

# NORMA & STANDAR

LABORATORIUM/  
BENGKEL SMK

**Kompetensi Keahlian  
Teknik Tenaga Listrik**



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

# **NORMA & STANDAR LABORATORIUM/BENGGEL SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK TENAGA LISTRIK**

## **Penanggung Jawab**

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

## **Ketua Tim**

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

## **Penulis**

Dr. K. Ima Ismara, M.Pd., M.Kes.  
Prof. Ir. Moh. Khairudin, M.T., Ph.D.  
Prof. Herman Dwi Surjono, M.Sc., M.T., Ph.D.  
Prof. Dr. Mutiara Nugraheni, S.TP, M.Si.  
Drs. Darmono, M.T.  
Noor Fitrihana, M.Eng.  
Bayu Rahmat Setiadi, S.Pd., M.Pd.  
Hernita, ST., M.Sc.  
Suharto, S.Pd., MM.  
Sunardi

ISBN: 978-623-6065-30-3

## **Editor**

Dian Alminatun Ni'ma

## **Desain**

Alip Irfandi

## **Layout**

Sakti Risfita

## **Ilustrasi Gambar**

Miftahul Janah

Gambar pada sampul merupakan gambar bebas lisensi dari Michal Jarmoluk di Pixnio

Cetakan I, 2021

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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

# KATA PENGANTAR

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

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

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

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

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

Jakarta, November 2020

Direktur Sekolah Menengah Kejuruan



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

NIP 196504121990021002

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. RUANG LINGKUP .....	2
C. METODOLOGI.....	3
<b>BAB II RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN.....</b>	<b>7</b>
A. RUANG PRAKTIK .....	7
B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK.....	8
C. RUANG PRAKTIK SMK TEKNIK TENAGA LISTRIK.....	29
D. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG PERAWATAN / PERBAIKAN PERALATAN BERTENAGA LISTRIK .....	37
E. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG KERJA TENAGA LISTRIK.....	41
F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MEKANIK TEKNIK ELEKTRO .....	59
G. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM DASAR TEKNIK ELEKTRO.....	67
H. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN .....	85
<b>BAB III PENUTUP .....</b>	<b>87</b>
A. KESIMPULAN.....	87
B. SARAN DAN REKOMENDASI.....	88
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>89</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>91</b>



# DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Profil kompetensi lulusan teknik tenaga listrik.....	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 tenaga listrik.....	32
Gambar 22.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik tenaga listrik tampak 1.....	33
Gambar 23.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik tenaga listrik tampak 2.....	34
Gambar 24.	<i>Showroom/outlet</i> bidang keahlian teknologi dan rekayasa.....	35
Gambar 25.	<i>Smart classroom</i> .....	36
Gambar 26.	Visualisasi ruang kerja tenaga listrik.....	91
Gambar 27.	Visualisasi ruang kerja tenaga listrik 2.....	92
Gambar 28.	Visualisasi area kerja mekanik teknik elektro.....	93
Gambar 29.	Visualisasi lab dasar teknik elektro.....	94
Gambar 30.	Visualisasi ruang perawatan atau perbaikan peralatan bertenaga listrik.....	95
Gambar 31.	Budaya 5S/5R di ruang praktik SMK.....	96
Gambar 32.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	97
Gambar 33.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	98

# DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Detail kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik tenaga listrik .....	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 praktik pada ruang perawatan / perbaikan peralatan bertenaga listrik .....	37
Tabel 9.	Daftar peralatan praktik pada ruang kerja tenaga listrik.....	41
Tabel 10.	Daftar peralatan praktik pada area kerja mekanik teknik elektro .....	59
Tabel 11.	Daftar peralatan praktik pada laboratorium dasar teknik elektro.....	67
Tabel 12.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan .....	85

# BAB I. PENDAHULUAN

## A. LATAR BELAKANG

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

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

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

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

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

## B. RUANG LINGKUP

Norma, standar, prosedur, dan kriteria peralatan praktik SMK ini dikembangkan berlandaskan dokumen standar sarana prasarana dalam SNP SMK 2018 dan struktur kurikulum 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 tenaga listrik 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 TENAGA LISTRIK

### Bekerja menjadi:

- Operator produksi
- *Maintenance* listrik industri
- Operator peralatan ketenagalistrikan
- *Installation engineer assistant*

