

# **NORMA & STANDAR**

**LABORATORIUM/  
BENGKEL SMK**

**Kompetensi Keahlian  
Aircraft Sheet Metal  
Forming**



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

# **NORMA & STANDAR LABORATORIUM/BENGGEL SMK KOMPETENSI KEAHLIAN AIRCRAFT SHEET METAL FORMING**

## **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: 978-623-6065-43-3

## **Editor**

Yogi Adidarma Putra

## **Desain**

Alip Irfandi

## **Layout**

Sakti Risfita

## **Ilustrasi Gambar**

Rizki Adi Saputro

Gambar pada sampul merupakan gambar bebas lisensi dari Rattakarn di Pixabay

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

|  |            |
|--|------------|
| <b>KATA PENGANTAR .....</b>  | <b>iii</b> |
| <b>DAFTAR ISI.....</b>   | <b>iv</b>  |
| <b>DAFTAR GAMBAR .....</b>   | <b>v</b>   |
| <b>DAFTAR TABEL .....</b>  | <b>vi</b>  |
| <b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>  | <b>1</b>   |
| A. LATAR BELAKANG .....  | 1          |
| B. RUANG LINGKUP .....   | 2          |
| C. METODOLOGI.....   | 3          |
| <b>BAB II RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN.....</b>   | <b>7</b>   |
| A. RUANG PRAKTIK .....   | 7          |
| B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK.....  | 8          |
| C. RUANG PRAKTIK SMK AIRCRAFT SHEET METAL FORMING .....                                    | 29         |
| D. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA SUB RUANG<br>GAMBAR TEKNIK.....               | 36         |
| E. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA<br>FABRIKASI PESAWAT UDARA .....   | 40         |
| F. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA<br>LAS GAS DAN BUSUR LISTRIK ..... | 49         |
| G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA<br>KENDALI .....                   | 56         |
| H. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG<br>INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN .....     | 59         |
| <b>BAB III PENUTUP .....</b>   | <b>61</b>  |
| A. KESIMPULAN.....   | 61         |
| B. SARAN DAN REKOMENDASI.....  | 62         |
| <b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>   | <b>63</b>  |
| <b>LAMPIRAN .....</b>  | <b>66</b>  |

# DAFTAR GAMBAR

|            |  |    |
|------------|--|----|
| Gambar 1.  | Profil kompetensi lulusan <i>aircraft sheet metal forming</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>aircraft sheet metal forming</i> ..... | 32 |
| Gambar 22. | Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian <i>aircraft sheet metal forming</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 <i>machining</i> .....  | 66 |
| Gambar 26. | Area kerja ruang kendali .....   | 67 |
| Gambar 27. | Budaya 5S/5R di ruang praktik SMK .....  | 68 |
| Gambar 28. | Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK .....                           | 69 |
| Gambar 29. | Budaya <i>safety/ K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK .....                          | 70 |

# DAFTAR TABEL

|           |   |    |
|-----------|---|----|
| Tabel 1.  | Definisi dan kebutuhan luas minimum ruang praktik <i>aircraft sheet metal forming</i> ..... | 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 6.  | Kebutuhan minimal luasan ruang praktik siswa .....  | 29 |
| Tabel 7.  | Peralatan <i>smart classroom</i> .....  | 30 |
| Tabel 8.  | Daftar perabot dan peralatan praktik pada sub ruang gambar teknik.....                      | 36 |
| Tabel 9.  | Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja fabrikasi pesawat udara.....           | 40 |
| Tabel 10. | Daftar perabot dan peralatan praktik area kerja las gas dan busur listrik.....              | 49 |
| Tabel 11. | Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja kendali .....                          | 56 |
| Tabel 12. | Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan .....            | 59 |

# 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 memenuhipersyaratan 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 *AIRCRAFT SHEET METAL FORMING*

### Bekerja menjadi:

- *Mechanical assembler*
- *Junior mechanic*

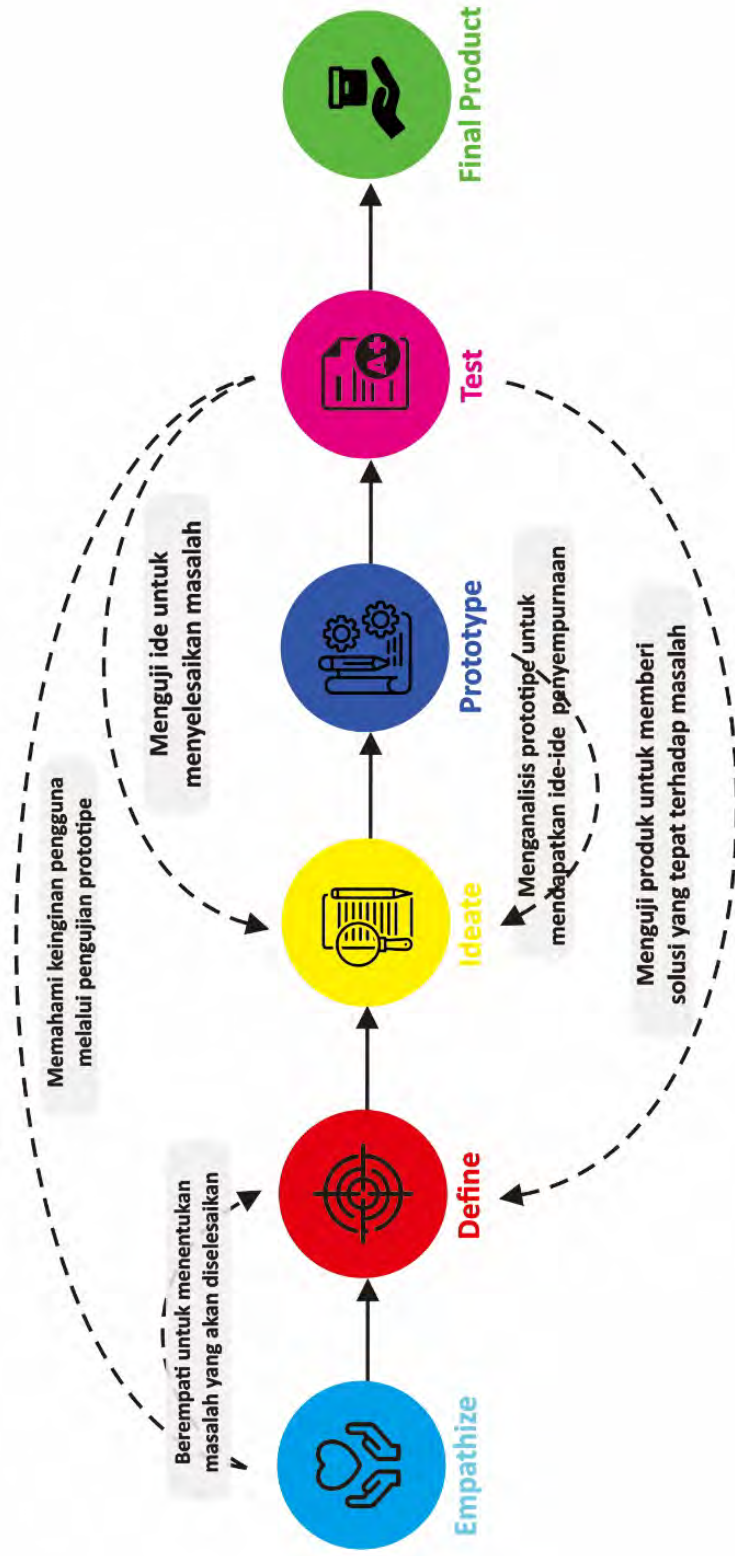
### Melanjutkan studi:

- 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 jasa perawatan pemesinan pesawat terbang
- *Freelance drafter*, pengawas, dan pelaksana pemesinan pesawat terbang

Gambar 1. Profil kompetensi lulusan *aircraft sheet metal forming*



Gambar 2. Metode *design thinking non linier*



## BAB II

# RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN

### A. RUANG PRAKTIK

Dalam SNP SMK 2018 ruang praktik Kompetensi Keahlian *Aircraft Sheet Metal Forming* berfungsi sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pembelajaran: gambar teknik, Ketrampilan Dasar, Gambar Teknik Pesawat Udara dan CAD, Gambar Bentangan Geometri, Pembentukan logam Pesawat, Teknik Pengelasan Pesawat udara, dan Komposit pesawat udara, dengan ketentuan luas minimum ruang praktik Kompetensi Keahlian *Aircraft Sheet Metal Forming* adalah 150 m<sup>2</sup> (seratus lima puluh meter persegi). Selanjutnya, detail luas ruangan praktik tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Definisi dan kebutuhan luas minimum ruang praktik *aircraft sheet metal forming*

| No | Jenis                                  | Rasio                           | Deskripsi                       |
|----|--|---------------------------------|---------------------------------|
| 1  | Laboratorium desain/<br><i>drawing</i> | 3 m <sup>2</sup> /peserta didik | Kapasitas untuk 9 peserta didik |
| 2  | Area kerja pembentukan dan pencetakan  | 3 m <sup>2</sup> /peserta didik | Kapasitas untuk 9 peserta didik |
| 3  | Area kerja las gas dan busur listrik   | 3 m <sup>2</sup> /peserta didik | Kapasitas untuk 9 peserta didik |

| No | Jenis                                | Rasio                           | Deskripsi                       |
|----|--------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 4  | Area kerja <i>Aircraft composite</i> | 3 m <sup>2</sup> /peserta didik | Kapasitas untuk 9 peserta didik |
| 5  | Ruang Penyimpanan dan Instruktur     | 3 m <sup>2</sup> /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 27, 28, dan 29).

Lingkungan belajar di SMK dirancang memiliki fleksibilitas sebagai pusat pengembangan kompetensi, membentuk iklim tumbuhnya budaya industri dan menumbuhkan 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              | <ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan teraso, keramik, papan kayu, <i>vinyl</i>, marmer, <i>homogenius tile</i> dan karpet yang disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunan;</li> <li>Adukan atau perekat harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis material yang digunakan.</li> </ul> |
| 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.   |
|    | 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.   |

| No | Material                    | Alternatif material  |
|----|-----------------------------|--|
| 3. | Kerangka Langit-langit      | <p>Kayu lapis atau yang setara, digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4/6 cm untuk balok pembagi dan balok penggantung;</li> <li>• 6/12 cm untuk balok rangka utama; dan</li> <li>• 5/10 cm untuk balok tepi;</li> <li>• 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;</li> </ul> <p>Untuk bahan penutup akustik atau <i>gypsum</i> digunakan kerangka aluminium yang bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan;</p> |
|    | Bahan penutup langit        | Kayu lapis, aluminium, akustik, <i>gypsum</i> , atau sejenis yang disesuaikan dengan fungsi dan klasifikasi bangunannya;   |
|    | Lapisan finishing           | Harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis bahan penutup yang digunakan sesuai prosedur SNI.  |
| 4. | Bahan penutup atap          | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan harus memenuhi persyaratan SNI yang berlaku.</li> <li>• Material penutup atap dapat terdiri dari atap beton, genteng, metal, <i>fibrecement</i>, <i>calcium board</i>, sirap, seng, aluminium, maupun asbes/asbes gelombang;</li> <li>• Atap dari beton harus dilapisi <i>waterproofing</i>;</li> <li>• Penggunaan material atap dapat disesuaikan dengan fungsi, klasifikasi dan kondisi daerahnya.</li> </ul>   |
|    | Bahan kerangka penutup atap | <p>Untuk penutup atap genteng digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2/3 cm untuk reng atau 3/4 cm untuk reng genteng beton;</li> <li>• 4/6 cm atau 5/7 cm untuk kaso, dengan jarak antar kaso disesuaikan ukuran penampang kaso;</li> </ul>  |
|    | Kerangka atap non-kayu      | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gording baja profil C, dengan ukuran minimal 125 x 50 x 20 x 3,2;</li> <li>• Kuda-kuda baja profil WF, dengan ukuran minimal 250 x 150 x 8 x 7;</li> <li>• Struktur baja ringan (<i>cold form steel</i>);</li> <li>• Beton plat dengan tebal minimum 12 cm.</li> </ul>  |



| No | Material                     | Alternatif material  |
|----|------------------------------|--|
| 5. | Kusen dan daun pintu/jendela | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 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;</li> <li>• 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;</li> <li>• Daun pintu panil kayu digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dicat kayu atau dipelitur;</li> <li>• Daun jendela kayu, digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dengan ukuran rangka minimum 3,5 cm x 8 cm, dicat kayu atau dipelitur;</li> <li>• Rangka pintu/jendela yang menggunakan bahan aluminium ukuran rangkanya disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya;</li> <li>• 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;</li> <li>• Penggunaan kaca untuk daun pintu maupun jendela disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya.</li> </ul> |

### 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 liquifaksi 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           | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tebal minimum 15cm, tulangan 4Ø12-15cm;</li><li>• Selimut beton minimum 2.5cm;</li><li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li></ul>   |
| 2. | Kolom beton bertulang (praktis) | <ul style="list-style-type: none"><li>• Tebal minimum 15cm, tulangan 4Ø12-20cm;</li><li>• Selimut beton minimum 2.5cm;</li><li>• Mutu bahan berdasarkan kepada pedoman SNI yang berlaku.</li></ul>  |
| 3. | Kolom baja                      | <ul style="list-style-type: none"><li>• Mempunyai kelangsingan (<math>\lambda</math>) maksimum 150;</li><li>• Dibuat dari profil tunggal maupun tersusun harus mempunyai minimum 2 sumbu simetris;</li><li>• 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;</li><li>• Sambungan kolom baja yang menggunakan las harus menggunakan las listrik, sedangkan yang menggunakan baut harus menggunakan baut mutu tinggi;</li><li>• Penggunaan profil baja tipis yang dibentuk dingin, harus berdasarkan perhitungan-perhitungan yang memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup;</li><li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li></ul> |
| 4. | Struktur kolom kayu             | <ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensi kolom bebas diambil minimum 20 cm x 20 cm;</li><li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li></ul>   |

| No | Material kolom                    | Keterangan   |
|----|-----------------------------------|--|
| 5. | Struktur dinding geser (jika ada) | <ul style="list-style-type: none"> <li>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;</li> <li>Dinding geser mempunyai ketebalan sesuai dengan ketentuan dalam SNI yang berlaku.</li> </ul> |

