

NORMA & STANDAR

LABORATORIUM/
BENGKEL SMK

**Kompetensi Keahlian
Airframe Mechanic**



DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN VOKASI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2021

NORMA & STANDAR LABORATORIUM/BENGKEL SMK KOMPETENSI KEAHLIAN *AIRFRAME MECHANIC*

Penanggung Jawab

Dr. Ir. M. Bakrun, M.M. (Direktur Sekolah Menengah Kejuruan)

Ketua Tim

Dr. Arie Wibowo Khurniawan, S.Si, M.Ak. (Koordinator Bidang Sarana dan Prasarana)

Penulis

Dr. K. Ima Ismara, M.Pd., M.Kes.

Prof. Ir. Moh. Khairudin, M.T., Ph.D.

Drs. Darmono, M.T.

Prof. Herman Dwi Surjono, M.Sc., M.T., Ph.D.

Prof. Dr. Mutiara Nugraheni, S.TP., M.Si.

Noor Fitrihana, M.Eng.

Khusni Syauqi, S.Pd., M.Pd.

Yuniar Afrianto, S.Pd.

Suharto, S.Pd., MM.

Sunardi

Norman

ISBN: 978-623-6065-44-0

Editor

Yogi Adidarma Putra

Desain

Alip Irfandi

Layout

Sakti Risfita

Ilustrasi Gambar

Rizki Adi Saputro

Gambar pada sampul merupakan gambar bebas lisensi dari SuperJet International di commons.wikimedia.org

Cetakan I, 2021

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang memperbanyak karya tulis ini dalam bentuk dan dengan cara apa pun tanpa ijin tertulis dari penulis

DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN VOKASI
KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
2021

KATA PENGANTAR

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) bertujuan untuk menghasilkan tenaga kerja terampil, wirausaha pemula dan pembelajar sepanjang hayat untuk mengembangkan potensi dirinya dalam mengadopsi dan beradaptasi dengan perkembangan ilmu pengetahuan, teknologi dan seni serta tuntutan kebutuhan kualifikasi dan kompetensi dunia kerja saat ini dan masa depan. Dalam rangka mewujudkan tujuan SMK tersebut diperlukan sarana dan prasarana yang memadai untuk mendukung terlaksananya kegiatan pembelajaran bermutu.

Disrupsi teknologi di era revolusi industri 4.0 ditandai dengan semakin meluasnya penerapan otomatisasi, *artificial intelligence*, *big data*, *internet of things* (IoT) di industri dunia usaha dan dunia kerja (IDUKA) mengakibatkan perubahan-perubahan besar pada cara belajar, cara berinteraksi dan cara bekerja. SMK dituntut menghasilkan lulusan yang semakin relevan dan adaptif dengan tuntutan kebutuhan sumber daya manusia (SDM) di IDUKA saat ini dan masa depan. Untuk menyiapkan SDM yang berkualitas dan berdaya saing dalam mendukung agenda *Making Indonesia 4.0* diperlukan dukungan dan adopsi peralatan yang relevan dengan kebutuhan industri 4.0 di SMK sehingga lulusan SMK memiliki keterampilan baru yang dibutuhkan pasar kerja ke depan.

Untuk menjamin kualitas proses pembelajaran yang bermutu dan relevan di SMK, maka diperlukan norma dan standar peralatan yang menunjang terwujudnya capaian pembelajaran di setiap kompetensi keahlian. Pengembangan norma dan standar peralatan ini dilandaskan pada kebutuhan kurikulum, klaster uji kompetensi kerangka kualifikasi kerja nasional (KKNI) untuk SMK, kompetensi jabatan pertama lulusan SMK dan berorientasi pada kebutuhan dunia kerja di era industri 4.0.

Dengan adanya norma dan standar ini diharapkan dapat menjadi acuan penyediaan peralatan di SMK baik oleh pemerintah, penyelenggara SMK, IDUKA dan para pemangku kepentingan lainnya. Norma dan standar ini disusun sebagai bagian penjaminan mutu dalam pengembangan dan penyelenggaraan SMK.

Akhirnya tim penyusun memanjatkan puji syukur kepada Allah SWT dan mengucapkan terima kasih kepada Direktorat SMK yang telah memfasilitasi penyusunan buku ini dan semua pihak yang telah memberikan bantuan sehingga terselesaikannya penyusunan buku Norma dan Standar Peralatan SMK.

Jakarta, November 2020

Direktur Sekolah Menengah Kejuruan



Dr. Ir. M. Bakrun, M.M.

NIP 196504121990021002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUANG LINGKUP	2
C. METODOLOGI.....	3
BAB II RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN.....	7
A. RUANG PRAKTIK	7
B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK.....	8
C. RUANG PRAKTIK SMK AIRFRAME MECHANIC	29
D. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA SUB RUANG GAMBAR TEKNIK DAN CAD.....	36
E. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA PERAKITAN STRUKTUR PESAWAT UDARA.....	42
F. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MATERIAL KOMPOSIT UDARA	51
G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA HIDROLIK PNEUMATIK.....	59
H. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN	67
BAB III PENUTUP	69
A. KESIMPULAN.....	69
B. SARAN DAN REKOMENDASI.....	70
DAFTAR PUSTAKA.....	71
LAMPIRAN	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Profil kompetensi lulusan <i>airframe mechanic</i>	4
Gambar 2.	Metode <i>design thinking non linier</i>	5
Gambar 3.	Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa.....	18
Gambar 4.	Ilustrasi pengangkuran lemari.....	18
Gambar 5.	Minimum jarak antar meja di ruang kelas.....	18
Gambar 6.	Ilustrasi pengikatan pot bunga pada tiang.....	19
Gambar 7.	Komponen non-struktur harus diberi pengaku.....	19
Gambar 8.	Ilustrasi struktur yang diberikan <i>isolation bearing</i>	20
Gambar 9.	Ilustrasi penempatan pipa <i>hydrant</i> di jalan.....	21
Gambar 10.	Ilustrasi penempatan <i>hydrant box</i> , alarm dan alat pemadam api ringan (APAR).....	21
Gambar 11.	Ilustrasi lemari penyimpanan APD.....	22
Gambar 12.	Ilustrasi pemasangan <i>smoke detector</i> dan <i>sprinkler</i>	22
Gambar 13.	Ilustrasi <i>sprinkler</i>	22
Gambar 14.	Ilustrasi <i>smoke detector</i>	23
Gambar 15.	Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran.....	24
Gambar 16.	Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran.....	24
Gambar 17.	Titik kumpul evakuasi.....	24
Gambar 18.	Ilustrasi jalur evakuasi.....	25
Gambar 19.	Protokol kesehatan di lab/ bengkel.....	26
Gambar 20.	Prosedur penggunaan ruang.....	28
Gambar 21.	Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian <i>airframe mechanic</i>	32
Gambar 22.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian <i>airframe mechanic</i>	33
Gambar 23.	<i>Showroom/outlet</i> bidang keahlian teknologi dan rekayasa.....	34
Gambar 24.	<i>Smart classroom</i>	35
Gambar 26.	Area kerja material komposit udara.....	74
Gambar 26.	Area kerja ruang kendali.....	75
Gambar 27.	Budaya 5S/5R di ruang praktik SMK.....	76
Gambar 28.	Budaya safety/K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	77
Gambar 29.	Budaya safety/K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	78

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Definisi dan kebutuhan luasan ruang minimum.	7
Tabel 2.	Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa	9
Tabel 3.	Material struktur kolom.....	12
Tabel 4.	Sistem struktur lantai untuk bangunan.....	13
Tabel 5.	Persyaratan struktur atap.....	14
Tabel 7.	Peralatan <i>smart classroom</i>	30
Tabel 8.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada sub ruang gambar teknik dan CAD.....	36
Tabel 9.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada area perakitan struktur pesawat udara.....	42
Tabel 10.	Daftar perabot dan peralatan praktik area kerja material komposit udara	51
Tabel 11.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja hidrolik pneumatik	59
Tabel 12.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan	67

BAB I PENDAHULUAN

A. LATAR BELAKANG

Guna mewujudkan visi Indonesia menjadi top 10 ekonomi dunia pada tahun 2030 pemerintah Indonesia melalui kementerian perindustrian telah menyiapkan peta jalan *Making Indonesia 4.0* dalam menghadapi tantangan era revolusi industri 4.0. Pembangunan kualitas sumber daya manusia menjadi salah satu prioritas dalam agenda *making Indonesia 4.0*. Memasuki revolusi industri 4.0, transformasi dan integrasi lingkungan kerja fisik ke lingkungan kerja digital seperti penggunaan kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence, AI*), robotika, dan inovasi digital lainnya sudah semakin banyak digunakan di tempat kerja. Untuk itu pengembangan peta jalan pendidikan vokasi Indonesia 2020–2035 harus mengantisipasi perubahan besar yang terjadi akibat disrupsi teknologi baik cara belajar, cara bekerja dan kebiasaan hidup di masa depan.

Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) sebagai bagian dari pendidikan vokasi pada jenjang menengah diharapkan mampu menghasilkan tenaga teknis industri yang relevan dengan kebutuhan dunia kerja saat ini dan masa depan. Untuk meningkatkan kualitas dan daya saing SDM pemerintah telah mengeluarkan Instruksi Presiden Nomor 9 tahun 2016 tentang Revitalisasi SMK. Untuk semakin menguatkan program peningkatan kualitas lulusan SMK, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah menetapkan Standar Nasional Pendidikan SMK melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomor 34 tahun 2018 (SNP SMK). Dalam SNP

SMK standar kompetensi lulusan SMK meliputi 9 area kompetensi yang mencakup aspek karakter (*soft skills*), kompetensi teknis dan kewirausahaan.

Prosser & Quigley (1950) menyatakan pendidikan kejuruan akan efektif jika peralatan, mesin, dan tugas kerja sesuai dengan lingkungan dimana lulusan akan bekerja. Dukungan peralatan yang relevan dengan industri, penataan lingkungan belajar sesuai dengan lingkungan kerja di industri dan program pembelajaran yang sesuai dengan tugas-tugas yang akan dikerjakan di industri menjadi faktor penting dalam pencapaian kompetensi lulusan SMK. Menghadapi era revolusi industri 4.0, kemajuan teknologi di berbagai bidang akan mengubah kebutuhan SDM di dunia kerja. Untuk itu diperlukan dukungan dan pengembangan peralatan praktik yang mendukung penyiapan lulusan SMK sebagai tenaga kerja yang memenuhi kualifikasi dan kompetensi SDM di era revolusi industri 4.0. Diperlukan pembaharuan terus-menerus peralatan praktik SMK, kompetensi guru, dan kurikulum menyesuaikan dengan dinamika yang ada di industri.

Untuk meminimalkan gap teknologi dan kompetensi dengan dunia kerja dan serta memberikan penjaminan mutu maka diperlukan norma, standar, prosedur, dan kriteria di bidang sarana prasarana SMK. Norma dan standar peralatan praktik SMK bertujuan untuk memberikan panduan bagi para pemangku kepentingan dalam pengembangan sarana dan prasarana SMK yang relevan dengan tuntutan pasar kerja nasional dan global. Norma dan standar peralatan praktik ini dirancang berlandaskan pada kebutuhan kurikulum, kerangka kualifikasi dan standar kompetensi kerja nasional Indonesia, relevan dengan jabatan lulusan SMK di industri, kebutuhan pedagogis dan berorientasi industri 4.0 memenuhi persyaratan keselamatan dan kesehatan kerja.

B. RUANG LINGKUP

Norma, standar, prosedur, dan kriteria peralatan praktik SMK ini dikembangkan berlandaskan dokumen standar sarana prasarana dalam SNP SMK 2018 dan struktur kurikulum 2018 untuk menjabarkan lebih spesifik seperangkat peralatan praktik yang menunjang kompetensi keahlian. Untuk memenuhi kebutuhan SDM di era revolusi 4.0 diperlukan meng-*upgrade* peralatan sesuai dengan spesifikasi terbaru dan atau menambah ruang praktik baru sebagai pengembangan dari SNP SMK 2018.

Norma, standar, prosedur, dan kriteria peralatan praktik SMK ini dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan seperangkat peralatan praktik yang menunjang untuk kompetensi keahlian Teknik Kelistrikan Kapal untuk menghasilkan profil lulusan seperti dijelaskan dalam gambar 1.