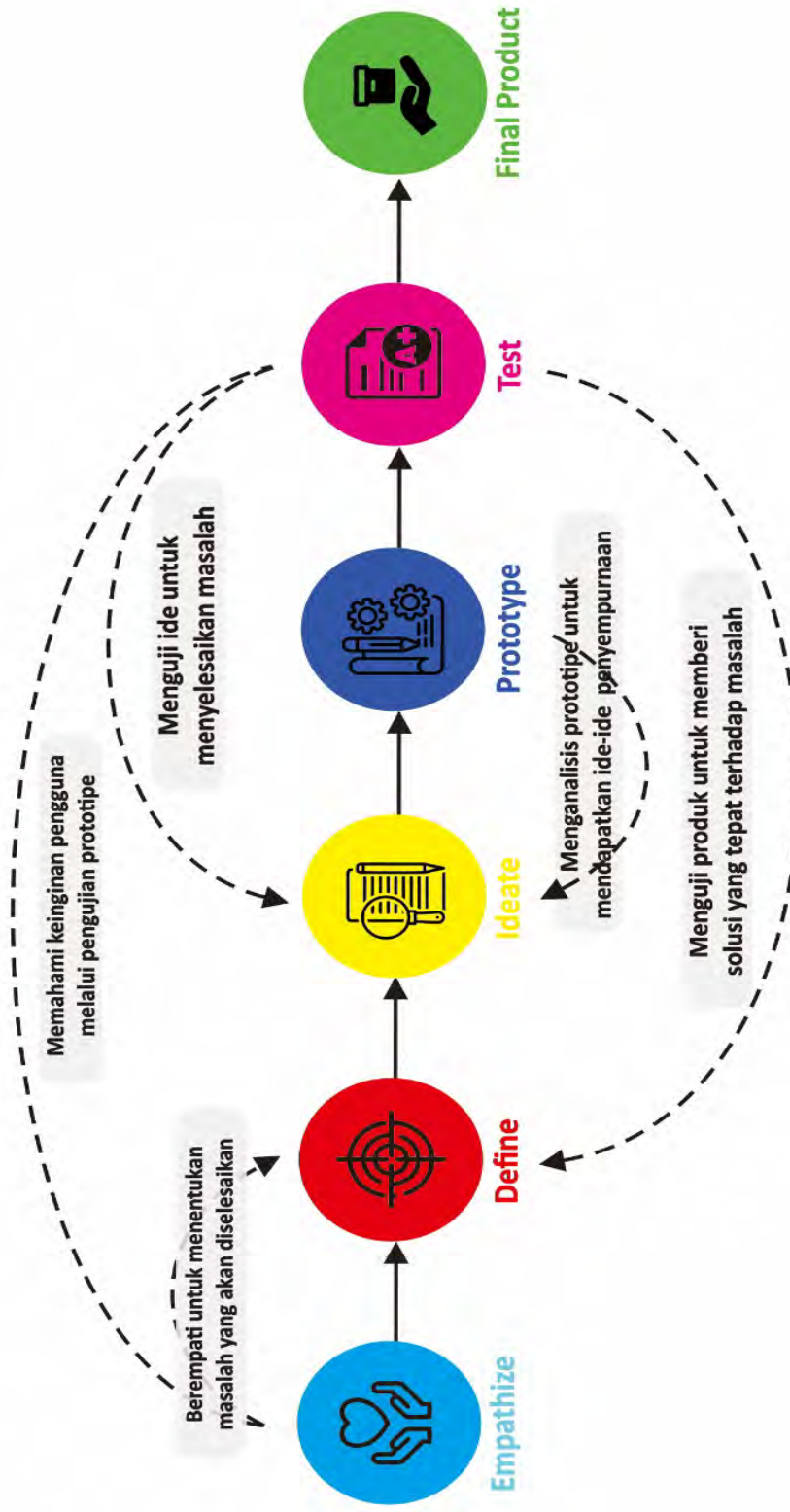
### Melanjutkan studi:

- D3, D4, atau S1 (Teknik Otomasi, Teknik Mekatronika, Teknik Elektronika, Teknik Elektro, Pendidikan Teknik Elektro)

### Wirausahawan:

- Penyedia jasa pengerjaan instalasi penerangan listrik
- Penyedia jasa perawatan dan perbaikan peralatan listrik

Gambar 1. Profil kompetensi lulusan teknik tenaga listrik



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 Tenaga Listrik berfungsi sebagai tempat untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran seperti dasar-dasar elektronika, pengukuran komponen elektronika, peralatan rumah tangga-listrik, instalasi penerangan dan tenaga listrik bangunan, motor listrik, sistem pengendali elektronik, peralatan pengendalian daya tegangan, sistem pengendali elektromagnetik, system pneumatic, sistem pentanahan instalasi listrik, panel listrik dan *switchgear*. Besarnya luasan minimum ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Tenaga Listrik adalah 150 m<sup>2</sup> (seratus lima puluh meter persegi). Selanjutnya, detail luas minimum ruangan praktik tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Detail kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik tenaga listrik

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
1	Area kerja mekanik Teknik Elektro	3 m <sup>2</sup> /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
2	Laboratorium dasar teknik elektro	3 m <sup>2</sup> /instruktur	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
3	Ruang kerja tenaga Listrik	3 m <sup>2</sup> /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
4	Ruang perawatan / perbaikan peralatan bertenaga listrik	3 m <sup>2</sup> /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
5	Sub 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 29, 30, dan 31).

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	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bahan teraso, keramik, papan kayu, <i>vinyl</i>, marmer, <i>homogenius tile</i> dan karpet yang disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunan;</li> <li>Adukan atau perekat harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai dengan jenis material yang digunakan.</li> </ul>
2.	Dinding pengisi	Batu bata, beton ringan, bata tela, batako, papan kayu, kaca dengan rangka kayu/aluminium, panel GRC dan/atau aluminium
	Dinding partisi	Papan kayu, kayu lapis, kaca, <i>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.
	Prasyarat bahan perekat	Adukan/perekat yang digunakan harus memenuhi persyaratan teknis dan sesuai jenis bahan dinding yang digunakan;
	Prasyarat komponen pracetak	Jika ada komponen pracetak yang telah digunakan pada dinding, maka dapat digunakan bahan pracetak yang sudah ada.

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

No	Material	Alternatif material
5.	Kusen dan daun pintu/jendela	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kayu kelas kuat/kelas awet II dengan ukuran jadi minimum 5,5 cm x 11 cm dan dicat kayu atau dipelitur sesuai persyaratan standar yang berlaku;</li> <li>• Rangka daun pintu yang dilapisi kayu lapis/<i>teakwood</i>, menggunakan kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum 3,5 cm x 10 cm. Sedangkan ambang bawah 3,5 x 20 cm. Daun pintu dilapis 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 <i>glass woll</i> untuk pintu kebakaran;</li> <li>• Penggunaan kaca untuk daun pintu maupun jendela disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya.</li> </ul>

### 3. PERSYARATAN STRUKTUR BANGUNAN

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

#### a. Fondasi

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

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

b. Kolom

Struktur kolom dapat dibedakan berdasarkan material penyusunnya sebagai berikut.