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                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Jika tebal papan lantai 2 cm, jarak balok anak tidak boleh lebih dari 60 cm;</li> <li>Ukuran balok anak minimal adalah 6/12 cm;</li> <li>Balok lantai yang masuk ke dalam dinding harus dilapisi bahan pengawet terlebih dahulu;</li> <li>Material dan tegangan untuk syarat kekuatan dan kekakuan material harus memenuhi SNI yang berlaku.</li> </ul> |
| 2.  | Beton                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>Harus dipasang lapisan pasir dengan tebal minimal 5cm; dengan lantai kerja minimal 5cm;</li> <li>Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi standari SNI yang berlaku;</li> <li>Analisis struktur pelat lantai beton dilakukan oleh tenaga ahli yang bersertifikasi.</li> </ul>   |
| 3.  | Baja                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>Ketebalan pelat diperhitungkan agar memenuhi batas lendutan yang dipersyaratkan;</li> <li>Kekuatan sambungan dan analisa struktur harus dihitung oleh tenaga ahli bersertifikasi;</li> <li>Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.</li> </ul>   |

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            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Ukuran yang digunakan harus sesuai dengan ukuran yang dinormalisir;</li><li>• Rangka atap kayu harus menggunakan bahan anti rayap;</li><li>• Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.</li></ul>  |
| 2.  | Beton bertulang | Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.   |
| 3.  | Baja            | <ul style="list-style-type: none"><li>• Sambungan pada rangka atap baja yang berupa baut, paku keling, atau las listrik, harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku;</li><li>• Rangka atap baja harus dilapisi pelapis anti korosi;</li><li>• Pada bangunan sekolah yang telah ada komponen fabrikasi, struktur rangka atap dapat digunakan komponen prefabrikasi yang sudah ada;</li><li>• Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.</li></ul> |

#### 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 (penyandang 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 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;



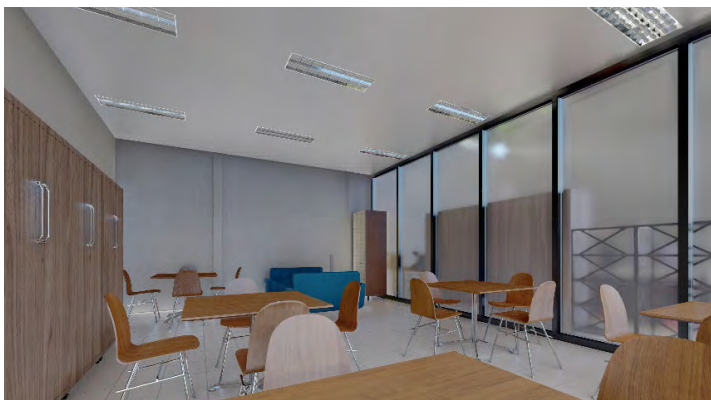
Gambar 3. Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa.

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



Gambar 4. Ilustrasi pengankuran lemari

- c. Ukuran meja belajar dengan lebar minimal sebesar 95 cm untuk mengakopsi 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

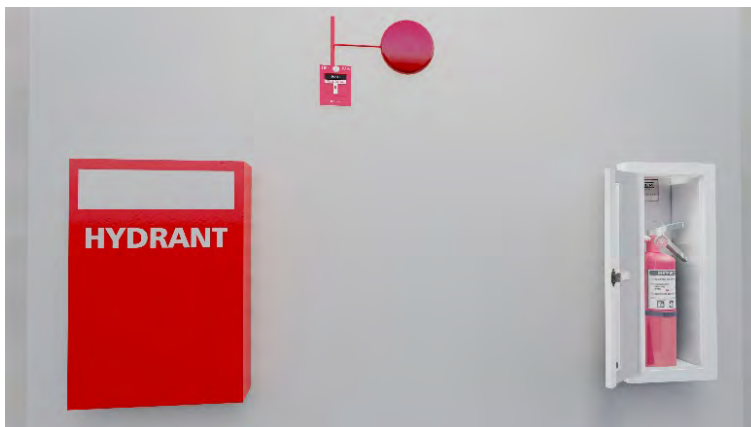
Sistem ini merupakan perlindungan terhadap kebakaran dengan menggunakan peralatan yang bekerja secara otomatis ataupun manual. Setiap bangunan gedung harus dilindungi dengan proteksi ini berdasarkan pada fungsi, klasifikasi, luas, ketinggian, volume bangunan dan atau jumlah dan kondisi penghuni di dalam 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 27 dan Budaya K3 C.A.N.T.I.K atau T.A.M.P.A.N. pada lampiran gambar 28 dan 29. 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/BENGGEL



## 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



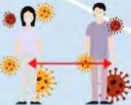
Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS)  
dengan Air Mengalir,  
Dan Hand Sanitizaer



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 AIRCRAFT SHEET METAL FORMING

Berdasarkan analisis kebutuhan ruang praktik dalam SNP 2018, Kompetensi Keahlian *aircraft sheet metal forming* sebagai berikut.

1. Ruang laboratorium gambar teknik
2. Ruang area kerja fabrikasi pesawat udara
3. Ruang area kerja las gas dan busur listrik
4. Ruang area kendali
5. Ruang instruktur & 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.





Tabel 6. Kebutuhan minimal luasan ruang praktik siswa

| No | Area Kerja /Laboratorium / Ruang           | Rasio | Kapasitas | Luasan (m <sup>2</sup> ) | Total Luas (m <sup>2</sup> ) |
|----|--|-------|-----------|--------------------------|------------------------------|
| 1  | Ruang laboratorium gambar teknik           | 3     | 18        | 54                       | 270                          |
| 2  | Ruang area kerja fabrikasi pesawat udara   | 3     | 18        | 54                       |                              |
| 3  | Ruang area kerja las gas dan busur listrik | 3     | 18        | 54                       |                              |
| 4  | Ruang area kendali                         | 3     | 18        | 54                       |                              |
| 5  | Ruang instruktur & penyimpanan (RIS)       | 3     | 9         | 27                       |                              |

