

# NORMA & STANDAR

LABORATORIUM/  
BENGKEL SMK

**Kompetensi Keahlian  
Teknik Energi Biomassa**



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

# **NORMA & STANDAR LABORATORIUM/BENGGEL SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK ENERGI BIOMASSA**

## **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**

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.

Drs. Darmono, M.T.

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

Noor Fitrihana, M.Eng.

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

Toto Sukisno, S.Pd., M.Pd.

Mukasi Wahyu Kurniawati, S.T. M.Eng.

Norman

Sandy Hutama Andalusia

Christina Yunita

ISBN: .....

## **Editor**

Raphael Dharu Rahkitajati

Anindya Dwi Utami, S.Pd.

Daniel Jesayanto Jaya, S.Pd.

## **Desain**

Alip Irfandi

## **Layout**

Hendriyanto Zaki

## **Ilustrasi Gambar**

Hafidz Ardiatma

Gambar pada sampul merupakan gambar bebas lisensi dari WikimediaImages di Pixabay

Cetakan I, 2021

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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

# KATA PENGANTAR

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

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

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

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

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

Jakarta, November 2020

Direktur Sekolah Menengah Kejuruan



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

NIP 196504121990021002

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. RUANG LINGKUP .....	2
C. METODOLOGI.....	3
<b>BAB I RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN.....</b>	<b>7</b>
A. RUANG PRAKTIK .....	7
B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK .....	8
C. RUANG PRAKTIK SISWA SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK ENERGI BIOMASSA.....	29
D. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM DASAR TEKNIK SIPIL DAN TEKNIK MESIN.....	36
E. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA DASAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA .....	45
F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA BANGSAL KERJA TEKNOLOGI BIOGAS.....	55
G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN (RIS) .....	59
<b>BAB I PENUTUP .....</b>	<b>63</b>
A. KESIMPULAN.....	63
B. SARAN DAN REKOMENDASI .....	64
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>65</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>67</b>

# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Profil kompetensi lulusan teknik biomassa.....	4
Gambar 2.	Metode <i>design thinking non linier</i> .....	5
Gambar 3.	Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa.....	17
Gambar 4.	Ilustrasi pengangkuran lemari.....	18
Gambar 5.	Minimum jarak antar meja di ruang kelas.....	18
Gambar 6.	Ilustrasi pengikatan pot bunga pada tiang.....	18
Gambar 7.	Komponen non-struktur harus diberi pengaku.....	19
Gambar 8.	Ilustrasi struktur yang diberikan <i>isolation bearing</i> .....	19
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.....	21
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> .....	22
Gambar 15.	Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran.....	23
Gambar 16.	Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran.....	24
Gambar 17.	Titik kumpul evakuasi.....	24
Gambar 18.	Ilustrasi jalur evakuasi.....	24
Gambar 19.	Protokol kesehatan di lab/bengkel.....	26
Gambar 20.	Prosedur penggunaan ruang.....	28
Gambar 21.	Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Energi Biomassa.....	32
Gambar 22.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Energi Biomassa.....	33
Gambar 23.	<i>Showroom/outlet</i> bidang keahlian energi dan pertambangan.....	34
Gambar 24.	<i>Smart classroom</i> .....	35
Gambar 25.	Ruang penyimpanan.....	67
Gambar 26.	Laboratorium dasar teknik sipil dan teknik mesin.....	68
Gambar 27.	Bangsal area kerja dasar pembangkit listrik tenaga biomassa.....	69
Gambar 28.	Bangsal kerja teknologi biogas.....	70
Gambar 29.	Bangsal kerja pembangkit energi biomassa.....	71
Gambar 30.	Budaya 5S/5R di ruang praktik SMK.....	72
Gambar 31.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	73
Gambar 32.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	74

# DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Definisi dan kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik energi biomassa .....	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.....	13
Tabel 6.	Kebutuhan minimal luasan ruang praktik siswa .....	29
Tabel 7.	Peralatan <i>smart classroom</i> .....	30
Tabel 8.	Daftar peralatan praktik pada laboratorium dasar teknik sipil dan teknik mesin .....	36
Tabel 9.	Daftar peralatan praktik pada area kerja dasar pembangkit listrik tenaga biomassa .....	45
Tabel 10.	Daftar peralatan praktik pada bangsal kerja teknologi biogas.....	55
Tabel 11.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan (RIS) .....	59

# BAB I PENDAHULUAN

## A. LATAR BELAKANG

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

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

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

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

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

## B. RUANG LINGKUP

Norma, standar, prosedur, dan kriteria peralatan praktik SMK ini dikembangkan berlandaskan dokumen standar sarana prasarana dalam SNP SMK 2018 dan struktur kurikulum SMK 2018 untuk menjabarkan lebih spesifik seperangkat peralatan praktik yang menunjang kompetensi keahlian. Untuk memenuhi kebutuhan SDM di era revolusi 4.0 diperlukan *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 Energi Biomassa 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 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 (*nonlinear*) 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 KKNI 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, 1:2 dan atau 1:4 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 lain sebagainya sebagai peralatan penunjang untuk mendukung kegiatan *teaching factory* SMK dalam menumbuhkan kompetensi, kemandirian dan kewirausahaan.

## PROFIL KOMPETENSI LULUSAN TEKNIK ENERGI BIOMASSA

### Bekerja menjadi:

- Operator Produksi
- Operator Industri Bioetanol
- Operator Industri Biodiesel
- Operator Reaktor Biogas
- Teknisi Junior Perakitan Reaktor Biogas

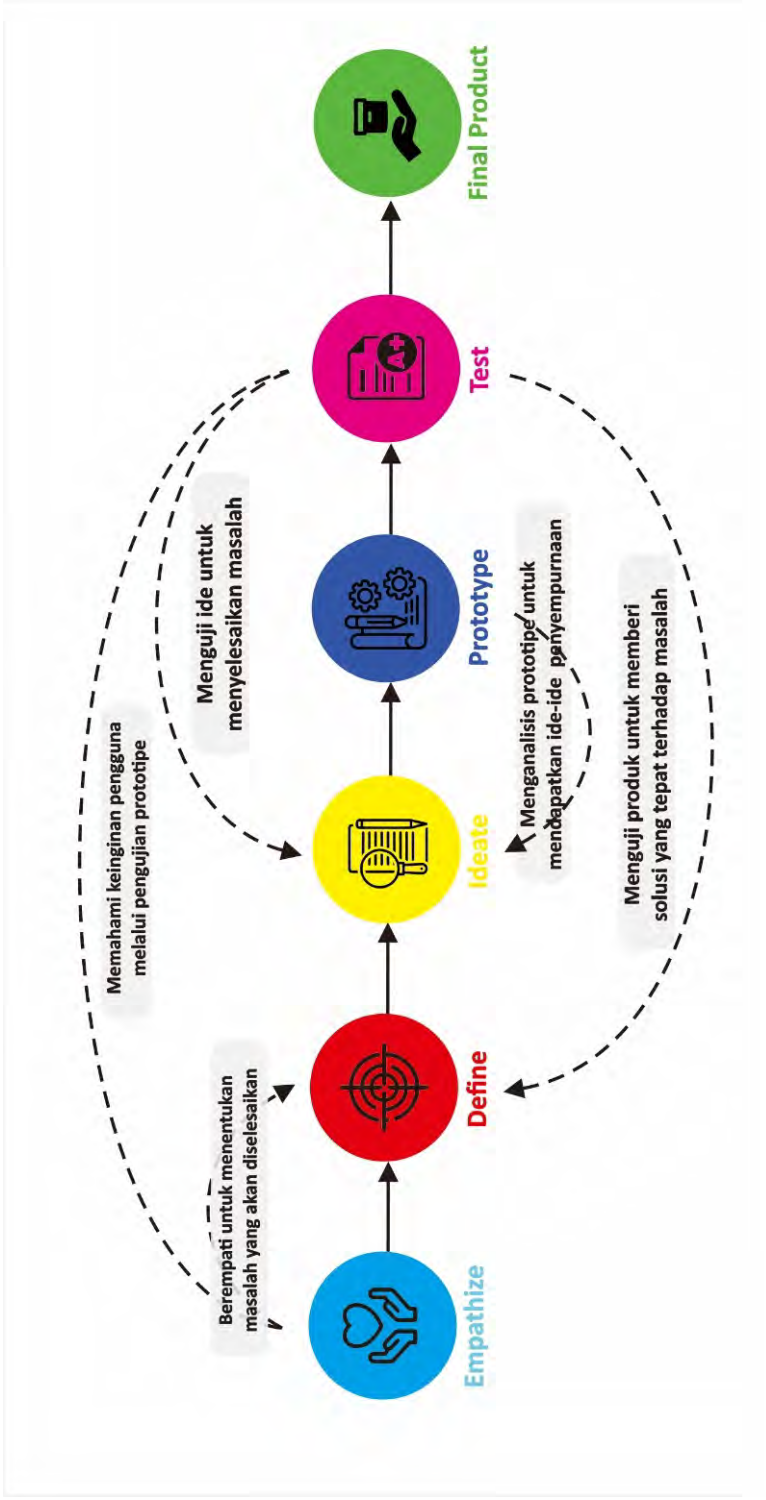
### Melanjutkan studi:

- D4 Teknik Energi Terbarukan
- S1 Teknik Bioproses
- S1 Teknik Teknik Bioenergi Dan Kemurgi

### Wirausahawan:

- Pengusaha produsen Bioetanol
- Pengusaha produsen Biogas
- *Content Creator*

Gambar 1. Profil kompetensi lulusan teknik biomassa



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 Energi Biomassa berfungsi sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pembelajaran seperti praktik dasar teknik sipil dan mesin, praktik dasar teknik mesin, praktik dasar teknik elektro, praktik teknologi biogas, bahan bakar nabati, teknologi gasifikasi, dan pembangkit listrik tenaga biomassa. Besarnya luasan minimum ruang Kompetensi Keahlian Teknik Energi Biomassa adalah 150 m<sup>2</sup> (seratus lima puluh meter persegi). Selanjutnya, detail luas minimum ruangan praktik tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Definisi dan kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik energi biomassa

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
1	Laboratorium dasar teknik sipil dan teknik mesin	3 m <sup>2</sup> /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
2	Bangsral/Area kerja dasar pembangkit listrik tenaga biomassa	3 m <sup>2</sup> /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
3	Bangsral kerja teknologi biogas	3 m <sup>2</sup> /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
4	Bangsral kerja pembangkit energi biomassa	3 m <sup>2</sup> /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
5	Ruang instruktur dan ruang simpan	3 m <sup>2</sup> /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 30, 31, dan 32).

Lingkungan belajar di SMK dirancang memiliki fleksibilitas sebagai pusat pengembangan kompetensi, membentuk iklim tumbuhnya budaya industri dan menumbuhkan kreatifitas dan inovasi wirausaha pemula. Ada 9 aspek yang harus diperhatikan dalam menciptakan ruang belajar yang aman, nyaman, selamat, sehat dan indah yaitu kualitas air, kebisingan, pencahayaan dan pemandangan, ventilasi, kualitas udara, kelembaban, suhu, pengendalian debu dan serangga serta sistem keamanan dan keselamatan. Norma dan Standar Ruang Praktik SMK ini merupakan panduan untuk perencanaan dan pengembangan dalam membangun fasilitas sarana dan prasarana SMK untuk mencapai kinerja yang lebih optimal. Norma dan standar ruang praktik SMK meliputi:

## 1. SISTEM ELEKTRIKAL LABORATORIUM

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

## 2. PERSYARATAN MATERIAL BANGUNAN

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

Tabel 2. Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa

No	Material	Alternatif material
1.	Penutup lantai	<ul style="list-style-type: none"><li>Bahan teraso, keramik, papan kayu, <i>vinyl</i>, marmer, <i>homogenius tile</i> dan karpet yang disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunan;</li><li>Adukan atau perekat harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis material yang digunakan.</li></ul>
2.	Dinding pengisi	<ul style="list-style-type: none"><li>Batu bata, beton ringan, bata tela, batako, papan kayu, kaca dengan rangka kayu/aluminium, panel GRC dan/ atau aluminium</li></ul>
	Dinding partisi	<ul style="list-style-type: none"><li>Papan kayu, kayu lapis, kaca, <i>calcium 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.</li></ul>
	Prasyarat bahan perekat	Adukan/perekat yang digunakan harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai jenis bahan dinding yang digunakan;
	Prasyarat komponen pracetak	Jika ada komponen pracetak yang telah digunakan pada dinding, maka dapat digunakan bahan pracetak yang sudah ada.

No	Material	Alternatif material
3.	Kerangka Langit-langit	<p>Kayu lapis atau yang setara, digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4/6 cm untuk balok pembagi dan balok penggantung;</li> <li>• 6/12 cm untuk balok rangka utama; dan</li> <li>• 5/10 cm untuk balok tepi;</li> <li>• Besi <i>hollow</i> atau <i>metal furring</i> 40 mm x 40 mm dan 40 mm x 20 mm lengkap dengan besi penggantung Ø8 mm dan pengikatnya;</li> </ul> <p>• Untuk bahan penutup akustik atau <i>gypsum</i> digunakan kerangka aluminium yang bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan;</p>
	Bahan penutup langit	Kayu lapis, aluminium, akustik, <i>gypsum</i> , atau sejenis yang disesuaikan dengan fungsi dan klasifikasi bangunannya;
	Lapisan finishing	Harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis bahan penutup yang digunakan sesuai prosedur SNI.
4.	Bahan penutup atap	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bahan harus memenuhi persyaratan SNI yang berlaku.</li> <li>• Material penutup atap dapat terdiri dari atap beton, genteng, metal, <i>fibrecement</i>, <i>calcium board</i>, sirap, seng, aluminium, maupun asbes/asbes gelombang;</li> <li>• Atap dari beton harus dilapisi <i>waterproofing</i>;</li> <li>• Penggunaan material atap dapat disesuaikan dengan fungsi, klasifikasi dan kondisi daerahnya.</li> </ul>
	Bahan kerangka penutup atap	<p>Untuk penutup atap genteng digunakan rangka kayu kelas kuat II dengan ukuran:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2/3 cm untuk reng atau 3/4 cm untuk reng genteng beton;</li> <li>• 4/6 cm atau 5/7 cm untuk kaso, dengan jarak antar kaso disesuaikan ukuran penampang kaso;</li> </ul>
	Kerangka atap non-kayu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gording baja profil C, dengan ukuran minimal 125 x 50 x 20 x 3,2;</li> <li>• Kuda-kuda baja profil WF, dengan ukuran minimal 250 x 150 x 8 x 7;</li> <li>• Struktur baja ringan (<i>cold form steel</i>);</li> <li>• Beton plat dengan tebal minimum 12 cm.</li> </ul>
5.	Kusen dan daun pintu/jendela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kayu kelas kuat/kelas awet II dengan ukuran jadi minimum 5,5 cm x 11 cm dan dicat kayu atau dipelitur sesuai persyaratan standar yang berlaku;</li> </ul>