C. METODOLOGI

Penyusunan norma dan standar ini menggunakan metode kualitatif dengan menggunakan tahapan *design thinking non linear*. Pertama, tahapan *Empathy* yaitu memahami kebutuhan pengguna meliputi SMK sebagai pengguna peralatan praktik dan IDUKA sebagai pengguna lulusan. Kedua, tahapan *Define* mendefinisikan kebutuhan standar sarana prasarana berlandaskan SNP SMK 2018 dan kebutuhan pasar kerja saat ini dan masa depan. Ketiga adalah tahapan *Ideate* yaitu mengembangkan norma dan standar peralatan praktik SMK yang relevan dengan kebutuhan kompetensi tenaga kerja industri yang berorientasi pada kebutuhan tenaga kerja di era revolusi industri 4.0. Keempat, tahapan pengembangan prototype, desain gambar ruang praktik 2 dimensi, 3 dimensi dan daftar peralatan-peralatan praktik yang menunjang kompetensi keahlian sesuai spektrum serta kurikulum SMK. Kelima adalah tahapan *Test/Validasi* yaitu memvalidasi rancangan *prototype* kepada para pemangku kepentingan seperti SMK, IDUKA dan para pengambil kebijakan di bidang sarana dan prasarana SMK. Proses pada setiap tahapan dapat diulang sesuai kebutuhan (*non linear*) sehingga didapatkan hasil akhir buku Norma dan Standar Laboratorium/Bengkel SMK.

Dasar pertimbangan yang digunakan dalam pengembangan norma dan standar fasilitas seperangkat peralatan praktik SMK adalah kebutuhan pedagogi dalam implementasi kurikulum, kebutuhan kompetensi untuk posisi jabatan pertama lulusan SMK di industri, pelaksanaan uji kompetensi skema sertifikasi KKN level II/III, dan mengantisipasi perubahan struktur tenaga kerja masa depan di era revolusi industri 4.0. Untuk mendukung efektifitas pembelajaran maka pemenuhan seperangkat peralatan menggunakan rasio peralatan adalah 1:1 atau 1:2 dan atau 1:4 yang disesuaikan dengan strategi pembelajaran, capaian kompetensi, kapasitas ruang, level teknologi, level keterampilan dan pembiayaan. Untuk mendukung pengembangan *teaching factory* melalui tata kelola SMK Badan Layanan Umum Daerah (BLUD) dapat dikembangkan peralatan yang mendukung untuk meningkatkan nilai jual produk/jasa seperti peralatan kemasan *point of sale* dan sejenisnya sebagai peralatan penunjang untuk mendukung kegiatan *teaching factory* SMK dalam menumbuhkan kompetensi kemandirian dan kewirausahaan.

PROFIL KOMPETENSI LULUSAN *AIRFRAME MECHANIC*

Bekerja menjadi:

- Mechanical assembler
- Junior mechanic

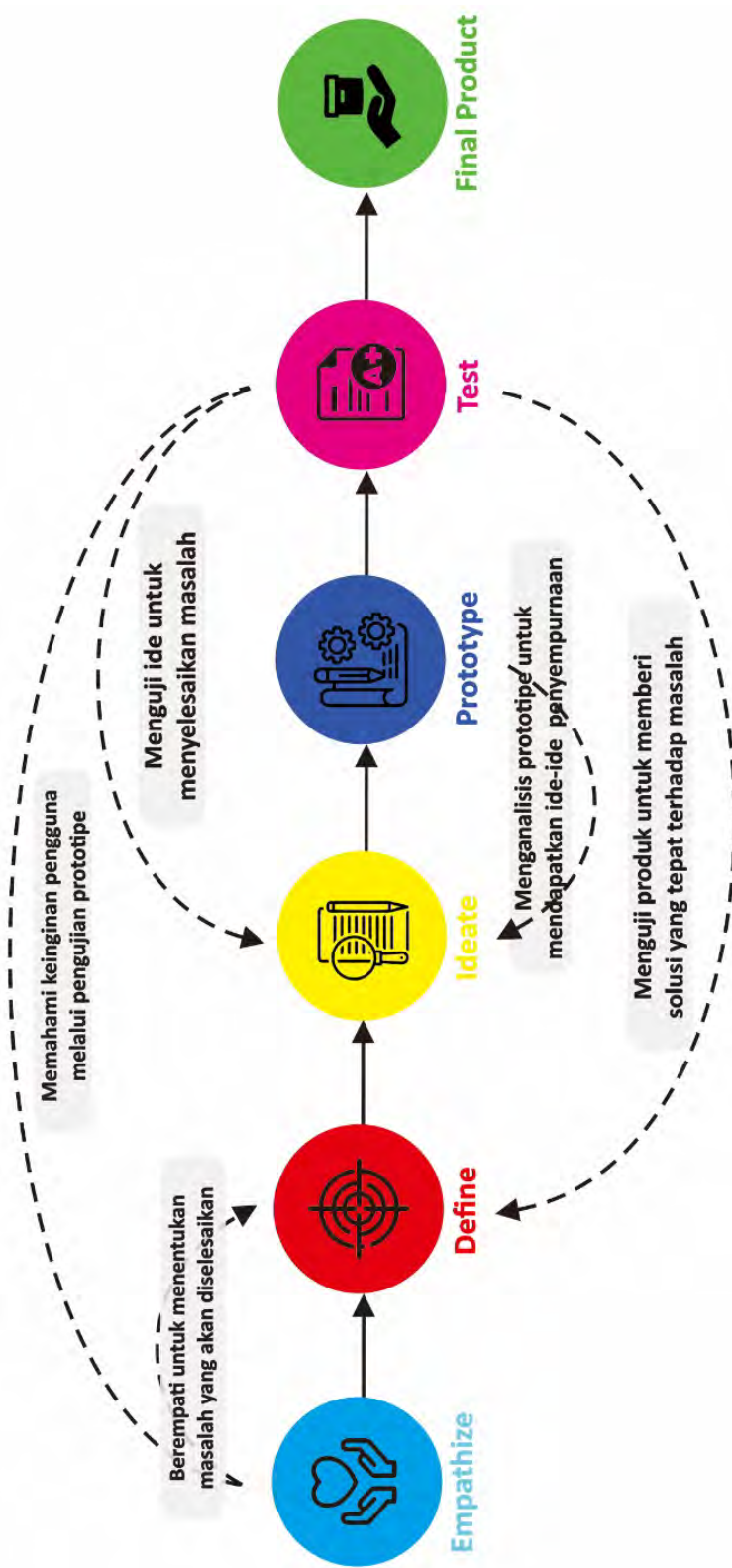
Melanjutkan studi:

D3, D4 atau S1 (teknik penerbangan, teknik mesin, pendidikan teknik mesin, teknik mesin dan manufaktur, teknik perancangan manufaktur atau yang sesuai peminatan di dalam maupun di luar negeri)

Wirausahawan:

- Penyedia peralatan pemesanan pesawat terbang
- Penyedia jasa perawatan pemesanan pesawat terbang
- *Freelance drafter*, pengawas, dan pelaksana pemesanan pesawat terbang

Gambar 1. Profil kompetensi lulusan *airframe mechanic*



Gambar 2. Metode design thinking non linier

BAB II

RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN

A. RUANG PRAKTIK

Dalam SNP SMK 2018 ruang praktik Kompetensi Keahlian *Airframe Mechanic* berfungsi sebagai tempat untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran seperti menggambar teknik, keterampilan dasar, pemotongan secara mekanik, alat bantu perakitan pesawat udara (*aircraft tools jig and fixture*), instalasi hidrolik dan pneumatik pesawat udara (*aircraft hydraulic and pneumatic installation*), material komposit pesawat udara (*aircraft material komposit*), aircraft drawing dan CAD, perakitan struktur pesawat udara (*aircraft structure assy part*). Besarnya luasan minimum ruang Kompetensi Keahlian Airframe Mechanic adalah 150 m² (seratus lima puluh meter persegi). Selanjutnya, detail luas ruangan praktik tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Definisi dan kebutuhan luasan ruang minimum.

No	Jenis	Rasio	Deskripsi
1	Aircraft drawing & CAD	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
2	Area kerja perakitan struktur pesawat udara (<i>aircraft structure assy part</i>)	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.

No	Jenis	Rasio	Deskripsi
3	Area kerja instalasi hidrolis dan pneumatik pesawat udara (<i>aircraft hydraulic and pneumatic installation</i>), material komposit pesawat udara (<i>aircraft material composit</i>)	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
4	Area kerja alat bantu perakitan	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
5	Ruang instruktur dan penyimpanan	3 m ² /instruktur	Kapasitas untuk 9 instruktur

Pengembangan ruang menggunakan prinsip fleksibilitas ruang praktik yang dapat digunakan untuk memenuhi standar minimal ruang praktik, sebagai *maker space* dan sebagai ruang praktik untuk membentuk kompetensi siswa melalui pembelajaran berbasis *teaching factory* atau *project*.

B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK

Norma dan Standar desain ruang praktik siswa SMK dikembangkan untuk memberikan ilustrasi desain lingkungan belajar yang modern untuk mendukung proses pembelajaran abad 21, namun sekolah diberikan fleksibilitas sesuai dengan kondisi yang ada di sekolah disesuaikan dengan memperhatikan minimal luasan ruang praktik, fungsi, kontur tanah, ergonomi, dan K3. Lingkungan belajar yang modern mengoptimalkan pemanfaatan teknologi terkini untuk memfasilitasi sarana dan prasarana bagi siswa dan guru yang mendukung pembelajaran berpusat pada siswa, berbasis *project*, *teaching factory*, pengembangan kewirausahaan dan pengembangan profesional berkelanjutan. Fasilitas lingkungan belajar modern di SMK mencakup enam elemen yaitu:

1. Ketersediaan jaringan internet
2. Peralatan audiovisual
3. Perabot yang mudah dipindahkan/diatur sesuai kebutuhan strategi pembelajaran
4. Lingkungan belajar yang mendukung interaksi sosial secara formal dan informal
5. Peralatan yang mendukung penguasaan kompetensi tenaga kerja industri dan kewirausahaan di era revolusi industri 4.0
6. Lingkungan area kerja laboratorium dan bengkel untuk menumbuhkan budaya kerja industri seperti 5S/5R dan K3 (lihat gambar 30, 31, dan 32).

Lingkungan belajar di SMK dirancang memiliki fleksibilitas sebagai pusat pengembangan kompetensi, membentuk iklim tumbuhnya budaya industri dan me-

numbuhkan kreatifitas dan inovasi wirausaha pemula. Ada sembilan aspek yang harus diperhatikan dalam menciptakan ruang belajar yang aman, nyaman, selamat, sehat dan indah yaitu kualitas air, kebisingan, pencahayaan dan pemandangan, ventilasi, kualitas udara, kelembaban, suhu, pengendalian debu dan serangga serta sistem keamanan dan keselamatan. Norma dan standar ruang praktik SMK ini merupakan panduan untuk perencanaan dan pengembangan dalam membangun fasilitas sarana dan prasarana SMK untuk mencapai kinerja yang lebih optimal. Norma dan standar ruang praktik SMK meliputi:

1. SISTEM ELEKTRIKAL LABORATORIUM

Standar minimal untuk sistem elektrikal laboratorium kotak kontak/stop kontak 1 *phase* dengan jarak masing-masing 3 m, dan kotak kontak/stop kontak 3 *phase* dengan jarak masing-masing 6 m, pada sepanjang dinding bagian dalam ruang praktik.

2. PERSYARATAN MATERIAL BANGUNAN

Material yang digunakan untuk beton bertulang, baja ataupun kayu mengikuti Standar Nasional Indonesia (SNI) yang terbaru dan telah ditetapkan. Material yang dimaksud juga dapat disesuaikan dengan kemajuan ilmu dan teknologi bahan. Tidak terbatas hanya itu, penggunaan material juga disesuaikan dengan kemampuan sumber daya setempat dengan tetap mempertimbangkan kekuatan dan keawetan sesuai pedoman SNI. Selanjutnya, prioritas material bangunan menggunakan produk dalam negeri, termasuk untuk bahan dari sistem pabrikasi. Persyaratan material bangunan dapat dijelaskan pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa

No	Material	Alternatif material
1.	Penutup lantai	- Bahan teraso, keramik, papan kayu, <i>vinyl</i>, marmer, <i>homogenius tile</i> dan karpet yang disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunan; - Adukan atau perekat harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis material yang digunakan.
2.	Dinding pengisi	Batu bata, beton ringan, bata tela, batako, papan kayu, kaca dengan rangka kayu/aluminium, panel GRC dan/atau aluminium
	Dinding partisi	Papan kayu, kayu lapis, kaca, <i>calسيوم board</i>, <i>particle board</i>, dan/atau <i>gypsum-board</i> dengan rangka kayu kelas kuat II atau rangka lainnya, yang dicat tembok atau bahan finishing lainnya, sesuai dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya.

