu peserta didik memberikan penjelasan mengenai isi dokumen dari CASR *part 23* dan CASR *part 25*.
6. Ajaklah peserta didik untuk mengamati CASR *part 39* tentang *airworthiness directives*, lalu peserta didik memberikan penjelasan mengenai gambar 5.6 mengenai isi dokumen dari CASR *part 39*.
7. Ulangi kembali pertanyaan tentang apa saja perbedaan isi aturan CASR *part 1, part 21, part 23, part 25* dan *part 39*.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang hal-hal berikut.
  - Umpan balik berupa komentar dari guru yang mengajar lalu berikan masukan-masukan yang membangun dari tugas membuat diagram hubungan antar part CASR yang dibuat oleh peserta didik.
  - Peserta didik diharapkan dapat membuat catatan singkat tentang isi dokumen CASR *part 1, part 21, part 23, part 25* dan *part 39*.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
2. Tekankan bahwa pengetahuan yang telah didapatkan pada pertemuan pertama akan menjadi dasar pengetahuan untuk pengerjaan soal-soal yang ada di Buku Siswa.
3. Minta peserta didik untuk membuat kelompok dan setiap kelompok harus menyediakan materi tambahan dari sumber belajar lainnya dari FAA.

### Pertemuan Kedua

---

#### Subbab:

5.6. CASR Part 43

5.7. CASR Part 45

5.8. CASR Part 47

5.9. CASR Part 65

#### Alokasi Waktu:

4 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

---

## Tujuan Pembelajaran

1. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR Part 43.
2. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR Part 45.
3. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR Part 47.
4. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR Part 65.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari aerodinamika.
2. Peserta didik telah mempelajari *aircraft material*.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan berpikir kritis terkait dengan topik CASR *part* 43,45,47 dan 65 dengan pertanyaan berikut.
  - Jelaskan isi CASR *part* 43,45 dan 47!
  - Jelaskan isi aturan CASR *part* 65!
  - Apa yang dimaksud dengan *Licensing Of Aircraft Maintenance Engineers*?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Mencatat dan menggunakan informasi yang di dapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang *aturan CASR part* 43, 45, 47 dan 65.

### Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk membaca Buku Siswa bagian CASR.
2. Arahkan peserta didik untuk mengamati gambar tentang penulisan *identification mark* sesuai aturan yang berlaku, lalu beri kesimpulan mengenai cara penulisannya.
3. Arahkan peserta didik untuk mengamati gambar tentang form permohonan sertifikat pesawat udara yang dikeluarkan oleh DGCA, lalu diskusikan mengenai cara pengisian formnya.
4. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca subbab tentang CASR *part* 43, 45, 47 dan 65. Setelah itu, berikan pertanyaan-pertanyaan pemantik yang berkaitan dengan aturan dari CASR.
5. Arahkan peserta didik untuk mengamati gambar tentang contoh sertifikat pendaftaran pesawat yang dikeluarkan oleh DGCA, lalu diskusikan isi sertifikatnya.
6. Ulangi kembali pertanyaan tentang hal-hal apa saja yang berkaitan dengan CASR.

7. Tuntunlah peserta didik untuk membaca dan memahami bagian subbab CASR *part* 43, 45, 47, dan 65.
8. Arahkan peserta didik untuk melihat peraturan keselamatan penerbangan sipil melalui laman dirjen perhubungan udara mengenai aturan PKPS bagian 65 mengenai lisensi *aircraft maintenance engineers*.
9. Kelompokkan peserta didik menjadi beberapa kelompok, kemudian arahkan mereka untuk melihat video terkait materi CASR. Setelah itu, mintalah tiap kelompok membuat kesimpulan untuk dipresentasikan di depan kelas.
10. Tuntunlah peserta didik untuk mengerjakan Tes Formatif di bab ini bersama-sama dalam kelompok diskusi kecil beranggotakan dua sampai tiga orang. Berikan batasan waktu pengerjaan yang disesuaikan dengan kondisi peserta didik di kelas tersebut.

### Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh pada bab ini di buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik.
  - CASR *part* 43
  - CASR *part* 45
  - CASR *part* 47
  - CASR *part* 65

### Tindak lanjut Pembelajaran

1. Berikan tugas tertulis agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami aturan dari CASR *part* 43, 45, 47 dan 65.
2. Minta peserta didik untuk membaca (literasi) dari dokumen handbook Powerplant dari FAA.

## Pertemuan Ketiga

### Subbab:

5.10. CASR *Part* 145

5.11. CASR *Part* 147

### Alokasi Waktu:

4 Kali Pertemuan, 4 Jam Pelajaran

## Tujuan Pembelajaran

1. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR *Part* 145.
2. Melalui demonstrasi mampu memahami CASR *Part* 147.

