

NORMA & STANDAR

LABORATORIUM/
BENGKEL SMK

**Kompetensi Keahlian
Teknik Pemesinan**



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

NORMA & STANDAR LABORATORIUM/BENGKEL SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK PEMESINAN

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

Drs. Darmono, M.T.
Prof. Herman Dwi Surjono, M.Sc., M.T., Ph.D.
Prof. Ir. Moh. Khairudin, M.T., Ph.D.
Prof. Dr. Mutiara Nugraheni, S.TP., M.Si.
Dr. K. Ima Ismara, M.Pd., M.Kes.
Noor Fitrihana, M.Eng.
Faqih Ma'arif, Ph.D.
Bayu Rahmat Setiadi, S.Pd., M.Pd.
Hendra Triatmojo, M.T.
Hernita, ST., M.Sc.
Suharto, S.Pd., MM.
Sunardi

ISBN: 978-623-6065-38-9

Editor

Wasful Aulia

Desain

Alip Irfandi

Layout

Sakti Risfita

Ilustrasi Gambar

Hafid Ardiatma

Gambar pada sampul merupakan gambar bebas lisensi dari MustangJoe 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

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUANG LINGKUP	2
C. METODOLOGI.....	3
BAB II RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN.....	7
A. RUANG PRAKTIK	7
B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK.....	8
C. RUANG PRAKTIK SMK TEKNIK PEMESINAN	29
D. DAFTAR PERALATAN DAN PERABOTAN PRAKTIK PADA AREA KERJA BANGKU.....	37
E. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MESIN BUBUT	52
F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MESIN FRAIS	57
G. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MESIN GERINDA	69
H. DAFTAR PERALATAN DAN PERABOTAN PRAKTIK PADA RUANG CAD/CAM.....	74
I. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA MESIN CNC	83
J. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN	89
BAB III PENUTUP	91
A. KESIMPULAN.....	91
B. SARAN DAN REKOMENDASI.....	92
DAFTAR PUSTAKA.....	93
LAMPIRAN	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Profil kompetensi lulusan teknik pemesinan	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 teknik pemesinan.....	32
Gambar 22.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik pemesinan tampak 1	33
Gambar 23.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik pemesinan tampak 2.....	34
Gambar 24.	<i>Showroom/outlet</i> bidang keahlian teknologi rekayasa.....	35
Gambar 25.	<i>Smart classroom</i>	36
Gambar 26.	Visualisasi bengkel area kerja bangku.....	96
Gambar 27.	Visualisasi area kerja mesin bubut.....	97
Gambar 28.	Visualisasi area kerja mesin gerinda.....	98
Gambar 29.	Visualisasi area kerja mesin frais.....	99

Gambar 30. Visualisasi area kerja mesin pengepasan	100
Gambar 31. Budaya 5S/5R di ruang praktik SMK.....	101
Gambar 32. Budaya <i>safety</i> /K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	102
Gambar 33. Budaya <i>safety</i> /K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	103

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Detail kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik pemesinan..	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 peralatan dan perabotan praktik pada area kerja bangku.....	37
Tabel 9.	Daftar peralatan praktik pada area kerja mesin bubut	52
Tabel 10.	Daftar peralatan praktik pada area kerja mesin frais	57
Tabel 11.	Daftar peralatan praktik pada area kerja mesin gerinda	69
Tabel 12.	Daftar peralatan dan perabotan praktik pada ruang CAD/CAM	74
Tabel 13.	Daftar peralatan praktik pada area mesin CNC.....	83
Tabel 14.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan.....	89

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

B. RUANG LINGKUP

Norma, standar, prosedur, dan kriteria peralatan praktik SMK ini dikembangkan berlandaskan dokumen standar sarana prasarana dalam SNP SMK 2018 dan struktur kurikulum SMK 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 Pemesinan 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 TEKNIK PEMESINAN

Bekerja menjadi:

- Operator mesin bubut
- Operator mesin frais
- Operator mesin NC/CNC
- Operator mesin gerinda
- Juru gambar/drafter

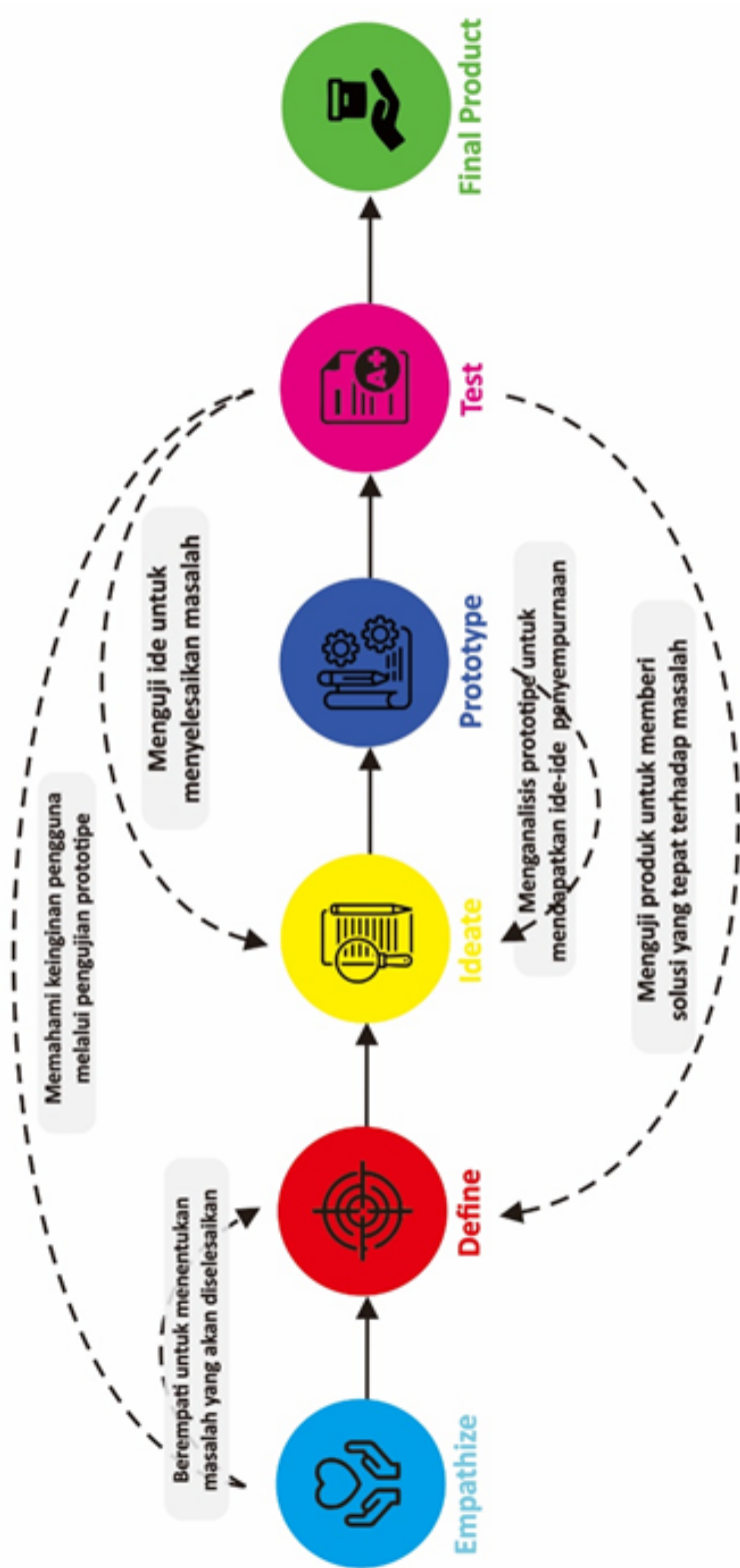
Melanjutkan studi:

- D3, D4, atau S1 (Teknik Perencanaan dan Konstruksi Kapal dan Teknik Bangunan Kapal, Teknik Pengelasan, Metalurgi, Teknik Mesin, Teknik Mesin dan Manufaktur dan Teknik Perencanaan Manufaktur)

Wirausahawan:

- Penyedia barang & jasa perbaikan mesin
- Penyedia jasa perawatan mesin
- Freelance drafter dan operator mesin
- Konten kreator teknik pemesinan

Gambar 1. Profil kompetensi lulusan teknik pemesinan



Gambar 2. Metode design thinking non linier

BAB II

RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN

A. RUANG PRAKTIK

Dalam SNP SMK 2018 ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan berfungsi sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pembelajaran seperti pekerjaan logam dasar, membubut lurus, bertingkat, tirus, ulir luar dan dalam, eksentrik, oval, memfrais lurus, bertingkat, roda gigi, rack gear, menggerinda-alat, dan pengepasan atau pemasangan komponen. Besarnya luasan minimum ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan adalah 150 m² (seratus lima puluh meter persegi). Selanjutnya, detail luas minimum ruang praktik tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Detail kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik pemesinan

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
1	Area kerja bangku	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik
2	Area kerja mesin bubut	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik
3	Area kerja mesin frais	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik
4	Area kerja mesin gerinda	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
5	Area kerja permesinan NC/CNC/CAM	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik
6	Sub area kerja <i>CNC Trainer</i>	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik
7	Ruang penyimpanan dan instruktur	3 m ² /instruktur	Kapasitas untuk 9 instruktur

Pengembangan desain 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 5R dan K3 (lihat gambar 31, 32, dan 33).

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 adalah kotak kontak/stop kontak 1 *phase* dengan jarak masing-masing 3 m, dan kotak kontak/stop kontak 3 *phase* dengan jarak masing-masing 6 m, pada sepanjang dinding bagian dalam ruang praktik.