Tabel 3. Material struktur kolom.

No	Material kolom	Keterangan
1.	Kolom beton bertulang	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tebal minimum 15cm, tulangan 4Ø12-15cm;</li><li>• Selimut beton minimum 2.5cm;</li><li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li></ul>
2.	Kolom beton bertulang (praktis)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Tebal minimum 15cm, tulangan 4Ø12-20cm;</li><li>• Selimut beton minimum 2.5cm;</li><li>• Mutu bahan berdasarkan kepada pedoman SNI yang berlaku.</li></ul>
3.	Kolom baja	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mempunyai kelangsingan (<math>\lambda</math>) maksimum 150;</li><li>• Dibuat dari profil tunggal maupun tersusun harus mempunyai minimum 2 sumbu simetris;</li><li>• Sambungan antara kolom baja pada bangunan bertingkat tidak boleh dilakukan pada tempat pertemuan antara balok dengan kolom, dan harus mempunyai kekuatan minimum sama dengan kolom;</li><li>• Sambungan kolom baja yang menggunakan las harus menggunakan las listrik, sedangkan yang menggunakan baut harus menggunakan baut mutu tinggi;</li><li>• Penggunaan profil baja tipis yang dibentuk dingin, harus berdasarkan perhitungan-perhitungan yang memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup;</li><li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li></ul>
4.	Struktur kolom kayu	<ul style="list-style-type: none"><li>• Dimensi kolom bebas diambil minimum 20 cm x 20 cm;</li><li>• Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.</li></ul>

No	Material kolom	Keterangan
5.	Struktur dinding geser (jika ada)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Dinding geser harus direncanakan untuk secara bersama-sama dengan struktur secara keseluruhan agar mampu memikul beban yang diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat dari beban-beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun muatan beban sementara yang timbul akibat gempa dan angin;</li> <li>Dinding geser mempunyai ketebalan sesuai dengan ketentuan dalam SNI yang berlaku.</li> </ul>

c. Struktur Lantai

Material untuk struktur lantai mengikuti persyaratan sebagai berikut:

Tabel 4. Sistem struktur lantai untuk bangunan

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



d. Struktur Atap

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

Tabel 5. Persyaratan struktur atap

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

#### 4. PERSYARATAN UMUM BANGUNAN GEDUNG

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

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

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

## 5. PERSYARATAN UMUM UTILITAS RUANGAN

Persyaratan umum utilitas ruangan harus memenuhi persyaratan minimum sebagai berikut.

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

## 6. TINJAUAN KESELAMATAN, KESEHATAN, DAN KENYAMANAN RUANG

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

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

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

## 7. PERSYARATAN KESEHATAN GEDUNG

### a. Persyaratan Sistem Penghawaan

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

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

- a) SNI 03-6390-2000 tentang konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung;
  - b) SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung, atau edisi terbaru;
  - c) Standar tentang tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem ventilasi;
  - d) Standar tentang tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem ventilasi mekanis.
- ### b. Persyaratan Sistem Pencahayaan
- 1) Persyaratan sistem pencahayaan pada bangunan gedung meliputi:
    - a) Setiap bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan harus mempunyai pencahayaan alami dan atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat sesuai dengan fungsinya;
    - b) Bangunan gedung pendidikan, harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami;
    - c) Pencahayaan alami harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung;
    - d) Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai fungsi ruang-dalam bangunan ge-

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

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

## **8. DISASTER RESILIENCE DESIGN**

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

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

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

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



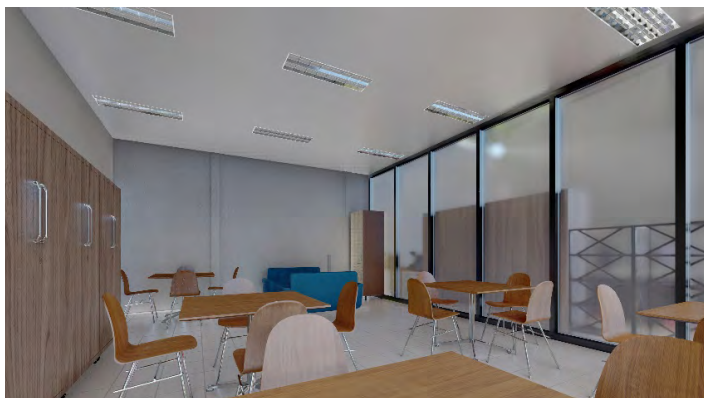
Gambar 3. Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa.

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



Gambar 4. Ilustrasi pengankuran lemari

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



Gambar 5. Minimum jarak antar meja di ruang kelas



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



Gambar 6. Ilustrasi pengikatan pot bunga pada tiang

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



Gambar 7. Komponen non-struktural 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.