## Pengetahuan Prasyarat dan Konsepsi

1. Peserta didik telah mempelajari aerodinamika.
2. Peserta didik telah mempelajari *aircraft material*.

## Tahapan Pembelajaran

### Apersepsi

1. Arahkan peserta didik dengan pertanyaan pemantik untuk membangkitkan kemampuan berpikir kritis terkait topik CASR part 145 dan 147 dengan pertanyaan berikut.
  - Jelaskan isi CASR *Part* 145 dan *Part* 147!
  - Uraikan apa urgensinya menerapkan CASR *Part* 145 dan *Part* 147!
  - Sebutkan industri (AMO) yang termasuk CASR *Part* 145 di Indonesia!
  - Sebutkan lembaga pelatihan yang dapat mengeluarkan *basic license* dari AMTO 147 di Indonesia! Apakah kita boleh mendirikan sendiri lembaga untk mengeluarkan *basic license* tersebut? Bagaimana caranya?
2. Berikan kesempatan kepada peserta didik untuk menyampaikan pendapat baik secara lisan maupun tertulis.
3. Catat dan gunakan informasi yang didapat dari pertanyaan pemantik tersebut untuk memetakan sejauh mana pengetahuan awal peserta didik tentang aturan CASR *part* 145 dan *part* 147.

## Konstruksi Pengetahuan Pembelajaran

1. Ajaklah peserta didik untuk membaca Buku Siswa bagian CASR.
2. Berilah kesempatan kepada peserta didik untuk membaca subbab tentang CASR part 145 (AMO) dan part 147 (AMTO). Setelah itu, berikan pertanyaan-pertanyaan pemantik yang berkaitan dengan aturan dari CASR.
3. Arahkan peserta didik untuk mengamati aturan untuk mendapatkan *basic license* dari AMTO, lalu diskusikan bersama kelompok kecil sebanyak 3-4 orang.
4. Ulangi kembali pertanyaan tentang hal-hal apa saja yang berkaitan dengan CASR.

## Refleksi Pembelajaran

1. Arahkan peserta didik untuk menuliskan poin-poin pembelajaran yang telah diperoleh di bab ini ke buku latihan.
2. Mintalah perwakilan peserta didik untuk membacakan apa yang telah dipelajari pada pertemuan ini.
3. Ajaklah peserta didik untuk merefleksi proses pembelajarannya, apa yang sudah dipahami dan apa yang masih belum dipahami serta bagaimana peserta didik akan bersikap terhadap apa yang telah dipelajari.
4. Mintalah peserta didik mengisi bagian refleksi.
5. Gali pengalaman-pengalaman menarik yangalui peserta didik selama pembelajaran berlangsung. Beri penekanan dalam pembentukan dimensi Profil Pelajar Pancasila.
6. Berikanlah umpan balik kepada peserta didik tentang materi CASR *Part 145* dan CASR *Part 147* dengan meminta tiap peserta didik menjelaskan secara lisan kesimpulan materi yang telah dipelajari di subbab ini.

## Tindak Lanjut Pembelajaran

1. Berikan tugas tertulis agar peserta didik dapat berlatih untuk memahami aturan dari CASR *Part 145* dan *Part 147*.
2. Minta peserta didik untuk membaca (literasi) dari dokumen *handbook Powerplant* dari FAA.

## D. Uji Kompetensi (Asesmen)

### Kunci Jawaban Tes Formatif 1

What is the contain of Annex 1?

- a. Rules of the air
- b. Personal licensing
- c. Operation aircraft
- d. Unit of measurement

### Kunci Jawaban Tes Formatif 2

There are three primary regulations that governs the airworthiness of the aircraft. What is the contain of 14 CFR part 21?

- a. Maintenance, preventive maintenance, rebuilding, and alteration
- b. Aircraft, engine, and propeller
- c. General operating and flight rules
- d. Certification procedures for products and parts

### Kunci Jawaban Tes Formatif 3

What the general purpose for FAR 39?

- a. Repair station standards
- b. Airlines certification
- c. Airworthiness directive
- d. Aircraft registration

### Kunci Jawaban Tes Formatif 4

These are subpart of 14CFR part 65, except....

- a. Aircraft Dispatcher
- b. Mechanics
- c. Repairmen
- d. Engineer

### Kunci Jawaban Tes Formatif 5

Which part number, which is discuss about Repair Station?

- a. Part 145
- b. Part 128
- c. Part 135
- d. Part 88

### Kunci Jawaban Tes Formatif 6

Design approval for a specific make and model of aircraft is ....

- a. Type certificate
- b. Production certificate
- c. **Airworthiness certificate**
- d. All incorrect

### Kunci Jawaban Tes Formatif 7

Annex 8 is talk about?

- a. **Airworthines of aircraft**
- b. Rules of the air
- c. SAR
- d. Security

### Kunci Jawaban Tes Formatif 8

Aircraft certificated under part 23 represent the greatest portion of what the industry refers to as ....

- a. **general aviation**
- b. aviation
- c. airworthy
- d. airworthiness standard

### Kunci Jawaban Tes Formatif 9

Maintenance, Preventive Maintenance, Rebuilding, and Alteration is subject of which part?