No	Material	Alternatif material
	Prasyarat bahan perekat	Adukan/perekat yang digunakan harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai jenis bahan dinding yang digunakan;
	Prasyarat komponen pracetak	Jika ada komponen pracetak yang telah digunakan pada dinding, maka dapat digunakan bahan pracetak yang sudah ada.
3.	Kerangka Langit-langit	Kayu lapis atau yang setara, digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum: • 4/6 cm untuk balok pembagi dan balok penggantung; • 6/12 cm untuk balok rangka utama; dan • 5/10 cm untuk balok tepi; • Besi <i>hollow</i> atau <i>metal furring</i> 40 mm x 40 mm dan 40 mm x 20 mm lengkap dengan besi penggantung Ø8 mm dan pengikatnya; Untuk bahan penutup akustik atau <i>gypsum</i> digunakan kerangka aluminium yang bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan;
	Bahan penutup langit	Kayu lapis, aluminium, akustik, <i>gypsum</i> , atau sejenis yang disesuaikan dengan fungsi dan klasifikasi bangunannya;
	Lapisan <i>finishing</i>	Harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis bahan penutup yang digunakan sesuai prosedur SNI.
4.	Bahan penutup atap	• Bahan harus memenuhi persyaratan SNI yang berlaku. • Material penutup atap dapat terdiri dari atap beton, genteng, metal, <i>fibrecement</i>, <i>calcium board</i>, sirap, seng, aluminium, maupun asbes/asbes gelombang; • Atap dari beton harus dilapisi <i>waterproofing</i>; • Penggunaan material atap dapat disesuaikan dengan fungsi, klasifikasi dan kondisi daerahnya.
	Bahan kerangka penutup atap	Untuk penutup atap genteng digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran: • 2/3 cm untuk reng atau 3/4 cm untuk reng genteng beton; • 4/6 cm atau 5/7 cm untuk kaso, dengan jarak antar kaso disesuaikan ukuran penampang kaso;

No	Material	Alternatif material
	Kerangka atap non-kayu	• Gording baja profil C, dengan ukuran minimal 125 x 50 x 20 x 3,2; • Kuda-kuda baja profil WF, dengan ukuran minimal 250 x 150 x 8 x 7; • Struktur baja ringan (<i>cold form steel</i>); • Beton plat dengan tebal minimum 12 cm.
5.	Kusen dan daun pintu/jendela	• Kayu kelas kuat/kelas awet II dengan ukuran jadi minimum 5,5 cm x 11 cm dan dicat kayu atau dipelitur sesuai persyaratan standar yang berlaku; • Rangka daun pintu yang dilapisi kayu lapis/<i>teakwood</i>, menggunakan kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum 3,5cmx10cm. Sedangkan ambang bawah 3,5x20cm. Daun pintu dilapis dengan kayu lapis yang dicat atau dipelitur; • Daun pintu panil kayu digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dicat kayu atau dipelitur; • Daun jendela kayu, digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dengan ukuran rangka minimum 3,5 cm x 8 cm, dicat kayu atau dipelitur; • Rangka pintu/jendela yang menggunakan bahan aluminium ukuran rangkanya disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya; • Kusen baja profil E, dengan ukuran minimal 150 x 50 x 20 x 3,2 dan pintu baja BJLS 100 diisi <i>glass woll</i> untuk pintu kebakaran; • Penggunaan kaca untuk daun pintu maupun jendela disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya.

3. PERSYARATAN STRUKTUR BANGUNAN

Struktur bangunan harus memenuhi standar mutu keselamatan (*safety*) dan kelayakan (*serviceability*) dan persyaratan SNI yang berlaku. Spesifikasi teknik untuk sistem struktur yang dimaksud diuraikan seperti di bawah ini.

a. Fondasi

Struktur fondasi harus direncanakan mampu untuk menahan beban di atasnya (beban sendiri, beban hidup, beban mati). Untuk daerah dengan tanah berpasir atau lereng dengan kemiringan di atas 15 derajat, jenis fondasi disesuaikan dengan bentuk massa bangunan untuk menghindari terjadinya likuifaksi pada saat gempa.

Fondasi untuk sekolah harus disesuaikan dengan jenis dan kondisi tanah, serta klasifikasi bangunannya. Fondasi dengan karakter khusus, maka kekurangan biaya dapat diajukan secara khusus di luar biaya standar sebagai fondasi non-standar. Untuk bangunan lebih dari tiga lantai, maka harus didukung dengan penyelidikan kondisi tanah oleh tim ahli geoteknik yang bersertifikat.

b. Kolom

Struktur kolom dapat dibedakan berdasarkan material penyusunnya sebagai berikut.

Tabel 3. Material struktur kolom.

No	Material kolom	Keterangan
1.	Kolom beton bertulang	- Tebal minimum 15cm, tulangan 4Ø12-15cm; - Selimut beton minimum 2.5cm; - Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.
2.	Kolom beton bertulang (praktis)	- Tebal minimum 15cm, tulangan 4Ø12-20cm; - Selimut beton minimum 2.5cm; - Mutu bahan berdasarkan kepada pedoman SNI yang berlaku.
3.	Kolom baja	- Mempunyai kelangsingan (λ) maksimum 150; - Dibuat dari profil tunggal maupun tersusun harus mempunyai minimum 2 sumbu simetris; - Sambungan antara kolom baja pada bangunan bertingkat tidak boleh dilakukan pada tempat pertemuan antara balok dengan kolom, dan harus mempunyai kekuatan minimum sama dengan kolom; - Sambungan kolom baja yang menggunakan las harus menggunakan las listrik, sedangkan yang menggunakan baut harus menggunakan baut mutu tinggi; - Penggunaan profil baja tipis yang dibentuk dingin, harus berdasarkan perhitungan-perhitungan yang memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup; - Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.
4.	Struktur kolom kayu	- Dimensi kolom bebas diambil minimum 20 cm x 20 cm; - Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.

No	Material kolom	Keterangan
5.	Struktur dinding geser (jika ada)	- Dinding geser harus direncanakan untuk secara bersama-sama dengan struktur secara keseluruhan agar mampu memikul beban yang diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat dari beban-beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun muatan beban sementara yang timbul akibat gempa dan angin; - Dinding geser mempunyai ketebalan sesuai dengan ketentuan dalam SNI yang berlaku.

c. Struktur Lantai

Material untuk struktur lantai mengikuti persyaratan sebagai berikut:

Tabel 4. Sistem struktur lantai untuk bangunan

No.	Sistem struktur lantai	Keterangan
1	Kayu	- Jika tebal papan lantai 2 cm, jarak balok anak tidak boleh lebih dari 60 cm; - Ukuran balok anak minimal adalah 6/12 cm; - Balok lantai yang masuk ke dalam dinding harus dilapisi bahan pengawet terlebih dahulu; - Material dan tegangan untuk syarat kekuatan dan kekakuan material harus memenuhi SNI yang berlaku.
2.	Beton	- Harus dipasang lapisan pasir dengan tebal minimal 5cm; dengan lantai kerja minimal 5cm; - Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi standar SNI yang berlaku; - Analisis struktur pelat lantai beton dilakukan oleh tenaga ahli yang bersertifikasi.
3.	Baja	- Ketebalan pelat diperhitungkan agar memenuhi batas lendutan yang dipersyaratkan; - Kekuatan sambungan dan analisa struktur harus dihitung oleh tenaga ahli bersertifikasi; - Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.

d. Struktur Atap

Struktur atap merupakan salah satu komponen penting dalam suatu bangunan. Kemiringan atap, persyaratan material dan analisa struktur mengacu kepada Tabel 5.

Tabel 5. Persyaratan struktur atap

No.	Sistem struktur	Keterangan
1.	Kayu	• Ukuran yang digunakan harus sesuai dengan ukuran yang dinormalisir; • Rangka atap kayu harus menggunakan bahan anti rayap; • Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.
2.	Beton bertulang	Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.
3.	Baja	• Sambungan pada rangka atap baja yang berupa baut, paku keling, atau las listrik, harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku; • Rangka atap baja harus dilapisi pelapis anti korosi; • Pada bangunan sekolah yang telah ada komponen fabrikasi, struktur rangka atap dapat digunakan komponen prefabrikasi yang sudah ada; • Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.

4. PERSYARATAN UMUM BANGUNAN GEDUNG

Persyaratan aspek keselamatan yang harus dipenuhi dalam rangka mewujudkan sekolah yang aman dari beban eksternal seperti gempa bumi, kebakaran dan lainnya adalah sebagai berikut.

- a. Memiliki struktur yang stabil dan kukuh sampai dengan kondisi pembebanan maksimum dalam mendukung beban hidup dan beban mati, serta untuk daerah atau zona tertentu memiliki kemampuan untuk menahan gempa dan kekuatan alam lainnya;
- b. Dilengkapi sistem proteksi pasif dan atau proteksi aktif untuk mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan petir;
- c. Bangunan gedung harus memenuhi syarat fasilitas dan aksesibilitas yang mudah, aman, nyaman, untuk difabel (penyanggah cacat);
- d. Bangunan gedung juga hendaknya dilengkapi dengan pengarah jalan (*guiding block*) untuk tunanetra;

- e. Persyaratan kemanan juga harus dipenuhi termasuk di dalamnya adalah mampu meredam getaran dan kebisingan saat pelajaran, kontrol kondisi ruangan, dan lampu penerangan.
- f. Kualitas bangunan gedung tahan gempa mengacu kepada Standar Nasional Indonesia SNI 1726:2019;
- g. Kemampuan memikul beban yang diperhitungkan terhadap pengaruh aksi sebagai akibat dari beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun beban muatan sementara yang timbul akibat gempa sesuai dengan zonasi, angin, pengaruh korosi, jamur dan serangga perusak;
- h. Ketentuan rencana yang detail sehingga pada kondisi pembebanan maksimum yang direncanakan, apabila terjadi keruntuhan kondisi strukturnya masih memungkinkan pengguna bangunan gedung menyelamatkan diri;
- i. Bangunan gedung sekolah baru dapat bertahan minimum 20 tahun; dan
- j. Bangunan gedung dilengkapi izin mendirikan bangunan dan izin penggunaan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

5. PERSYARATAN UMUM UTILITAS RUANGAN

Persyaratan umum utilitas ruangan harus memenuhi persyaratan minimum sebagai berikut.

- a. Jamban antara pria dan wanita dibangun secara terpisah
- b. Daftar kelengkapan jamban minimal terdiri dari:
 - 1) Pompa penarik dan pendorong ke Tangki air bersih;
 - 2) Tangki air kapasitas 2 x 1.000 liter;
 - 3) Instalasi listrik dan lampu penerangan;
 - 4) Dua kloset jongkok untuk toilet pria dan 3 kloset jongkok untuk toilet wanita;
 - 5) Dua unit urinoir untuk toilet pria;
 - 6) Dua unit tempat cuci tangan dilengkapi cermin; dan
 - 7) Beberapa utilitas yang dapat digunakan bersama antara toilet pria dan wanita adalah sumber air bersih, menara air, dan *septic tank*.

6. TINJAUAN KESELAMATAN, KESEHATAN, DAN KENYAMANAN RUANG

Keselamatan, Kesehatan, dan Kenyamanan (K3) ruang yang dimaksudkan adalah mengacu pada kategori sebagai berikut:

- a. Buka pintu depan toilet ke arah luar (selasar), dimaksudkan untuk mempermudah proses evakuasi;
- b. Setiap bilik toilet dilengkapi pintu, yang dapat dikunci dari dalam dan membuka keluar;
- c. Tersedia sumber air bersih melalui PDAM maupun air tanah;
- d. Dilengkapi instalasi air bersih, instalasi air kotor/limbah dan kotoran, *septic tank*, dan sumur resapan.

- e. Bukaannya cahaya minimal 10% dan bukaan ventilasi udara minimal 5% dari luas ruang jamban, untuk sehatnya kondisi ruang dengan penerangan alami, sirkulasi udara, dan kelembaban normal; dan
- f. Dilengkapi *floor drain*, sehingga tidak terjadi genangan air di lantai toilet.

7. PERSYARATAN KESEHATAN GEDUNG

a. Persyaratan Sistem Penghawaan

Persyaratan sistem penghawaan dengan memenuhi ruang dengan ventilasi yang baik. Setiap bangunan gedung harus mempunyai ventilasi alami dan atau ventilasi mekanik/buatan sesuai dengan fungsinya. Bangunan gedung tempat tinggal, bangunan gedung pelayanan kesehatan khususnya ruang perawatan, bangunan gedung pendidikan khususnya ruang kelas, dan bangunan pelayanan umum lainnya harus mempunyai bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela dan atau bukaan permanen yang dapat dibuka untuk kepentingan ventilasi alami.