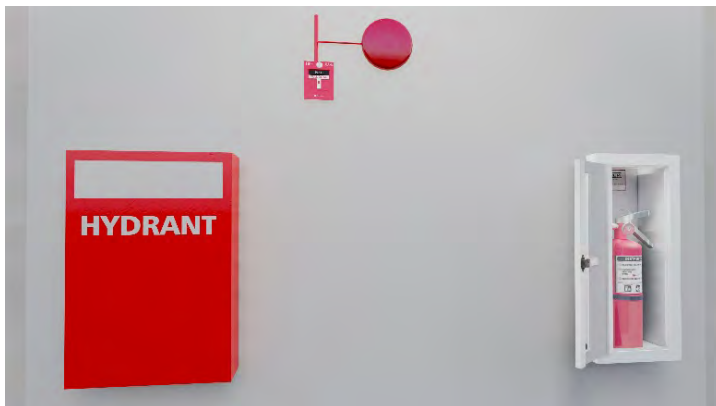
a. Sistem Proteksi Aktif

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 di atas 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

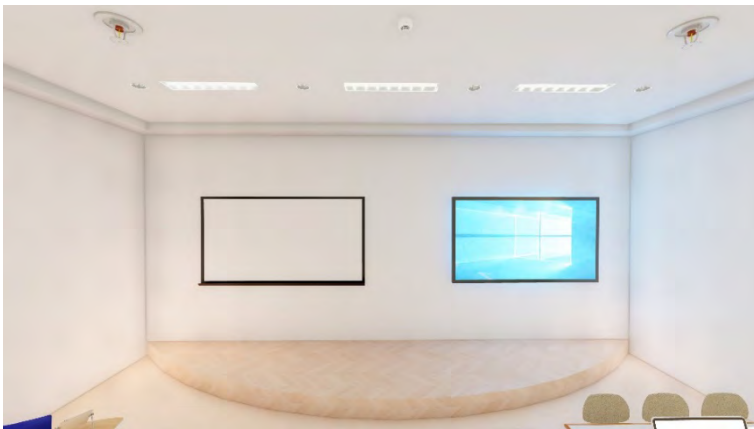


Gambar 10. Ilustrasi penempatan *hydrant box*, alarm dan alat pemadam api ringan (APAR)



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

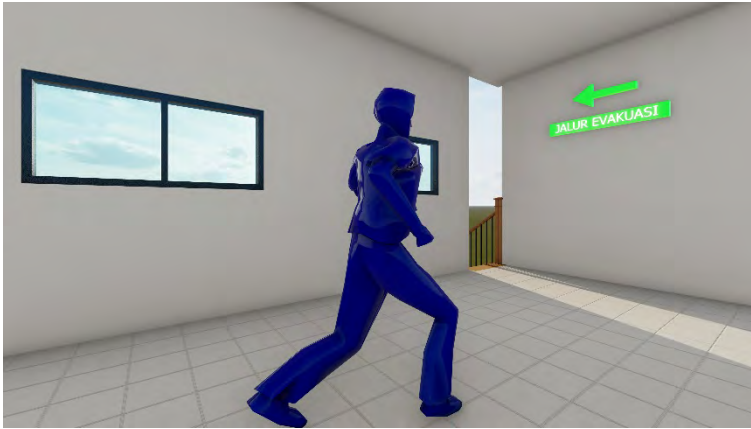


Gambar 16. Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran

- 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 31 dan Budaya K3 T.A.M.P.A.N. atau C.A.N.T.I.K. pada lampiran gambar 32 dan 33.

### 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 dibawah 37.3 derajat.

# PROTOKOL KESEHATAN DI LAB/BENGGEL



## Wajib menggunakan Alat Pelindung Diri (APD)



Masker kain 3 atau 2  
Lapis (Tisu)



Ganti Tisu Setelah  
digunakan 4 Jam

Suhu tubuh di bawah 37.3



Segera periksa jika suhu  
tubuh di atas 37.3



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



Salam Sapa tanpa jabat tangan



Jaga jarak 1 - 2 Meter



Hindari menyentuh  
Mata, Hidung dan mulut



Hindari kontak  
langsung



Hindari kerumunan



Upayakan tidak sering  
menyentuh  
fasilitas/peralatan  
yang di pakai bersama



Gunakan siku untuk  
membuka pintu dan  
menekan tombol lift

Gambar 19. Protokol kesehatan di lab/bengkel



b. Prosedur penggunaan ruang

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

# PROSEDUR PENGGUNAAN RUANGAN

## PEMASANGAN MEDIA INFOGRAFIS



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

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

## PROSEDUR PEMBERSIHAN & DISINFEKSI

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

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



Gambar 20. Prosedur penggunaan ruang

## C. RUANG PRAKTIK SMK TEKNIK TENAGA LISTRIK

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

1. Laboratorium dasar teknik elektro
2. Area kerja mekanik teknik elektro
3. Ruang kerja tenaga listrik
4. Ruang perawatan / perbaikan peralatan bertenaga listrik
5. Ruang instruktur dan penyimpanan (RIS)

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






Tabel 6. Kebutuhan minimal luasan ruang praktik siswa

No	Area Kerja /Laboratorium / Ruang	Rasio	Kapasitas	Luasan (m <sup>2</sup> )	Total Luas (m <sup>2</sup> )
1	Area kerja mekanik teknik elektro	4	9	36	270
2	Lab dasar teknik elektro	4	9	36	
3	Ruang kerja teknik listrik	8	9	72	
4	Ruang perawatan dan perbaikan peralatan bertenaga listrik	8	9	72	
5	Ruang instruktur dan penyimpanan	6	9	54	