- a. **23**
- b. 43
- c. 65
- d. 91

### Kunci Jawaban Tes Formatif 10

Definition for airworthy is ....

- a. the aircraft conforms for flight and the aircraft have certificate from ICAO
- b. **the aircraft conforms to its type design and is in a condition for safe operation**
- c. the aircraft conforms to its type design and is in a condition for unsafe operation
- d. A, B, and C is wrong

## E. Pengayaan

1. Ajaklah peserta didik untuk menjelajah internet dengan memindai *QR-Code* yang diberikan di bagian pengayaan untuk mengetahui, memahami, dan menambah wawasan tentang ruang lingkup Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil.
2. Mintalah peserta didik untuk berdiskusi secara berkelompok tentang tautan tersebut.
3. Guru membimbing peserta didik dalam mencari bahan bacaan atau video di internet untuk mendukung pembelajaran. Pengayaan ini bisa juga dikerjakan di rumah dengan bantuan pengawasan dari orangtua peserta didik.

## F. Interaksi Guru dan Orang Tua/Wali

Guru dapat memberikan informasi kepada orang tua/wali terkait penugasan proyek yang diberikan kepada anaknya. Ketika peserta didik mencari bahan yang diperlukan untuk mengerjakan tugas, diharapkan orang tua/wali turut memantau proses penyiapan bahan. Dalam proses penyelesaian tugas-tugas aktivitas, orang tua/wali diharapkan ikut mendampingi peserta didik dan/atau memberikan arahan kepada peserta didik saat mengakses informasi di internet. Selain itu, guru dapat menginformasikan hasil refleksi dan pencapaian peserta didik pada materi ini sebagai salah satu bentuk umpan balik di akhir bab.

## G. Refleksi Pembelajaran

Guru perlu melakukan refleksi terhadap proses pembelajaran yang telah dilakukan di Bab 5 tentang CASR. Guru disarankan untuk membuat catatan mengenai hal-hal yang menjadi kendala selama proses pembelajaran, miskonsepsi yang terjadi, dan hal-hal yang perlu dikembangkan kembali dalam proses pembelajaran mengenai Bab 11 tentang CASR sehingga kendala tersebut dapat teratasi dan kekurangan-kekurangan yang ada dapat diperbaiki pada pembelajaran selanjutnya. Guru juga dapat melaksanakan refleksi pembelajaran menggunakan strategi pembelajaran yang sesuai dengan materi CASR, misalnya mengajak peserta didik untuk mengunjungi situs ditjen perhubungan udara mengenai aturan-aturan penerbangan.

## H. Implementasi Profil Pelajar Pancasila

Pengurusan dan pengecekan dokumen sesuai ketentuan Peraturan Keselamatan Penerbangan Sipil (PKPS) sangat membutuhkan pengetahuan yang baik dalam memahami regulasinya. Karena itu, dalam bab tentang *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)* selain pemahaman materi yang baik juga harus ditunjang dengan implementasi Profil Pelajar Pancasila, khususnya penguatan nilai-nilai bernalar kritis dan kemandirian.

Guru diharapkan mampu membimbing dan memotivasi peserta didik agar mampu berpikir kritis dengan cara membedakan dokumen apa saja yang diperlukan dalam pemeliharaan dan perbaikan pesawat udara. Pemberian tugas secara mandiri tentang *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)* kepada peserta didik dapat diterapkan untuk mengasah kemandirian dalam menyelesaikan tugas tanpa bergantung kepada teman atau kelompok.

Pengetahuan yang baik tentang *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)* ditunjang penguatan nilai Profil Pelajar Pancasila sangat penting bagi peserta didik yang ingin berkarier sebagai teknisi pesawat. Dalam pemeliharaan dan perawatan pesawat udara, pekerjaan terkait *Civil Aviation Safety Regulation (CASR)* sangat membutuhkan ketelitian, sikap kritis, dan kemandirian. Karena itulah, karakter bernalar kritis dan mandiri harus dapat diimplementasikan peserta didik dengan baik.

# Daftar Pustaka

## Sumber Buku

- Federal Aviation Administration. 2018. *Aircraft Maintenance Technician Handbook - Airframe, Volume 1*. Washington: US Department of Transportation.
- Federal Aviation Administration. 2018. *Aircraft Maintenance Technician Handbook - General*. Washington: US Department of Transportation.
- Forenz, Thomas. 2016. *Materials and Hardware*. Cologne: European Union Aviation Safety Agency.
- Forenz, Thomas. 2018. *Basic Aerodynamic*. Cologne: European Union Aviation Safety Agency.
- Grant, David B., Alexander Trautrim, dan Chee Yew Wong. 2017. *Sustainable Logistics and Supply Chain Management (2nd Edition)*. London: Kogan Page Limited.
- Johana, Ohan dan M. Suratman. 2000. *Menggambar Teknik Mesin dengan Standar ISO*. Bandung: Pustaka Grafika.
- Rejeki, Sri. 2016. *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Pusdik SDM Kesehatan, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Sato, G. Takeshi dan N.S. Hartanto. 2017. *Menggambar Mesin Menurut Standar ISO*. Jakarta: Pradnya Paramita.