Jika ventilasi alami tidak mungkin dilaksanakan, maka diperlukan ventilasi mekanis seperti pada bangunan fasilitas tertentu yang memerlukan perlindungan dari udara luar dan pencemaran. Persyaratan teknis sistem ventilasi, kebutuhan ventilasi, harus mengikuti:

- 1) SNI 03-6390-2000 tentang konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung;
- 2) SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung, atau edisi terbaru;
- 3) Standar tentang tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem ventilasi;
- 4) Standar tentang tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem ventilasi mekanis.

b. Persyaratan Sistem Pencahayaan

- 1) Persyaratan sistem pencahayaan pada bangunan gedung meliputi:
 - a) Setiap bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan harus mempunyai pencahayaan alami dan atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat sesuai dengan fungsinya;
 - b) Bangunan gedung pendidikan, harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami;
 - c) Pencahayaan alami harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung;
 - d) Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai fungsi ruang-dalam bangunan ge-

ding dengan mempertimbangkan efisiensi, penghematan energi yang digunakan, dan penempatannya tidak menimbulkan efek silau atau pantulan;

- e) Pencahayaan buatan yang digunakan untuk pencahayaan darurat harus dipasang pada bangunan gedung dengan fungsi tertentu, serta dapat bekerja secara otomatis dan mempunyai tingkat pencahayaan yang cukup untuk evakuasi yang aman;
 - f) Semua sistem pencahayaan buatan, kecuali yang diperlukan untuk pencahayaan darurat, harus dilengkapi dengan pengendali manual, dan/atau otomatis, serta ditempatkan pada tempat yang mudah dicapai/dibaca oleh pengguna ruang;
 - g) Pencahayaan alami dan buatan diterapkan pada ruangan baik di dalam bangunan maupun di luar bangunan gedung;
- 2) Persyaratan pencahayaan harus mengikuti:
- a) SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung, atau edisi terbaru;
 - b) SNI 03-2396-2001 tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung, atau edisi terbaru;
 - c) SNI 03-6575-2001 tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung, atau edisi terbaru. Dalam hal masih ada persyaratan lainnya yang belum tertampung, atau yang belum mempunyai SNI, digunakan standar baku dan/atau pedoman teknis.

8. *DISASTER RESILIENCE DESIGN*

Merujuk kepada Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.29 tahun 2006, beberapa hal penting yang harus diperhatikan dalam mendesain dan merencanakan ruang kelas agar aman dari bencana adalah sebagai berikut.

- a. Setiap kelas harus memiliki dua pintu dengan satu pintu membuka keluar
- b. Memiliki jalur evakuasi dan akses aman yang dapat dicapai dengan mudah dan dilengkapi dengan rambu penunjuk arah jelas, serta dapat dikenal dengan baik oleh seluruh komponen sekolah;
- c. Memiliki titik kumpul yang mudah di jangkau.

Selain dari ketiga hal penting di atas, desain dan penataan kelas meliputi sebagai berikut:

- a. Meja cukup kuat sebagai tempat berlindung sementara ketika terjadi gempa;



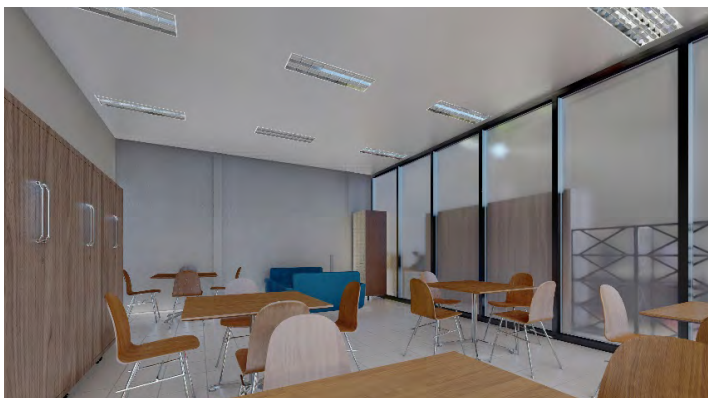
Gambar 3. Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa.

- b. Rak lemari dan sejenisnya diberi angkur ke dinding serta lantai;



Gambar 4. Ilustrasi pengangkuran lemari

- c. Ukuran meja belajar dengan lebar minimal sebesar 95 cm untuk mengadopsi siswa berkebutuhan khusus;



Gambar 5. Minimum jarak antar meja di ruang kelas

- d. Vas bunga atau pot diikatkan pada kait tertentu agar tidak jatuh dan pecah;



Gambar 6. Ilustrasi pengikatan pot bunga pada tiang

- e. *Frame* dan sejenisnya yang termasuk komponen arsitektur harus di baut sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya rusak pada saat gempa;



Gambar 7. Komponen non-struktur harus diberi pengaku

9. MITIGASI BENCANA

Persiapan mitigasi harus dipahami oleh seluruh satuan pendidikan, karena Indonesia merupakan kategori daerah rawan bencana (*ring of fire*). Secara umum, mitigasi dibagi menjadi dua yaitu.

a. Mitigasi Struktural

Mitigasi diperlukan untuk mengurangi resiko bencana alam melalui pembangunan prasarana fisik dan pendekatan teknologi. Dalam hal ini mencakup beberapa item seperti pembuatan kanal khusus banjir, pendeteksi aktivitas gunung berapi, bangunan yang di desain dengan sistem struktur tahan gempa, ataupun sistem peringatan dini untuk evakuasi akibat gelombang tsunami. Mitigasi struktural sendiri berfungsi untuk mengurangi kere-

tanan (*vulnerability*) terhadap bencana alam yang akan terjadi, karena bagaimanapun juga lebih awal lebih baik untuk dipersiapkan.



Gambar 8. Ilustrasi struktur yang diberikan *isolation bearing*

b. Mitigasi Non-Struktural

Mitigasi non-struktural diperlukan sebagai upaya untuk mendukung mitigasi non-struktural diantaranya adalah pembuatan kebijakan atau undang-undang terkait dengan Penanggulangan Bencana No. 24 Tahun 2007. Beberapa contoh mitigasi non-struktural lainnya adalah pembuatan tata ruang kota atau daerah, peningkatan keterlibatan masyarakat sadar bencana, advokasi dan sosialisasi. Berbagai contoh lain terkait kebijakan non-struktural adalah legislasi, perencanaan wilayah dan daerah, dan identifikasi menyeluruh atau studi analisis terhadap resiko yang akan terjadi jika bencana melanda disuatu kawasan rawan bencana.

10. PENCEGAHAN BAHAYA KEBAKARAN

Setiap gedung negara yang didirikan harus memiliki fasilitas terhadap pencegahan dan penanggulangan bahaya kebakaran. Hal ini tertuang di dalam:

- a. Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 26/2008 tentang ketentuan teknis pengamanan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan dan lingkungan; dan;
- b. Peraturan Daerah tentang bangunan gedung dan peraturan daerah tentang penanggulangan dan pencegahan bahaya kebakaran; beserta standar-standar teknis yang terkait.

Terdapat dua sistem proteksi kebakaran yaitu sistem proteksi aktif dan pasif. Penerapan sistem proteksi ini didasarkan pada fungsi klasifikasi risiko kebakaran, luas bangunan, ketinggian bangunan, geometri ruang, bahan bangunan terpasang, dan atau jumlah dan kondisi penghuni dalam bangunan gedung.

a. Sistem Proteksi Aktif

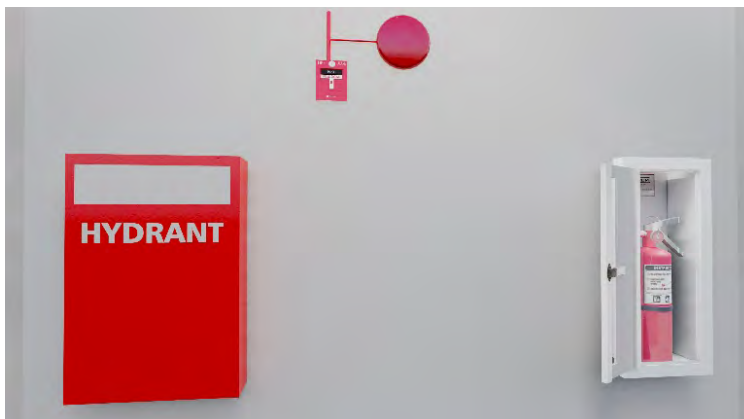
Sistem ini merupakan perlindungan terhadap kebakaran dengan menggunakan peralatan yang bekerja secara otomatis ataupun manual. Setiap bangunan gedung harus dilindungi dengan proteksi ini berdasarkan pada fungsi, klasifikasi, luas, ketinggian, volume bangunan dan atau jumlah dan kondisi penghuni di dalam bangunan. Dalam sistem proteksi ini, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah: (1) Sistem pemadam kebakaran; (2) Sistem deteksi dan alarm kebakaran; (3) Sistem pengendalian asap kebakaran; dan (4) Pusat pengendali kebakaran.

Sistem proteksi aktif yang dimaksud diatas mengikuti peraturan sebagai berikut.

- 1) SNI 03-1745-2000 tentang tata cara perencanaan dan pemasangan sistem pipa tegak dan slang untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung;



Gambar 9. Ilustrasi penempatan pipa *hydrant* di jalan



Gambar 10. Ilustrasi penempatan *hydrant box*, alarm dan alat pemadam api ringan (APAR)



Gambar 11. Ilustrasi lemari penyimpanan APD

- 2) SNI 03-3985-2000 tentang tata cara perencanaan, pemasangan dan pengujian sistem deteksi dan alarm kebakaran untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung;



Gambar 12. Ilustrasi pemasangan *smoke detector* dan *sprinkler*

- 3) SNI 03-3989-2000 tentang tata cara perencanaan dan pemasangan sistem *sprinkler* otomatis untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung;



Gambar 13. Ilustrasi *sprinkler*

- 4) SNI 03-6571-2001 tentang sistem pengendalian asap kebakaran pada bangunan gedung; dan



Gambar 14. Ilustrasi *smoke detector*

- 5) SNI 03-0712-2004 tentang sistem manajemen asap dalam mal, atrium, dan ruangan bervolume besar.
- b. Sistem Proteksi Pasif

Sistem ini merupakan perlindungan terhadap kebakaran dengan melakukan pengaturan terhadap komponen bangunan Gedung, ditinjau berdasarkan aspek arsitektur dan struktur, agar penghuni dan benda di dalamnya terhindar dari kerusakan fisik saat terjadi kebakaran. Sistem proteksi yang dijelaskan di atas harus mengacu kepada:

 - 1) SNI 03-1736-2000 tentang tata cara perencanaan sistem proteksi pasif untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan gedung; dan
 - 2) SNI 03-1746-2000 tentang tata cara perencanaan dan pemasangan sarana jalan ke luar untuk penyelamatan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan gedung.
 - c. Persyaratan Aksesibilitas untuk Pemadam Kebakaran

Dalam perencanaan sebuah gedung, hal ini jarang sekali untuk ditinjau, bahkan diabaikan. Padahal aksesibilitas untuk pemadam kebakaran sangatlah perlu agar tidak menimbulkan kerugian material yang lebih besar lagi. Untuk detail persyaratannya sebagaimana tercantum didalam peraturan sebagai berikut:

 - 1) SNI 03-1735-2000 tentang tata cara perencanaan akses bangunan dan akses lingkungan untuk pencegahan bahaya kebakaran pada bangunan rumah dan gedung; dan



Gambar 15. Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran



Gambar 16. Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran

- 2) SNI 03-1736-2000 tentang tata cara perencanaan dan pemasangan sarana jalan keluar untuk penyelamatan terhadap bahaya kebakaran pada gedung.



Gambar 17. Titik kumpul evakuasi



Gambar 18. Ilustrasi jalur evakuasi

11. PENERAPAN BUDAYA 6S (*SEIRI, SEITON, SEISO, SEIKETSU, SHITSUKE, SAFETY*)

Laboratorium dan bengkel sebagai lingkungan kerja untuk menumbuhkan budaya industri dengan mengimplementasikan 6S dan protokol kesehatan untuk pencegahan Covid-19. Budaya 5S/5R dilihat pada lampiran gambar 30 dan Budaya K3 C.A.N.T.I.K atau T.A.M.P.A.N. pada lampiran gambar 31 dan 32. Berikut protokol kesehatan untuk pencegahan Covid-19:

a. Prosedur memasuki ruang

- 1) Peserta didik/pengguna ruangan belajar diharuskan melengkapi diri dengan alat pelindung diri (APD) yakni dengan menggunakan masker kain 3 (tiga) lapis atau 2 (dua) lapis yang di dalamnya diisi tisu dengan baik serta diganti setelah digunakan selama 4 (empat) jam/lembar. Apabila akan memasuki ruangan praktik, maka peserta didik harus menggunakan APD sesuai dengan panduan SOP Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).
- 2) Mewajibkan setiap orang yang akan masuk untuk mencuci tangan pakai sabun (CTPS) dengan air mengalir atau cairan pembersih tangan (*hand sanitizer*).
- 3) Memasuki ruangan dengan antri dan dibuat jarak antrian dengan standar kesehatan 1,5 meter antar peserta didik. dan tidak melakukan kontak fisik seperti bersalaman dan cium tangan.
- 4) Meminimalisir kontak telapak tangan dengan gagang pintu ketika membuka/ menutup ruangan.
- 5) Menerapkan prosedur pemeriksaan suhu bagi guru/laboran/siswa sebelum pelaksanaan pembelajaran teori/praktik, untuk memastikan bahwa kondisi tubuh dalam keadaan sehat dengan suhu tubuh dibawah 37.3 derajat.