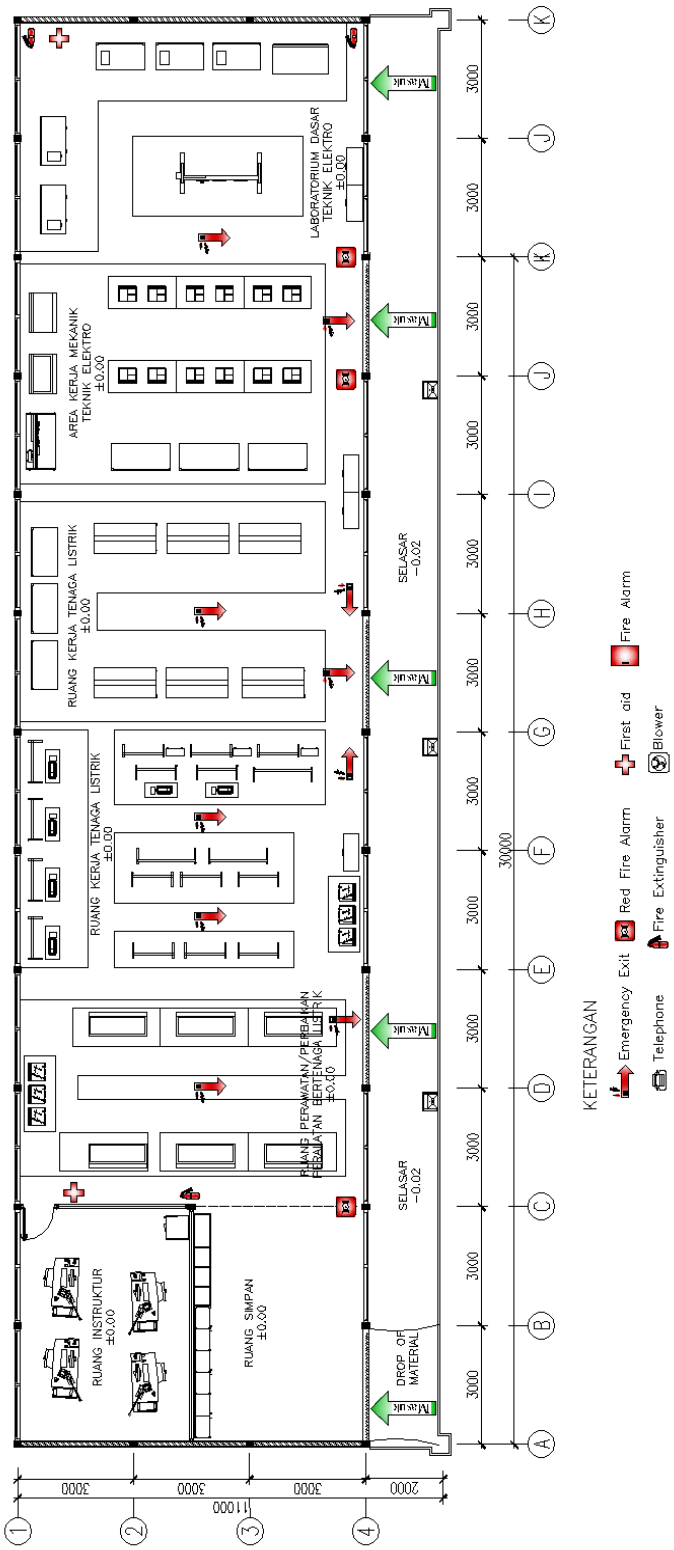
Disamping itu perlu juga dilengkapi ruang pembelajaran yang mengikuti dan mencirikan perkembangan industri 4.0 yaitu ruang kelas pintar (*smart classroom*) untuk mendukung pembelajaran berbasis *virtual reality* (VR), *augmented reality* (AR), dan telekonferensi, diantaranya terdiri atas peralatan berikut.

Tabel 7. Peralatan *smart classroom*

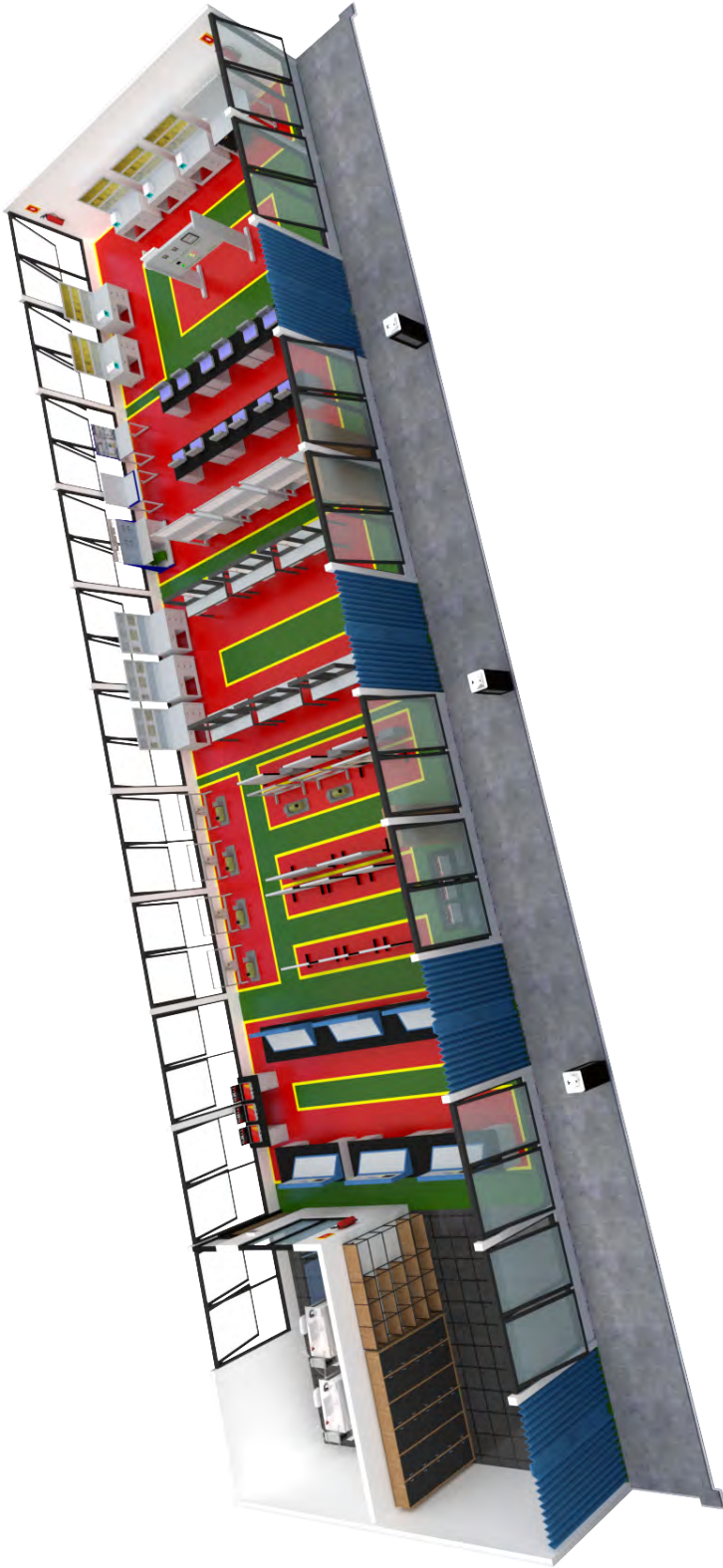
No.	Sarana	Gambar
1	<i>Smart board Whiteboard interaktif</i>	 <p>A large interactive whiteboard with a camera mounted on top, displaying a mind map diagram.</p>
2	<i>Smart TV videoconference</i>	 <p>A large flat-screen TV on a stand, displaying a video conference with multiple participants.</p>
3	<i>HD Pro Cam Live Casting</i>	 <p>A professional HD webcam on a stand, designed for live streaming and video conferencing.</p>
4	<i>Smart Table Interaktif</i>	 <p>A large, flat, interactive table with a touch-screen interface, mounted on a stand.</p>
5	<i>Smart Controlroom Console</i>	 <p>A professional control room console with multiple monitors displaying various data and controls, mounted on a desk.</p>