## Sumber Internet

- <http://www.actechbooks.com>
- <http://www.aviationnews-online.com>
- <http://www.batamaerotechnic.com>
- <http://www.easa.europa.eu>
- <http://www.faa.gov>
- <http://www.fltechnics.com>
- <http://www.gmf-aeroasia.co.id>
- <http://www.hubud.dephub.go.id>
- <http://www.indonesian-aerospace.com>
- <http://www.ptmmf.co.id>
- <http://www.rolls-royce.com>

# Sumber Gambar

## Semester 1

Tabel 3.5 Sumber: Sato dan Hartanto, 2008.

Gambar 3.18 Sumber: Sato dan Hartanto, 2008.

Gambar 3.19 Sumber: Sato dan Hartanto, 2008.

Gambar 3.20 Sumber: Sato dan Hartanto, 2008.

Gambar 3.21 Sumber: Sato dan Hartanto, 2008.

Gambar 3.22 Sumber: Sato dan Hartanto, 2008.

Gambar 4.2 freepik.com/macrovector (2022) <https://www.freepik.com/search?format=search&query=atmosphere%20layers>. Diunduh tanggal 25 Juni 2022 Pukul 6.50 WIB.

Gambar 4.5 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014).

Tabel 4.2 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014).

Gambar 4.8 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014).

Gambar 4.9 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014).

Gambar 4.10 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014).

Gambar 4.11 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014).

Gambar 4.21 Sumber: EASA Module 08 Basic Aerodinamics (2014).

Gambar 4.1 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe, Volume 1/FAA (2018).

Gambar 4.2 Travel + Leisure/Melanie Lieberman (2018) <https://www.travelandleisure.com/travel-news/airplanesflying-in-extreme-cold-weather>. Diunduh tanggal 25 Juni 2022 Pukul 12.15 WIB.

Gambar 4.5 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe, Volume 1/FAA (2018).

Gambar 6.10 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook—Airframe, Volume 1/FAA (2018).

Gambar 6.44 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).

Gambar 6.35 [https://www.usarollerchain.com/v/vspfiles/assets/images/ball\\_bearing\\_cutaway.jpg](https://www.usarollerchain.com/v/vspfiles/assets/images/ball_bearing_cutaway.jpg). Diunduh tanggal 25 Juni 2022 Pukul 8.47 WIB.

Gambar 6.43 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).

Gambar 6.54 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).

Gambar 6.57 Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).

Gambar 6.68 Sumber: olympus-ims.com, (2020) [https://static5.olympus-ims.com/data/Image/OTT/product\\_ott\\_02.jpg?rev=496D](https://static5.olympus-ims.com/data/Image/OTT/product_ott_02.jpg?rev=496D). Diunduh tanggal 25 Juni 2022 Pukul 10.07 WIB.

Gambar 6.69 Sumber: sjap.nl, (2020) <https://www.mitre10.co.nz/shop/black-decker-table-saw-1800-watt/p/341453?bvstate=pg:2/ct:r>. Diunduh tanggal 29 Juni 2022 Pukul 6.15 WIB.

- Gambar 6.70** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018)
- Gambar 6.73** Sumber: Misumi Indonesia, (2022) <https://id.misumi-ec.com/vona2/detail/223000318133/> Diunduh tanggal 29 Juni 2022 Pukul 8.17 WIB.
- Gambar 6.76** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).
- Gambar 6.82** Sumber: Airbus, (2022) <https://www.aviationhunt.com/wp-content/uploads/2022/08/servicing-arrangement-a320.png.webp>. Diunduh tanggal 30 Juni 2022 Pukul 7.15 WIB.
- Gambar 6.83** (Sumber: TIPS Ground Support Equipment, 2022) <https://www.tips-gse.com/gse-products.html?action=article&url=tank1212lf.html>. Diunduh tanggal 29 Juni 2022 Pukul 10.00 WIB.
- Gambar 6.93** Sumber: [m.made-in-china.com](https://es.made-in-china.com/co_matchau/product_Automatic-Marine-Inflatable-Swimming-Life-Jacket-for-Fishing-Vest_uoyengyuy.html) (2013) [https://es.made-in-china.com/co\\_matchau/product\\_Automatic-Marine-Inflatable-Swimming-Life-Jacket-for-Fishing-Vest\\_uoyengyuy.html](https://es.made-in-china.com/co_matchau/product_Automatic-Marine-Inflatable-Swimming-Life-Jacket-for-Fishing-Vest_uoyengyuy.html). Diunduh tanggal 29 Juni 2022 Pukul 10.22 WIB.
- Gambar 6.1** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–General/FAA (2018).
- Gambar 6.2** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).
- Gambar 6.3** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant, Volume 1 (2018)/FAA
- Gambar 6.4** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).
- Gambar 6.5** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook-General/FAA (2018).