No	Material	Alternatif material
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rangka daun pintu yang dilapisi kayu lapis/<i>teakwood</i>, menggunakan kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum 3,5cmx10cm. Sedangkan ambang bawah 3,5x20cm. Daun pintu dilapisi dengan kayu lapis yang di cat atau dipelitur;</li> <li>• Daun pintu panil kayu digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dicat kayu atau dipelitur;</li> <li>• Daun jendela kayu, digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dengan ukuran rangka minimum 3,5 cm x 8 cm, dicat kayu atau dipelitur;</li> <li>• Rangka pintu/jendela yang menggunakan bahan aluminium ukuran rangkanya disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya;</li> <li>• Kusen baja profil E, dengan ukuran minimal 150 x 50 x 20 x 3,2 dan pintu baja BJLS 100 diisi glas woll untuk pintu kebakaran;</li> <li>• Penggunaan kaca untuk daun pintu maupun jendela disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya.</li> </ul>

### 3. PERSYARATAN STRUKTUR BANGUNAN

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

#### a. Fondasi

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

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

#### b. Kolom

Struktur kolom dapat dibedakan berdasarkan material penyusunnya sebagai berikut:

Tabel 3. Material struktur kolom.

No	Material kolom	Keterangan
1.	Kolom beton bertulang	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tebal minimum 15 cm, tulangan 4Ø12-15 cm;</li> <li>• Selimut beton minimum 2.5 cm;</li> <li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li> </ul>
2.	Kolom beton bertulang (praktis)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tebal minimum 15cm, tulangan 4Ø12-20 cm;</li> <li>• Selimut beton minimum 2.5 cm;</li> <li>• Mutu bahan berdasarkan kepada pedoman SNI yang berlaku.</li> </ul>
3.	Kolom baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mempunyai kelangsingan (<math>\lambda</math>) maksimum 150;</li> <li>• Dibuat dari profil tunggal maupun tersusun harus mempunyai minimum 2 sumbu simetris;</li> <li>• Sambungan antara kolom baja pada bangunan bertingkat tidak boleh dilakukan pada tempat pertemuan antara balok dengan kolom, dan harus mempunyai kekuatan minimum sama dengan kolom;</li> <li>• Sambungan kolom baja yang menggunakan las harus menggunakan las listrik, sedangkan yang menggunakan baut harus menggunakan baut mutu tinggi;</li> <li>• Penggunaan profil baja tipis yang dibentuk dingin, harus berdasarkan perhitungan-perhitungan yang memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup;</li> <li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li> </ul>
4.	Struktur kolom kayu	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dimensi kolom bebas diambil minimum 20 cm x 20 cm;</li> <li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li> </ul>
5.	Struktur dinding geser (jika ada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinding geser harus direncanakan untuk secara bersama-sama dengan struktur secara keseluruhan agar mampu memikul beban yang diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat dari beban-beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun muatan beban sementara yang timbul akibat gempa dan angin;</li> <li>• Dinding geser mempunyai ketebalan sesuai dengan ketentuan dalam SNI yang berlaku.</li> </ul>

c. Struktur Lantai

Material untuk struktur lantai mengikuti persyaratan sebagai berikut:

Tabel 4. Sistem struktur lantai untuk bangunan

No.	Sistem struktur lantai	Keterangan
1	Kayu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Jika tebal papan lantai 2 cm, jarak balok anak tidak boleh lebih dari 60 cm;</li><li>• Ukuran balok anak minimal adalah 6/12 cm;</li><li>• Balok lantai yang masuk ke dalam dinding harus dilapisi bahan pengawet terlebih dahulu;</li><li>• Material dan tegangan untuk syarat kekuatan dan kekakuan material harus memenuhi SNI yang berlaku.</li></ul>
2.	Beton	<ul style="list-style-type: none"><li>• Harus dipasang lapisan pasir dengan tebal minimal 5cm; dengan lantai kerja minimal 5 cm;</li><li>• Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi standari SNI yang berlaku;</li><li>• Analisis struktur pelat lantai beton dilakukan oleh tenaga ahli yang bersertifikasi.</li></ul>
3.	Baja	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ketebalan pelat diperhitungkan agar memenuhi batas lendutan yang dipersyaratkan;</li><li>• Kekuatan sambungan dan analisa struktur harus dihitung oleh tenaga ahli bersertifikasi;</li><li>• Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.</li></ul>

d. Struktur Atap

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

Tabel 5. Persyaratan struktur atap

No.	Sistem struktur	Keterangan
1.	Kayu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ukuran yang digunakan harus sesuai dengan ukuran yang dinormalisir;</li><li>• Rangka atap kayu harus menggunakan bahan anti rayap;</li><li>• Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.</li></ul>

No.	Sistem struktur	Keterangan
2.	Beton bertulang	Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.
3.	Baja	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sambungan pada rangka atap baja yang berupa baut, paku keling, atau las listrik, harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku;</li> <li>• Rangka atap baja harus dilapisi pelapis anti korosi;</li> <li>• Pada bangunan sekolah yang telah ada komponen fabrikasi, struktur rangka atap dapat digunakan komponen prefabrikasi yang sudah ada;</li> <li>• Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.</li> </ul>

#### 4. PERSYARATAN UMUM BANGUNAN GEDUNG

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

- a. Memiliki struktur yang stabil dan kukuh sampai dengan kondisi pembebanan maksimum dalam mendukung beban hidup dan beban mati, serta untuk daerah atau zona tertentu memiliki kemampuan untuk menahan gempa dan kekuatan alam lainnya;
- b. Dilengkapi sistem proteksi pasif dan atau proteksi aktif untuk mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan petir;
- c. Bangunan gedung harus memenuhi syarat fasilitas dan aksesibilitas yang mudah, aman, nyaman, untuk difabel (penyandang cacat);
- d. Bangunan gedung juga hendaknya dilengkapi dengan pengarah jalan (*guiding block*) untuk tunanetra;
- e. Persyaratan kewanibawaan 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. Bukaannya pintu depan toilet ke arah luar (selasar), dimaksudkan untuk mempermudah proses evakuasi;
- b. Setiap bilik toilet dilengkapi pintu, yang dapat dikunci dari dalam dan membuka keluar;
- c. Tersedia sumber air bersih melalui PDAM maupun air tanah;
- d. Dilengkapi instalasi air bersih, instalasi air kotor/limbah dan kotoran, *septic tank*, dan sumur resapan.
- e. Bukaannya cahaya minimal 10% dan bukaannya 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 bukaannya permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela dan atau bukaannya permanen yang dapat dibuka untuk kepentingan ventilasi alami.

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

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

b. Persyaratan Sistem Pencahayaan

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



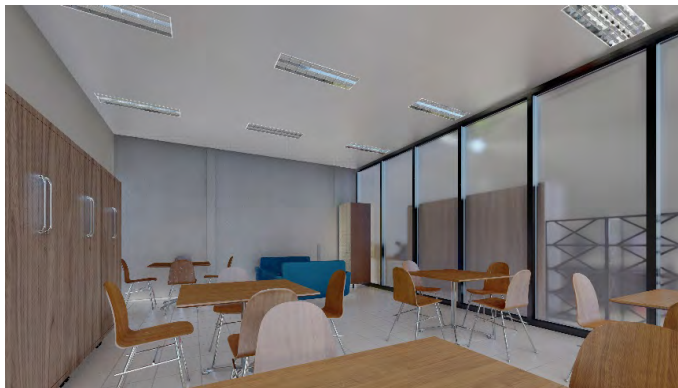
Gambar 3. Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa.