No.	Sarana	Gambar
6	<i>Smart Document Camera</i>	
7	Platform pendukung <i>smart classroom</i> seperti <i>student response system, digital learning content, mobile learning</i>	 <p data-bbox="794 697 982 722">Classroom Clickers</p>  <p data-bbox="776 942 1065 967">Student response software</p>  <p data-bbox="861 1155 973 1180">Carrying bag</p>  <p data-bbox="878 1338 973 1363">Receiver</p>

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

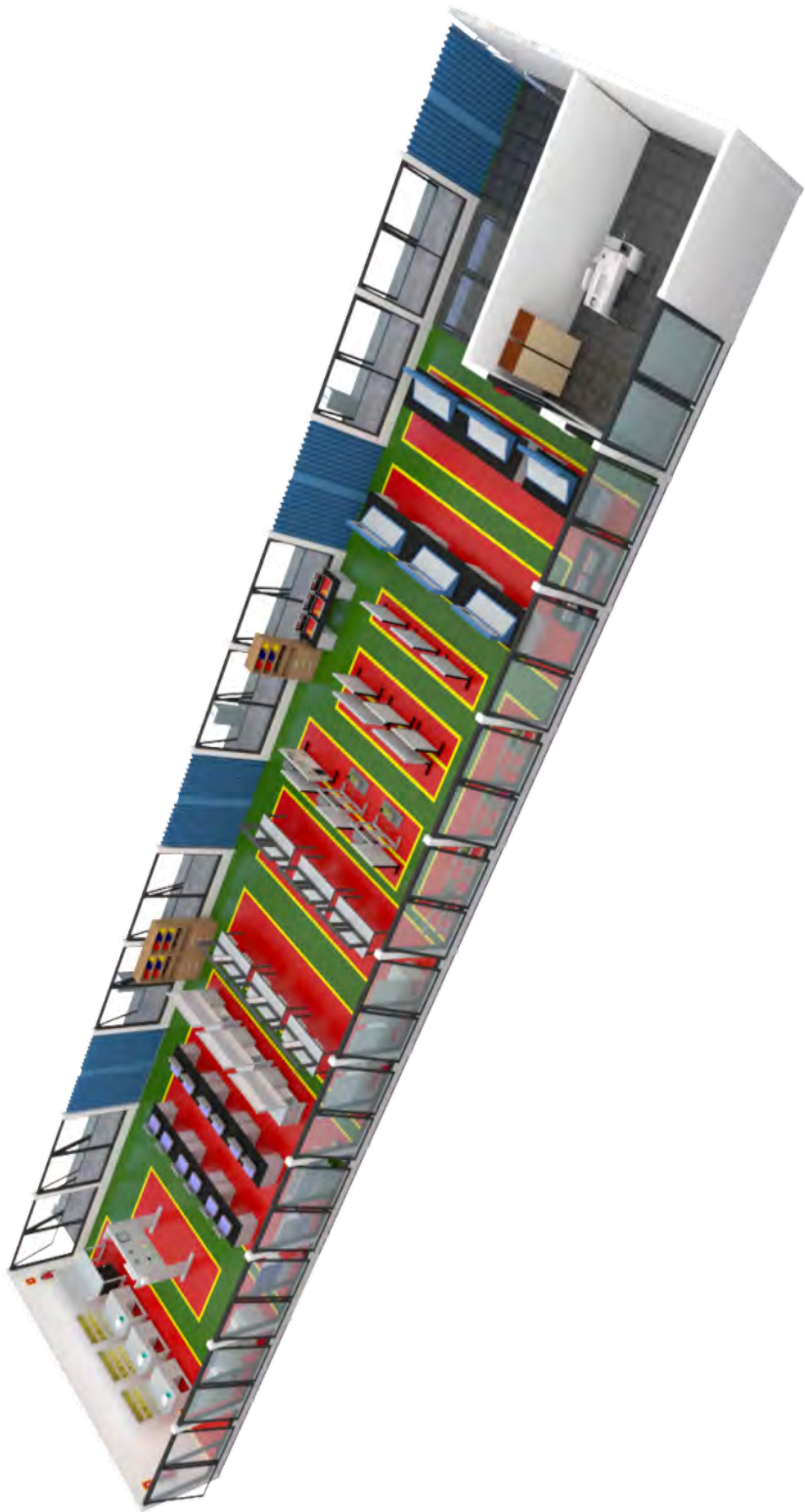


Gambar 21. Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian teknik tenaga listrik