2. PERSYARATAN MATERIAL BANGUNAN

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

Tabel 2. Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa

No	Material	Alternatif material
1.	Penutup lantai	- Bahan teraso, keramik, papan kayu, <i>vinyl</i>, marmer, <i>homogenius tile</i> dan karpet yang disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunan; - Adukan atau perekat harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis material yang digunakan.
2.	Dinding pengisi	Batu bata, beton ringan, bata tela, batako, papan kayu, kaca dengan rangka kayu/aluminium, panel GRC dan/atau aluminium
	Dinding partisi	Papan kayu, kayu lapis, kaca, <i>calsium 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	Kayu lapis atau yang setara, digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum: • 4/6 cm untuk balok pembagi dan balok penggantung; • 6/12 cm untuk balok rangka utama; dan • 5/10 cm untuk balok tepi; • Besi <i>hollow</i> atau <i>metal furring</i> 40 mm x 40 mm dan 40 mm x 20 mm lengkap dengan besi penggantung Ø8 mm dan pengikatnya; Untuk bahan penutup akustik atau <i>gypsum</i> digunakan kerangka aluminium yang bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan;
	Bahan penutup langit	Kayu lapis, aluminium, akustik, <i>gypsum</i> , atau sejenis yang disesuaikan dengan fungsi dan klasifikasi bangunannya;
	Lapisan <i>finishing</i>	Harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis bahan penutup yang digunakan sesuai prosedur SNI.
4.	Bahan penutup atap	• Bahan harus memenuhi persyaratan SNI yang berlaku. • Material penutup atap dapat terdiri dari atap beton, genteng, metal, <i>fibre cement</i>, <i>calcium board</i>, sirap, seng, aluminium, maupun asbes/asbes gelombang; • Atap dari beton harus dilapisi <i>waterproofing</i>; • Penggunaan material atap dapat disesuaikan dengan fungsi, klasifikasi dan kondisi daerahnya.
	Bahan kerangka penutup atap	Untuk penutup atap genteng digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran: • 2/3 cm untuk reng atau 3/4 cm untuk reng genteng beton; • 4/6 cm atau 5/7 cm untuk kaso, dengan jarak antar kaso disesuaikan ukuran penampang kaso;
	Kerangka atap non-kayu	• Gording baja profil C, dengan ukuran minimal 125 x 50 x 20 x 3,2; • Kuda-kuda baja profil WF, dengan ukuran minimal 250 x 150 x 8 x 7; • Struktur baja ringan (<i>cold form steel</i>); • Beton plat dengan tebal minimum 12 cm.

No	Material	Alternatif material
5.	Kusen dan daun pintu/jendela	- Kayu kelas kuat/kelas awet II dengan ukuran jadi minimum 5,5 cm x 11 cm dan dicat kayu atau dipelitur sesuai persyaratan standar yang berlaku; - Rangka daun pintu yang dilapisi kayu lapis/<i>teakwood</i>, menggunakan kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum 3,5cm x 10cm. Sedangkan ambang bawah 3,5 x 20cm. Daun pintu dilapis dengan kayu lapis yang di cat atau dipelitur; - Daun pintu panil kayu digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dicat kayu atau dipelitur; - Daun jendela kayu, digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dengan ukuran rangka minimum 3,5 cm x 8 cm, dicat kayu atau dipelitur; - Rangka pintu/jendela yang menggunakan bahan aluminium ukuran rangkanya disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya;
		- Kusen baja profil E, dengan ukuran minimal 150 x 50 x 20 x 3,2 dan pintu baja BJLS 100 diisi <i>glass wool</i> untuk pintu kebakaran; - Penggunaan kaca untuk daun pintu maupun jendela disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya.

3. PERSYARATAN STRUKTUR BANGUNAN

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

a. Fondasi

Struktur fondasi harus direncanakan mampu untuk menahan beban di atasnya (beban sendiri, beban hidup, beban mati). Untuk daerah dengan tanah berpasir atau lereng dengan kemiringan di atas 15 derajat, jenis fondasi disesuaikan dengan bentuk massa bangunan untuk menghindari terjadinya 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	• Tebal minimum 15 cm, tulangan 4Ø12-15 cm; • Selimut beton minimum 2.5 cm; • Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.
2.	Kolom beton bertulang (praktis)	• Tebal minimum 15 cm, tulangan 4Ø12-20 cm; • Selimut beton minimum 2.5 cm; • Mutu bahan berdasarkan kepada pedoman SNI yang berlaku.
3.	Kolom baja	• Mempunyai kelangsingan (λ) maksimum 150; • Dibuat dari profil tunggal maupun tersusun harus mempunyai minimum 2 sumbu simetris; • Sambungan antara kolom baja pada bangunan bertingkat tidak boleh dilakukan pada tempat pertemuan antara balok dengan kolom, dan harus mempunyai kekuatan minimum sama dengan kolom; • Sambungan kolom baja yang menggunakan las harus menggunakan las listrik, sedangkan yang menggunakan baut harus menggunakan baut mutu tinggi; • Penggunaan profil baja tipis yang dibentuk dingin, harus berdasarkan perhitungan-perhitungan yang memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup; • Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.
4.	Struktur kolom kayu	• Dimensi kolom bebas diambil minimum 20 cm x 20 cm; • Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.

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

c. Struktur Lantai

Material untuk struktur lantai mengikuti persyaratan sebagai berikut.

Tabel 4. Sistem struktur lantai untuk bangunan

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

d. Struktur Atap

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

Tabel 5. Persyaratan struktur atap

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

4. PERSYARATAN UMUM BANGUNAN GEDUNG

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

- a. Memiliki struktur yang stabil dan kukuh sampai dengan kondisi pembebanan maksimum dalam mendukung beban hidup dan beban mati, serta untuk daerah atau zona tertentu memiliki kemampuan untuk menahan gempa dan kekuatan alam lainnya;
- b. Dilengkapi sistem proteksi pasif dan atau proteksi aktif untuk mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan petir;
- c. Bangunan gedung harus memenuhi syarat fasilitas dan aksesibilitas yang mudah, aman, nyaman, untuk difabel (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. Buka an cahaya minimal 10% dan buka an 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 buka an permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela dan atau buka an 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 seperti berikut ini.
 - 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 buka an untuk pencahayaan alami;
 - c) Pencahayaan alami harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung;
 - d) Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai fungsi ruang-dalam bangunan ge-

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

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

8. *DISASTER RESILIENCE DESIGN*

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

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

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

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



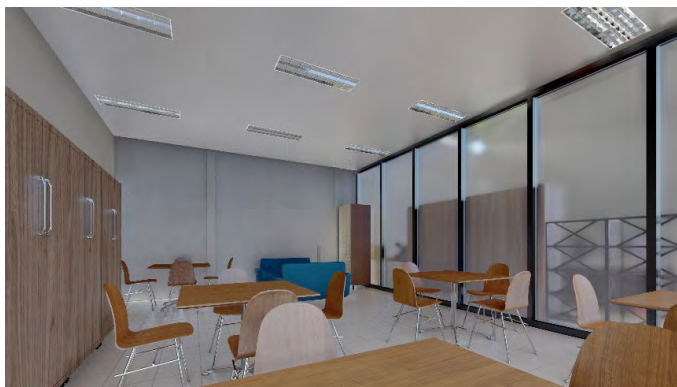
Gambar 3. Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa.

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



Gambar 4. Ilustrasi pengangkuran lemari

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

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.

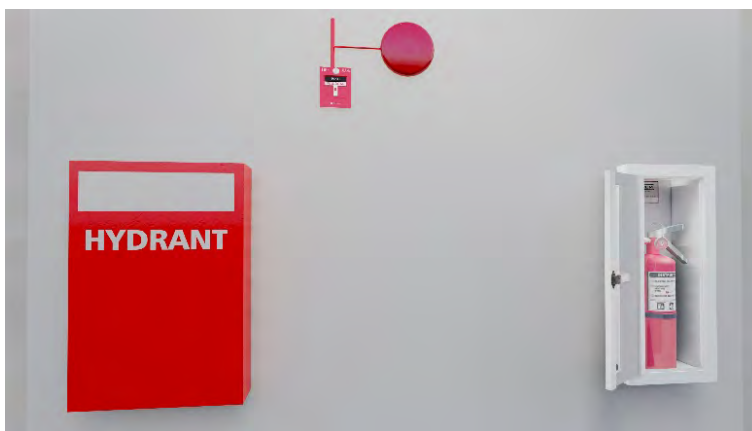
a. Sistem Proteksi Aktif

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;



Gambar 15. Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran

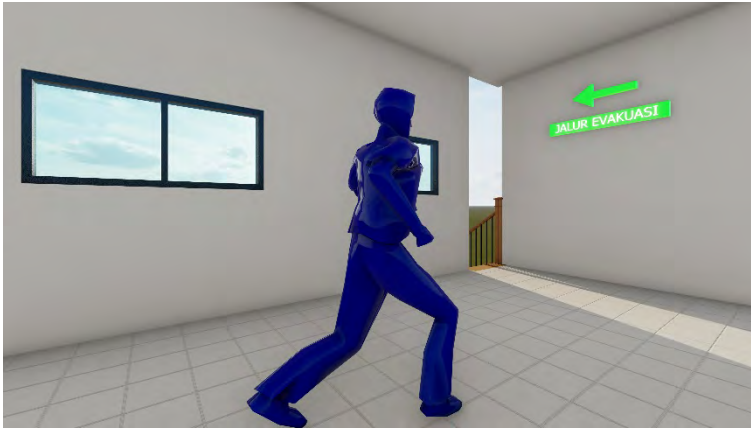


Gambar 16. Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran

- 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 29 dan Budaya K3 C.A.N.T.I.K. atau T.A.M.P.A.N. pada lampiran gambar 30 dan 31. Berikut protokol kesehatan untuk pencegahan Covid-19:

a. Prosedur memasuki ruang

- 1) Peserta didik/pengguna ruangan belajar diharuskan melengkapi diri dengan alat pelindung diri (APD) yakni dengan menggunakan masker kain 3 (tiga) lapis atau 2 (dua) lapis yang di dalamnya diisi tisu dengan baik serta diganti setelah digunakan selama 4 (empat) jam/lembar. Apabila akan memasuki ruangan praktik, maka peserta didik harus menggunakan APD sesuai dengan panduan SOP Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).
- 2) Mewajibkan setiap orang yang akan masuk untuk mencuci tangan pakai sabun (CTPS) dengan air mengalir atau cairan pembersih tangan (*hand sanitizer*).
- 3) Memasuki ruangan dengan antri dan dibuat jarak antrian dengan standar kesehatan 1,5 meter antar peserta didik. dan tidak melakukan kontak fisik seperti bersalaman dan cium tangan.
- 4) Meminimalisir kontak telapak tangan dengan gagang pintu ketika membuka/ menutup ruangan.
- 5) Menerapkan prosedur pemeriksaan suhu bagi guru/laboran/siswa sebelum pelaksanaan pembelajaran teori/praktik, untuk memastikan bahwa kondisi tubuh dalam keadaan sehat dengan suhu tubuh dibawah 37,3 derajat.