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



Gambar 8. Ilustrasi struktur yang diberikan *isolation bearing*

b. Mitigasi Non-Struktural

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

## 10. PENCEGAHAN BAHAYA KEBAKARAN

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

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

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

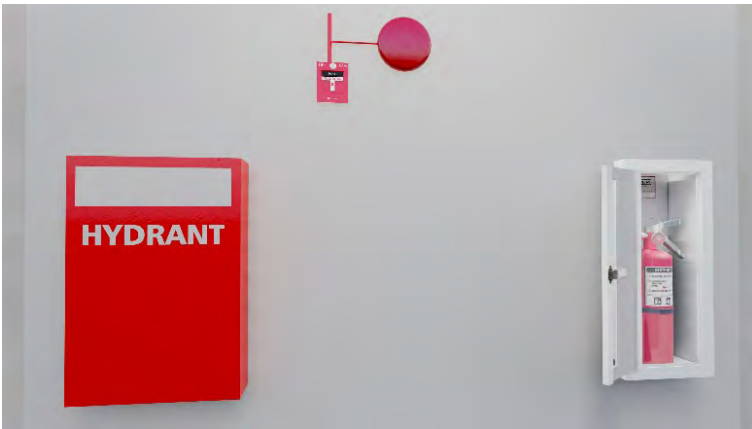
a. Sistem Proteksi Aktif

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

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



Gambar 9. Ilustrasi penempatan pipa *hydrant* di jalan



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



Gambar 11. Ilustrasi lemari penyimpanan APD

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



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

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



Gambar 13. Ilustrasi *sprinkler*

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



Gambar 14. Ilustrasi *smoke detector*

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

b. Sistem Proteksi Pasif

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

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

c. Persyaratan Aksesibilitas untuk Pemadam Kebakaran

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

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



Gambar 15. Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran



Gambar 16. Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran

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



Gambar 17. Titik kumpul evakuasi



Gambar 18. Ilustrasi jalur evakuasi

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

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

### 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), seperti sarung tangan, pelindung wajah, sabuk pengaman (*safety belt*), sepatu boot, sepatu pengaman (*safety shoes*), masker, penyumbat telinga (*ear plug*), penutup telinga (*ear muff*), kacamata pengaman (*safety glass*) dan sebagainya.
- 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 di bawah 37.3 derajat.

# PROTOKOL KESEHATAN DI LAB/BENGGEL



## Wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD)



Masker kain 3 atau 2 Lapis (Tisu)



Ganti Tisu Setelah digunakan 4 Jam

Suhu tubuh di bawah 37.3



Segera periksa jika suhu tubuh di atas 37.3



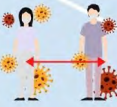
Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS) dengan Air Mengalir, Dan Hand Sanitizaer



Salam Sapa tanpa jabat tangan



Jaga jarak 1 - 2 Meter



Hindari menyentuh Mata, Hidung dan mulut



Hindari kontak langsung



Hindari kerumunan



Upayakan tidak sering menyentuh fasilitas/peralatan yang di pakai bersama



Gunakan siku untuk membuka pintu dan menekan tombol lift

Gambar 19. Protokol kesehatan di lab/bengkel

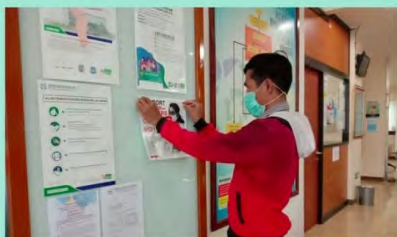


b. Prosedur penggunaan ruang

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

# PROSEDUR PENGGUNAAN RUANGAN

## PEMASANGAN MEDIA INFOGRAFIS



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

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

## PROSEDUR PEMBERSIHAN & DISINFEKSI

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

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



Gambar 20. Prosedur penggunaan ruang

## C. RUANG PRAKTIK SISWA SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK ENERGI BIOMASSA

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

1. Laboratorium dasar teknik sipil dan teknik mesin
2. Area kerja dasar pembangkit listrik tenaga biomassa
3. Bangsal kerja teknologi biogas
4. Bangsal kerja pembangkit energi biomassa
5. Sub 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 <sup>2</sup> )	Total Luas (m <sup>2</sup> )
Lab Dasar Teknik Sipil	6	9	54	270
Area kerja dasar pembangkit listrik tenaga biomassa	6	9	54	
Bangsal kerja/Area Kerja teknologi biogas	6	9	72	
Bangsal kerja/Area Kerja bahan bakar nabati dan gasifikasi	6	9	72	
Ruang Instruktur dan Penyimpanan	6	9	18	

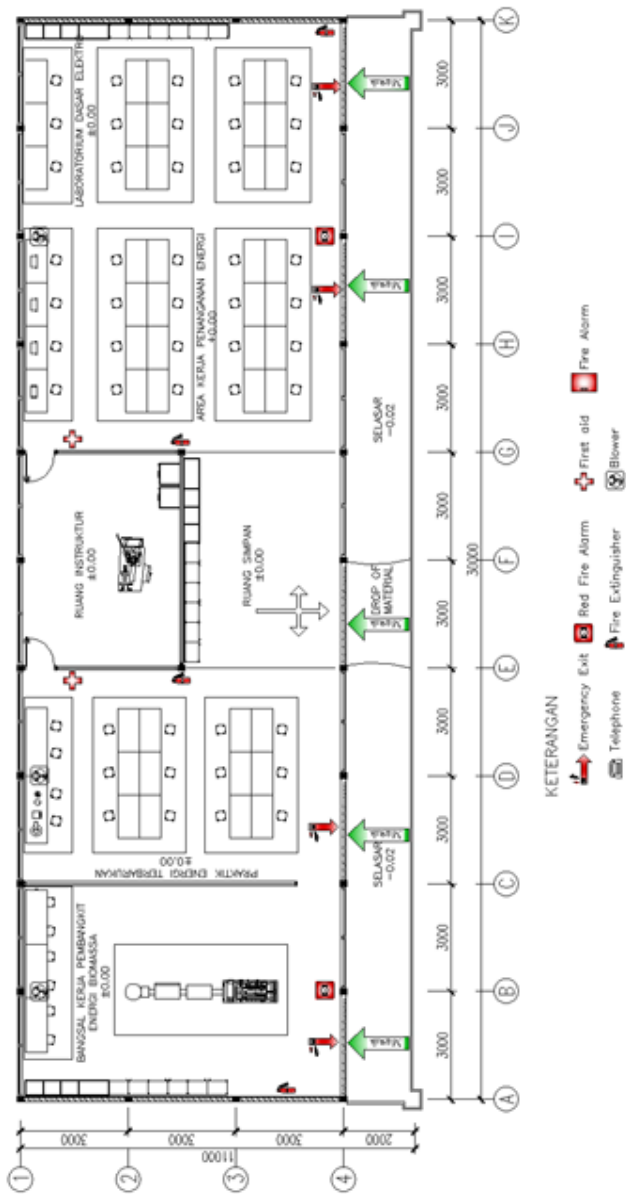
Disamping itu perlu juga dilengkapi ruang pembelajaran yang mengikuti dan mencirikan perkembangan industri 4.0 yaitu ruang kelas pintar (*smart classroom*) untuk mendukung pembelajaran berbasis *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR), dan telekonferensi, diantaranya terdiri atas peralatan berikut.