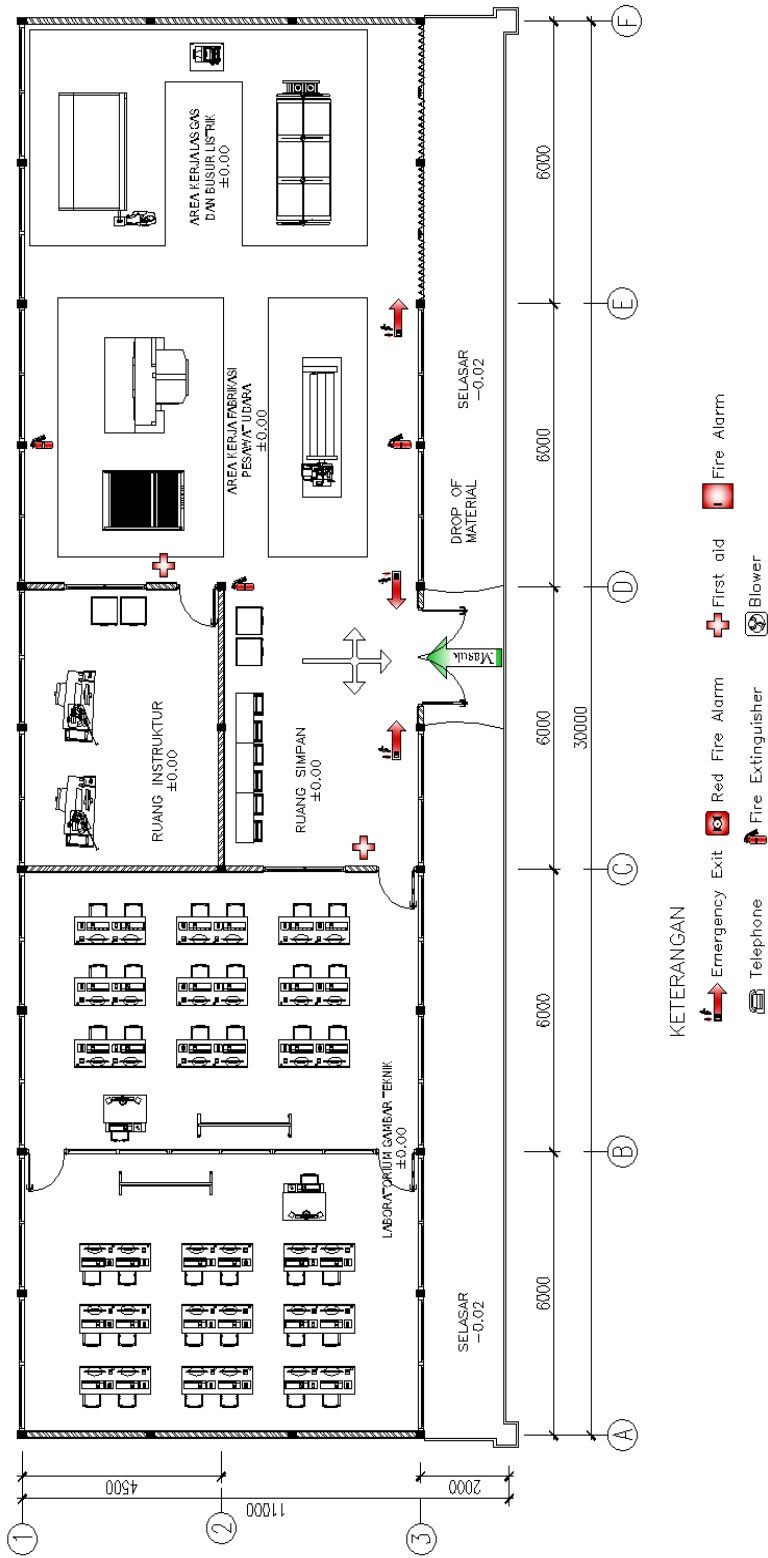
Disamping itu perlu juga dilengkapi ruang pembelajaran yang mengikuti dan mencirikan perkembangan industri 4.0 yaitu ruang kelas pintar (*smart classroom*) untuk mendukung pembelajaran berbasis *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR), dan telekonferensi, diantaranya terdiri atas peralatan berikut.

Tabel 7. Peralatan *smart classroom*

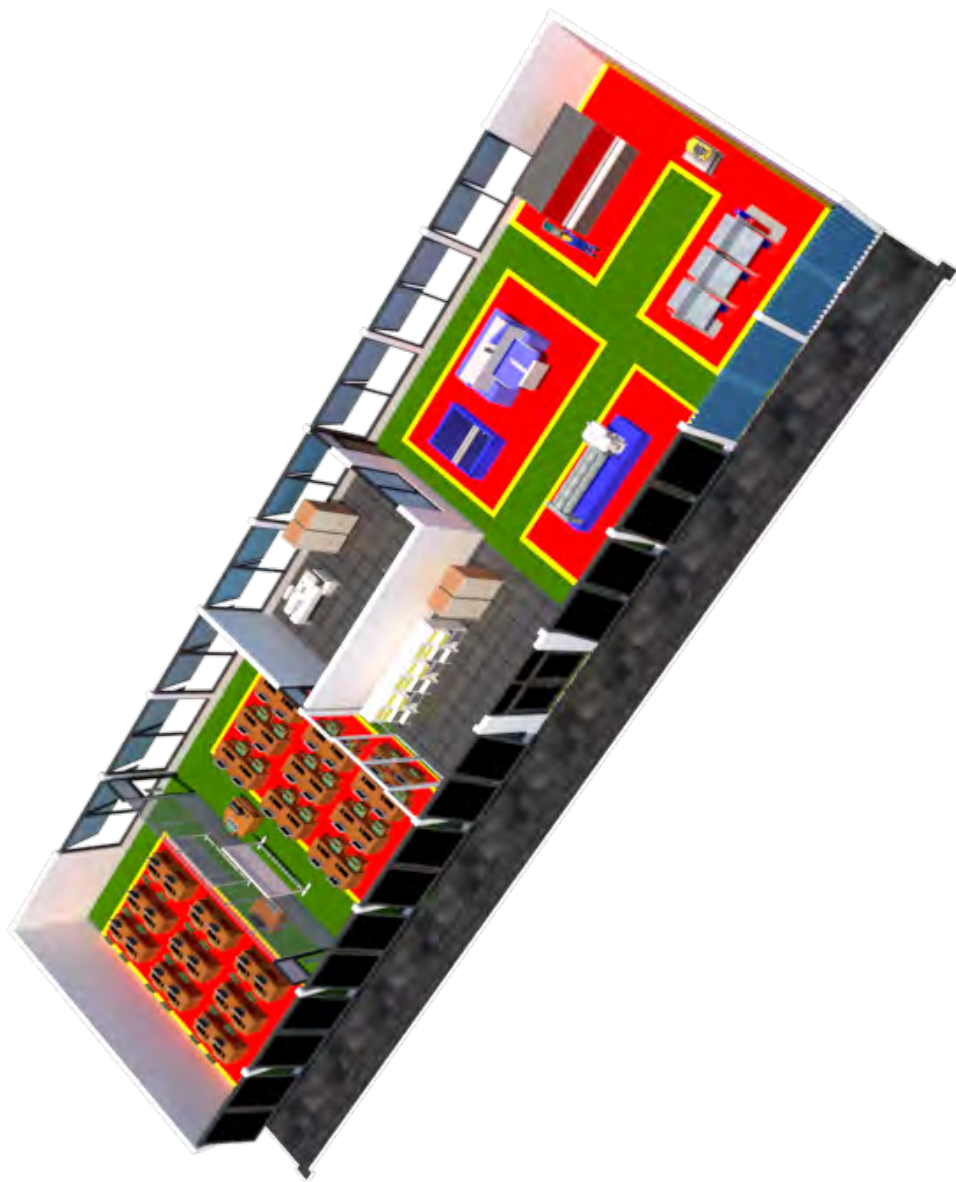
| No. | Sarana                                       | Gambar   |
|-----|--|--|
| 1   | <i>Smart board<br/>Whiteboard interaktif</i> |    |
| 2   | <i>Smart TV videoconference</i>              |    |
| 3   | <i>HD Pro Cam<br/>Live Casting</i>           |    |
| 4   | <i>Smart Table Interaktif</i>                |  |
| 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, digital learning content, mobile learning</i> |  <p data-bbox="790 701 1055 730">Student response software</p>  <p data-bbox="817 929 964 952">Classroom Clickers</p>  <p data-bbox="844 1209 987 1238">Carrying bag</p>  <p data-bbox="884 1402 970 1425">Receiver</p> |

Berdasarkan analisis kebutuhan penyalarsan kurikulum dengan industri dan implementasi *teaching factory* maka dapat juga ditambahkan ruang *outlet/showroom* untuk keahlian *aircraft sheet metal forming*. Berikut ini denah tata letak ruang dan sub ruang untuk kompetensi keahlian *aircraft sheet metal forming*.