## **Semester 2**

- Gambar 2.3** Sumber: Airplane Flying Handbook/FAA (2021).
- Gambar 2.5** [wikipedia.org/Nimbus227](https://en.wikipedia.org/wiki/ADC_Cirrus#/media/File:ADCCirrusII.JPG) (2011) [https://en.wikipedia.org/wiki/ADC\\_Cirrus#/media/File:ADCCirrusII.JPG](https://en.wikipedia.org/wiki/ADC_Cirrus#/media/File:ADCCirrusII.JPG). Diunduh tanggal 6 Oktober 2022 Pukul 0.58 WIB.
- Gambar 2.6** Piston Tipe V [Howstuffworks.com](https://www.insinyoer.com/wp-content/uploads/2015/05/Gambar-1-Konstruksi-Mesin-4-tak-www.howstuffworks.com_.jpg) (2010) [https://www.insinyoer.com/wp-content/uploads/2015/05/Gambar-1-Konstruksi-Mesin-4-tak-www.howstuffworks.com\\_.jpg](https://www.insinyoer.com/wp-content/uploads/2015/05/Gambar-1-Konstruksi-Mesin-4-tak-www.howstuffworks.com_.jpg). Diunduh tanggal 6 Oktober 2022 Pukul 7.18 WIB.
- Gambar 2.8** Sumber: Pilot’s Handbook of Aeronautical Knowledge/FAA (2016).
- Gambar 2.10 A** Sumber: Pilot’s Handbook of Aeronautical Knowledge/FAA (2016).
- Gambar 2.15** Sumber: [auto.howstuffworks.com](http://auto.howstuffworks.com) (2012).
- Gambar 2.16** Sumber: [auto.howstuffworks.com](http://auto.howstuffworks.com) (2012).
- Gambar 2.42** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant, Volume 1/ FAA (2018).
- Gambar 2.27** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant, Volume 1/ FAA (2018).
- Gambar 2.30** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Powerplant, Volume 1/ FAA (2018).
- Gambar 4.29** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).
- Gambar 4.30** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).
- Gambar 4.41** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).

- Gambar 4.44** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).
- Gambar 4.56** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).
- Gambar 4.59** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).
- Gambar 4.60** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).
- Gambar 4.62** smartcockpit.com/Bombardier Challenger 300, Lighting (2004) Training Guide (2004) <https://www.smartcockpit.com/docs/Lighting.pdf>. Diunduh tanggal 7 Oktober 2022 Pukul 10.12 WIB.
- Gambar 4.67** Sumber: Aviation Maintenance Technician Handbook–Airframe, Volume 2/ FAA (2018).
- Gambar 4.69** smartcockpit.com/Bombardier Challenger 300, Lighting (2004) Training Guide (2004) <https://www.smartcockpit.com/docs/Lighting.pdf>. Diunduh tanggal 7 Oktober 2022 Pukul 10.12 WIB.
- Gambar 4.75** smartcockpit.com/Bombardier Challenger 300, Lighting (2004) Training Guide (2004) <https://www.smartcockpit.com/docs/Lighting.pdf>. Diunduh tanggal 7 Oktober 2022 Pukul 10.12 WIB.
- Gambar 4.76** Sumber: Airframe & Powerplant-MECHANICS AIRFRAME HANDBOOK/FAA (1972).

## Glosarium

**aerodinamika:** ilmu pengetahuan mengenai akibat-akibat yang ditimbulkan udara atau gas-gas lain yang bergerak.

**aircraft:** pesawat udara

**airflow:** aliran udara

**airfoil:** permukaan benda yang dirancang untuk mendapatkan gaya angkat dari udara.

**airframe:** rangka pesawat udara

**angle of attack:** sudut yang terbentuk antara aliran udara (*relative wind*) dengan tali busur (*chord line*).

**angle of incidence:** sudut pemasangan atau sudut lancip yang dibentuk antara wing chord dengan sumbu longitudinal.

**boundary layer:** lapisan batas

**brinelling:** kerusakan akibat tekanan permukaan benda lain dengan beban yang berat.

**brinelling:** kerusakan akibat tekanan permukaan benda lain dengan beban yang berat.

**burnishing:** goresan pada permukaan akibat gesekan permukaan benda yang keras.

**burr:** kerusakan kecil akibat gerakan benda (bertranslasi/memanjang) yang berada dibagian ujung lubang.

**chattering:** kerusakan permukaan metal /komponen diakibatkan oleh getaran.

**control surfaces:** bidang-bidang kendali/kemudi.

**corrosion:** kerusakan akibat karat.

**crack:** Kerusakan akibat retak.

**cut:** hilangnya sebagian metal akibat potongan benda tajam.

**dent:** lekukan akibat beradu dengan benda lain.

**desibel (dB):**ukuran intensitas suara.

**drag:** gaya hambatan

**erosion:** pengikisan metal akibat aksi mekanik atau objek lainnya.

**extinguisher:** tabung pemadam kebakaran

**fuselage:** badan pesawat udara

**galling:** kerusakan permukaan metal/komponen akibat gesekan dua permukaan yang bergerak.

**glide ratio:** rasio luncuran saat mesin *off*.

**gouge:** kerusakan permukaan metal akibat beradu dengan material asing yang bertekanan berat.

**inclusion:** adanya material asing dalam suatu bagian material komponen akibat pengolahan/pembentukan selama di pabrik pembuat.