PROTOKOL KESEHATAN DI LAB/BENGKEL



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



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



**Ganti Tisu Setelah
digunakan 4 Jam**

Suhu tubuh di bawah 37.3



Segera periksa jika suhu
tubuh di atas 37.3



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



Salam Sapa tanpa jabat tangan



Jaga jarak 1 - 2 Meter



Hindari menyentuh
Mata, Hidung dan mulut



Hindari kontak
langsung



Hindari kerumunan



Upayakan tidak sering
menyentuh
fasilitas/peralatan
yang di pakai bersama



Gunakan siku untuk
membuka pintu dan
menekan tombol lift

Gambar 19. Protokol kesehatan di lab/bengkel

b. Prosedur penggunaan ruang

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

PROSEDUR PENGGUNAAN RUANGAN

PEMASANGAN MEDIA INFOGRAFIS



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

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

PROSEDUR PEMBERSIHAN & DISINFEKSI

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

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



Gambar 20. Prosedur penggunaan ruang

C. RUANG PRAKTIK SMK TEKNIK PEMESINAN

Berdasarkan analisis kebutuhan ruang praktik dalam SNP 2018, Kompetensi Keahlian Teknik Pemesinan dilengkapi dengan:

1. Area kerja bangku
2. Area kerja mesin bubut
3. Area kerja mesin frais
4. Area kerja mesin gerinda
5. Ruang kerja permesinan NC/CNC/CAM
6. Sub area kerja *CNC Trainer*
7. Ruang instruktur dan penyimpanan

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

Area Kerja /Laboratorium / Ruang	Rasio	Kapasitas	Luasan (m ²)	Total Luas (m ²)
Area kerja bangku	3	18	54	270
Area kerja mesin bubut	4	9	36	
Area kerja mesin frais	4	9	36	
Area kerja mesin gerinda	4	9	36	
Area kerja permesinan NC/CNC/CAM	6	3	18	
Sub area kerja <i>CNC Trainer</i>	4	9	36	
Ruang instruktur dan penyimpanan	6	9	54	

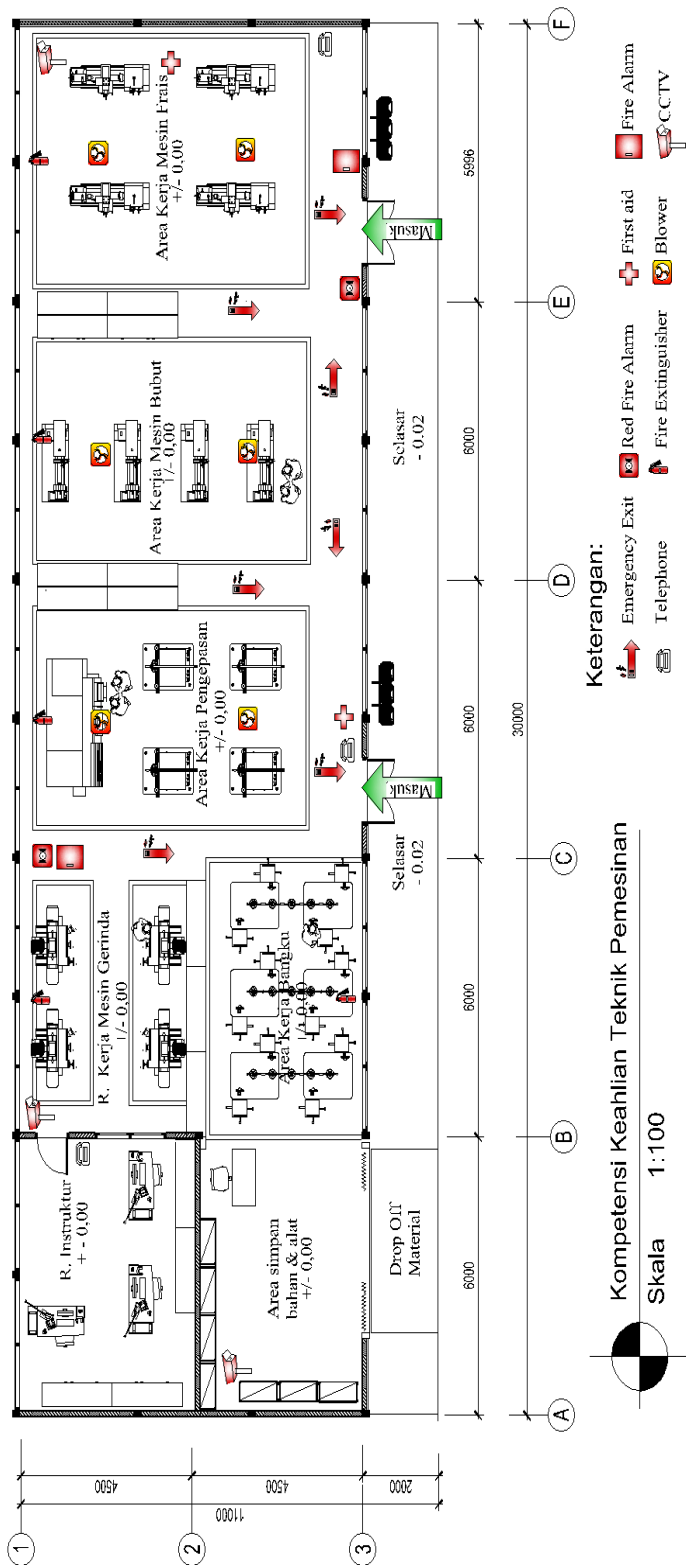
Disamping itu perlu juga dilengkapi ruang pembelajaran yang mengikuti dan mencirikan perkembangan industri 4.0 yaitu ruang kelas pintar (*smart classroom*) untuk mendukung pembelajaran berbasis *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR), dan telekonferensi, diantaranya terdiri atas peralatan berikut.

Tabel 7. Peralatan *smart classroom*

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

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

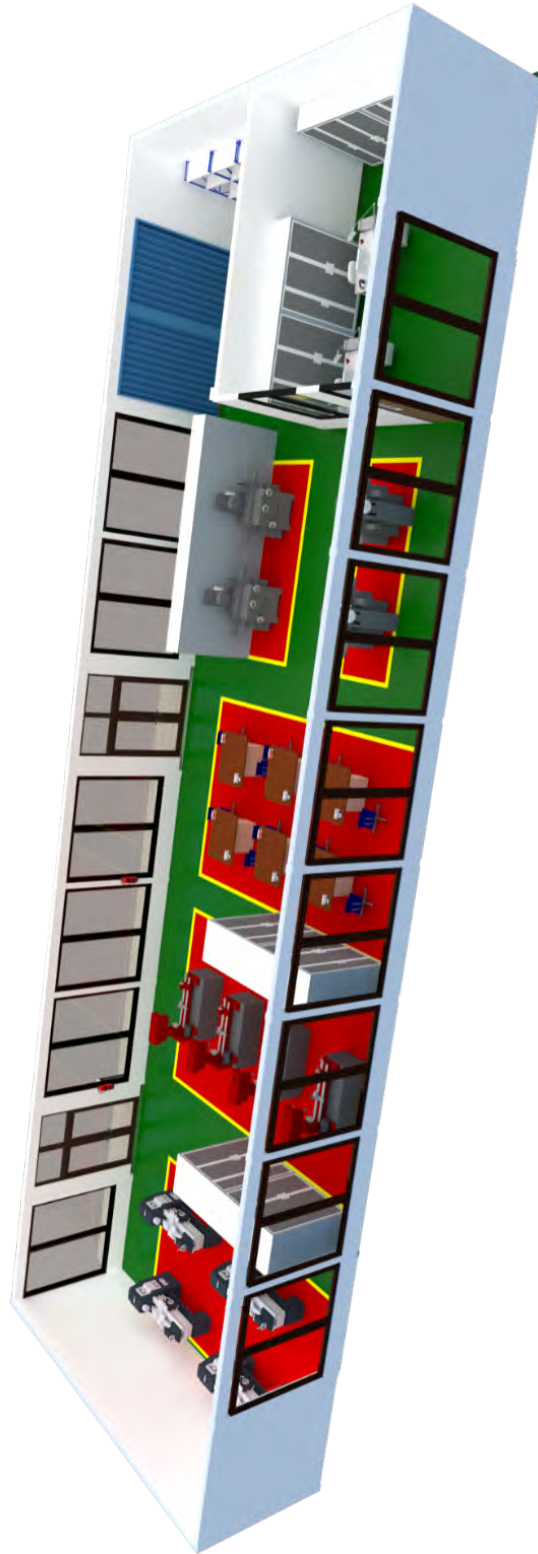
Berdasarkan analisis kebutuhan penyalarsan kurikulum dengan industri dan implementasi *teaching factory* maka dapat juga ditambahkan area kerja CAD dan *show-room/outlet* untuk keahlian Teknik Pemesinan. Berikut ini denah tata letak ruang dan sub ruang untuk kompetensi keahlian Teknik Pemesinan.