PROTOKOL KESEHATAN DI LAB/BENGKEL



**Wajib menggunakan
Alat Pelindung Diri
(APD)**



**Masker kain 3 atau 2
Lapis (Tisu)**



**Ganti Tisu Setelah
digunakan 4 Jam**

Suhu tubuh di bawah 37.3



Segera periksa jika suhu
tubuh di atas 37.3



Cuci Tangan **Pakai Sabun (CTPS)**
dengan Air Mengalir,
Dan Hand Sanitizaer



Salam Sapa tanpa jabat tangan



Jaga jarak 1 - 2 Meter



Hindari menyentuh
Mata, Hidung dan mulut



Hindari kontak
langsung



Hindari kerumunan



Upayakan tidak sering
menyentuh
fasilitas/peralatan
yang di pakai bersama



Gunakan siku untuk
membuka pintu dan
menekan tombol lift

Gambar 19. Protokol kesehatan di lab/ bengkel

b. Prosedur penggunaan ruang

- 1) Menempelkan poster dan/atau media komunikasi, informasi, dan edukasi lainnya pada area strategis di lingkungan SMK, antara lain pada gerbang SMK, papan pengumuman, kantin, toilet, fasilitas CTPS, lorong, tangga, lokasi antar jemput, dan lain-lain yang mencakup informasi pencegahan Covid-19 dan gejalanya protokol kesehatan selama berada di lingkungan SMK informasi area wajib masker, pembatasan jarak fisik, CTPS dengan air mengalir serta penerapan etika batuk/bersin ajakan menerapkan Perilaku Hidup Bersih dan Sehat (PHBS) prosedur pemantauan dan pelaporan kesehatan warga SMK informasi kontak layanan bantuan kesehatan jiwa dan dukungan psikososial dan protokol kesehatan sesuai panduan dan Keputusan Bersama ini.
- 2) Melakukan pembersihan dan disinfeksi di SMK setiap hari selama 1 (satu) minggu sebelum penyelenggaraan tatap muka dimulai dan dilanjutkan setiap hari selama SMK menyelenggarakan pembelajaran tatap muka, antara lain pada lantai, pegangan tangga, meja dan kursi, pegangan pintu, toilet, sarana CTPS dengan air mengalir, alat peraga/edukasi, komputer dan papan tik, alat pendukung pembelajaran, tombol lift, ventilasi buatan atau AC, dan fasilitas lainnya.
- 3) Menyediakan fasilitas cuci tangan pakai sabun yang memadai di area gerbang sekolah, depan ruang belajar teori dan praktik atau di tempat lain yang mudah di akses oleh warga sekolah.

PROSEDUR PENGGUNAAN RUANGAN

PEMASANGAN MEDIA INFOGRAFIS



Tempel **Poster** di tempat **strategis**

Gerbang SMK, Papan Pengumuman, Kantor, Toilet, Fasilitas CTPS, Lorong, Tangga, dan Lokasi antar jemput

PROSEDUR PEMBERSIHAN & DISINFEKSI

Pembersihan **Setiap Hari** selama 1 Minggu sebelum tatap muka

Lantai, Pegangan tangga, Meja dan Kursi, Pegangan pintu, Toilet, Sarana CTPS, Alat peraga/Edukasi, Komputer, Papan TIK, Alat pendukung pembelajaran, Tombol lift, Ventilasi buatan atau AC dan Fasilitas lainnya



Gambar 20. Prosedur penggunaan ruang

C. RUANG PRAKTIK SMK AIRFRAME MECHANIC

Berdasarkan analisis kebutuhan ruang praktik dalam SNP 2018, Kompetensi Keahlian *Airframe Mechanic* sebagai berikut.

1. Ruang Ruang Gambar Teknik Pesawat Udara dan CAD
2. Ruang Area kerja Perakitan struktur pesawat udara (*aircraft structure assy part*) dan Material komposit pesawat udara
3. Ruang Area kerja Material komposit pesawat udara
4. Area kerja Alat bantu Perakitan Pesawat Udara
5. Ruang Area kerja sistem hidrolik dan pneumatic (*aircraft hydraulic and pneumatic*)
6. Ruang instruktur dan penyimpanan (RIS)

Contoh analisis kebutuhan luasan area kerja di ruang praktik siswa dapat dilihat pada tabel 6, analisis dapat disesuaikan dengan strategi pembelajaran yang diterapkan di sekolah.

No	Area Kerja /Laboratorium /Ruang	Rasio	Kapasitas	Luasan (m2)	Total Luas (m2)
1	Ruang Ruang Gambar Teknik Pesawat Udara dan CAD	3	18	54	270
2	Ruang Area kerja Perakitan struktur pesawat udara (<i>aircraft structure assy part</i>) dan Material komposit pesawat udara	3	18	54	
3	Ruang Area kerja Material komposit pesawat udara	3	18	54	
4	Area kerja Alat bantu Perakitan Pesawat Udara	3	18	54	
5	Ruang Area kerja sistem hidrolik dan pneumatic (<i>aircraft hydraulic and pneumatic</i>)	3	9	27	
	Ruang instruktur dan penyimpanan (RIS)	3	9	27	

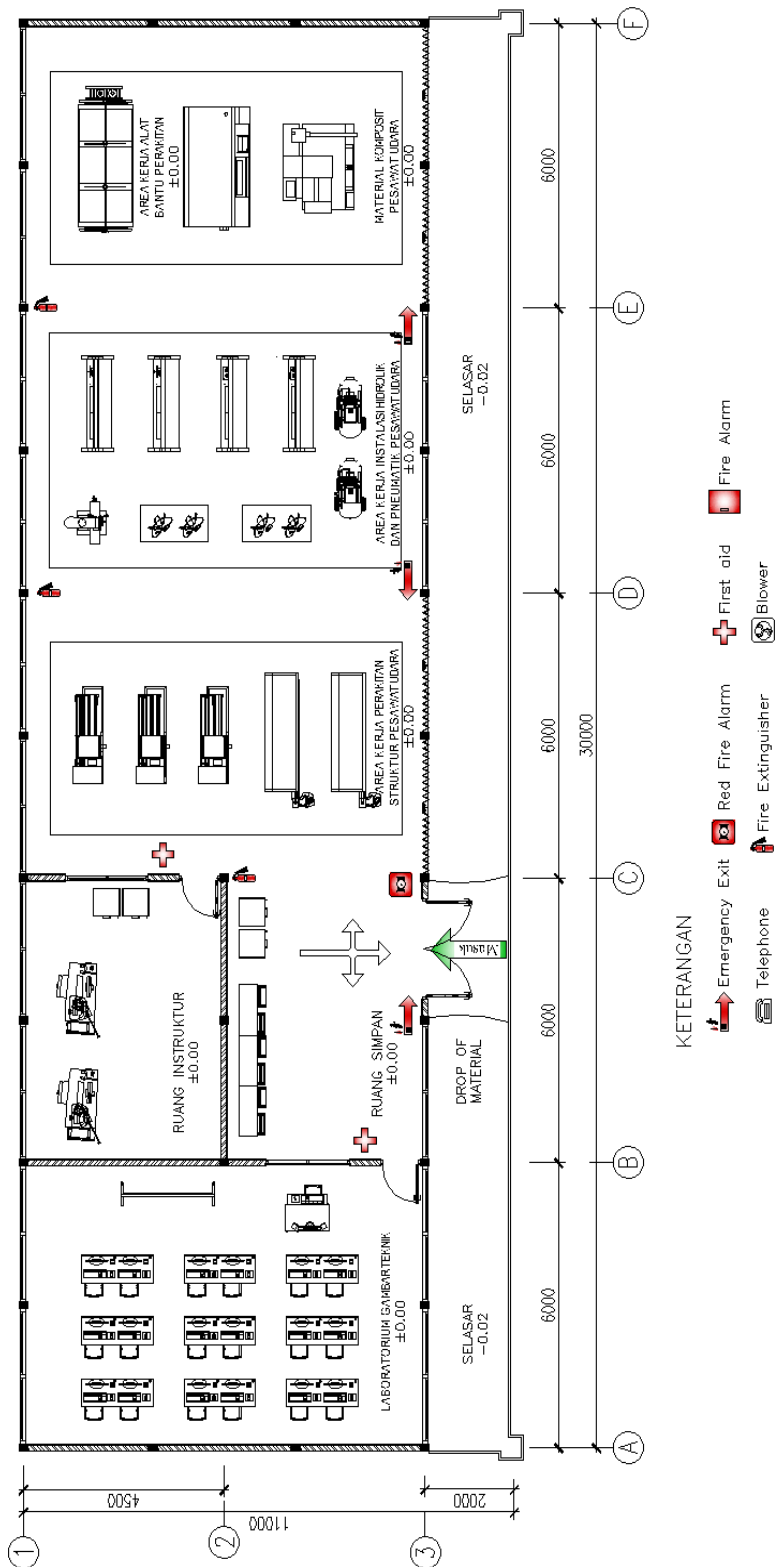
Disamping itu perlu juga dilengkapi ruang pembelajaran yang mengikuti dan mencirikan perkembangan industri 4.0 yaitu ruang kelas pintar (*smart classroom*) untuk mendukung pembelajaran berbasis *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR), dan telekonferensi, diantaranya terdiri atas peralatan berikut.

Tabel 7. Peralatan *smart classroom*

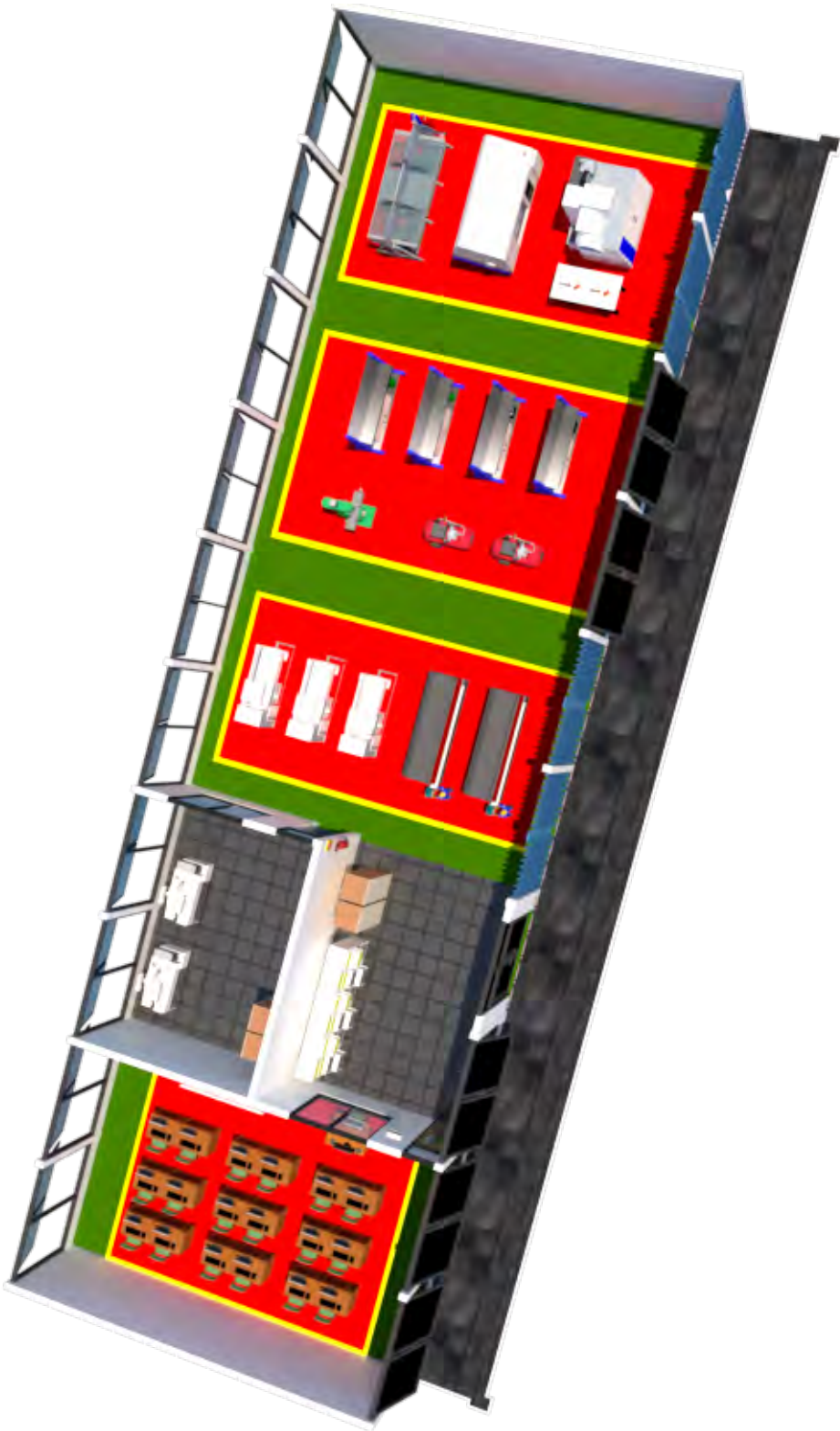
No.	Sarana	Gambar
1	<i>Smart board Whiteboard interaktif</i>	
2	<i>Smart TV videoconference</i>	
3	<i>HD Pro Cam Live Casting</i>	
4	<i>Smart Table Interaktif</i>	
5	<i>Smart Controlroom Console</i>	

No.	Sarana	Gambar
6	<i>Smart Document Camera</i>	
7	Platform pendukung <i>smart classroom</i> seperti <i>student response system</i> , <i>digital learning content</i> , <i>mobile learning</i>	 Student response software  Classroom Clickers  Carrying bag  Receiver

Berdasarkan analisis kebutuhan penyelarasan kurikulum dengan industri dan implementasi *teaching factory* maka dapat juga ditambahkan ruang *outlet/showroom* untuk keahlian Teknik Pemesinan pesawat. Berikut ini denah tata letak ruang dan sub ruang untuk kompetensi keahlian Teknik Pemesinan pesawat.