Tabel 7. Peralatan *smart classroom*

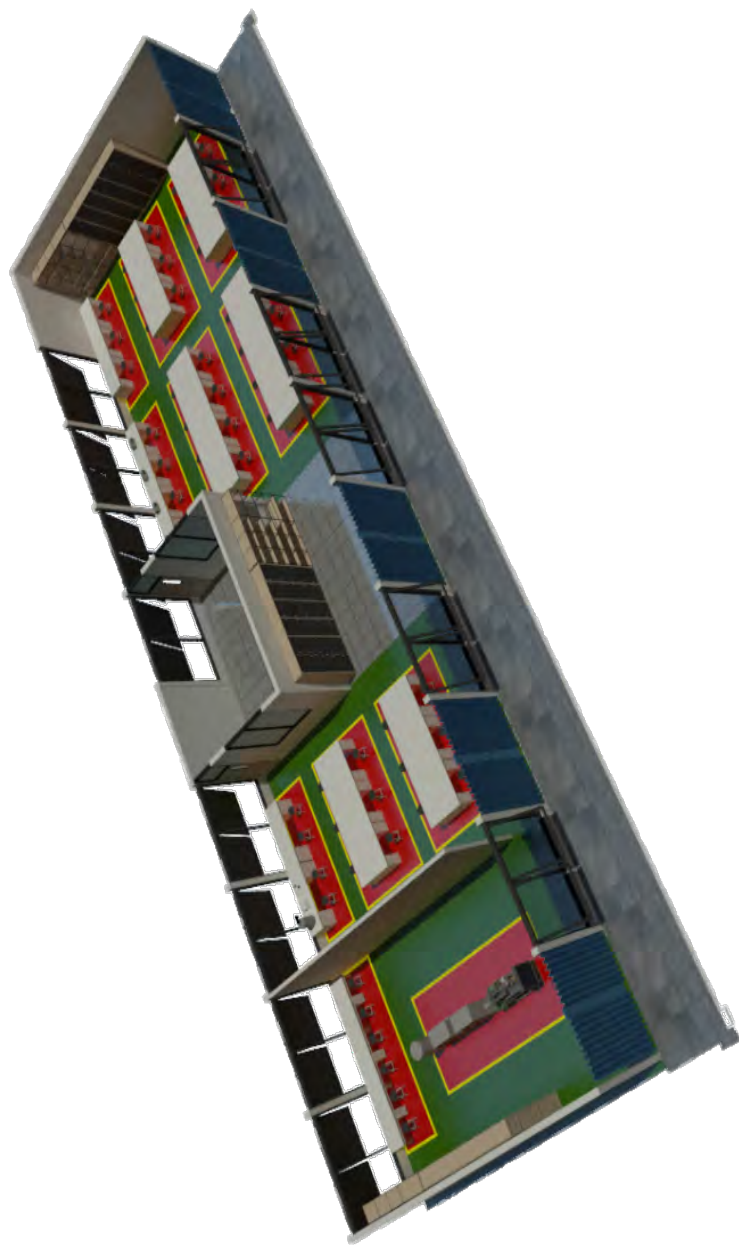
No.	Sarana	Gambar
1	<i>Smart board</i> <i>Whiteboard interaktif</i>	
2	<i>Smart TV videoconference</i>	
3	<i>HD Pro Cam</i> <i>Live Casting</i>	
4	<i>Smart Table Interaktif</i>	
5	<i>Smart Controlroom Console</i>	

No.	Sarana	Gambar
6	<i>Smart Document Camera</i>	
7	<i>Platform pendukung smart classroom seperti student response system, digital learning content, mobile learning</i>	 <p data-bbox="760 739 947 765">Classroom Clickers</p>  <p data-bbox="751 993 1036 1018">Student response software</p>  <p data-bbox="814 1261 959 1286">Carrying bag</p>  <p data-bbox="853 1522 944 1547">Receiver</p>

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



Gambar 21. Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Energi Biomassa



Gambar 22. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Energi Biomassa



Gambar 23. Showroom/outlet bidang keahlian energi dan pertambangan








Gambar 24. Smart classroom





## D. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM DASAR TEKNIK SIPIL DAN TEKNIK MESIN



Tabel 8. Daftar peralatan praktik pada laboratorium dasar teknik sipil dan teknik mesin

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Work Bench	<p>Untuk tempat kerja meja bangku.</p> <p>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 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- American Bench Vise 4"</li> <li>- Width Jaw : approx. 100 mm</li> <li>- Max Jaw Opening : approx. 125 mm</li> <li>- Throat Depth : approx. 85 mm</li> <li>- Large Anvil : approx. 70 x 70 mm</li> </ul>	9 Set / Ruang Praktik		1	Dasar




No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	Needle File Set	Untuk mengikis benda kerja. Spesifikasi: Length: approx. 140 mm 1 set = 6 pcs	18 set / Ruang Praktik		1	Dasar
3	File Set	Untuk mengikis benda kerja. Spesifikasi: Round File Ø8mm, Cut 3, length approx. 200 mm; Round File Ø10mm, Cut 2, length approx. 250 mm; Half Round File approx 25x7.5 mm, Cut2, length approx. 250 mm; Half Round File approx 21x6mm, Cut 3, length approx. 250 mm; Flat File approx 30x8 mm, Cut 1, length approx. 300 mm; Flat File approx 26x6.5mm, Cut 2, length approx. 250 mm; Flat File approx 22x5 mm, 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.	18 Set / Ruang Praktik		1	Dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Letter Punch	Untuk menulis identitas pada logam. Spesifikasi Letter size: approx. 6 mm	18 Set / Ruang Praktik		1	Dasar
5	Number Punch	Untuk menulis identitas pada logam. Spesifikasi Number size: approx. 6 mm	18 Set / Ruang Praktik		1	Dasar
6	Steel hammer (300 gr)	Alat untuk memukul chisel, punch dan lain-lain. Spesifikasi: Locksmith's hammer, approx. weight 500 gr	18 set/ ruang praktik		1	Dasar
7	Steel hammer (500 gr)	Digunakan untuk mengaduk, menggiling, mencampur, melunakkan bahan makanan Spesifikasi: Capacity: Min. 1L Voltage: 220V / 50 Hz Power: Approx. 1.8 kW Rotation Speed: Approx. 28000rpm Full Copper Motor Cup Material: Food grade	18 set/ ruang praktik		1	Dasar




No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	Precision Square	Untuk mengecek kesikuan secara presisi. Spesifikasi: Dimension: approx 100mm x150mm	18 set/ ruang praktik		1	Dasar
9	Vernier Caliper 150 mm	Untuk mengukur dimensi dengan kepresisian tinggi. Spesifikasi: Measurement length : approx. 0-150 mm Accuracy: 0.02 mm	18 set/ ruang praktik		1	Dasar
10	Vernier Caliper 600 mm	Untuk mengukur dimensi dengan kepresisian tinggi. Spesifikasi: Measurement length : approx. 0-600 mm Accuracy: 0.02 mm	18 set/ ruang praktik		1	Dasar
11	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	Dasar



No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
12	Laser Distance Meter	Mengukur Jarak antara objek yang akan diukur dengan tempat berdirinya alat. Spesifikasi: Accuracy (m) $\pm 2\text{mm}$ (0.079inch) Measuring Distance (m) 100M (329ft) Measurement Unit M/in/ft Laser Class 620-680 nm, < 1mw, II class Power Supply 1.5V 2 X AAA battery (not include) Product Size 112 x50	6 set/ ruang praktik		2	Terampil
13	Hand Drill	Untuk membuat lubang pada benda kerja. Spesifikasi: Rated power input 600 W No-load speed 0 - 2600 rpm Power output 360 W Weight 1.7 kg Torque (soft screwdriving applications) 0,0 / 1676,0 Nm Rated torque 20,0 Nm Drill spindle connecting thread 1/2"-20 UNF Chuck capacity, min./max. 1,5 - 13 mm Drilling range Drilling diameter in aluminium 13 mm Drilling diameter in wood 30 mm Drilling diameter in steel 13 mm	6 set/ ruang praktik		2	Terampil