Gambar 21. Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik pemesinan



Gambar 22. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik pemesinan tampak 1



Gambar 23. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik pemesinan tampak 2



Gambar 24. Showroom/outlet bidang keahlian teknologi rekayasa



Gambar 25. Smart classroom

D. DAFTAR PERALATAN DAN PERABOTAN PRAKTIK PADA AREA KERJA BANGKU

Tabel 8. Daftar peralatan dan perabotan praktik pada area kerja bangku

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	<i>Power Hacksaw Machine</i>	Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan. Spesifikasi: - <i>Cutting capacity</i> - <i>Round bar up to 400mm</i> - <i>Square bar up to 330x330mm</i> - <i>Oblique saw approx. 45°</i> - <i>Main motor approx. 4.34 kW</i> - <i>Standard accessories:</i> 1. <i>Blade</i> 2. <i>Coolant system</i> 3. <i>Roller stand</i> 4. <i>Clamping Handle</i>	6 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
2	<i>Drilling & Milling Machine</i>	Untuk memfrais dan mengebor/membuat lubang benda kerja sesuai dengan kebutuhan.	6 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Spesifikasi: - Max. drilling capacity: 40mm; - Max. mill capacity (face/end): 80/32mm; - Spindle taper: MT3/MT4/R8/ISO30; - Work table size min. 750x200mm; - Head tilt left right: 90°; - Spindle speed: 50Hz 75~1600 rpm; - Motor: approx. 1.1 kW.				
3	SMAW Welding	Untuk pekerjaan las jenis SMAW. Spesifikasi: - Output Current (A) up to 400 - Input Voltage (V) 3 Phase 380 - Rated Frequency (Hz) 50/ 60 - Duty Cycle (%) approx. 50	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
4	Oxy-Acetylene Welding Kit	Untuk praktik mengelas dan memotong logam dengan menggunakan gas oksigen dan asetilen. Spesifikasi: Consist of: - Oxy-acetylene welding torch set; - Cutting welding torch set; - O2 Regulator; - C2H2 (acetylene) Regulator;	9 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Gas welding hose 6m; - Gas welding connector and clamp; - Flashback arrester.				
5	Laser Cutting	Untuk memotong plat besi dengan program komputer. Spesifikasi: - Laser cut power approx. 500 watt; - Work area approx. min 1000x2000 mm.	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
6	Plat Shearing	Untuk memotong plat. Spesifikasi: - Width (mm) approx. 1000; - Max. shearing thickness (mm) 1; - Back gauge range (mm) 0-700.	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
7	Combination of Shear, Press Brake & Slip Roll Machine	Untuk merol plat, menekuk serta menekannya sesuai yang diinginkan. Spesifikasi: - Ideal combination machine for sheet metal machining to a length of approx. 305 mm and a thickness up to 1.0 mm - Cutting stop - Roll bending starting with diameter of approx. 39mm	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Folding with a max angle of 90° - Adjustable rear stop, - Bed width (mm) approx. 1320 - Shearing Thickness (mm) min. 1 - Bending Thickness (mm) min. 1 - Bending Angle 90° - Rolling Thickness (mm) min. 1 - Rolling Dia (mm) min. 43				
8	Heat Treatment Oven	Untuk melakukan praktik perlakuan panas pada logam baja. Spesifikasi: - Automatic Type; - Area Capacity approx. 300x200x200 mm; - Power AC 220V – approx. 5500 Watt.	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
9	Tool Cabinet	Untuk tempat menyimpan peralatan. Spesifikasi: - Dimension: approx. 700 x 750 x 1000 mm - Material: sheet metal min 1 mm thickness - Finishing : powder coating - Number of drawer : min. 3 drawers - Number of self : min. 2 selfs	18 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Features: 1. Completed with swing door 2. Completed with locking system - Adjustable shelf height load capacity up to 100 kg.				
10	Meja Persiapan dan Pengecekan	Untuk persiapan dan pengecekan hasil dari pemesinan. Spesifikasi: - Dimension: approx. 2500 x 800 x 850 mm - Frame made by steel plate with thickness: approx. 2.8 mm - Bench top is constructed from merbau / jati wood with min 50 mm thickness - Finishing with Epoxy –Polyester powder (electrostatic) coated	9 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
11	Horisontal Bandsaw	Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan. Spesifikasi: - Cutting capacity - Round bar up to 220mm - Rectangular bar up to 120x400mm - Oblique saw approx. 45°	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Blade motor approx. 2HP - Standard accessories: 1. Blade 2. Coolant system				
12	Work Bench	Untuk tempat kerja bangku. Spesifikasi: - Workbench with wooden table, for 2 persons - Dimension (L X W X H) : approx. 2500 x 800 x 850 mm - Frame made by steel plate with thickness : approx 2.8 mm - Bench top is constructed from wood with min. 50 mm thickness - Finishing with Epoxy – Polyester powder (electrostatic) coated - Include 2 bench vise : - American Bench Vise 4" - Width Jaw : approx. 100 mm - Max Jaw Opening : approx. 125 mm - Throat Depth : approx. 85 mm - Large Anvil : approx. 70 x 70 mm	9 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
13	<i>Bench Grinder</i>	Untuk mengasah alat potong. Spesifikasi: - <i>Motor power</i> : approx. 600 watt - <i>Max. wheel diameter</i> : approx. 200 mm	6 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
14	<i>Air Compressor</i>	Alat kelengkapan untuk mensuplai konsumsi angin mesin CNC. Spesifikasi: - <i>Motor</i> : approx. 25HP - <i>Pressure</i> : approx. 8 Bar - <i>Capacity</i> : min 2.8 m ³ /min - <i>Include</i> : Air dryer, air tank 1000L	6 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
15	<i>Needle File Set</i>	Untuk mengikis benda kerja. Spesifikasi: - <i>Length</i> : approx. 140 mm - 1 set = 6 pcs	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
16	<i>File Set</i>	Untuk mengikis benda kerja. Spesifikasi: - <i>Round File</i> Ø8mm, Cut 3, length approx. 200 mm; - <i>Round File</i> Ø10mm, Cut 2, length approx. 250 mm; - <i>Half Round File</i> approx 25x7.5 mm,	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Cut 2, length approx. 250 mm; - Half Round File approx 21x6mm, - Cut 3, length approx. 250 mm; - Flat File approx 30x8 mm, - Cut 1 length appprox. 300 mm; - Flat File approx. 26x6.5mm, - Cut 2 length apppprox. 250 mm; - Flat File approx 22x5mm, - Cut 3 length approx. 200 mm; - Square File 10x10mm, - Cut 2 length approx. 250 mm; - Triangle File approx. 17mm, - Cut 2, length approx. 250 mm.				
17	Letter Punch	Untuk menulis identitas pada logam. Spesifikasi: Letter size: approx. 6 mm	9 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
18	Number Punch	Untuk menulis identitas pada logam. Spesifikasi: Number size: approx. 6 mm	9 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
19	Chisel Set	Untuk mengukir dan memotong benda kerja. Spesifikasi: - With plastic frame, consisting of: - Centre punch, size 2; - Brad punches Ø 3 mm; - Brad punches Ø 4 mm; - Flat chisels width 12 mm; - Flat chisels width 18 mm; - Cross-cut chisel, width 5 mm.	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
20	Steel hammer (300 gr)	Alat untuk memukul chisel, punch dan lain-lain. Spesifikasi: Locksmith's hammer, approx. weight 300 gr	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
21	Steel hammer (500 gr)	Alat untuk memukul chisel, punch dan lain-lain. Spesifikasi: Locksmith's hammer, approx. weight 500 gr	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
22	<i>Mallet Hammer</i>	Alat untuk bantu setting benda kerja. Spesifikasi: <i>Dimension: approx. Ø60 mm</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
23	<i>Hacksaw Frame</i>	Alat untuk menggagaji. Spesifikasi: <i>Dimension: approx. 12 inch</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
24	<i>Wire Brush</i>	Untuk membersihkan file. Spesifikasi: <i>With wooden handle</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
25	<i>Snei Handle</i>	Untuk memegang snei. Spesifikasi: <i>Outer Diameter: approx. Ø 38 mm</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
26	Tap Handle	Untuk memegang tap. Spesifikasi: <i>For tap size: M3-M12 and M8-M24</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
27	Precision Square	Untuk mengecek kesikuan secara presisi. Spesifikasi: <i>Dimension: approx 100mm x150mm</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
28	Vernier Caliper 150 mm	Untuk mengukur dimensi dengan kepresisian tinggi. Spesifikasi: - <i>Measurement length : approx. 0150 mm</i> - <i>Accuracy: 0.02 mm</i>	18 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
29	Vernier Caliper 600 mm	Untuk mengukur dimensi dengan kepresisian tinggi. Spesifikasi: - <i>Measurement length : approx. 0-600 mm</i> - <i>Accuracy: 0.02 mm</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
30	Depth Caliper	Untuk mengukur kedalaman atau beda tinggi dengan kepresisian tinggi. Spesifikasi: - Measurement depth : approx. 0-150 mm - Accuracy: 0.02 mm	18 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
31	Outside Micrometer set	Untuk mengukur panjang dan diameter luar dengan kepresisian sangat tinggi. Spesifikasi: - Measuring range : approx. 0-25 mm, approx. 25-50 mm, approx. 50-75 mm - Accuracy: 0.01 mm	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
32	Three Point Inside Micrometer set	Untuk mengukur diameter dalam. Spesifikasi: - Measuring range : approx. 10-12 mm, approx. 12-16 mm, approx. 16-20 mm, approx. 20-25 mm, approx. 25-30 mm - Accuracy: 0.01 mm	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
33	<i>Metric Plug Thread Gauge Set</i>	Untuk mengukur ulir dalam. Spesifikasi: <i>Metric thread size</i> : M3, M4, M5, M6, M8, M10, M12, M14, M16	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
34	<i>Metric Ring Thread Gauge Set</i>	Untuk mengukur ulir dalam. Spesifikasi: <i>Metric thread size</i> : M3, M4, M5, M6, M8, M10, M12, M14, M16	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
35	<i>Metric Screw Pitch Gauge</i>	Untuk mengukur <i>screw pitch</i> ulir metric. Spesifikasi: <i>Screw pitch gauge range</i> : 0.25 – 6 mm	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
36	<i>Whitworth Screw Pitch Gauge</i>	Untuk mengukur <i>screw pitch</i> ulir inchi. Spesifikasi: <i>Screw pitch gauge range</i> : 4 TPI – 62 TPI	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
37	Angle Grinding	Untuk menghaluskan permukaan dan menghilangkan sisa potongan dari proses pemotongan. Spesifikasi: - <i>Input power: approx. 700 W</i> - <i>Speed: approx. 11.000 RPM</i>	9 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
38	Roll Meter	Untuk mengukur panjang Spesifikasi: <i>Measurement length: min. 5 m</i>	9 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
39	Steel Ruler	Untuk mengukur panjang. Spesifikasi: <i>Measurement length : approx. 1000 mm</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
40	Combination Wrench Set	Alat untuk mengencangkan dan mengendurkan mur atau baut. Spesifikasi: <i>Material: Chrome Vanadium Steel</i> <i>Quantity: 23 pcs</i>	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
41	<i>Long Arm Hex Key Set</i>	Alat untuk mengencangkan dan mengendurkan mur atau baut tipe L. Spesifikasi: Jumlah : 9 pcs (1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10 mm)	18 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
42	<i>Laboratory heat treatment oven</i>	Untuk melakukan praktik perlakuan panas pada logam baja. Spesifikasi: Tegangan : 220V Daya : approx. 3 kW Dimensi ruang pembakaran : 250×200×250mm Dilengkapi dengan pengontrol suhu dan waktu	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan Menengah

E. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MESIN BUBUT

Tabel 9. Daftar peralatan praktik pada area kerja mesin bubut

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Bench Lathe Machine 1 Meter	Untuk membubut benda kerja dari logam sesuai dengan yang diinginkan dengan panjang maksimal 1 meter. Spesifikasi: - Swing over bed mm approx. Ø355, - Swing over carriage mm approx. Ø220, - Swing over gap mm approx. Ø500, - Width of bed-way mm approx. 186, - Distance between centers mm 1000, - Taper of spindle M.T.5, - Spindle diameter mm approx. Ø38, - Range of speed rpm 70~2000. - Standard accessories: Three jaw chuck, Four jaw chuck, Steady rest, Follow rest, Working light, Coolant system, Foot brake, Tools and tool box.	6 Unit/ Ruang Praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	CNC Lathe Machine	Untuk membuat benda kerja memakai program komputer CNC-controlled Flat Bed Lathe Machine. Spesifikasi: - Bed Type : Flat Bed; - Max. Swing over Bed : Ø 360 mm; - Distance Between Centers : approx. 1000 mm; - Swing over Cross Slide : approx. Ø 210 mm; - Spindle Bore : Ø approx. 60 mm; - Bed Width : approx. 330 mm; - Spindle Taper: MT6; - Spindle Speed : 150 2000 RPM; - Max. Travel of X-Axis : 210 mm, - Max. Travel of Z-Axis : 1000 mm; - Tailstock Taper : MT4 - Main Motor : approx. 5500W; - Standard Accessory : 3-Jaw Chuck, Coolant System, Tools and Tool-box	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	CNC Lathe Trainer	Pelatihan penggunaan mesin bubut CNC sama seperti aslinya, dan hasilnya dapat diaplikasikan secara langsung. Spesifikasi: - Chuck Size approx. 100 mm (Dia) - Chuck Type Hydraulic / Manual Hydraulic - Maximum Turning Diameter / Length 40 mm / 250 mm - Center Height approx. 100 mm - Swing Over Bed approx. 200 - Distance between - Centre approx. 320 mm - Controller with Cut Viewer - Control System PLC Based Control - System Positioning / Resolution approx. 0.005 mm / 0.001 mm - Repeatability approx. +/- 0.010 mm - Spindle Motor Capacity 2 HP / approx. 3 HP - Spindle RPM 100 - 4000 RPM with VFD - Spindle Nose Taper A 2-3 / MT 3 - C Axis (Optional) C Axis with Brake	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- <i>Axis Motor and Drive</i> - <i>Servo Motor with</i> - <i>Servo Drives</i> - <i>Axis Travel (X / Z) approx. 120 mm / 280 mm</i> - <i>Programmable Feed Rate 0 - 10,000 mm/min</i> - <i>Turret Type Automatic (4 Station / 8 Station)</i> - <i>Tailstock Base Stroke approx. 170 mm</i> - <i>Tailstock Actuation Hydraulic/ Manual Lubrication / Coolant Automatic</i> - <i>FMS Compatibility Provided</i>				
4	<i>Slant Bed CNC Lathe Machine</i>	Untuk membubut benda kerja menggunakan mesin bubut yang dikontrol memakai program berbasis komputer. Spesifikasi: - <i>Bed type : Slant Bed</i> - <i>Swing over bed : approx. Ø 440 mm</i> - <i>Swing over Cross Slide : approx. Ø 340 mm</i> - <i>Max workpiece dia : approx. Ø 270 mm</i>	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Distance Between Centers : approx. 480 mm - Max Travel of X-Axis: 150 mm - Max Travel of Z-Axis : 500 mm - Spindle bore : approx. Ø 58 mm - Spindle Speed : approx. 50–4300 RPM - Turret : NC turret - Rapid traverse X : approx. 24 m/min - Rapid traverse Z : approx. 29 m/min - Feedrate : approx. 0,001 - 1,000 mm/rev - Main Motor : approx. 5.5 KW - Tailstock Taper : MT 3/ MT 4/ MT 5 - Number of tool in turret : min. 8 pcs Features: - Monitoring maintenance schedule; - Real time 3D cutting simulation; - Machining parameters calculator; - Handwriting screen memo; - Full Cover Protection; - Additional Spare M code 4 set (example for: anti fire system, measuring holding time, etc.) - Standard accessories: 3 Jaws chuck, Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Tool-box.				

F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MESIN FRAIS

Tabel 10. Daftar peralatan praktik pada area kerja mesin frais

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	<i>High Precision Universal Milling Machine with Swivel-able Milling Head</i>	Untuk proses frais pada benda kerja yang dikehendaki. Spesifikasi: - <i>Table size: min. 1250 x 250 mm;</i> - <i>Distance from Spindle to Table up to: 500 mm;</i> - <i>Spindle Speed: 45-1600 RPM;</i> - <i>Max. Travel Longitudinal (X): 600 mm,</i> - <i>Max. Travel Cross (Y): 270 mm,</i> - <i>Max. Travel Vertical (Z): 400 mm;</i> - <i>Main Motor: approx. 3000W</i> - <i>Standard Accessory: Machine Light, Coolant System, Machine Vice, Dividing Head, Rotary Table, Clamp Kit, Spanners, Tools and Toolbox.</i>	6 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	Turret Milling Machine	Untuk proses frais pada benda kerja yang dikehendaki. Spesifikasi: - Table size min.: 250 x 1250 mm; - Longitudinal travel: approx. 720 mm; - Transverse travel: approx. 300 mm; - Vertical travel: approx. 400 mm; - Distance from spindle to table up to 400 mm; - Spindle speed: up to 4500 rpm. - Standard Accessory: Machine Light, Coolant System, Machine Vice, Dividing Head, Rotary Table, Clamp Kit, Tools and Toolbox.	6 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
3	CNC Milling Machine	Mesin untuk memfrais yang sudah dikontrol oleh komputer. Spesifikasi: - Table size mm approx. 900 x300; - Longitudinal travel mm approx. 620; - Cross travel mm approx. 350; - Vertical travel mm approx. 500; - Spindle taper BT40; - Speed range rpm up to 6000; - Spindle motor power kw approx. 5.5;	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	CNC Milling Trainer	- Standard Accessories : Full-Cover Protection, Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Toolbox - Pelatihan penggunaan mesin Milling CNC sama seperti aslinya, dan hasilnya dapat diaplikasikan secara langsung. - Spesifikasi: - Axis Motor and Drive Servo Approx. motor with Servo Drives X Axis / Y Axis / Z Axis 300 mm / 225 mm / 250 mm - Feed Rate 0-10,000 mm/min - Table Size approx. 575 x 225 mm - T Slot approx. 3 x 10 x 50 - Load on Table approx. 140 Kg - Vice Type Pneumatic/ Manual - Spindle Motor Capacity approx. 2 HP - Spindle Nose Taper ISO 30 / BT 30 - Spindle RPM 100 - 4000 RPM - Controller - Control system - PLC Based Control System - Positioning approx. 0.005 mm - Repeatability +- 0.005 mm	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Resolution approx. 0.001 mm - Tool Changer Automatic / Manual Quick Tool Change - No. of Tools 8 - Maximum Tool Length - Dia approx. 40 mm / 16 mm - Actuation Hydraulic (Compressor not required) - Real Time tool path simulation - Provided Lubrication Automatic, Coolant Automatic - Power Supply 415V, $\pm 2\%$ 50 Cycles, 3 Phase				
5	CNC Trainer	Untuk pelatihan penggunaan CNC baik diaplikasikan kepada aplikasi bubut komputer maupun frais komputer. Spesifikasi: - Machine simulation includes real components like coolant, sound for machining operations and chips generation. - Workpiece setting and mounting. - Three-dimensional measuring of workpiece after it is machined.	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Materials library, edit and insert new materials. - Database management tools and tools customization. - The turret can be configured for 4, 8 or 12 stations (front or rear). - The automatic tool changer for the machining center can be setup horizontally or vertically. - Use virtual measuring tools: edge finder, feeler gauge, micrometer, calipers etc. - Recording and playback system. - Operation process recording and replay in AVI format. - Support ISO-1056 preparatory function codes (G codes), assistant function codes (M codes). - G-code debugging tool. - Capability to simulate canned cycles, macros and the inclusion of parameters. - polar coordinate programming, G02, G03 spiral interpolation. - Support for custom code and cycles in different NC systems.				