**induced drag:** komponen mendarat dari gaya angkat yang cenderung sebagai pusaran udara pada *wing tips*.

**laminar flow:** Aliran udara halus

**lapatch repair:** perbaikan dengan cara ditambah.

**leading edge:** Bagian depan sayap

**lift:** Gaya angkat

**maximum allowable concentration:** konsentrasi maksimum yang diperbolehkan suatu unsur pencemar.

**nick:** sobekan lokal pada suatu sisi komponen.

**parasite drag:** hambatan yang dihasilkan bagian-bagian lain dari pesawat udara selain *wing*.

**pitching:** gerakan angguk/atas-bawah

**pitting:** meruncingnya permukaan metal.

**pneumoconiosis:** penyakit radang paru-paru kronis akibat menghirup debu dalam jangka waktu lamak.

**powerplant:** tenaga penggerak

**score:** goresan yang lebih dalam dari scratch terhadap permukaan metal akibat bersinggungan dengan benda lain yang bertekanan.

**scratch:** goresan terhadap permukaan metal akibat cahaya atau bersinggungan dengan benda asing.

**skidding turn:** belokan tergelincir ke arah dalam lintasan.

**skin friction:** gesekan pada bagian permukaan pesawat udara

**slipping turn:** belokan tergelincir ke arah luar lintasan.

**splice repair:** perbaikan dengan cara disisipkan komponen penguat.

**stabilizer:** bidang kendali pesawat udara yang bekerja mengontrol stabilitas arah.

**stall:** hilangnya daya angkat.

**thrust:** gaya dorong

**Threshold Limit Value:** konsentrasi rata-rata dari suatu unsur pencemar dalam ruang kerja.

**trailing edge:** bagian belakang sayap

**turbulen flow:** aliran udara bergelombang

**vortices:** aliran udara berpusar

**Yawing:** gerakan arah kiri-kanan

# Indeks

## A

*aerodynamic* 4-5, 94  
*aircraft* 4-5, 17, 24, 29-31, 33, 127, 138, 141, 144, 148, 150-156, 163-165, 167, 172, 188, 196, 206, 211, 213, 258, 260, 262-263, 265-267, 272  
*aircraft hardware* 4-5, 151, 167  
*aircraft tools* 144, 163  
*airfoil* 101-106, 110-112, 114, 116-117, 272  
*airframe* 102, 107, 111, 117, 172, 227-228, 231-232, 235-236, 239, 243  
*airspeed* 113  
aksonometri 73, 75-76  
*angle of attack* 103-105, 114, 272  
*angle of incidence* 272  
apersepsi 27, 29, 42, 44, 46-47, 49, 68, 71, 74, 76, 80, 82, 84-85, 97, 101, 106, 123, 125, 136, 139, 143, 147, 176-177, 179-180, 188, 192, 196, 199, 208, 210, 221, 224, 226, 230, 234, 238, 241, 258, 261, 263  
*assembly* 87, 141, 225  
atmosfer 94, 97-101, 105, 115, 272

*aviation* 4-5, 102, 107, 111, 117, 137, 140-141, 144-145, 153, 157, 159, 161, 194-195, 198, 227-228, 231-232, 235-236, 239, 254-255, 268

## B

*boundary layer* 272

## D

*drag* 272-273

## E

*extinguisher* 272

## G

*glide ratio* 272

*ground* 270

## I

*induced* 272

## L

*laminar flow* 272

*lift* 272

## M

*maintenance* 269-272

*material* 272

*maximum allowable concentration* 272

*mechanical* 272

## N

*nick* 272

*normal turn* 272

## P

*parasite drag* 273

*pneumoconiosis* 273

*powerplant* 270-271

## S

*skidding* 273

*skin friction* 273

*slipping* 273

*stall* 273

## T

*thrust* 273

## U

udara 272-273

## W

*weight* 273

## Y

*yawing* 273

# Profil Pelaku Perbukuan



**Email:**  
maruli7104@gmail.com

**Instansi:**  
SMKN 29 Jakarta

**Alamat Instansi:**  
Jalan Prof. Jokosutono,  
S.H. No. 1, Jakarta

**Bidang Keahlian:**  
Teknologi Pesawat Udara

## Profil Penulis

### Maruli Tua, S.T., M.Pd.

#### Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

Guru di SMKN 29 Jakarta

#### Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. SDN 09 PT, lulus tahun 1985
2. SMPN 52, lulus tahun 1988
3. SMT Penerbangan Negeri, lulus tahun 1991
4. S1 Teknik Aeronautika, Sekolah Tinggi Teknologi Dirgantara, lulus tahun 1997
5. Akta IV Universitas Terbuka Jakarta, lulus tahun 2001
6. S2 PTK Universitas Negeri Jakarta, lulus tahun 2018

#### Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. Aircraft Structure Jilid 1 (Ditpsmk 2019)
2. Maintenance Practice Semester 3 kelas XI (BE Ditpsmk)
3. Maintenance Practice Semester 4 kelas XI (BE Ditpsmk)

**Email:**

asepgunawan9966@gmail.com

**Instansi:**

SMKN 29 Jakarta

**Alamat Instansi:**

Jalan Prof. Jokosutono,  
S.H. No. 1, Jakarta

**Bidang Keahlian:**

Teknologi Pesawat Udara

## Profil Penulis

### Ir. Drs. Asep Gunawan, M.T.

**Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):**

Guru di SMKN 29 Jakarta

**Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:**

1. Universitas Gunadarma, Magister Teknik Mesin Lulus Tahun 2014
2. IKIP Bandung Fakultas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan, Teknik MesinPaket Teknologi Penerbangan, Lulus Tahun 1992
3. SMAN 2 Tasikmalaya, Lulus Tahun 1986
4. SMPN Cisayong Tasikmalaya Lulus Tahun 1983
5. SDN Cikadu Cisayong Tasikmalaya , Lulus Tahun 1980

**Sertifikat /Licence**

1. Basic Aircraft Technical Knowledge (BATK)
2. A1 (Airframe Fixed Wing Aircraft)
3. A4 ( Gas Turbine Engine)
4. Sertifikasi Guru
5. Asesor Kompetensi Airframe Powerplant
6. Persatuan Insinyur Indonesia (PII) Bidang Kedirgantaraan

**Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):**

Airframe Powerplant untuk SMK Penerbangan (For Ditpsmk)

**Email:**

aviator\_tri@yahoo.com

**Instansi:**

-

**Alamat Instansi:**

-

**Bidang Keahlian:**

Teknologi Pesawat Udara

## Profil Penulis

### Tri Susilo, S.T., M.T.

#### Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Senior Auditor of Quality Assurance, PT. Lion Airlines (2019-sekarang).
2. Manager of Planning & Technical Services, PT. Lion Airlines (2016-2019).
3. Powerplant Engineering Specialist, PT. Batam Aero Technic (2007-2016).
4. Ketua Program Studi Teknik Penerbangan, Universitas DirgantaraMarsekal Suryadarma, Jakarta (2006-2007).

#### Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Magister Teknik Mesin, University of Indonesia (2001-2003)
2. Sarjana Teknik Penerbangan, STT Dirgantara (1992-1998)
3. SMT Penerbangan, Jakarta (1989-1992)
4. SMP Negeri 39, Jakarta (1986-1989)
5. SD Negeri 07, Jakarta (1980-1986)

#### Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

1. "The Computational Analysis of Flight Line for Single Stage Rocket Model", January edition, Vol. V - No. 1, 2020, published in the Journal of Aerospace Technology (ISSN 2528-2778), Aerospace University of Air Marshal Suryadarma - Jakarta.
2. "Airflow Simulation with CFD for B737-NG & B737-8 MAX Engine Cowlings", July edition, Vol. IV - No. 2, 2019, published in the Journal of Aerospace Technology (ISSN 2528-2778), Aerospace University of Air Marshal Suryadarma - Jakarta.

**Email:**

ariasarianggraeni19@gmail.com

**Instansi:**

SMKN 6 Tangerang

**Alamat Instansi:**

Jl. AMD Manunggal X  
Rt.006/ Rw.004 Kel.  
Kedaung Wetan Kec.  
Neglasari Kota Tangerang

**Bidang Keahlian:**

Teknik Pesawat Udara

## Profil Penelaah

### Ariasari Anggraeni, S.T., M.T.

#### Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru
2. Kepala Sekolah

#### Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. SDN 2 Iringmulyo Metro Tahun 1990
2. SMPN 2 Metro Tahun 1993
3. SMAN 2 Metro Tahun 1996
4. S1 Universitas Suryadarma Jurusan Teknik Elektro Tahun 2001
5. S2 Institut Sains Dan Teknologi Nasional Jurusan Magister Teknik Elektro Tahun 2005

**Email:**

bismil@unsurya.ac.id

**Instansi:**

Universitas Dirgantara  
Marsekal Suryadarma

**Alamat Instansi:**

Jl. Protokol Halim Perdana  
Kusuma No.1

**Bidang Keahlian:**

Teknologi Pesawat Udara

## Profil Penelaah

### Bismil Rabeta, S.T., M.T.

**Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):**

Dosen Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma

**Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:**

1. S1 (Sarjana Teknik Penerbangan) Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma, Tahun 2014-2017
2. S2 (Magister Teknik) Institut Teknologi Bandung, Tahun 2008-2011
3. S3 (Program Doktor) Institut Teknologi Bandung, Tahun 2022- sekarang

**Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):**

1. Basic Aircraft Technical Knowledge. (No Kode : DAR2/Professional/833/1/2021)
2. Basic Aircraft Technical Knowledge. (No Kode: DAR2/Professional/833/2/2021)
3. Basic Aircraft Technical Knowledge. (No Kode : DAR2/Professional/833/3/2021)

**Judul Penelitian dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):**

1. Aerodynamic Analysis on JABIRU J430 Wing with the Addition of Vortex Generator using CFD Method, Tahun 2022
2. Iteration Design of Forces Measuring Plate Mount On RIG Free Fall Test Equipment Using Topology Optimization, Tahun 2022
3. Graphical User Interface Simulation Thermodynamic Analysis of Turboprop Engines Using Matlab R2020a Software, Tahun 2021
4. Comparison of Thermodynamic Analysis of TPE-331 and PT6A-42 Engines Against Flight Altitude Variations, Tahun 2020
5. Analysis of the Influence of Winglets On The Wings Of Cessna 172 Aircraft Using XFLR5 Software, Tahun 2020

**Email:**

yudissimo@gmail.com

**Instansi:**

Praktisi

**Alamat Instansi:**

Jakarta

**Bidang Keahlian:**

Editing

## Profil Editor

### Yudi Iswanto, S.Pd.

#### Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):

1. Guru, SD Kreativitas Anak Indonesia, 2016-Sekarang
2. Editor & Penulis, Bintang Satu Cipta, 2015-2016
3. Editor & Penulis, Zahra Publishing House, 2009-2015
4. Editor, Ganeca Exact, 2007-2009
5. Editor & Reporter, Majalah Pena Pendidikan, 2005-2007
6. Editor, Gema Insani Press, 2004-2005

#### Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:

1. Bahasa dan Budaya Italia, università Per Stranieri di Siena, Italia, 2005
2. S1 Bahasa dan Sastra Arab, Universitas Negeri Jakarta, 2004
3. SMKN 29, Jakarta, 1999
4. SMPN 9, Jakarta, 1996
5. SDN 06 KDW, Jakarta 1993

#### Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):

King Suleiman: The Magnificent, 2015

**Email:**

Danieltirta89@gmail.com

**Instansi:**

Praktisi

**Alamat Kantor:**

Bekasi Utara 17124

**Bidang Keahlian:**

Multimedia & Desain

## Profil Ilustrator

### Daniel Tirta Ramana, S.Sn.

**Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):**

1. Sevenotes -EO (2010-2011)
2. Apple box - motion graphic (2011-2013)
3. Bloomberg Tv - Motion graphic (2012 - 2015)
4. iNews Tv indonesia - Motion graphic (2015 - 2017)
5. Founder & Owner di @sepatu.capung (shoes store) (2017-sekarang)
6. Local Pride Garage (Media - instagram, tiktok)

**Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:**

S1: DKV IKJ - Multimedia (2007-2012).

**Karya/Pameran/Eksibisi dan Tahun Pelaksanaan (10 Tahun Terakhir):**

Pameran Tugas Akhir Institut Kesenian Jakarta (2012).

**Judul Buku dan Tahun Terbit (10 Tahun Terakhir):**

Desain dan Ilustrasi Buku Kurikulum 2013

**Portofolio dapat dilihat di:**

<https://www.behance.net/danielDTR>

**Email:**

purple\_smile340@yahoo.  
co.id

**Instansi:**

Praktisi

**Alamat Instansi:**

Jakarta

**Bidang Keahlian:**

Illustration, Infographic,  
Graphic Design, Digital  
Sculpting

## Profil Ilustrator

### Rio Ari Seno

**Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):**

Senior Graphic Designer di PT Tempo Inti Media Tbk  
(2013-Present)

**Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:**

S1 Fakultas Seni Rupa IKJ – DKV (2005-2011)

**Informasi Lain Ilustrator**

1. <https://www.behance.net/rioariseno>
2. <http://artstation.com/rioariseno>

**Email:**

syarif.achmad9@gmail.com

**Instansi:**

Praktisi

**Alamat Instansi:**

Jakarta

**Bidang Keahlian:**

Desain Grafis, Multimedia

## Profil Desainer

### Achmad Syarif, S.T.

**Riwayat Pekerjaan/Profesi (10 Tahun Terakhir):**

1. Desainer Merdeka Labelindo Group (2009-Sekarang)
2. Wirausaha di bidang Kuliner & Livestock (2016-Sekarang)
3. Music Arranger (2009-Sekarang)

**Riwayat Pendidikan dan Tahun Belajar:**

S1 Teknik Industri, UPI YAI, 2015