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Angle Grinder	<p>Untuk membersihkan sisa sisa pengecoran yang tidak rapi pada benda hasil coran</p> <p>Spesifikasi:  <i>Rated power input 850 W</i>  <i>No-load speed 2800 - 11000 rpm</i>  <i>Grinding spindle thread M 10</i>  <i>Disc diameter 100 mm</i>  <i>Rubber backing pad, diameter 100 mm</i>  <i>Wire cup brush, diameter 70 mm</i>  <i>Weight 1.8 kg</i></p>	6 set/ ruang praktik		2	Terampil
15	Cut Off Machine	<p>Untuk memotong pipa/logam /besi yang dibutuhkan sesuai dengan ukuran yang ada.</p> <p>Spesifikasi:  <i>Power input 2,000W Soft grip handle</i>  <i>Quick lock vise Spark diversion guard</i>  <i>Spindle Lock</i>  <i>Specifications</i>  <i>Capacity: Bar Dia. 65mm (2-9/16")</i>  <i>Capacity: Pipe Dia. 120mm (4-47/64")</i>  <i>Capacity: Shaped Steel 130 x 130mm (5-1/8 x 5-1/8")</i>  <i>Power Input 2,000W</i>  <i>No Load Speed 3,800/min.</i></p>	3 set/ ruang praktik		2	Terampil

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
16	Mesin bubut CNC	<p>Dimensions (L x W x H) 603 x 318 x 603mm (23-47/64 x 11-7/32 x 23-47/64») Weight 16.5kg (36.3 lbs.) Standard Accessories Cut-off Wheel, Wrench</p> <p>Spesifikasi:            Swing overbad :420 mm, over cross slide:340 mm, max turning dia:mm, max work length:480 mm, draw tube bore:52 mm, 3 jaw hydraulic chuck, hidraulic tailstock, auto lubrication,</p>	2 set/ ruang praktik		3	Mahir
17	Crane	<p>Untuk memasang bagian-bagian turbin dengan bobot lebih dari 20 Kg</p> <p>Spesifikasi:            Max capacity : 900 Kg            Max lifting height : 3050 mm menggunakan roda</p>	2 set/ ruang praktik		2	Terampil
18	Simulator komponen bangunan sipil PLTMH	<p>Untuk melakukan simulasi pengaliran air dari intake sampai dengan tail race</p> <p>Spesifikasi:            Intake 0,5x1m, gate 0,4x0,7m, spilway 1x2m, tresrack 0,8x1m, penstock 6m,</p>	2 set/ ruang praktik		2	Terampil





No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
19	Mesin molen	Untuk mencampur semen, pasir, kerikil secara merata. Spesifikasi: penggerak diesel 4 PK dan kapasitas 350	2 set/ ruang praktik		1	Dasar
20	3 in 1 :mesin tekuk,potong dan roll plat manual	Untuk menekuk, memotong dan mengeroll plat logam Spesifikasi: max tebal plat 1 mm, max lebar plat 760 cm,sudut 90, min roll 2 inch.	2 set/ ruang praktik		2	Terampil
21	Alat pemadam api ringan (APAR)	Ditempatkan pada setiap ruang praktik yang strategis dan aman. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		2	Dasar



No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
22	Lemari alat pelindung diri (APD)	Ukuran memadai untuk simpan APD. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar
23	Kotak P3K	Ukuran memadai untuk simpan perlengkapan P3k. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar




## E. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA DASAR PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA BIOMASSA




Tabel 9. Daftar peralatan praktik pada area kerja dasar pembangkit listrik tenaga biomassa



No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Bench Lathe Machine 1 Meter	<p>Untuk membuat benda kerja dari logam sesuai dengan yang diinginkan dengan panjang maksimal 1 meter.</p> <p>Spesifikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Swing over bed mm approx. Ø355,</li> <li>Swing over carriage mm approx. Ø220,</li> <li>Swing over gap mm approx. Ø500,</li> <li>Width of bed-way mm approx. 186,</li> <li>Distance between centers mm 1000,</li> <li>Taper of spindle M.T.5,</li> <li>Spindle diameter mm approx. Ø38,</li> <li>Range of speed rpm 70~2000.</li> </ul> <p>Standard accessories:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Three jaw chuck, Four jaw chuck, Steady rest, Follow rest, Working light, Coolant system, Foot brake, Tools and tool box.</li> </ul>	6 Unit/ Ruang Praktik		2	Terampil

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	Universal Tool Cutter & Grinder	<p>Untuk mengasah dan menajamkan kembali pisau bubut yang sudah tumpul.</p> <p>Spesifikasi:  <i>Max. Grinding Diameter 250mm</i>  <i>Longitudinal travel of the operating table approx. 400mm</i>  <i>Horizontal travel of the operating table approx. 150mm</i>  <i>Elevating Distance of Wheelhead approx. 120mm</i>  <i>Rotating Angle of Wheelhead 360 degree</i>  <i>Horse Power and Voltage of Motor approx. ¾ HP</i>  <i>Total Power approx. 1 HP</i>  <i>Height of the head holder approx. 135mm</i>            Taper hole of main spindle of head holder Morse #4            Area of the operating table min. 100x650mm</p>	1 unit/ ruang praktis		2	Terampil



No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Bench Grinder	Untuk mengasah alat potong. Spesifikasi: - Motor power : approx. 600 watt - Max. wheel diameter : approx. 200 mm	2 set/ ruang praktik		1	Dasar
4	Power Hacksaw Machine	Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan. Spesifikasi: Cutting capacity Round bar up to 400mm Square bar up to 330x330mm Oblique saw approx. 45° Main motor approx. 4.34 kW Standard accessories: 1. Blade 2. Coolant system 3. Roller stand 4. Clamping Handle	1 Unit / Ruang Praktik		2	Terampil


No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	Horizontal Bandsaw	<p>Untuk memotong benda kerja yang besar menjadi bagian kecil sebelum dilakukan proses pembubutan.</p> <p>Spesifikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cutting capacity</li> <li>• Round bar up to 220mm</li> <li>• Rectangular bar up to 120x400mm</li> <li>• Oblique saw approx. 45°</li> <li>• Blade motor approx. 2HP</li> <li>• Standard accessories:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Blade</li> <li>2. Coolant system.</li> </ol> </li> </ul>	1 Set / Ruang Praktik		2	Terampil
6	Screw Compressor	<p>Alat kelengkapan untuk mensuplai konsumsi angin mesin CNC.</p> <p>Spesifikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Motor: approx. 25HP</li> <li>- Pressure: approx. 8 Bar</li> <li>- Capacity: min 2.8 m<sup>3</sup>/min</li> <li>- Include: Air dryer, air tank 1000L</li> </ul>	1 Set / Ruang Praktik		2	Terampil
7	Vernier Caliper 150 mm	<p>Untuk mengukur dimensi dengan kepresisian tinggi.</p> <p>Spesifikasi:</p> <p>Measurement length : approx. 0-150 mm Accuracy: 0.02 mm</p>	18 set/ ruang praktik		1	Dasar