Gambar 21. Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian *airframe mechanic*



Gambar 22. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian *airframe mechanic*



Gambar 23. Showroom/outlet bidang keahlian teknologi dan rekayasa



Gambar 24. Smart classroom

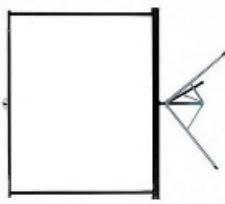
D. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA SUB RUANG GAMBAR TEKNIK DAN CAD

Tabel 8. Daftar perabot dan peralatan praktik pada sub ruang gambar teknik dan CAD

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman dan tidak menyebabkan cedera atau nyeri. Spesifikasi: Dimensi min. L480 x W420 x H850 mm Material: <i>Seat and back of seat: durable foam laminated with oscar.</i> <i>Chair support: nylon</i> <i>Finishing nya menggunakan powder coating painting</i>	2 buah / ruang praktik		1	Basic
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk bekerja dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	1 buah / ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Personal Computer (Student)	Digunakan untuk membuat desain komponen pesawat udara dan menghitung kebutuhan bahan serta bentuk bagian pesawat yang akan dibuat. Spesifikasi: Processor min. 2.8 GHz 9 MB Cache, RAM min. 16 GB DDR4 Upgradable to 64 GB, Storage min. 2 TB, VGA Card min. 4 GB DDR5, DVD-RW, Parallel dan serial port, Monitor minimal resolusi Full HD 1920 x 1080 atau ukuran layar minimal 20". Dilengkapi optikal USB mouse, USB Keyboard, dan software modern untuk pekerjaan desain CAD	18 Set / Ruang Praktik		04	Basic
4	Personal Computer (Teacher)	Digunakan untuk membuat desain komponen pesawat udara dan menghitung kebutuhan bahan serta bentuk bagian pesawat yang akan dibuat. Spesifikasi: Processor min. 2.8 GHz 9 MB Cache,	1 set/ Ruang Praktik		04	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	Plotter Machine	RAM min. 32 GB DDR4 Upgradable to 64 GB, Storage min. 2 TB, VGA Card min. 4 GB DDR5, DVD-RW, Parallel dan serial port, Monitor minimal resolusi Full HD 1920 x 1080 atau ukuran layar minimal 20". Dilengkapi optikal USB mouse, USB Keyboard dan <i>software modern</i> untuk pekerjaan desain CAD Untuk mencetak gambar A2 Spesifikasi: Max paper width : 721 mm Max plotting width : 600 mm Gross weight : 40 kg Packing size : 760 x 350 x 430 mm Interface : Serial port & usb port (optional) Language Format : DMPL / HPGL Max Plotting Speed : 800 mm / s Max Cutting Force : 500 gr Cutting Tool : Imported Hardness Alloy Steel Blade Power Supply : AC 90 V – AC 240	1 set/ Ruang Praktik		01	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	LCD Proyektor	Untuk pemaparan materi Spesifikasi: Resolusi 1024x768 pixel (XGA); Aspect Ratio 4:3; Zoom ratio: Manual (1-1.2v); Intensitas 3600 ANSI Lumens; Rasio kontras 3000:1; Rentang Proyeksi 0,90 – 10,80 m; Koneksi D-sub, RCA, Component S-Video, Audio, USB tipe B; Daya listrik 0.47/270 watt (standby)	1 set/ Ruang Praktik		01	Basic
7	Screen	Untuk pemaparan materi Motorized Screen Projector Wall Mount Remote Controlled Projector Screen 96" x 96"	1 set/ Ruang Praktik		01	Basic
8	Stabilizer (automatic Voltage Regulator)	Untuk menjaga stabilitas tegangan listrik Spesifikasi: 2000 V	18 set/ Ruang Praktik		01	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	UPS (<i>Uninterruptible Power Supply</i>)	Untuk mengantisipasi terjadi mati listrik, sehingga computer tidak langsung mati Spesifikasi: 6 kVA/4500 watt	18 set / Ruang praktik		01	Basic
10	Meja gambar	Untuk pembuatan gambar secara manual <i>Top table magnet ukuran A0</i>	18 Set/ Ruang praktik		02	Basic
11	Software CAD 2D dan 3D	Menggambar dengan berbagai macam software CAD. <i>Capable for 2D and 3D drawings.</i>	1 Software / 1 Komputer		03	Advance
12	Drawing Machines	Alat ini dapat digunakan untuk menggambar garis paralel, siku atau dengan sudut tertentu Drafting head assembly Scale in metric system Horizontal: approx. 30 cm	18 Set/ Ruang praktik			Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Vertical: approx. 20 cm Guide track: parallelism Accuracy : $\pm 3/10000\text{mm}$ Made from aluminum alloy Horizontal guide track : approx. 158 cm Vertical Guide track: approx. 119 cm, Auxiliary track with extension: 123cm ~ 145 cm Drafting board Size up to A0 : 122 cm x 92 cm (48"x36") Magnetic board: no warp or splitter Paper clamp: stainless steel strips (approx. 0.1mm thick, 2.5 cm wide), holding drawing paper firmly: approx. 80cm 2pcs, approx. 50 cm 3 pcs, approx. 30 cm 3pcs				

E. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA PERAKITAN STRUKTUR PESAWAT UDARA

Tabel 9. Daftar perabot dan peralatan praktik pada area perakitan struktur pesawat udara

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman dan tidak menyebabkan cedera atau nyeri. Spesifikasi: Dimensi min. L480 x W420 x H850 mm Material: <i>Seat and back of seat: durable foam laminated with oscar.</i> <i>Chair support: nylon</i> <i>Finishing nya menggunakan powder coating painting</i>	1 buah / ruang praktik		1	Basic
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk bekerja dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	1 buah / ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Bangku Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: Dimensi 2000x840x750mm Beban max 1000 kg. Bahan <i>Cold rolled steel/stainless steel//aluminium sheet/galvanis</i>	5 buah / ruang praktik		1	Basic
4	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). <i>Weight capacity: 330 lbs</i>	1 buah / ruang praktik		1	Basic
5	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: Meja kerja dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit. Dimensi: min. L1500 x W900 x H730 mm <i>Material:</i> <i>Sheet metal:</i> min. 0,6 -0,7 mm <i>MDF:</i> min. 25 mm <i>Finishing: powder coating painting</i>	2 buah / ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	Stool/ Kursi Kerja Bengkel	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi: <i>Lab stool</i> , Ukuran Lebar duduk 54cm, <i>hydraulic</i> , <i>foot rest</i> , kaki metal, dilengkapi roda	5 buah/ ruang praktik		1	<i>Basic</i>
7	Papan tulis dorong	Dapat dipindah-pindah, digunakan saat pemberian /penjelasan tulis pada kegiatan praktik. Spesifikasi: <i>White board double stand</i> Ukuran min. 120 x 240 Fitur tambahan : kalau memungkinkan bisa ditempel magnet.	1 buah / ruang praktik		1	<i>Basic</i>
8	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Lemari dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit. Minimal memiliki 3 susun rak dengan 2 pintu atun yang dapat dikunci Dimensi min. L 900 x W400 x H1850 mm <i>Material</i> : <i>sheet metal min. 0,7 mm.</i> <i>Finishing</i> : <i>Powder coating painting</i>	2 buah / ruang praktik		1	<i>Basic</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	Riveting Power Tools	Digunakan untuk merakit dan memperbaiki komponen komponen pesawat udara 3X deluxe rivet gun kit. <i>Includes 3X rivet gun with very nice teasing trigger, 4 very common bucking bars, Rubber guard skin set, approx. 1.0" O.D. flush set, approx. 3/32" 1/8", 5/32", 3/16" straight and offset rivet</i>	8 Set / Ruang		03	Basic
10	Las Busur Manual (Manual Arc welding machine) (SMAW)	Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengelas menggunakan las busur manual (Arc welding machine). <i>Input Voltage 1 PH 220 V. Frequency 50/60 Hz. Current Range up to 200 A. Rated Duty Cycle 60%.</i>	8 Set / Ruang		03	Advance
11	TIG Welding Machine (GTAW)	Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengelas menggunakan TIG welding machine <i>Input Voltage 1PH 220V. Frequency 50/60 Hz. Current Range up to 200 A. Rated Duty Cycle approx. 60%.</i>	8 Set / Ruang		03	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
12	Angle grinder	Mengikis dan meratakan permukaan logam Rated power input: 720W. No load speed: 11,000rpm. Grinding spindle thread: M10. Disc diameter: 100mm. Rubber sanding plate dia: 100mm. Wire cup brush dia: 70mm.	2 buah / Ruang		03	Basic
13	Mesin Bubut Manual (Manual Lathe Machine)	Alat ini dapat digunakan untuk pengenalan dan pelatihan pengerjaan benda kerja yang membutuhkan mesin bubut. Swing over bed mm approx. $\varnothing 355$, Swing over carriage mm approx. $\varnothing 220$, Swing over gap mm approx. $\varnothing 500$, Width of bed-way mm approx. 186, Distance between centers mm 1000, Taper of spindle M.T.5, Spindle diameter mm approx. $\varnothing 38$, Range of speed rpm 70~2000. Standard accessories: three jaw chuck, Four jaw chuck, steady rest, follow rest, working light, coolant system, foot brake, tools and tool box.	3 Set / Ruang			Ketrampilan Mahir

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Mesin Frais Manual (Universal Milling Machine)	Alat ini dapat digunakan untuk pengenalan dan pembuatan benda kerja yang membutuhkan mesin frais manual <i>Table size: min. 250 x 1250 mm;</i> <i>Longitudinal travel approx. 720 mm;</i> <i>Transverse travel approx. 300 mm;</i> <i>Vertical travel approx. 400 mm;</i> <i>Distance from spindle to table up to 400 mm;</i> <i>Spindle speed: up to 4500 rpm.</i> <i>Standard Accessory:</i> <i>Machine Light, Coolant System, Machine Vice, Dividing Head, Rotary Table, Clamp Kit, Tools and Toolbox.</i>	1 Set / Ruang		3	Mahir
15	CNC Vertical Milling (Machining Center)	Untuk memfrais benda kerja menggunakan mesin frais (milling machine) yang dikontrol memakai program berbasis komputer. <i>Table Size : approx. 1300 x 550 mm</i> <i>Longitudinal travel : approx. 1040 mm</i> <i>Cross travel : approx. 550 mm</i> <i>Vertical travel : approx. 450 mm</i> <i>Spindle Taper : BT 40</i>	1 Set / Ruang		4	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat
		Spindle speed : up to 14500 rpm Total power : approx. 18.5 KW Tool number capacity : up to 20 tools Rapid traverse X/Y : approx. 39 m/min Rapid traverse Z : approx. 30 m/min Features: - Monitoring maintenance schedule - Real time 3D cutting simulation - Machining parameters calculator - Handwriting screen memo - Full Cover Protection - Additional Spare M code 4 set (example for: anti fire system, measuring holding time, etc.) - Power failure auto retract Z-axis spindle - Body & spindle over heat protection - Additional workpiece coordinate system : min 100 points - Standard accessories: Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Tool-box. Tool-box.		