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Simulates post processed files produced by CAM. - Electronic hand wheel available. - Modes jog, mdi, edit, single block, automatic, dry run, stop cycle, cycle start, emergency etc.				
6	Hobbing Machine	Untuk membuat roda gigi. Spesifikasi: - Max Module Cut approx. 4 mm; - Max Gear Dia. approx. 350 mm; - Max Gear Width approx. 250 mm; - Max Helix Angle 45 deg; - Hob Speed Range approx. 30 – 100; - Main Drive Motor approx. 2 HP; - Coolant pump approx. 1/8 HP.	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
7	CNC Vertical Milling (Machining Center)	Untuk memfrais benda kerja menggunakan mesin frais (milling machine) yang dikontrol memakai program berbasis komputer. Spesifikasi: - Table Size : approx. 1300 x 550 mm - Longitudinal travel : approx. 1040 mm - Cross travel : approx. 550 mm - Vertical travel : approx. 450 mm	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Spindle Taper : BT 40 - Spindle speed : up to 14500 rpm - Spindle motor power : approx. 18.5 KW - Tool number capacity : up to 20 tools - Rapid traverse X/Y : approx. 39 m/min - Rapid traverse Z : approx. 30 m/min Features: - Monitoring maintenance schedule; - Real time 3D cutting simulation; - Machining parameters calculator; - Handwriting screen memo; - Full Cover Protection; - Additional Spare M code 4 set (example for: anti fire system, measuring holding time, etc.) - Power failure auto retract Z-axis spindle; - Body and spindle over heat protection; - Additional workpiece coordinate system : min 100 points; - Standard accessories: - Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Toolbox.				

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	CNC Tool Trolley	Untuk menempatkan arbor dan tool CNC. Spesifikasi: - Capacity: 36 pcs - Completed with castor wheels	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
9	Precision Vise Set	Alat pengecaman benda kerja pada proses pengerjaan di mesin grinding. Spesifikasi: Opening Jaw : up to 80 mm, up to 100 mm, up to 125 mm, up to 160 Mm	9 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
10	Parallel Block Set	Alat bantu kelengkapan mesin milling. Spesifikasi: - Length of the parallel: approx. 150mm. - Thickness of the parallel: approx 8 mm. - Quantity : min. 14 pairs (28pcs)	9 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
11	Computer Numerical Control (CNC) Mini Trainer	Spesifikasi: - CNC 4-axis Turn/Mill package - Number of CNC axes: 4 - Drive Steppers: 2 A, 1.8°	6 set/ ruang praktik			

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Accuracy: 0.07 mm - Max. positioning speed: 300 mm/min - Travels Z/Y : 50 mm (expandable)/50 mm - Travel X-axis : 145 mm (expandable) - Chuck 3-jaw chuck and 4-jaw chuck - Increment rotation axis: 360°/800/2 = 0.225° - Speed of head spindle: 3,333 rpm, with 1/8" collet * Included Router Bi set Ød (mm) : 1,6 and 2 - Solid tungsten carbide two flute endmill with a shank dia. Of 3,175 mm, excellent suitable for soft PCB Materials * Included HSS Turning set - Cut off tool 3,5 - Outside turning tool 3,5 - Inside turning tool 3,5 - Outside turning tool right 3,5 - Outside turning tool left 3,5 * Included didactic training book for - Mill and Lathe				

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Software installation, introduction to cartesian coordinate system and g-code programming etc - B.Control 4-axis Control Electronics - Client and drivers included for OS - Number of Axes controllable : 4 (upgradeable to 6) - Ios : min 6x input for (limit/end) switches, 1x e-stop, 2x relays, 010V control signal –Board: 1GHz CPU, 512MB DDR3 RAM, 4GB storage - Power supply: External, 110-240 V,24 V, 5 A - Connectivity : USB, Ethernet, WiFi (optional) - File types : ISO standard G-Code - Tool path simulation - Module : available - Training book for introduction To CNC and G-code programming : included C.E-Stop / Relay Module with integrated				

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Motor On/ Off-Relay (for use of M3 and M5 commands), triggers/Releases software Emergency stop And head Spindle motor break - Resource Kit CNC single-Connector Element - Drive belt U57 - Precision collet 3.175mm U12ML1/8 - Collet holder U48ML - End mill bit 1.6mm (in snap pack) - Wedge for CNC cross slide - Wedge for CNC long slide - Clamping jaw U49 - Drive belt U57 - Fork Wrench mm/14mm - Rod U52 - Slip stopper (adhesive rubber feet) Material For CNC : - Special milling foam (24x24x50mm) - Special milling foam menengah density , for 3D projects on multi axis Machines - Special colored acrylic (50x50x3mm) pack of 30pcs				

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Special colored Acrylic 50x50x30 mm, usable for milling - Aluminum, center punched (ø12x100mm) pack of 15pcs - Aluminium ø12x100 mm, center drilled H.Table - Dimension: Approx. 1250 x 850 x 750 mm - Kursi - Model hidraulic, Sandaran, Kaki Roda Standar - Trolley and Storage - Data Processing : *Computer PC U66 - Include Processor - Ram DDR 3-4 GB - HDD 500 GB - DVD RW Internal - Keyboard and Mouse - Monitor 19" led utility *Electrical Power:Single Phase 220 V AC 1,2 kW				

G. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MESIN GERINDA

Tabel 11. Daftar peralatan praktik pada area kerja mesin gerinda

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Universal Tool Cutter & Grinder	Untuk mengasah dan menajamkan kembali pisau bubut yang sudah tumpul. Spesifikasi: - Max. Grinding Diameter 250mm - Longitudinal travel of the operating table approx. 400mm - Horizontal travel of the operating table approx. 150mm - Elevating Distance of Wheelhead approx. 120mm - Rotating Angle of Wheelhead 360 degree - Horse Power and Voltage of Motor approx. $\frac{3}{4}$ HP - Total Power approx. 1 HP - Height of the head holder approx. 135mm - Taper hole of main spindle of head holder Morse #4 - Area of the operating table min. 100x650mm	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	End Mill Cutter Grinder Small	Menajamkan Pisau Frais yang tumpul. Spesifikasi: - End mill Capacity 4 – 12 mm - CBN Wheel for HSS - CBN Wheel for Carbide - Input Power 220V, approx. ¾ HP	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
3	End Mill Cutter Grinder Menengah (Medium)	Menajamkan Pisau Frais yang tumpul. Spesifikasi: - End mill Capacity 10 – 25 mm - CBN Wheel for HSS - CBN Wheel For Carbide - Input Power 220V, approx. ¾ HP	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
4	Universal Surface Grinder Machine	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja. Spesifikasi: - Automatic transverse and longitudinal feed; - Table size (W x L) (mm): min. 250x500; - Max longitudinal travel (mm): approx. 560; - Max cross travel (mm): approx. 275; - Max distance from spindle center to table (mm): approx. 450;	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- <i>Speed of table longitudinal movement (m/min): approx. 7~23;</i> - <i>Grinding Speed (rpm): approx. 2850 (50Hz);</i> - <i>Accessories: Wheel Grinder for Surface Grinder Machine.</i>				
5	Mini Surface Grinder	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja yang lebih kecil. Spesifikasi: - <i>Longitudinal stroke approx. 340mm;</i> - <i>Lateral stroke approx. 170mm;</i> - <i>Grinding height approx. 210mm;</i> - <i>Area of table min. 150mm×300mm;</i> - <i>Power of motor approx. 0.55kW;</i> - <i>Accessories: Wheel Grinder for Mini Surface Grinder.</i>	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
6	Universal Cylindrical Grinding Machine	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja. Spesifikasi: - <i>Center Height: approx. 180 mm;</i> - <i>Grinding Length: approx. 1000 mm;</i> - <i>Grinding Diameter (outside) : approx. 8-320 mm;</i>	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- <i>Inside Grinding Diameter: approx. 35-100 mm;</i> - <i>Inside Grinding Depth: approx. 125 mm;</i> - <i>Work Spindle Speeds: approx. 25-220 rpm;</i> - <i>Working Spindle Taper: MT4;</i> - <i>Grinding Spindle Speed: approx. 1670 rpm;</i> - <i>Tailstock Taper: MT4;</i> - <i>Accessories: Cylindrical Grinding Wheel.</i>				
7	<i>Grinding Wheel Balancing Stand</i>	Untuk alat bantu menyeimbangkan titik berat batu gerinda. Spesifikasi: Max. wheel diameter : approx. 400 mm	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
8	<i>Magnetic Sine Plate</i>	Alat kelengkapan untuk memegang benda kerja dengan posisi miring. Spesifikasi: - <i>Table size: approx. 150x150 mm</i> - <i>Max angle 45°</i>	9 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	CNC Cylindrical Grinder	Untuk membentuk benda kerja menggunakan mesin gerinda yang dikontrol memakai program berbasis komputer. Spesifikasi: <i>Technical Parameter:</i> - Distance between center: up to 250 mm - Swing over table: up to 330 mm - Grinding dia: up to 150 mm - Wheel dia: approx. 400 mm - Workpiece length: up to 250 mm - Workpiece weight: up to 20 kg - Wheelhead (X-axis) travel: up to 320 mm - Saddle (Z-axis) travel: up to 390 mm - Workhead Speed: up to 1000 rpm	3 Unit/ ruang praktik		3	Keterampilan <i>Advanced</i>