No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	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	Dasar
9	Outside Micrometer set	Untuk mengukur panjang dan diameter luar dengan kepresisian sangat tinggi. Spesifikasi: <i>Measuring range : approx. 0-25 mm, approx. 25-50 mm, approx. 50-75 mm</i> <i>Accuracy: 0.01 mm</i>	18 set/ ruang praktik		1	Dasar
10	Tang Ampere / Clamp On meter	Digunakan untuk pembelajaran mengenai alat pengukuran arus dan tegangan. Spesifikasi: <i>Product Features:</i> <i>Display Count: 3999</i> <i>Clamp Opening Size: 55mm</i> <i>LCD Display Size: 47x30mm</i> <i>Full range overload protection circuit</i> <i>Specification Measuring Range</i> <i>Accuracy</i> <i>AC Current(A) 40A/400A/1000A ±(2.0% of rdg+2digits)</i> <i>DC Current(A) 40A/400A/1000A ±(1.5% of rdg+5digits)</i>	3 set/ ruang praktik		2	Terampil

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
11	Digital Multimeter	<p>DC Voltage(V) 400mV/4V/40V/400V/1000V <math>\pm</math>(0.8% of rdg+1digits)</p> <p>AC Voltage(V) 400mV/4V/40V/400V/750V <math>\pm</math>(1.2% of rdg+3digits)</p> <p>Alat ini digunakan untuk mengukur Tegangan , Arus dan Hambatan</p> <p>Spesifikasi: Tegangan DC 400m/4/40/400/1000 V <math>\pm</math> 0.7% Tegangan AC 400m/4/40/400V <math>\pm</math> 0.8%, 750 V <math>\pm</math> 1.0% Arus DC 400<math>\mu</math>/4000<math>\mu</math>/40m/400mA <math>\pm</math> 1.2%, 4/10 A <math>\pm</math> 2.0% Hambatan 400/4k/40k/400k/4M/40 M<math>\Omega</math> <math>\pm</math> 1.0%</p>	3 set/ ruang praktik		2	Terampil
12	Alat pemadam api ringan (APAR)	Ditempatkan pada setiap ruang praktik yang strategis dan aman. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		2	Dasar



No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
13	Lemari alat pelindung diri (APD)	Ukuran memadai untuk simpan APD. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar
14	Kotak P3K	Ukuran memadai untuk simpan perlengkapan P3k. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar


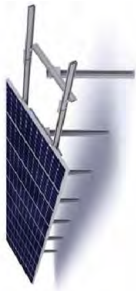
No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
15	Genset Biomass	<p>Untuk Menggambarkan proses pembangkitan tenaga listrik dengan menggunakan biomass.</p> <p>Spesifikasi:  <i>Application: factory, shool, farm ect</i>  <i>Calory (J): 1</i>  <i>Hydrogen Content (%):approx. 1</i>  <i>Methane Content (%):approx. 222000</i>  <i>Nitrogen Content (%) :approx. 1</i>  <i>Sulphur Content (%) :approx. 1</i>  <i>Size: Mini</i>  <i>Suitable material: animal waste, food waste, sewage water, grass etc.</i>  <i>Biogas yield: approx. 10m<sup>3</sup> to 20m<sup>3</sup> per day</i>  <i>Electricity generated: approx. 15KWh to 150KWh per day</i>  <i>Organic fertilizer produced: approx. 0.5 tons to 10 tons per day</i>  <i>Lifespan: over 30 years normally</i></p>	1 unit/ ruang praktik		3	Mahir




No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
16	CRO ( <i>Cathode Ray Oscilloscope</i> )	<p>Untuk menampilkan bentuk gelombang dan karakteristik komponen aktif dan pasif.</p> <p>Spesifikasi:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Display</i> (QVGA LCD) : TFT</li> <li>• <i>Bandwidth</i> : 70 MHz</li> <li>• <i>Saluran</i> : 4</li> <li>• <i>Sample Rate</i> pada Setiap Saluran : 1.0 GS/s</li> <li>• <i>Rekam Panjang</i> : 2.5 k poin di semua basis waktu pada semua model</li> <li>• <i>Resolusi vertikal</i> : 8 bits</li> <li>• <i>Sensitivitas vertikal</i> : 2 mV sampai 5 V/div pada semua model dengan dikalibrasi penyesuaian halus</li> <li>• <i>Tegangan Input maksimum</i> : 300 VRMS CAT II; derated pada 20 dB/decade di atas 100 KHz untuk 13 Vp-p AC pada 3 MHz</li> <li>• <i>DC Akurasi Vertikal</i>: <math>\pm 3\%</math> pada semua model</li> <li>• <i>vertikal Zoom</i> : vertikal memperluas atau kompres gelombang hidup atau berhenti</li> </ul>	4 unit/ ruang praktik		3	Terampil



No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi Rentang : 2 mV sampai 200 mV/div + 2 V</li> <li>• &gt; 200 mV sampai 5 V/div + 50 V</li> <li>• Batas Bandwidth: 20 MHz untuk semua model</li> <li>• Masukan Coupling : AC, DC, GND pada semua model</li> <li>• Input Impedansi: 1 Mohm secara paralel dengan 20 pF</li> <li>• Rentang Basis waktu : 5 ns sampai 50 s/div</li> <li>• Basis waktu Akurasi: 50 ppm</li> <li>• Horizontal Zoom : horizontal memperluas atau kompres gelombang hidup atau berhenti</li> </ul>				



## F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA BANGSAL KERJA TEKNOLOGI BIOGAS

Tabel 10. Daftar peralatan praktik pada bangsal kerja teknologi biogas

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Unit Destilasi Bioetanol 30 liter	Tangki penyulingan bioetanol secara kontinyu menghasilkan tetes tebu, singkong glukosa, umbi-umbian glukosa menjadi etanol/alkohol untuk berbagai keperluan diantaranya bioetanol.	2 Unit/ Ruang Praktik		3	Mahir
2	Alat Dehidrasi bioetanol 99,6-100%	Untuk pembelajaran prosedur, analisis, pemasangan dan pemeliharaan PLTS <i>type komunal offgrid DC couple</i> dengan orientasi penyimpanan ke baterai	2 Unit / Ruang Praktik		2	Terampil

No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Reaktor Biogas Serat Kaca	Reaktor yang digunakan untuk mengubah limbah untuk menjadi energi terbarukan	1 unit/ ruang praktik	 	3	Mahir
4	Alat produksi biodiesel	Alat ini digunakan untuk mengubah minyak nabati bekas untuk menghasilkan bahan bakar biodiesel. Biodiesel dapat dibuat melalui proses metanolisis berbagai minyak nabati seperti minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak kedelai dan lain-lain	1 unit/ ruang praktik		3	Mahir



No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	Alat pemadam api ringan (APAR)	Ditempatkan pada setiap ruang praktik yang strategis dan aman. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		2	Dasar
6	Lemari alat pelindung diri (APD)	Ukuran memadai untuk simpan APD. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar




No	Nama Peralatan	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
7	Kotak P3K	Ukuran memadai untuk simpan perlengkapan P3k. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar
8	Bomb Calorimeter	Untuk melakukan pengujian kalor pada batubara dan minyak bumi. Spesifikasi: <i>Measuring range max.: 40000 J</i> <i>Measuring mode dynamic 25°C</i> <i>Measuring mode isoperibol 25°C</i> <i>Measuring time dynamic approx.: 8 min</i> <i>Measuring time isoperibol approx.: 17 min</i> Reproducibility dynamic (1g benzoic acid NBS39i): 0.1 %RSD, Reproducibility isoperibol (1g benzoic acid NBS39i): 0.1 %RSD Working temperature max.: 25 °C	1 unit/ ruang praktik			