Level Teknologi	No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat
	16	Slant Bed CNC Lathe Machine	Untuk membubut benda kerja menggunakan mesin bubut yang dikontrol memakai program berbasis komputer. <i>Bed type : Slant Bed</i> <i>Swing over bed : approx. Ø 440 mm</i> <i>Swing over Cross Slide : approx. Ø 340 mm</i> <i>Max workpiece dia : approx. Ø 270 mm</i> <i>Distance Between Centers : approx. 480 mm</i> <i>Max Travel of X-Axis : 150 mm</i> <i>Max Travel of Z-Axis : 500 mm</i> <i>Spindle bore : approx. Ø 58 mm</i> <i>Spindle Speed : approx. 50-4300 RPM</i> <i>Turret : NC turret</i> <i>Rapid traverse X : approx. 24 m/min</i> <i>Rapid traverse Z : approx. 29 m/min</i> <i>Feedrate : approx. 0,001 - 1.000 mm/rev</i> <i>Main Motor : approx. 5.5 KW</i> <i>Tailstock Taper : MT 3 / MT 4 / MT 5</i> <i>Number of tool in turret : min. 8 pcs</i> <i>Features:</i> - Monitoring maintenance schedule - Real time 3D cutting simulation - Machining parameters calculator - Handwriting screen memo - Full Cover Protection - Additional Spare M code 4 set (example for: anti fire system, measuring holding time, etc.) - Standard accessories: 3 Jaws chuck, Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Tool-box.	3 Set / Ruang	

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
17	Mesin Bubut CNC (CNC Lathe Machine)	Untuk pengenalan dan pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin bubut CNC. Bed Type : Flat Bed; Max. Swing over Bed : Ø 360 mm; Distance Between Centers : approx. 1000 mm; Swing over Cross Slide : approx. Ø 210 mm Spindle Bore : Ø approx. 60 mm Bed Width : approx. 330 mm Spindle Taper: MT6 Spindle Speed: 150-2000 RPM Max. Travel of X-Axis : 210 mm, Max. Travel of Z-Axis : 1000 mm Tailstock Taper : MT4 Main Motor : approx. 5500W Standard Accessory : 3-Jaw Chuck, Coolant System, Tools and Tool-box	1 Set / Ruang Praktik		3	Mahir
18	Mesin Frais CNC (CNC Milling Machine)	Untuk mengenalkan dan pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin frais CNC. Table size mm approx. 900 x 300, Longitudinal travel mm approx. 620, Cross travel mm approx. 350,	1 Set / Ruang Praktik		3	Mahir

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Vertical travel mm approx. 500, Spindle taper BT40 , Speed range rpm up to 6000, Spindle motor power kw approx. 5.5, Standard Accessories : Full-Cover Protection, Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Tool-box.				

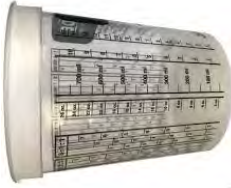
F. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MATERIAL KOMPOSIT UDARA

Tabel 10. Daftar perabot dan peralatan praktik area kerja material komposit udara

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa injection - Finish Fabric - Rangka pipa besi oval finishing Chrome	1 buah / ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	Bangku Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: Dimensi 2000x840x750mm Beban max 1000 kg. Bahan <i>Cold rolled steel/stainless steel/aluminium sheet/galvanis</i>	5 buah / ruang praktik		1	<i>Basic</i>
3	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). <i>Weight capacity: 330 lbs</i>	6 buah / ruang praktik		1	<i>Basic</i>
4	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: Meja kerja dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit. Dimensi: min. L1500 x W900 x H730 mm <i>Material:</i> <i>Sheet metal:</i> min. 0,6 -0,7 mm MDF: min. 25 mm <i>Finishing: powder coating painting</i>	6 buah / ruang praktik		1	<i>Basic</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	Stool/ Kursi Kerja Bengkel	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi: Lab stool, Ukuran Lebar duduk 54cm, hydraulic, foot rest, kaki metal, dilengkapi roda	5 buah/ ruang praktik		1	Basic
6	Papan tulis dorong	Dapat dipindah-pindah, digunakan saat pemberian /penjelasan tulis pada kegiatan praktik. Spesifikasi: <i>White board double stand</i> Ukuran min. 120 x 240 Fitur tambahan : kalau memungkinkan bisa ditemple magnet	1 buah / ruang praktik		1	Basic
7	Lemari alat/ tools cabinet	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Lemari dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit. Minimal memiliki 3 susun rak dengan 2 pintu atun yang dapat dikunci Dimensi min. L 900 x W400 x H1850 mm <i>Material : sheet metal min. 0,7 mm</i> <i>Finishing: Powder coating painting</i>	2 buah / ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	Timbangan digital	Mengukur satuan berat • Timbangan digital Kapasitas 30 Kg	1 unit / ruang		02	Basic
10	Resin mixer machine	Mencampur bahan resin. Spesifikasi: • Jenis mesin: Rolling Barrel • Daya : 3 phase 380v • Motor listrik: 0.75kw • Daya Pencampur: 200/3 Ukuran eksternal: 1580mm * 1450mm * 2650mm	1 unit / ruang		02	Medium
11	Calibrated mixing cup	Wadah bahan berskala. Spesifikasi: • Bahan: plastic tembus pandang • Terdapat skala ukur Kapasitas 1300ml	6 unit / ruang		01	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
12	Paddle Roller	Membantu penyerapan resin pada bahan unidirectional. Spesifikasi: • Bahan roller aluminium • Ukuran diameter 44 mm x 225 mm • Ukuran diameter 15,5 mm x 105 mm Ukuran diameter 15,5 mm x 50 mm	6 unit / ruang		01	Basic
13	Electric scissor for fiberglass	Memotong fiber • Cord /less Dimensi panjang blade 4 cm	6 unit / ruang		02	Basic
14	Gergaji jigsaw	Memotong bahan kayu/multi • Kapasitas Potong Kayu : 40 mm • Kapasitas Potong Besi : 6 mm • Panjang Gerakan Potong : 18mm • Gerakan Potong : 500 - 3100 per menit Fitur : <i>Variable Speed</i>	6 unit / ruang		02	Basic
15	Power sanders	Menghaluskan permukaan • Daya Listrik : 250 Watt • Diameter Pad : 125 mm • Kec. Tanpa Beban : 12000 rpm • Gerakan Eksentrik : 24000 opm Jenis Amplas : Bundar dengan sistem <i>Velcro</i> , Penghisap debu dengan sistem <i>micro-filter</i> . ¹	6 unit / ruang		03	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
16	Angle grinder	Mengikis dan meratakan permukaan logam • <i>Rated power input: 720W. No load speed: 11,000rpm.</i> • <i>Grinding spindle thread: M10.</i> • <i>Disc diameter: 100mm.</i> • <i>Rubber sanding plate dia: 100mm.</i> • <i>Wire cup brush dia: 70mm.</i>	6 unit / ruang		03	Basic
17	Hand drill machine	Membuat lubang • Daya listrik 600 Watt Kecepatan putar 2600 rpm	6 unit / ruang		02	Basic
18	Vacuum chamber	Menghilangkan gelembung udara • <i>Internal volume 26 L</i> • <i>Dimensi 420 x395 x 330</i> Kapasitas maksimal 6 L	2 unit / ruang		02	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
19	Vacuum pump	Sebagai pompa hampa udara • Motor power 0,15 KW • Rpm 3300 Kapasitas 4,8 meter kubik per jam	2 unit / ruang		02	Basic
20	Leak detector	Mengecek kebocoran pada saat proses vacuum • Digital LED Indicators: Both alphanumeric and bar-graph! • Digital Peak Hold: Holds highest level for easy readability! • Separate Volume/Sensitivity: Independent controls allow you to "zoom" into sounds in noisy areas! - Dual Sensors: Each with excellent frequency response, and independent settings	2 unit / ruang		02	Advance
21	Pressure pot / autoclave	Menghilangkan gelembung gas dan udara terperangkap dari cetakan resin • Kapasitas 2,5 galon Tekanan kerja 50 Psi	2 unit / ruang		02	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
22	Filament winding machine	Membuat benda hollow dari bahan fiber • diameter sizes 300mm dia, • length sizes up to 2 metre CNC control options 2 to 4 axes.	2 unit / ruang		03	Advance
23	Resin Infusion Kit	Pembuatan produk dari resin dengan proses infusion. • Satu set lengkap terdiri atas: • Profesional resin catch pot • Infusion tube line clamp • Silicobee resin infusion connector • Vacuum hose • Vacuum bagging film • Peel-ply • Resin Infusion Mesh • Resin Feed Spiral Roll Vacuum Bagging Sealant Tape	6 unit / ruang		02	Medium
24	Ultrasonic flaw detector	Untuk memeriksa retakan pada produk komposit • Weight 800 gr • Frequency 0.5 MHZ to 15 MHZ Voltage 7.2 Volts/4AH Li-Ion	2 unit / ruang		03	Advance

G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA HIDROLIK PNEUMATIK

Tabel 11. Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja hidrolik pneumatik

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	1 buah / ruang praktik		1	Basic
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: Dimensi 2000x840x750mm Beban max 1000 kg. Bahan <i>Cold rolled steel/stainless steel/aluminium sheet/galvanis Painting</i>	2 buah / ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). <i>Weight capacity: 330 lbs</i>	1 buah / ruang praktik		1	Basic
4	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: Meja kerja dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit. Dimensi: min. L 1500 x W900 x H730 mm <i>Material:</i> <i>Sheet metal:</i> min. 0,6 -0,7 mm <i>MDF:</i> min. 25 mm <i>Finishing: powder coating painting</i>	2 buah / ruang praktik		1	Basic
5	Stool/ Kursi Kerja Bengkel	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi: <i>Lab stool</i>, Ukuran Lebarudukan 54cm, <i>hydraulic</i>, <i>foot rest</i>, kaki metal, dilengkapi roda	5 buah/ ruang		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	Basic Hydraulic Training System	Digunakan untuk pembelajaran mengenai suatu sistem hidrolik, lengkap beserta komponen-komponen hidrolik, serta pengaplikasiannya dalam sistem otomasi industri. Hydraulic power unit: Work power: AC 380V Frequency : 50Hz Safety rate-limiting range : 10001500 r/min Flow:approx.4.5L/min Oil box volume :approx. 35tr Gear pump system : motor Pump using open Shelf installation, structure compact, low noise, easy to maintenance Part list: Training table, Hydraulic station, Double acting hydraulic cylinder, throttle valve, One-way throttle valve, 4/2 way manual shuttle valves, Straight moving style relief valve, 4/3 way manual shuttle valves (O),	2 Set / ruang praktik		03	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		4/3 way manual shuttle valves (H), 4/3 way manual shuttle valves (M), Speed control valve, Straight moving sequencing valve, Direct-acting decompression valve, Hydraulic one-way valve, One-way valve, T connection, Five-way valve, Divide oil piece, Glycerin type pressure gauge, Oil tube 0.6m, Oil tube 1m, Oil tube 1.5m, Power supply for for hydraulic station, Tool kits, Hydraulic simulation software. Manual book, Experiment module.				
10	Kompresor Udara	Untuk mensuplai angin bagi peralatan yang membutuhkan angin bertekanan Air Re-Tank approx. 125 l Power approx. 3 Hp (2.2 kW) 1 PH/220V Displacement approx. 357 l/min	2 Set / ruang praktik		01	Basic
11	Digital Pressure gauge/test kit	Alat digital untuk mengukur tekanan pneumatic atau hidrolik Pressure Range: 0-400BAR/40Mpa/10000PSI Pressure Connection: BSP1/4(G1/4) Display Unit: Bar, PSI ,MPa, Kg/cm2	3 buah/ ruang praktik		02	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Overload Capacity: 150% Accuracy: 0.4%FS Long-term Stability: 0.4%FS/year Input Voltage: 3V (two 1.5V AAA batteries) Working Temperature: -20C-70C Footer Material and Pressure Connection: 304 Stainless Steel Protection Class: IP65 Pressure Range:40MPA Input Voltage:3.0V				
12	Tube cutter	Perkakas tangan untuk memotong pipa Dimensi 25,4 x 14,22 x 4,57 cm Kapasitas 3 – 35 mm Dapat memotong pipa dari bahan aluminium, tembaga dan kuningan	6 buah/ ruang praktik		01	Basic
13	Tube reamer	Deburring pipa yang baru dipotong Kapasitas 6,35 – 31,75 mm Bahan luar plastic dengan pisau pemotong baja Bahan yang dapat di reaming: aluminium, tembaga dan kuningan	6 buah/ ruang praktik		01	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Tube bender	Perkakas tangan untuk membengkokkan pipa Kapasitas maksimum diameter pipa 1/2 inch Bend angle 90° - 180° Dimensi 60,96 x 10,16 x 7,62 cm	6 buah/ ruang praktik		01	Basic
15	Flaring tool	Perkakas tangan untuk mengembangkan ujung pipa agar dapat disambung dengan sambungan berulir (flare fitting) Berat 1,6 kg Dimensi 23,11 x 16,25 x 9,9 cm Kapasitas 4 – 16 mm Bahan pipa yang dapat di-flaring aluminium dan tembaga dan stainless steel (tebal maks 0,8 mm)	6 buah/ ruang praktik		01	Basic
16	Swaging tool	Perkakas tangan untuk membesarkan diameter pipa untuk sambungan las atau manual Type single stage Kapasitas 3/8, 1/2, 3/4, dan 1 inch Bahan yang dapat di-swaging ialah baja lunak, aluminium dan tembaga	6 buah/ ruang praktik		01	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
17	Basic Pneumatic Training System	Digunakan untuk pembelajaran mengenai suatu sistem pneumatik, lengkap beserta komponen-komponen pneumatik, serta pengaplikasiannya dalam sistem otomasi industri. Power unit - air compressor (Basic configuration minicomputers) Power source: AC 220V±10% 50Hz/60Hz Motor power: 480W Nominal volume : approx. 6L Rated output pressure : 0.6Mpa - 0.85Mpa Part list: Workbench, Silent Air compressor, Manifold block, Double-acting cylinder, Single-acting cylinder, Mushroom button valves, 3/2 button type valve, 5/3 handle shuttle valve, 5/2 handle shuttle valve, Single pneumatic control 3/2, Double pneumatic control 3/2, Single pneumatic control 5/2,	2 Set / ruang praktik		03	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Doublepneumatic control 5/2, Reducing valve, One-way valve, Pressureguage, One-way throttle valve, 3/2 stroke valve, Time delay valve, Sequence valve, "And" Gate type dual pressure valve, "Or" Valve, Quick escape valve, Hose Ø4, Hose Ø6, 4T valve, "T" Connection, APG reducing straight coupling , Tool kits, Pneumatic simulator software. Manual book, Experiment module.				
18	Mesin Tekuk dan Press	Digunakan untuk penekukan pelat dengan tenaga hidrolik. Otomatisasi: Otomatis Tipe Mesin: rem tekan Bahan Baku: Gulungan Pelat/Lembaran Bahan / Diproses Logam:stainless steel Daya: Hidrolik	2 Set / ruang praktik			Basic

H. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN

Tabel 12. Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa injection - Finish Fabric - Rangka pipa besi oval finishing Chrome	9 buah/ ruang instruktur		1	Dasar
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	9 buah/ ruang instruktur		1	Dasar
4	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). Weight capacity: 330 lbs	1 buah/ ruang penyimpanan		1	Dasar

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	<i>Filing Cabinet</i> 4 <i>Drawers</i> (Rak Kabinet 4 Laci)	Digunakan untuk menyimpan buku, dokumen, dan arsip lainnya. Memiliki 4 susun laci yang dapat dikunci <i>Dimension: approx. L450 x W620 x H1330 mm</i> <i>Material: sheet metal approx. 0.7 - 0.8 mm</i> <i>Finishing : powder coating painting</i>	3 unit / ruang instruktur		1	Dasar
6	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Lemari dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit. Minimal memiliki 3 susun rak dengan 2 pintu atun yang dapat dikunci Dimensi min. L 900 x W400 x H1850 mm <i>Material : sheet metal min. 0,7 mm</i> <i>Finishing: Powder coating painting</i>	3 buah / ruang praktik		1	Dasar

BAB III PENUTUP

A. KESIMPULAN

Untuk meningkatkan relevansi peralatan praktik di SMK kompetensi *Airframe Mechanic* terhadap kebutuhan IDUKA maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Penyediaan peralatan yang lebih modern yang mendukung untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas lulusan SMK di bidang *Airframe Mechanic* sebagai salah satu industri prioritas mendukung industri teknologi dan rekayasa dan *Making Indonesia 4.0*.
2. Penyediaan peralatan yang mendukung pembelajaran yang fleksibel di rumah, sekolah dan industri baik secara sinkron maupun asinkron dengan mengoptimalkan teknologi.
3. Optimalisasi pemanfaatan peralatan untuk pembelajaran berbasis *project/ teaching factory* guna menghasilkan produk yang dibutuhkan masyarakat sebagai media untuk mencapai kompetensi lulusan SMK.
4. Reskilling dan upskilling SDM untuk peningkatan profesionalisme berkelanjutan, pengoperasian dan pemeliharaan peralatan.
5. Penyediaan standar operasional prosedur pengelolaan tata letak yang ergonomis laboratorium/ bengkel, keselamatan dan kesehatan kerja (K3) serta budaya kerja industri.

B. SARAN DAN REKOMENDASI

Untuk meningkatkan kualitas pembelajaran di SMK dalam penyediaan peralatan harus mempertimbangkan aspek-aspek berikut.

1. Teknologi : peralatan harus memiliki relevansi dengan teknologi dan kinerja peralatan yang ada di industry dengan kapasitas produksi dan daya disesuaikan dengan kemampuan operasional di SMK.
2. Aspek pedagogi : penyediaan peralatan harus mempertimbangkan implementasi strategi dan model pembelajaran *teaching factory/industry*, pembelajaran berbasis proyek dan fasilitasi kegiatan kewirausahaan di SMK.
3. Peralatan harus dilengkapi alat pelindung diri dan peralatan K3 yang sesuai dengan jenis pekerjaan dalam penggunaan peralatan
4. Aspek *space* (ruang) : kapasitas ruang praktik, tata letak peralatan dan penambahan luasan untuk mendukung fleksibilitas aktifitas pembelajaran formal dan informal baik secara daring maupun luring.
5. Aspek pembiayaan: pengembangan sarana dan prasarana perlu mempertimbangkan efisiensi dan efektivitas pembiayaan untuk pencapaian kinerja dan kompetensi lulusan.

DAFTAR PUSTAKA

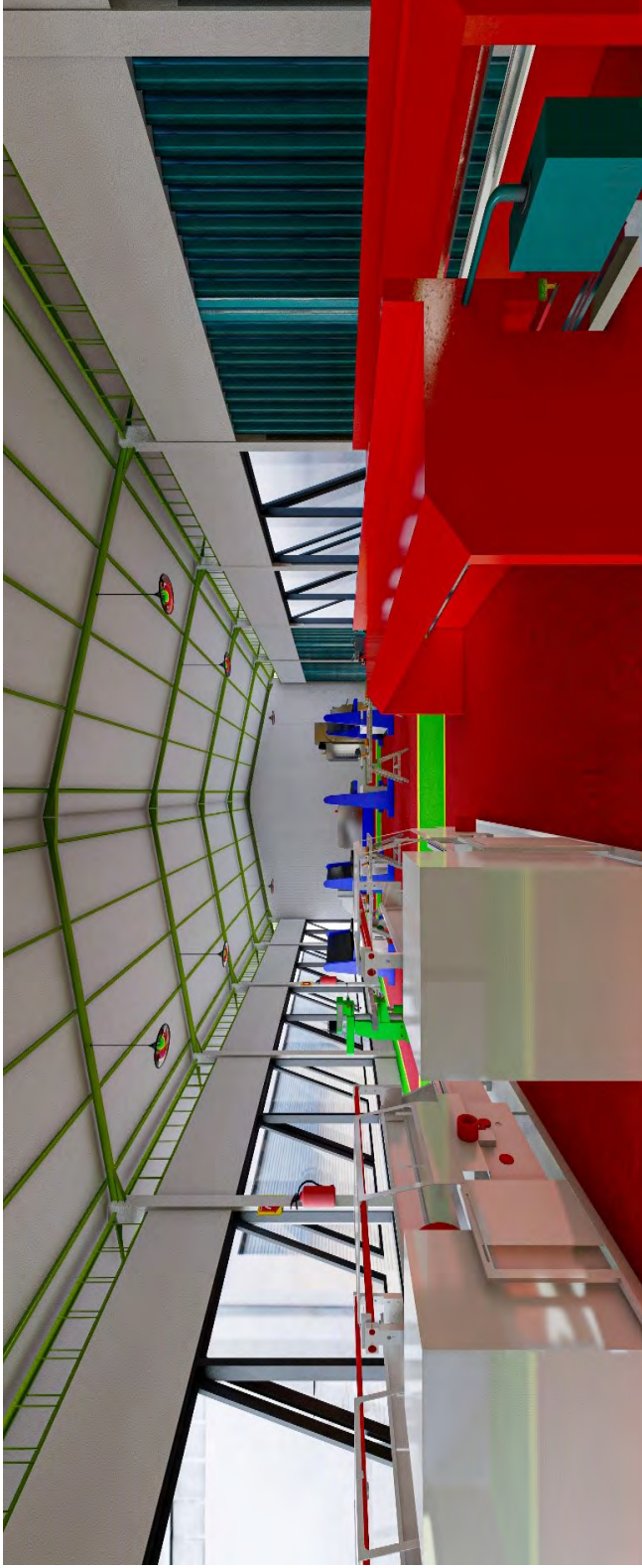
- Armfield. 2019. *Engineering Teaching & Research Equipment For Schools, Colleges and Universities*. www.discoverarmfield.com. diakses tanggal 30 Agustus 2020.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1735-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1736-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1745-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1746-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan ke Luar untuk Penyelamatan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-3985-2000 tentang Tata Cara Perencanaan, Pemasangan dan Pengujian Sistem Deteksi Dan Alarm Kebakaran Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-3989-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem *Sprinkler* Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6571-2001 tentang Sistem Pengendalian Asap Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung.

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 03-7012-2004 tentang Sistem Manajemen Asap Dalam Mal, Atrium, dan Ruangan Bervolume Besar.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 03-6390-2011 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung.
- Consortium of Local Education Authorities for the Provision of Science Services (CLE-APSS). 2009. *Designing and Planning Laboratories*. Consortium of Local Education Authorities for the Provision of Science Services: Brunel University London.
- Departemen Pekerjaan Umum. 2000. Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum No. 10/KPTS/2000 tentang Ketentuan Teknis Pengamanan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan dan Lingkungan.
- Department of Petroleum Engineering. 2003. *PETE 203: DRILLING ENGINEERING LABORATORY MANUAL*. King Fahd Of Petroleum & Minerals: Dhahran.
- Elangovan, M., Thenarasu, M., Narayanan, S., & Shankar, P. S. 2018. *Design Of Flexible Spot Welding Cell For Body-In-White (BIW) Assembly*. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 6(2), 23-38.
- Habib P. Mohamadian. 2019. *Adopt a Lab Campaign*. College of Engineering Southern University and A&M College: Baton Rouge.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2018. *Standar Nasional Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan*. <http://jdih.kemdikbud.go.id>. diakses tanggal 01 September 2020.
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2020. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Petunjuk Operasional Dana Alokasi Khusus Fisik Bidang Pendidikan Tahun 2020.
- Kementerian Pekerjaan Umum. 2006. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 29/PR-T/M/2006 tentang Pedoman Persyaratan Teknis Bangunan Gedung.
- Kementerian Negara Pekerjaan Umum. 2008. Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum No.26/PRT/M/2008 tentang Ketentuan Teknis Pengamanan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan dan Lingkungan

Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Bangunan Gedung Negara.

LKPP. 2020. Katalog Elektronik. <https://e-katalog.lkpp.go.id/>. diakses tanggal 31 Agustus 2020.

VISUALISASI AREA KERJA RUANG PRAKTIK SISWA1



Gambar 26. Area kerja material komposit udara

- 1 Gambar desain, denah dan layout yang dipaparkan disini adalah contoh yang dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada dengan memperhatikan minimal luasan ruang, fungsi, kontur tanah, ergonomi dan K3.



Gambar 26. Area kerja ruang kendali



Gambar 27. Budaya 5S/5R di ruang praktik SMK

PASTIKAN SISWI SMK SUDAH

C.A.N.T.I.K



C Cekatan dalam bekerja

A APD digunakan dan anti kerja ceroboh

N Niatkan bekerja dengan tulus

T Terbiasa dengan budaya K3

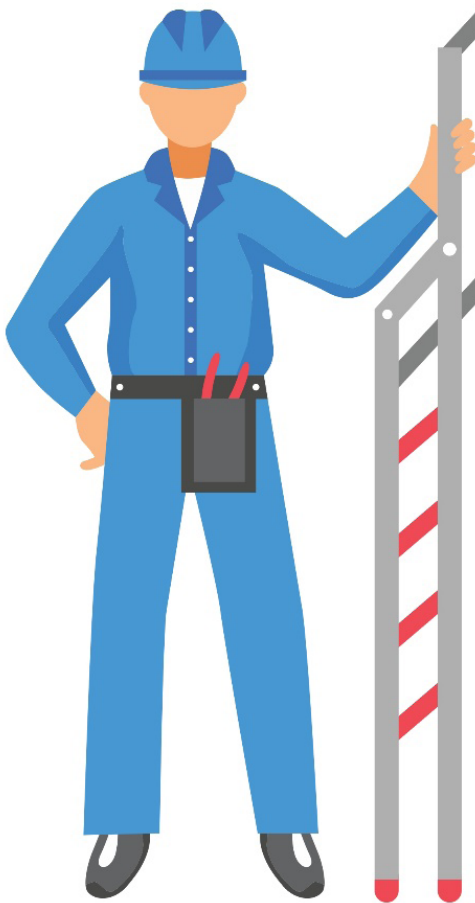
I Ikhlas dalam bekerja

K Kerja giat dan semangat

Gambar 28. Budaya safety/K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK

PASTIKAN SISWA SMK SUDAH

T.A.M.P.A.N



- T** Teliti potensi bahaya yang timbul
- A** Analisa faktor resiko yang akan timbul
- M** Menggunakan APD yang sesuai
- P** Pastikan diri anda dalam kondisi siap
- A** Amati kondisi sekitar
- N** Niatkan ibadah agar Berkah

Gambar 29. Budaya safety/K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK

SMK BISA-HEBAT

SIAP KERJA • SANTUN • MANDIRI • KREATIF



**Direktorat Sekolah Menengah Kejuruan
Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan**

Komplek Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Gedung E Lantai 12 & 13
Jl. Jenderal Sudirman, Senayan, Jakarta 10270
(021) 5725477
smk.kemdikbud.go.id

ISBN 978-623-6065-44-0



9 786236 065440