Gambar 21. Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian aircraft sheet metal forming



Gambar 22. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian *aircraft sheet metal forming*



Gambar 23. Showroom/outlet bidang keahlian teknologi dan rekayasa






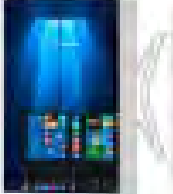


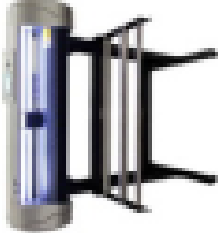
Gambar 24. Smart classroom


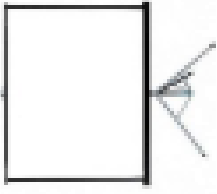


## D. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA SUB RUANG GAMBAR TEKNIK


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

| 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.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi min.<br>L480 x W420 x H850 mm<br><i>Material:</i><br><i>Seat and back of seat: durable foam laminated with oscar.</i><br><i>Chair support: nylon</i><br><i>Finishing nya menggunakan powder coating painting</i> | 2 buah / ruang praktik |  | 1               | Basic              |
| 2  | Meja Kerja  | Ukuran memadai untuk bekerja dengan nyaman.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi<br>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.<br>Spesifikasi:<br><i>Processor min. 2.8 GHz 9 MB Cache, CPU multi-core minimal 4 core/threads, sistem operasi minimal 64 bit, RAM minimal DDR5 16 GB, HDD SSD / SSHD minimal 2 TB, VGA Card Min. 4 GB, DVD-RW, Parallel dan serial port Monitor minimal resolusi Full HD 1920 x 1080 atau ukuran layar minimal 20".</i><br><i>Dilengkapi optikal USB mouse, USB Keyboard, dan software modern untuk pekerjaan desain CAD</i> | 18 Set / Ruang Praktik |   | 04              | Keterampilan dasar |
| 4  | Personal Computer (Teacher) | Digunakan untuk membuat desain komponen pesawat udara dan menghitung kebutuhan bahan serta bentuk bagian pesawat yang akan dibuat.<br><i>Processor min. 2.8 GHz 9 MB Cache, CPU multi-core minimal 4 core/threads, sistem</i>  | 1 set/ Ruang Praktik   |  | 04              | Keterampilan dasar |


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




| No | Nama Alat                                | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                    | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|--|--|--------------------------|---|-----------------|--------------------|
| 6  | LCD Proyektor                            | Untuk pemaparan materi<br>Spesifikasi:<br>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/<br>Ruang Praktik  |    | 01              | Dasar              |
| 7  | Screen                                   | Untuk pemaparan materi<br>Motorized Screen Projector Wall Mount Remote Controlled Projector Screen 96" x 96"   | 1 set/<br>Ruang Praktik  |    | 01              | Dasar              |
| 8  | Stabilizer (automatic Voltage Regulator) | Untuk menjaga stabilitas tegangan listrik<br>Spesifikasi:<br>2000 V  | 2 set/<br>Ruang Praktik  |    | 01              | Dasar              |
| 9  | UPS (Uninterruptible Power Supply)       | Untuk mengantisipasi terjadi mati listrik, sehingga computer tidak langsung mati<br>Spesifikasi:<br>6 KVA/4500 watt  | 2 set /<br>Ruang praktik |  | 01              | Dasar              |




| No | Nama Alat   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi                                     | Rasio                       | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-------------|--|-----------------------------|---|-----------------|--------------------|
| 10 | Meja gambar | Untuk pembuatan gambar secara manual<br>Top table magnet ukuran A0 | 18 Set/<br>Ruang<br>praktik |  | 02              | Dasar              |

## E. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA FABRIKASI PESAWAT UDARA

Tabel 9. Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja fabrikasi 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.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi min.<br>L480 x W420 x H850 mm<br><i>Material:</i><br><i>Seat and back of seat: durable foam laminated with oscar.</i> | 1 buah /<br>ruang<br>praktik |  | 1               | Basic              |



| No | Nama Alat    | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                  | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|--------------|--|------------------------|--|-----------------|--------------------|
| 2  | Meja Kerja   | <p><i>Chair support: nylon</i><br/> <i>Finishing nya menggunakan powder coating painting</i></p> <p>Ukuran memadai untuk bekerja dengan nyaman.<br/>           Spesifikasi:<br/>           Dimensi<br/>           900 x 500 x 450 mm, material MFC</p> | 1 buah /ruang praktik  |   | 1               | Basic              |
| 3  | Bangku Kerja | <p>Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan.<br/>           Spesifikasi:<br/>           Dimensi 2000x840x750mm<br/>           Beban max 1000 kg.<br/>           Bahan <i>Cold rolled steel/stainless steel/ aluminium sheet/galvanis</i></p>           | 5 buah/ ruang praktik  |   | 1               | Basic              |
| 4  | Meja Alat    | <p>Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan.<br/>           Spesifikasi:<br/>           Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H).<br/> <i>Weight capacity: 330 lbs</i></p>  | 1 buah / ruang praktik |  | 1               | Basic              |


| No | Nama Alat                   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                  | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-----------------------------|--|------------------------|--|-----------------|--------------------|
| 5  | Meja Persiapan              | <p>Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan.<br/>Spesifikasi:<br/>Meja kerja dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit.<br/>Dimensi: min. L 1500 x W900 x H730 mm<br/><i>Material:</i><br/><i>Sheet metal:</i> min. 0,6 -0,7 mm<br/>MDF: min. 25 mm<br/><i>Finishing: powder coating painting</i></p> | 2 buah / ruang praktik |   | 1               | Basic              |
| 6  | Stool// Kursi Kerja Bengkel | <p>Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik.<br/>Spesifikasi:<br/><i>Lab stool</i>, Ukuran Lebarudukan 54cm, <i>hydraulic, foot rest</i>, kaki metal, dilengkapi roda</p>  | 5 buah/ ruang praktik  |   | 1               | Basic              |
| 7  | Papan tulis dorong          | <p>Dapat dipindah-pindah, digunakan saat pemberian /penjelasan tulis pada kegiatan praktik.<br/>Spesifikasi:<br/><i>White board double stand</i><br/>Ukuran min. 120 x 240<br/>Fitur tambahan : kalau memungkinkan bisa ditempel magnet.</p>   | 1 buah / ruang praktik |  | 1               | Basic              |





| No | Nama Alat                                   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio                        | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|---|---|------------------------------|---|-----------------|--------------------|
| 8  | Lemari alat/<br><i>tools cabinet</i>        | <p>Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan.<br/>Tertutup dan dapat dikunci.<br/>Spesifikasi:<br/>Lemari dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit.<br/>Minimal memiliki 3 susun rak dengan 2 pintu atun yang dapat dikunci<br/>Dimensi min. L 900 x W400 x H1850 mm<br/><i>Material : sheet metal min. 0,7 mm.</i><br/><i>Finishing: Powder coating painting</i></p>      | 2 buah /<br>ruang<br>praktik |  | 1               | Basic              |
| 9  | Mesin<br>Pemotong<br>Guilotin<br>(Hidrolik) | <p>Untuk mengengalkan dan memberi ketrampilan mengenai pemotongan dengan tenaga hidrolik<br/>Spesifikasi:<br/>Dimensi:<br/>Panjang : 2995 mm<br/>Lebar : 1750 mm<br/>Tinggi : 1910 mm<br/><i>Cutting length : 2500 mm</i><br/><i>Max. Cutting force: 218 KN</i><br/><i>Back Gauge Range: 750 mm</i><br/><i>Rack Angle Adjustmen: 1,50</i><br/><i>Stroke Per Menit : 18 – 36</i></p> | 4 Set /<br>Ruang<br>Praktik  |  | 03              | Basic              |