H. DAFTAR PERALATAN DAN PERABOTAN PADA PRAKTIK RUANG CAD/CAM

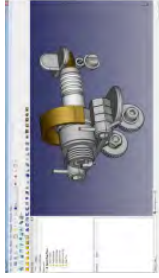
Tabel 12. Daftar peralatan dan perabotan praktik pada ruang CAD/CAM

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Hardness Tester Digital	Untuk menguji kekerasan spesimen logam/besi. Spesifikasi: - Power supply: 220V / 50Hz - Rockwell scale: HRA, HRB, HRC, HRD, HRE, HRF, HRG, HRH, HRK - Standard testing force: min. 10kgf (98N) - Testing forces: approx. 60kgf (588N), 100kgf (980N), 150kgf (1471N) - Other scales: Rockwell, Brinell, Vickers - Standards: ISO 6508-2, ASTM E18 - Indication of hardness value: digital display with large LCD screen - Output of data: Built-in printer; - RS232 interface - Measuring time: approx. 0~60 sec.	3 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	Tensile Tester	Untuk menguji kekuatan Tarik benda logam/ specimen. Spesifikasi: - Loading system: Closed-loop micro-computer controlled digital servo-mechanism - Maximum capacity: approx. 5Kn - Effective test width: approx. 420 mm - Crosshead Stroke: approx. 1100 mm - Effective stroke: approx. 690 mm - Crosshead Speed: approx. 0,0005~1000 mm/min - Crosshead speed accuracy: $\pm 0.1\%$ - Crosshead random speed: approx. 0.0001 mm/min step in - Crosshead speed range - Crosshead speed and load capacity: Maximum load capacity in full speed range - Crosshead return speed: approx. 1000 mm/min or 500 mm/min - Load Measurement Accuracy: $\pm 0.5\%$ of reading (within range of 1/1 - 1/500 of load cell rating)	1 unit/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Load range: Fully automatic range switching (up to 128 folds) - Sampling speed: approx. 1m sec - Safety function for overload: Provided.				
3	Plotter	Untuk mencetak gambar hasil modeling Spesifikasi: - Power Supply: 220-240 V - Support: JPEG, PNG - Printing paper area up to A0 size - Support Wifi dan LAN Port - Ink color : Cyan, Magenta, Yellow, Black	1 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
4	3D Printer	Untuk mencetak gambar hasil dari modeling 3 Dimensi. Spesifikasi: - Build volume size : min. 150 x 150 x 150 mm	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	3D Scanner	Untuk memindai objek 3D. Spesifikasi: <i>Scan accuracy : approx. 0.2mm</i>	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
6	LCD Projector	Digunakan untuk memproyeksikan gambar dari komputer. Spesifikasi: - Resolution: min. XGA (1024x768) - Brightness: min. 3.300 Lumens	1 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
7	Projector Screen	Untuk menampilkan image dari LCD projector. Spesifikasi: <i>Dimension: min. 84" x 84" include stand</i>	1 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
8	Komputer	Untuk menjalankan program CAD dan CAM. Spesifikasi: - Processor kelas minimal 4 core - GPU (VGA Card) minimal 2 GB DDR 5 RAM minimal 16GB DDR4	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Penyimpanan 1TB - DVD-ROM - Monitor approx. 20 inch Full HD 1920 x 1080 - Keyboard - Mouse				
9	Uninterruptible Power Supply (UPS)	Untuk memberikan suplai listrik ketika tegangan utama tidak berfungsi. Spesifikasi: min. 1000 VA	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
10	Software CAD	Untuk membuat gambar teknik. Versi terbaru dapat digunakan untuk semua sistem operasi komputer	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
11	Software CAM	Untuk membuat gambar teknik 3 dimensi dengan output Bahasa pemrograman mesin CNC. Versi terbaru dapat digunakan untuk semua sistem operasi komputer	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
12	Meja Komputer	Untuk menempatkan komputer. Spesifikasi: Ukuran : min. 90 x 60 cm	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
13	Meja Guru/ Instruktur	Digunakan sebagai meja kerja guru/instruktur. Spesifikasi: Ukuran : min. 90 x 60 cm	1 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
14	Kursi Komputer	Untuk kelengkapan komputer. Spesifikasi: Ukuran : min. 40 x 40 x 85 cm	3 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
15	Surface Plate	Alat sebagai landasan untuk Proses pengukuran. Spesifikasi: <i>Material black granite surface plate, size : approx. 1000 x 600 x 150 mm</i>	3 set/ ruang praktik		1	Keterampilan dasar
16	Set of Magnetic Base and Dial Indicator	Untuk mengukur kesilindrisan sebuah lingkaran, kesejajaran suatu bidang, dan mengukur jarak antar poin baik permukaan luar maupun permukaan dalam. Spesifikasi: - <i>Measuring range : approx. 10 mm</i> - <i>Accuracy : approx. 0.01 mm</i> - <i>Include magnetic base</i>	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
17	Set of Dial Test Indicator and Magnetic Base	Untuk mengukur kesilindrisan sebuah lingkaran, kesejajaran suatu bidang, dan mengukur jarak antar poin baik permukaan luar maupun permukaan dalam, dengan akurasi yang tinggi. Spesifikasi: - <i>Measuring range : approx. 0.8 mm</i> - <i>Accuracy : approx. 0.01 mm</i> - <i>Include magnetic base</i>	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
18	Bevel Protractor	Untuk mengukur sudut. Spesifikasi: - Accuracy : approx. 5' - Measurement angle: 0-360°	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
19	Surface Roughness Comparator	Alat ukur pembandingan kekasaran permukaan. Spesifikasi: Roughness(Ra) : approx. 0.005 - 12.5 μm	1 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah
20	Gauge Block Steel Set	Alat untuk mengkalibrasi alat ukur dan dapat mengukur benda kerja dengan presisi tinggi. Spesifikasi: - Material : Steel Type : Rectangular set - Number of Block : 47 pcs/set	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
21	Digital Height Gauge	Alat untuk mengukur tinggi benda terhadap suatu bidang acuan. Spesifikasi: - Range : approx. 0-600 mm - Accuracy : approx. 0.05 mm	3 set/ ruang praktik		2	Keterampilan menengah

I. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA MESIN CNC

Tabel 13. Daftar peralatan praktik pada area mesin CNC

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Universal Tool Cutter & Grinder	Untuk mengasah dan menajamkan kembali pisau bubut yang sudah tumpul. Spesifikasi: - Max. Grinding Diameter 250mm - Longitudinal travel of the operating table approx. 400mm - Horizontal travel of the operating table approx. 150mm - Elevating Distance of Wheelhead approx. 120mm - Rotating Angle of Wheelhead 360 degree - Horse Power and Voltage of Motor approx. $\frac{3}{4}$ HP - Total Power approx. 1 HP - Height of the head holder approx. 135mm - Taper hole of main spindle of head holder Morse #4 - Area of the operating table min. 100x650mm	3 Unit/ Ruang Praktik		2	Menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	End Mill Cutter Grinder Small	Menajamkan Pisau Frais yang tumpul. Spesifikasi: - End mill Capacity 4 – 12 mm - CBN Wheel for HSS - CBN Wheel For Carbide - Input Power 220V, approx. ¾ HP	1 Unit/ Ruang Praktik		2	Menengah
3	Universal Surface Grinder Machine	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja. Spesifikasi: - Automatic transverse and longitudinal feed; - Table size (W x L) (mm): min. 250x500; - Max longitudinal travel (mm): approx. 560; - Max cross travel (mm): approx. 275; - Max distance from spindle center to table (mm): approx. 450; - Speed of table longitudinal movement (m/min): approx. 7~23; - Grinding Speed (rpm): approx. 2850 (50Hz). - Accessories : Wheel Grinder for Surface Grinder Machine.	3 unit/ ruang praktik		2	Menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Mini Surface Grinder	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja yang lebih kecil. Spesifikasi: - Longitudinal stroke approx. 340mm; - Lateral stroke approx. 170mm; - Grinding height approx. 210mm; - Area of table min. 150mm×300mm; - Power of motor approx. 0.55kW; - Accessories : Wheel Grinder for Mini Surface Grinder	3 unit/ praktik		2	Basic
5	Universal Cylindrical Grinding Machine	Untuk menggerinda dan menghaluskan permukaan benda kerja. Spesifikasi: - Center Height : approx. 180 mm, - Grinding Length : approx. 1000 mm, - Grinding Diameter (outside) : approx. 8-320 mm, - Inside Grinding Diameter : approx 35-100 mm, - Inside Grinding Depth : approx. 125 mm, - Work Spindle Speeds : approx. 25-220 rpm,	3 unit/ ruang praktik		3	Advance

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Working Spindle Taper : MT4, - Grinding Spindle Speed : approx. 1670 rpm, - Tailstock Taper : MT4. - Accessories : Cylindrical Grinding Wheel.				
6	Grinding Wheel Balancing Stand	Untuk alat bantu menyeimbangkan titik berat batu gerinda. Spesifikasi: Max. wheel diameter : approx. 400 mm	1 set/ ruang praktik			
7	Screw Compressor	Alat kelengkapan untuk mensuplai konsumsi angin mesin CNC. Spesifikasi: Motor: approx. 25HP - Pressure: approx. 8 Bar - Capacity : min 2.8 m³/min - Include : Air dryer, air tank 1000L	3 Set / Ruang Praktik		2	Menengah