## G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN (RIS)

Tabel 11. Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan (RIS)

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	9 buah/ ruang Instruktur, 2 buah/ ruang Simpan		01	Dasar
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	9 buah/ ruang Instruktur, 1 buah/ ruang Simpan		01	Dasar

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). Weight capacity: 330 lbs	1 buah/ ruang Simpan		01	Dasar
4	Lemari Alat/ <i>Tools Cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900X450X1800 mm	3 buah/ ruang Simpan		01	Dasar
	Alat pemadam api ringan (APAR)	Ditempatkan pada setiap ruang praktik yang strategis dan aman. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		2	Dasar

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
	Lemari alat pelindung diri (APD)	Ukuran memadai untuk simpan APD. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar
	Kotak P3K	Ukuran memadai untuk simpan perlengkapan P3k. Tertutup dan dapat dikunci. Peruntukan: terdistribusi dimasing-masing sub ruang/ lab./area kerja di ruang praktik.	2 buah/ ruang praktik		1	Dasar



# BAB III PENUTUP

## A. KESIMPULAN

Untuk meningkatkan relevansi perabot dan peralatan praktik di SMK Kompetensi Teknik Energi Biomassa 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 Energi Biomassa sebagai salah satu industri prioritas mendukung industri energi dan pertambangan serta *Making Indonesia 4.0*.
2. Penyediaan perabot dan 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

Guna meningkatkan kualitas pembeajaran di SMK dalam penyediaan peralatan dan kualitas SDM ada beberapa rekomendasi yang disampaikan sebagai berikut :

1. Kemitraan SMK dan dunia usaha dunia industri (DUDI) dibangun atas dasar saling membutuhkan dan saling menguntungkan dengan komitmen dan kesepakatan Bersama,
2. Pengenalan Kompetensi Keahlian Teknik Energi Biomassa terhadap Dunia Usaha dan Dunia Industri (DUDI) bahwa lulusan tidak hanya berkompetensi dalam satu bidang operator kilang tetapi dalam hal pengujian lab juga.
3. Peralatan harus memiliki relevansi teknologi dan kinerja peralatan yang ada di industri dengan kapasitas produksi dan daya disesuaikan dengan kemampuan operational di SMK,
4. Penyediaan peralatan harus mempertimbangkan implementasi strategi dan model pembeajaran *teaching factory/industri*, pembelajaran berbasis proyek dan fasilitas kegiatan kewirausahaan di SMK,
5. Kapasitas ruang praktik dan tata letak peralatan yang mendukung strategi pembelajaran abad 21.

# DAFTAR PUSTAKA

- Armfield. 2019. *Engineering Teaching & Research Equipment For Schools, Colleges and Universities*. [www.discoverarmfield.com](http://www.discoverarmfield.com). diakses tanggal 30 Agustus 2020.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-6197-2000 tentang Konservasi Energi Sistem Pencahayaan pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1735-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Akses Bangunan dan Akses Lingkungan untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Rumah dan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1736-2000 tentang Tata Cara Perencanaan Sistem Proteksi Pasif untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1745-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Pipa Tegak dan Slang untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-1746-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sarana Jalan ke Luar untuk Penyelamatan terhadap Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-3985-2000 tentang Tata Cara Perencanaan, Pemasangan dan Pengujian Sistem Deteksi Dan Alarm Kebakaran Untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-3989-2000 tentang Tata Cara Perencanaan dan Pemasangan Sistem Sprinkler Otomatik untuk Pencegahan Bahaya Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-2396-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6571-2001 tentang Sistem Pengendalian Asap Kebakaran pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6572-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2001. SNI 03-6575-2001 tentang Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Buatan pada Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 03-7012-2004 tentang Sistem Manajemen Asap Dalam Mal, Atrium, dan Ruangan Bervolume Besar.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 03-6390-2011 tentang Konservasi Energi Sistem Tata Udara pada Bangunan Gedung.

- Badan Standarisasi Nasional. 2015. SNI 1729:2015 tentang Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 2847-2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung.
- Consortium of Local Education Authorities for the Provision of Science Services (CLEAPSS). 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.



# LAMPIRAN

## VISUALISASI AREA KERJA RUANG PRAKTIK SISWA<sup>1</sup>



Gambar 25. Ruang penyimpanan

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



Gambar 26. Laboratorium dasar teknik sipil dan teknik mesin



Gambar 27. Bangsal area kerja dasar pembangkit listrik tenaga biomassa



Gambar 28. Bangsal kerja teknologi biogas



Gambar 29. Bangsal kerja pembangkit energi biomassa

## 5S/5R DI RUANG PRAKTIK SMK

01

### SEIRI/SORT/RINGKAS

Pilih barang yang diperlukan untuk bekerja dan singkirkan barang yang tidak diperlukan



02

### SEITON/SET IN ORDER/RAPI

Menyimpan barang di tempat kerja sesuai pada tempatnya, agar mudah didapatkan saat digunakan



03

### SEISO/SHINE/RESIK

Membersihkan tempat/lingkungan kerja, mesin/alat dari kotoran dan sampah



04

### SEIKETSU/STANDARDIZE/RAWAT

Mempertahankan **Ringkas**, **Rapi**, dan **Resik** dari waktu ke waktu



05

### SHITSUKE/SUSTAIN/RAJIN

Disiplin melakukan **Ringkas**, **Rapi**, **Resik** dan **Rawat**



## LISA DARA APIK

Lihat sampah ambil - tidak rapi, rapikan



Gambar 30. 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

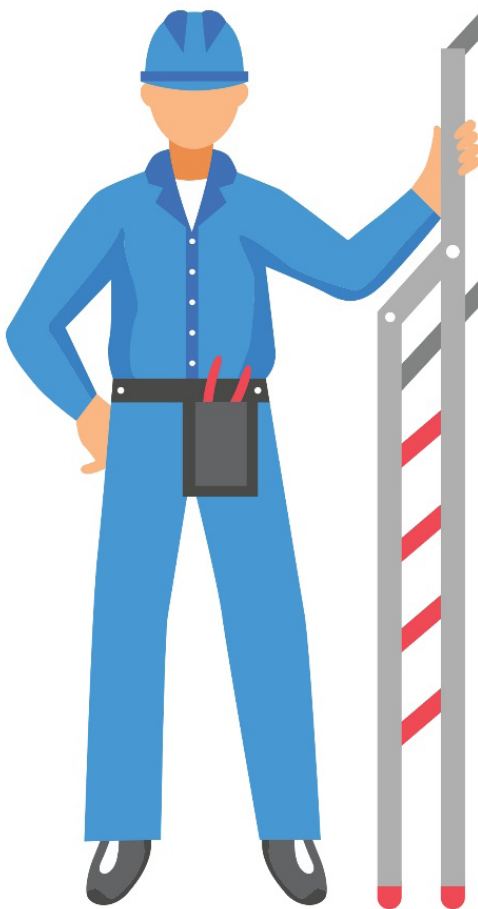
**I** Ikhlas dalam bekerja

**K** Kerja giat dan semangat

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

PASTIKAN SISWA SMK SUDAH

# T.A.M.P.A.N



**T** Teliti potensi bahaya yang timbul

**A** Analisa faktor resiko yang akan timbul

**M** Menggunakan APD yang sesuai

**P** Pastikan diri anda dalam kondisi siap

**A** Amati kondisi sekitar

**N** Niatkan ibadah agar Berkah

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