| No | Nama Alat                     | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio                 | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-------------------------------|---|-----------------------|---|-----------------|--------------------|
| 10 | Bending Machine (Mesin Tekuk) | <p>Frame Throat: 30 mm<br/>           Number of Hold Down: 12<br/>           Volume of Oil tank: 201 Liter<br/>           Motor Power (380v/50Hz): 7,5 KW</p> <p>Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan menekuk pelat</p> <p>Spesifikasi:<br/>           Otomatisasi: Otomatis<br/>           Tipe Mesin: rem tekan<br/>           Bahan Baku: Gulungan Pelat/Lembaran<br/>           Bahan / Diproses Logam: stainless Steel<br/>           Daya: Hidrolik<br/>           Pressing Force: 500 KN<br/>           Bending Length: 2050 mm<br/>           Distance Between Uprights: 1640 mm<br/>           Stroke of Range: 200 mm<br/>           Distance Between table/Ram: 380 mm<br/>           Depth of Throat: 300 mm<br/>           Approaching speed: 150 mm/s<br/>           Working speed: 10 mm/s<br/>           Weturn speed: 110 mm/s<br/>           Motor power: 5,5 KW<br/>           Oil tank: 180 Liter<br/>           Length of machine: 2185 mm</p> | 4 Set / Ruang Praktik |  | 03              | Basic              |

| No | Nama Alat             | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio                 | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-----------------------|---|-----------------------|--|-----------------|--------------------|
| 11 | Mesin Pembengkok Pipa | <p>Untuk membengkokkan pipa.</p> <p>Spesifikasi:</p> <p>Bending capability, up to: <math>\Phi 10 \times 1.2</math> mm (mild steel, copper, aluminium)</p> <p><math>\Phi 8 \times 1.0</math> mm (stainless steel)</p> <p>Bending radius 5~30 mm</p> <p>Bending angle 0~195°</p> <p>Max clip pipe length 700 mm</p> <p>Bending speed 280°/sec</p> <p>Bending accuracy <math>\pm 0.1^\circ</math></p> <p>Feeding speed approx. 1000 mm/sec</p> <p>Feeding accuracy <math>\pm 0.1</math> mm</p> <p>Rotating speed 720°/sec</p> <p>Rotating accuracy <math>\pm 0.1^\circ</math></p> <p>System pneumatic pressure approx. 0.8 MPa</p> | 4 Set / Ruang Praktik |   | 03              | Basic              |
| 12 | Shrinking Machine     | <p>Untuk membentuk komponen pesawat.</p> <p>Spesifikasi:</p> <p>Throat Depth Reach: 14"</p> <p>Throat Vertical Height</p> <p>a. Gap (les Tooling) 9,5"</p> <p>b. Vertical tooling clearance 6,5 - 7,5"</p>  | 2 set/ Ruang Praktik  |  | 03              | Basic              |

| No | Nama Alat                     | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio                 | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-------------------------------|---|-----------------------|---|-----------------|--------------------|
| 13 | Mesin Roll Bending (Otomatis) | <p>Adjustment of Ram:<br/> a. By Hand whell: 1,40"<br/> b. By Geared Motor: 1,18"<br/> Stroke per menit: 400<br/> Forming capacity:<br/> a. Steel 400 N/2 mm (0,08")<br/> b. Aluminium 250N/2,5 mm (light metal 0,10")<br/> Stainless Steel 600N/1,5 mm (0,060")</p> <p>Untuk merol bahan-bahan logam.<br/> Spesifikasi:<br/> Steel Plate rolling Bending forming Machine<br/> Suitable For :<br/> Copper, Aluminium, Alloy Carbon Steel, Stainless Steel<br/> Capacity: 20/20<br/> Working length: 2540<br/> Maximum Sheet Thickness (400N) : 1,5 mm<br/> Diameter rolls: 110 mm</p> | 4 Set / Ruang Praktik |  | 03              | Basic              |

| No | Nama Alat                                       | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                       | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|---|--|-----------------------------|---|-----------------|--------------------|
| 14 | Gergaji Pita                                    | <p>Untuk memotong material logam dan non logam</p> <p>Spesifikasi:</p> <p>Motor Power (V/Hz/Ph/Kw): 380/50/3/3.5</p> <p>Saw wheel Diameter: 500/20 (mm/inchi)</p> <p>Blade size: 4.100x19-38 mm</p> <p>Speed: 1320 rpm</p> <p>Blade rotation speed: 22 mm/sec</p> <p>Max. width work: 500 mm</p> <p>Max. thickness: 350 mm</p>   | 1 set/<br>Ruang<br>Praktik  |  | 02              | Basic              |
| 15 | Mesin Laser Cutting (Fiber Metal Laser Cutting) | <p>Untuk memotong plat logam dan non logam.</p> <p>Spesifikasi:</p> <p>Applicable material: for cutting metal such as stainless steel, carbon steel, and non-metals such as MDF/Wood, Acrylic, rubber, plastic, leather, and etc.</p> <p>Cutting Thickness Metal : approx. 1 mm stainless steel and approx. 1.5 mm carbon steel</p> <p>Cutting Area: approx. 1300x2500mm</p> <p>Engraving Speed: 0-60000 mm/min</p> <p>Cutting Speed: 0 - 10000 mm/min</p> | 4 Set /<br>Ruang<br>Praktik |  | 03              | Basic              |




| No | Nama Alat                                       | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio                 | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|---|---|-----------------------|--|-----------------|--------------------|
| 16 | Mesin Pemotong Guillotin (Hidrolik)             | <p>Cooling Mode: Water Cooling<br/> Laser tube power: approx. 150W<br/> Laser type: CO2 sealed laser tube<br/> Resetting positioning accuracy : <math>\pm 0.01</math>mm<br/> Power Supply: AC 220V 50Hz</p> <p>Untuk mengenalkan dan memberi ketrampilan mengenai pemotongan dengan tenaga hidrolik.<br/> Kapasitas: 1 mm-3 mm<br/> Max shearing thickness 6 mm<br/> Material strenght max 450 N/mm<br/> Blade lenght approx. 4100<br/> Main motor power approx. 7.5 KW<br/> Rotary speed approx. 960 R/min</p> | 2 Set / Ruang Praktik |   | 03              | Basic              |
| 17 | Mesin Laser Cutting (Fiber Metal Laser Cutting) | <p>Untuk memotong plat logam dan non logam.<br/> Spesifikasi:<br/> Jenis laser<br/> Raycus Fiber (pilihan IPG atau nlight)<br/> Kekuatan laser 500w<br/> Panjang Gelombang 1064 nm; Area kerja 1250x2500 mm; Ketebalan Potongan 4 mm; Ketepatan potongan 0,05 mm;</p>   | 1 Set / Ruang Praktik |  | 03              | Basic              |

| No | Nama Alat | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio | Ilustrasi Alat | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-----------|---|-------|----------------|-----------------|--------------------|
|    |           | Kecepatan Potongan 8.000 mm/min;<br>Beban Material Maks 100Kg; Sistem penggerak Servo; Sistem transmisi Ball Screw; Kecepatan Gerak 20.000 mm/min; Gas Pembantu Oxygen, Nitrogen, Udara; Format Penyimpanan DXF, PLT, AI; Voltase kerja AC 380 V/50 Hz/20A; Lingkungan kerja 0-45° C RH 5-85%; Pendingin Sistem pendingin air |       |                |                 |                    |