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	Vernier Caliper 150 mm	Untuk mengukur dimensi dengan kepresisian tinggi. Spesifikasi: - Measurement length : approx. 0-150 mm - Accuracy: 0.02 mm	9 set/ ruang praktik		1	Basic
9	Vernier Caliper 600 mm	Untuk mengukur dimensi dengan kepresisian tinggi. Spesifikasi: - Measurement length : approx. 0-600 mm - Accuracy: 0.02 mm	9 set/ ruang praktik		1	Menengah
10	Outside Micrometer set	Untuk mengukur panjang dan diameter luar dengan kepresisian sangat tinggi. Spesifikasi: - Measuring range : approx. 0-25 mm, approx. 25-50 mm, approx. 50-75 mm - Accuracy: 0.01 mm	9 set/ ruang praktik		1	Basic
11	Set of Magnetic Base and Dial Indicator	Untuk mengukur kesilindrisan sebuah lingkaran, kesejajaran suatu bidang, dan mengukur jarak antar poin baik permukaan luar maupun permukaan dalam. Spesifikasi: - Measuring range : approx. 10 mm - Accuracy : approx. 0.01 mm - Include magnetic base	3 set/ unit		1	Basic

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
12	Digital Height Gauge	Alat untuk mengukur tinggi benda terhadap suatu bidang acuan. Spesifikasi: - Range : approx. 0-600 mm - Accuracy : approx. 0.05 mm	3 set/ unit		3	Advance

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

Tabel 14. Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman dan tidak menyebabkan cedera atau nyeri. Spesifikasi: Dimensi min. L480 x W420 x H850 mm Material: <i>Seat and back of seat: durable foam laminated with oscar.</i> <i>Chair support: nylon</i> <i>Finishing nya menggunakan powder coating painting</i>	9 buah/ ruang instruktur		1	Dasar
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi min. L1400 x W700 x H730 mm Material: <i>Sheet metal: min. 0,6 -1.2 mm</i> <i>MDF: min. 25 mm</i> <i>Finishing: powder coating painting</i>	9 buah/ ruang instruktur		1	Dasar

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900x450x1800 mm	3 buah/ ruang praktik		1	Dasar
4	Lemari simpan	Untuk menyimpan perlengkapan organisasi	2 buah/ ruang instruktur		1	Dasar
5	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). Weight capacity: 330 lbs	1 buah/ ruang praktik		1	Dasar

BAB III PENUTUP

A. KESIMPULAN

Untuk meningkatkan relevansi peralatan praktik di SMK kompetensi Teknik Pemesinan terhadap kebutuhan IDUKA maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Penyediaan peralatan yang lebih modern yang mendukung untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas kerja SDM di Teknik Pemesinan sebagai salah satu industri prioritas mendukung industri teknologi rekayasa serta *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 industri 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 efektifitas untuk pencapaian kinerja dan kompetensi lulusan.

DAFTAR PUSTAKA

- Armfield. 2019. *Engineering Teaching & Research Equipment For Schools, Colleges and Universities*. www.discoverarmfield.com. diakses tanggal 30 Agustus 2020.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1735-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1736-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1745-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1746-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan ke Luar untuk Penyelamatan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-3985-2000 tentang Tata Cara Perencanaan, Pemasangan dan Pengujian Sistem Deteksi Dan Alarm Kebakaran Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-3989-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6571-2001 tentang Sistem Pengendalian Asap Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 03-7012-2004 tentang Sistem Manajemen

Asap Dalam Mal, Atrium, dan Ruangan Bervolume Besar.

Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 03-6390-2011 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung.

Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural

Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung.

Consortium of Local Education Authorities for the Provision of Science Services (CLE-APSS). 2009. *Designing and Planning Laboratories*. Consortium of Local Education Authorities for the Provision of Science Services: Brunel University London.

Departemen Pekerjaan Umum. 2000. Keputusan Menteri Negara Pekerjaan Umum No. 10/KPTS/2000 tentang Ketentuan Teknis Pengamanan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan dan Lingkungan.

Department of Petroleum Engineering. 2003. *PETE 203: DRILLING ENGINEERING LABORATORY MANUAL*. King Fahd Of Petroleum & Minerals: Dhahran.

Elangovan, M., Thenarasu, M., Narayanan, S., & Shankar, P. S. 2018. *Design Of Flexible Spot Welding Cell For Body-In-White (BIW) Assembly*. Periodicals of Engineering and Natural Sciences, 6(2), 23-38.

Habib P. Mohamadian. 2019. *Adopt a Lab Campaign*. College of Engineering Southern University and A&M College: Baton Rouge.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2018. *Standar Nasional Pendidikan Sekolah Menengah Kejuruan/Madrasah Aliyah Kejuruan*. <http://jdih.kemdikbud.go.id>. diakses tanggal 01 September 2020.

Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 2020. Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Nomor 11 Tahun 2020 Tentang Petunjuk Operasional Dana Alokasi Khusus Fisik Bidang Pendidikan Tahun 2020.

Kementerian Pekerjaan Umum. 2006. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 29/PRT/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. Visualisasi bengkel area kerja bangku

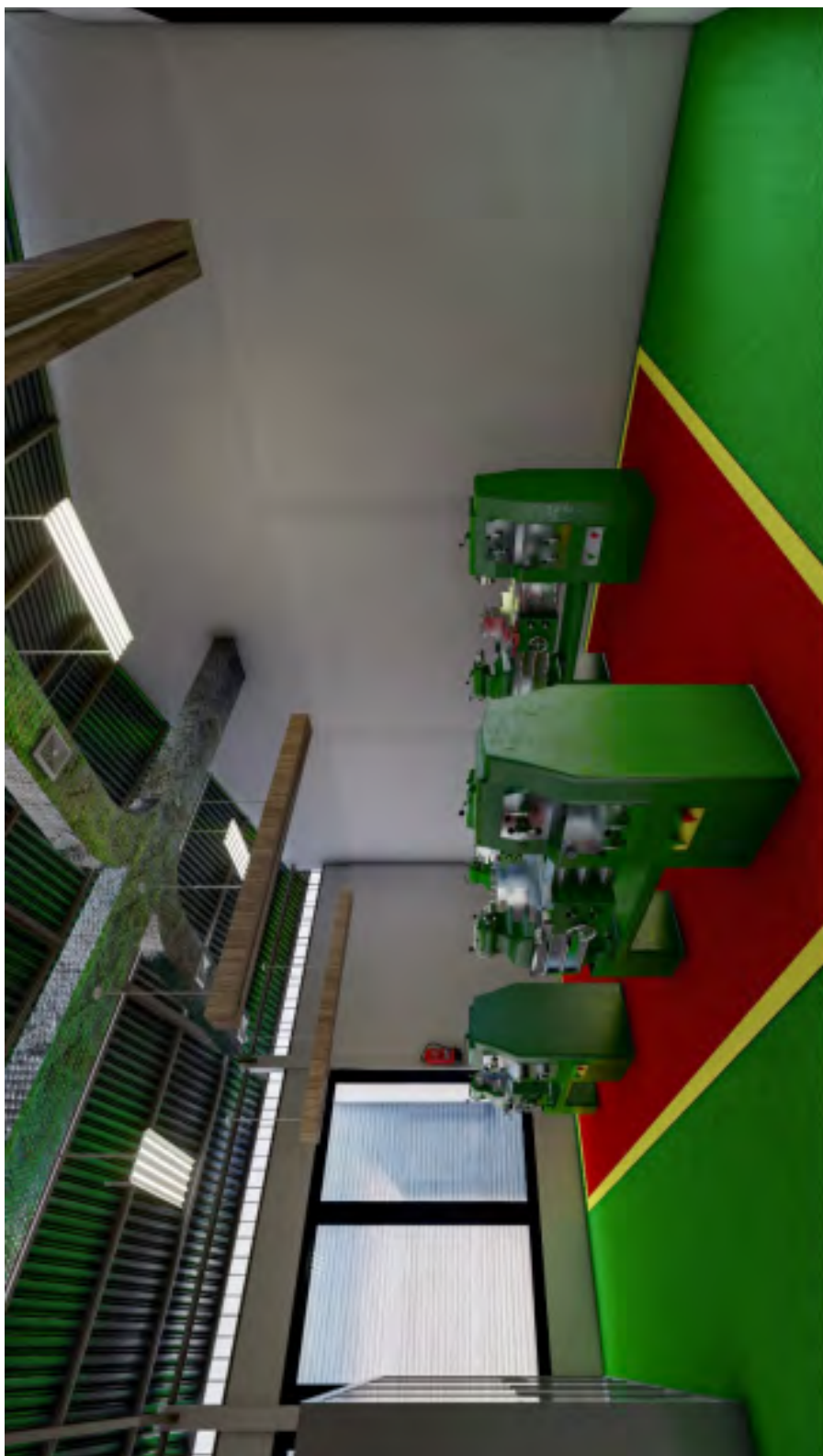
1 Gambar desain, denah dan layout yang dipaparkan di sini adalah contoh yang dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada dengan memperhatikan minimal luasan ruang, kontur tanah, ergonomi dan K3.



Gambar 27. Visualisasi area kerja mesin bubut



Gambar 28. Visualisasi area kerja mesin gerinda



Gambar 29. Visualisasi area kerja mesin frais



Gambar 30. Visualisasi area kerja mesin pengepasan



Gambar 31. 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 32. Budaya safety/K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK

PASTIKAN SISWA SMK SUDAH

T.A.M.P.A.N



Gambar 33. Budaya *safety*/K3 (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK

SMK BISA-HEBAT

SIAP KERJA • SANTUN • MANDIRI • KREATIF



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

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

ISBN 978-623-6065-38-9



9

786236

065389