## F. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA LAS GAS DAN BUSUR LISTRIK


Tabel 10. Daftar perabot dan peralatan praktik area kerja las gas dan busur listrik

| No | Nama Alat   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                 | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-------------|--|-----------------------|--|-----------------|--------------------|
| 1  | Kursi Kerja | Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm<br>- Dudukan dan sandaran busa injection<br>- Finish Fabric<br>- 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.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi 2000x840x750mm<br>Beban max 1000 kg.<br>Bahan <i>Cold rolled steel/stainless steel/aluminium sheet/galvanis</i>  | 5 buah /<br>ruang<br>praktik |  | 1               | <i>Basic</i>       |
| 3  | Meja Alat      | Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H).<br><i>Weight capacity: 330 lbs</i>  | 6 buah /<br>ruang<br>praktik |  | 1               | <i>Basic</i>       |
| 4  | Meja Persiapan | Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan.<br>Spesifikasi:<br>Meja kerja dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit.<br>Dimensi: min. L 1500 x W900 x H730 mm<br><i>Material:</i><br><i>Sheet metal: min. 0,6 -0,7 mm</i><br><i>MDF: min. 25 mm</i><br><i>Finishing: powder coating painting</i> | 6 buah /<br>ruang<br>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.<br>Spesifikasi: Lab stool, Ukuran Lebar duduk 54cm, hydraulic, foot rest, kaki metal, dilengkapi roda   | 5 buah/<br>ruang praktik  |   | 1               | Basic              |
| 6  | Papan tulis dorong                   | Dapat dipindah-pindah, digunakan saat pemberian /penjelasan tulis pada kegiatan praktik.<br>Spesifikasi:<br><i>White board double stand</i><br>Ukuran min. 120 x 240<br>Fitur tambahan : kalau memungkinkan bisa ditemplei magnet | 1 buah /<br>ruang praktik |   | 1               | Basic              |
| 7  | Lemari alat/<br><i>tools cabinet</i> | Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan.<br>Tertutup dan dapat dikunci.<br>Spesifikasi:<br>Lemari dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit.<br>Minimal memiliki 3 susun rak dengan 2 pintu atun yang dapat dikunci     | 2 buah /<br>ruang praktik |  | 1               | Basic              |

| No | Nama Alat                                | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                 | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|--|--|-----------------------|---|-----------------|--------------------|
| 9  | Las, Pembakar dan Pemotong Oksi Asetilin | <p>Dimensi min. L 900 x W400 x H1850 mm<br/> Material : sheet metal min. 0,7 mm<br/> Finishing: Powder coating painting</p> <p>Untuk mengengalkan dan memberi keterampilan mengelas dan memotong logam dengan menggunakan gas oksigen dan asetilin.<br/> Spesifikasi:<br/> Consist of :<br/> Oxy-acetylene welding torch set<br/> Cutting welding torch<br/> O2 Regulator<br/> C2H2 (acetylene) Regulator<br/> Gas welding hose 6m<br/> Gas welding connector<br/> Gas welding connector clamp<br/> Gas welding economizer<br/> Flashback arrester<br/> Chipping hammer<br/> Wire brush<br/> Welding goggles<br/> Masker<br/> Welding gloves<br/> Welding apron.</p> | 8 Set / Ruang Praktik |  | 02              | Advance            |




| No | Nama Alat   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                       | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|---|--|-----------------------------|--|-----------------|--------------------|
| 10 | SMAW/<br>GMAW/GTAW<br>Simulator                                     | <p><i>Input Supply: Single Phase 230v, 50 - 60 Hz, (5 - 11 amp); Learning Concepts: Didactic; Process Simulated: SMAW/ GMAW/GTAW; Joint Configuration: Butt, Fillet, Lap, Pipe To Plate And Pipe To Pipe; Welding Position: 1G To 4G (upto Overhead), and 5G To 6G (Pipe To Pipe And Pipe To Plate); Skills Learned: Arc Length, Speed, Work Angle, Travel Angle &amp; Spatter; Analysis Modes: Video Replay And Report; Evaluation Methodology: Objective (score) / Graphical (trends) evaluation; Viewing Points: Hd Vision Helmet, Simulator System Screen And Projector; and Thickness Of Materials: 3.0, 6.0 &amp; 10.0 Mm.</i></p> | 1 set/<br>ruang<br>praktik  |   | 04              | Advance            |
| 11 | Las Busur<br>Manual<br>(Manual<br>Arc welding<br>machine)<br>(SMAW) | <p>Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengelas menggunakan las busur manual (Arc welding machine).<br/>Spesifikasi:<br/>DC stick welding 200A 220V 1PH; Duty Cycle (%) 80; Efficiency 80%; Power Factor 0.7;</p>   | 8 Set /<br>Ruang<br>Praktik |  | 03              | Advance            |




| No | Nama Alat   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                 | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|---|--|-----------------------|--|-----------------|--------------------|
| 12 | Las Busur CO <sub>2</sub> (MIG/MAG Welding Machine (GMAW) | Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengelas menggunakan las busur Gas CO <sub>2</sub> (MIG/MAG Welding Machine (GMAW)).<br>Spesifikasi:<br>Input Voltage 1PH 220 V.<br>Frequency 50/60 Hz.<br>Current Range up to 200 A.<br>Rated Duty Cycle approx. 30% - 60%.  | 8 Set / Ruang Praktik |   | 03              | Advance            |
| 13 | TIG Welding Machine (GTAW)                                | Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengelas menggunakan TIG welding machine<br>Spesifikasi:<br>AC/DC TIG Welding 250A; Rated Input Voltage (V/P/Hz) 220/1/50-60; Rated Input Power (kVA) 8.5; Input Current (A) 38.9; Welding Current Adjustment (A) 10 – 250; Duty Cycle @ 25° C (%) 60; Efficiency (%) 80; | 8 Set / Ruang Praktik |   | 03              | Advance            |
| 14 | Las Plasma Cutting  | Digunakan untuk pengenalan tentang pengelasan logam dengan potong plasma<br>Spesifikasi:<br>Input Voltage 1PH 220 V.<br>Frequency 50/60 Hz.<br>Output Current up to 40 A.<br>Rated Duty Cycle: 30%-60%   | 8 Set / Ruang Praktik |  | 03              | Advance            |


| No | Nama Alat  | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio                 | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|--|---|-----------------------|---|-----------------|--------------------|
| 15 | Las Titik ( <i>Spot Welding Machine</i> )                  | <p>Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengelas menggunakan spot welding machine.</p> <p>Spesifikasi:<br/> Mesin Las Titik Portable<br/> Kapasitas pelat: 0.3 mm s.d. 1.5 mm per plat nya.<br/> Ketebalan: 0.3+0.3 - 1.5+1.5</p>   | 8 Set / Ruang Praktik |  | 03              | Advance            |
| 16 | Las Busur CO <sub>2</sub> (MIG/MAG Welding Machine (GMAW)) | <p>Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengelas menggunakan las busur Gas CO<sub>2</sub> (MIG/MAG Welding Machine (GMAW)).</p> <p>Spesifikasi:<br/> Rated Input Voltage (V/Ph/Hz) 380/3/50 ;<br/> Rated Input Current (MMA) (A) 38; Rated Input Current (MIG-MAG) (A) 37.5; Output Current Adjustment (MMA)(A) 50-500; Output Current Adjustment (MIG-MAG) (A) 80-500; Output Voltage (MMA)(V) 22-40; Output Voltage (MIG-MAG) (V) 18-39; No Load Voltage (V) 75; Type of Wire Feeder Separated Wire Feeding; Speed Range (m/min) 2-16; Post Flow Time (S) 1.5±0.5; Welding Wire Diameter (mm) 1.0/1.2/1.6; Duty Cycle Max (%) 35; Efficiency (%)85; Power Factor 0.93</p> | 4 Set / Ruang Praktik |  | 03              | Advance            |

## G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA KENDALI

Tabel 11. Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja kendali

| No | Nama Alat   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi  | Rasio                  | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-------------|---|------------------------|--|-----------------|--------------------|
| 1  | Kursi Kerja | Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm<br>- Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i><br>- <i>Finish Fabric</i><br>- Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i> | 1 buah / ruang praktik |   | 1               | Basic              |
| 2  | Meja Kerja  | Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi 2000x840x750mm<br>Beban max 1000 kg.<br>Bahan <i>Cold rolled steel/stainless steel/aluminium sheet/galvanis</i><br><i>Painting</i>                   | 2 buah / ruang praktik |   | 1               | Basic              |
| 3  | Meja Alat   | Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H).<br><i>Weight capacity: 330 lbs</i>  | 1 buah / ruang praktik |  | 1               | Basic              |




| No | Nama Alat                            | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                  | Ilustrasi Alat   | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|--------------------------------------|--|------------------------|--|-----------------|--------------------|
| 4  | Meja Persiapan                       | <p>Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan.</p> <p>Spesifikasi:<br/>Meja kerja dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit.<br/>Dimensi: min. L1500 x W900 x H730 mm<br/><i>Material:</i><br/><i>Sheet metal:</i> min. 0,6 -0,7 mm<br/><i>MDF:</i> min. 25 mm<br/><i>Finishing:</i> <i>powder coating painting</i></p>               | 2 buah / ruang praktik |   | 1               | Basic              |
| 5  | Stool/ Kursi Kerja Bengkel           | <p>Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik.</p> <p>Spesifikasi:<br/><i>Lab stool</i>, Ukuran Lebar dudukan 54-cm, <i>hydraulic</i>, <i>foot rest</i>, kaki metal, dilengkapi roda</p>   | 5 buah/ ruang          |   | 1               | Basic              |
| 6  | Alat Peraga Sistem Pneumatik Pesawat | <p>Alat peraga ini dapat dioperasikan dengan sakelar sehingga aliran udara dari reservoir dapat menggerakkan aktuator. Reservoir dapat diisi ulang setelah habis dipakai menggunakan sumber udara bertekanan seperti kantong udara atau kompresor udara yang banyak digunakan di sekolah-sekolah AMT (pelatihan <i>maintenance pesawat</i>).</p> | 1 unit/ area praktik   |  | 01              | ketrampilan Mahir  |



| No | Nama Alat                   | Deskripsi Alat dan Spesifikasi   | Rasio                   | Ilustrasi Alat  | Level Teknologi | Level Keterampilan |
|----|-----------------------------|--|-------------------------|---|-----------------|--------------------|
| 7  | Alat Peraga Sistem Hidrolik | <p>digunakan sarana latihan praktik bagi para siswa sehingga mereka dapat memahami tentang fungsi, mengidentifikasi komponen, dan memecahkan masalah pada fungsi sistem hidrolik. Alat peraga lengkap yang didesain sedemikian rupa sehingga setiap komponen dapat dibongkar, diperiksa, dipasang kembali, dan dites. Simulasi permukaan kontrol penerbangan dioperasikan untuk mendemonstrasikan prinsip kontrol penerbangan bertenaga hidrolik. Alat peraga disertai CBT untuk memudahkan pemahaman siswa tentang sistem hidrolik pada pesawat modern.</p> | 1 unit/<br>area praktik |  | 02              | ketrampilan mahir  |



## 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.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm<br>- Dudukan dan sandaran busa injection<br>- Finish Fabric<br>- Rangka pipa besi oval finishing Chrome | 9 buah/<br>ruang<br>instruktur  |   | 1               | Dasar              |
| 2  | Meja Kerja  | Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC  | 9 buah/<br>ruang<br>instruktur  |   | 1               | Dasar              |
| 4  | Meja Alat   | Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan.<br>Spesifikasi:<br>Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H).<br>Weight capacity: 330 lbs  | 1 buah/<br>ruang<br>penyimpanan |  | 1               | Dasar              |

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

- 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

## 5S/5R DI RUANG PRAKTIK SMK

- 01 SEIRI/SORT/RINGKAS**  
Pilih barang yang diperlukan untuk bekerja dan singkirkan barang yang tidak diperlukan 
- 02 SEITON/SET IN ORDER/RAPI**  
Menyimpan barang di tempat kerja sesuai pada tempatnya, agar mudah didapatkan saat digunakan 
- 03 SEISO/SHINE/RESIK**  
Membersihkan tempat/lingkungan kerja, mesin/alat dari kotoran dan sampah 
- 04 SEIKETSU/STANDARDIZE/RAWAT**  
Mempertahankan **Ringkas**, **Rapi**, dan **Resik** dari waktu ke waktu 
- 05 SHITSUKE/SUSTAIN/RAJIN**  
Disiplin melakukan **Ringkas**, **Rapi**, **Resik** dan **Rawat** 

## LISA DARA APIK

Lihat sampah ambil - tidak rapi, rapikan 

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

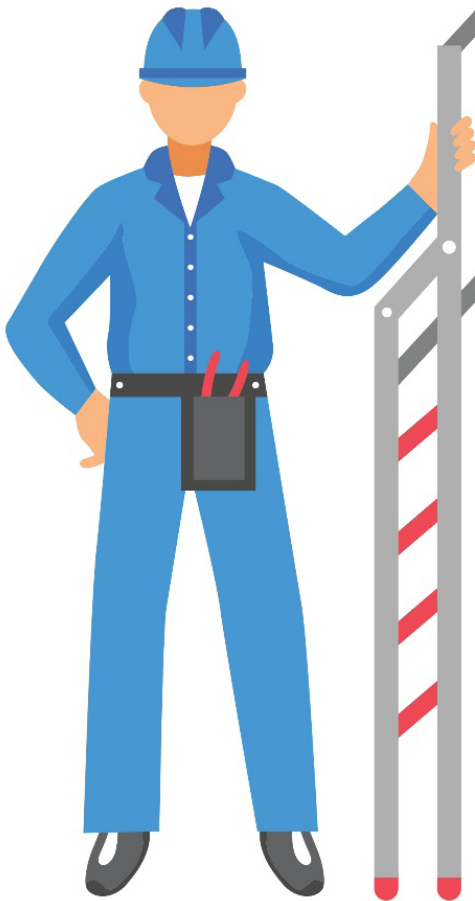
**I** Ikhlas dalam bekerja

**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](http://smk.kemdikbud.go.id)

ISBN 978-623-6065-43-3



9 786236 065433