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





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







Gambar 24. Showroom/outlet bidang keahlian teknologi dan rekayasa






Gambar 25. Smart classroom

## D. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG PERAWATAN / PERBAIKAN PERALATAN BERTENAGA LISTRIK


Tabel 8. Daftar peralatan praktik pada ruang perawatan / perbaikan peralatan bertenaaga listrik

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Digital Clamp Meter	<p>Untuk mengukur arus listrik.</p> <p>Spesifikasi:            AC Current (A) 40A-1000A <math>\pm(2\%)</math>, DC Current (A) 40A-1000A <math>\pm(2\%)</math>, AC Voltage (V) 1000V <math>\pm(1.5\%)</math>, DC Voltage (V) 1000V <math>\pm(1\%)</math>, Resistance (<math>\Omega</math>) 400<math>\Omega</math>-60K<math>\Omega</math> <math>\pm(1\%)</math>, Capacitance (F) 1000<math>\mu</math>F, Frequency (Hz) 5Hz-500Hz <math>\pm(0.1\text{Hz})</math>            Class: CAT III/1000V, CAT IV 600V.</p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil
2	Insulation Resistance Testers	<p>Untuk mengukur resistansi dari sirkuit kelistrikan.</p> <p>Spesifikasi:            Measuring range:            Voltage:            50V - 1000V <math>\pm 3\%</math> and <math>\pm 1.5\%</math> to 2000M<math>\Omega</math>;  <math>\pm 10\%</math> above 2000M<math>\Omega</math>            Insulation 0.01M<math>\Omega</math> - 10 G<math>\Omega</math>            Short Circuit Current 1 mA nominal Power: approx. 6V.</p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Single Phase Power Quality Analyzer	<p>Untuk mendiagnosa daya/tenaga listrik berjenis single phase.</p> <p>Spesifikasi:            Voltage AC/DC 10V~1000V  <math>\pm 0.5\%</math>, AC Current (A) AC 10-1000A <math>\pm 0.5\%</math>,            Frequency 40~70Hz <math>\pm 50</math>mHz, Power  <math>&gt; 15\%</math> S <math>\pm 1\%</math>, Power Factor 0~1.0 <math>\pm 0.02</math>,            Energy 0-9999MWh <math>\pm 1.5\%</math> rdg, Crest            Factor 1-10 <math>\pm 5\%</math>, Voltage Harmonics or            Inter            Harmonics: <math>U_m \geq 3\%</math> Udin (1~51th, step            0.5th), <math>\pm 5\%</math> Urms/<math>\pm 0.15\%</math> Udin, Current            Harmonics or Inter, Harmonics  <math>I_m \geq 10\%</math> I fs (1~51th, step 0.5th) <math>\pm 5\%</math> Irms            / <math>\pm 0.5\%</math> f.s.            Power Harmonics: (1~51th, step 1th),            Transients: <math>\pm 6000V</math> Peak,            Fsample=2MHz <math>\pm 5\%</math> Rdg / <math>\pm 5\%</math> Fs, Dips            Swell and Interrupt: 0-1000V, AC Udin <math>\pm 1\%</math>            %, AC Inrush Current: 10-1000A <math>\pm 1\%</math> f.s,            Resistance: 600<math>\Omega</math>-60M<math>\Omega</math> <math>\pm 1.0\%</math>,            Capacitance: 60nF-600<math>\mu</math>F <math>\pm 4\%</math></p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Three Phase Power Quality Analyzer	<p>Untuk mendiagnosa daya/tenaga listrik berjenis tiga phase.</p> <p>Spesifikasi:</p> <p>AC Voltage: 0.1-1000V,  AC Current: approx. 3000A, Flexible  Current Probe 1% (10~100%In) 0.01A,  Electric Energy approx. 9000kW 1%,  Power Frequency: 45~65Hz, Phase Angle: 0~359.99° ±0.1°,  Harmonics: 0~50A Level 0.01V, Inter Harmonics: 0~50A Level: 0.01V,  Voltage Unbalance Factor: 0-50%, Current Unbalance Factor: 0-50%, Flickering 0.00~20.00 5%, Swell and Sag Interrupt: 0.0~200% 0.1V 0.01V</p> <p>General Characteristics  Power Li-Ion approx. 7V/3000mAh</p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil
5	Digital Multimeter	<p>Untuk mengukur voltage listrik.</p> <p>Spesifikasi:</p> <p>Min. 6000 display counts  LCD screen  Measurement functions:  AC Voltage: 0-1000V ±0.5%  DC Voltage: 0-1000V ±0.1%</p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil

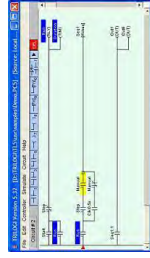



No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	Master Electrical Tool	<p>AC Current: 0-10A <math>\pm</math>1.5%  DC Current: 0-10A <math>\pm</math>0.4%  Capacitance: 0-9999<math>\mu</math>F <math>\pm</math> 1%  Resistance: 0-50M<math>\Omega</math> <math>\pm</math>0.4%  Frequency: 0- 200KHz <math>\pm</math>0.005%  Conductance: 0-60nS <math>\pm</math>1%  Diode: 3V <math>\pm</math>2%.</p> <p>Untuk membantu pemasangan instalasi listrik pada gedung /sekolah/ perkantoran.  Spesifikasi:  Utility knife (3 blades self loading),  Electrician's Scissors, Flash light,  Adjustable Wrench - 8", PVC Insulated tape, Contact Voltage Tester, Lineman's Plier, Side cutting Plier, Long Nose Plier (165mm), Ceramic soldering iron 220V, Slip Joint Plier 6", Broove joint plier 8", Pen Solder 63%, Slotted screwdriver 3.0x75mm, Phillips Screwdriver 3.0x75mm, Slotted Screwdriver 5x75mm, Screwdriver 5x75mm, Slotted screwdriver 6x100mm, Screwdriver 6x100mm, Wire strippers/</p>	18 unit/ ruang praktik		2	Dasar

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Crimpers (206mm), Measuring Tape (5M/16FT), 9pcs Metric Ball Point Hex Key set (1.5, 2, 2.5, 3, 4.5, 6, 8, 10mm), 7 pcs Metric Flexible Gear Wrench set (8, 10, 11, 13, 14, 17, 19mm), Multimeter, Hammer, Plastic Pipe Cutter (6mm-25mm O.D(3/4" I.D), All Purpose Snip, Tool case with 2 drawers.</i>				


## E. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG KERJA TENAGA LISTRIK


Tabel 9. Daftar peralatan praktik pada ruang kerja tenaga listrik

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	PLC Simulator	Untuk mempelajari dasar-dasar sistem kerja. Spesifikasi: <i>Power supply: three-phase fivewire; AC 380 V ± 7% 50 Hz; Power consumption: ≤ 1.5 Kva; Power supply indication; Control and uncontrol; Indication light of timer and alarm recorder, Select switch, buzzer, and Relay unit, voltage meter: 0~30V,</i>	5 unit/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	Panel for The Study Of The Monitoring Networks (Scada) Of The Electric Power Consumption	<p>Ammeter 0~30mA.  DC power supply unit: adjustable output 0~±10V. adjustable output 4~20mA.  Seven segment display unit; Training items: minimum 10 training items.</p> <p>Untuk mempelajari komponen dan cara kerja SCADA.  Spesifikasi:  - Digital instruments for 1PH and 3PH electrical parameters.  - Auxiliary feeding 110-250 VDC/VAC - 50-60 Hz.  - LCD graphic display.  Measurement of electrical parameters: voltages, currents, active / reactive / apparent powers, power factor (cosφ), frequency, etc.  - Precision class for currents and voltages: ±0,2 %, range: 10A  - Possibility to create up to 4 programmable pages, each one with 4 selectable parameters. and reactive power trends</p>	5 unit/ ruang praktik		3	Terampil




No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	HMI Control Trainer	<p>Supplied accessories:            USB cable with A / B connectors, 3pcs            RS485 cables with 9 terminals connectors,            3pcs RJ 45            ethernet cable, 16pcs 4mm safety            terminals cables, polysnap feeder            (input C14 plug, output C13 plug, 2-pole            switch and pilot light), 1pc            cable single-ph with Unel male connector            and C13 plug, 1pc cable single-ph with            C14 male connector            and C13 plug, set of plastified synoptic            diagrams of the proposed networks.</p>	9 unit/ ruang praktik		3	Terampil
		<p>Untuk mempelajari sistem kontrol HMI yang dapat diaplikasikan melalui PLC.            Spesifikasi:            Power Supply            Power: AC, 50Hz / 60Hz            Main Power (Built-in Current Protection Device): 1 Unit            DC Output Power (DC24V): 1 unit            Output terminals : 4 pcs            Sensor Input and Motor Device            DC Motor (DC 24V) : 1 unit</p>				


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	HMI/SCADA System	<p>Coupling: Circular Type  Photo Sensor: 1pc  Proximity Sensor: 1pc  Operating Power for Sensor: DC 12V~24V  Digital I/O Terminals  Input: 12 Points  Output: 8 Points  Com Port Select Block RS-232  Connector for PC Port Select Switch,  Graphic Panel (HMI)  Indication Element : Color (TFT Color LCD)  BMP, JPG, GIF, WMF Support Screen  Data Memory: Min. 10 Mbyte  Backing-up Data Memory: Min. 512 Kbyte  USB Host X 2 Rated Voltage: DC 24V</p> <p>PLC dengan kecepatan prosesor sampai 400MHz Sistem I/O fleksibilitas yang lengkap. Bahasa Pemrograman berdasarkan standard IEC 61131 -3  Dapat digunakan untuk mengontrol loop terbuka dan tertutup.  Konfigurasi minimal:  32 bit MIPS processor, 400 MHz Data memory, 32 MB flash/32 MB RAM,</p>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p>20 MB flash/8 MB RAM user memory, 32 KB non-volatile memory, Communication network, Ethernet 10/100 Base-T, Integrated web server, Master can open fieldbus, Diagnostic handheld for CPX terminal can be connected  All FEDs can be connected via Ethernet  Visualisation OPC server for connection to any SCADA packages  Depth:Height:Length= 47:147:187 mm  Real-time clock  Recipe memory: 32 kB  Pages: 1.000  Tags: 10.000  Number of colours: 64k  Display: TFT color  Display size: 7"  Display property: Touchscreen  Display resolution: WVGA, 800x480 pixel  Nominal operating voltage: 24V  Ethernet interface: RJ45 10/100 MBd</p>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	Advanced Electro Pneumatic Training System	<p>1 Unit Pump, 2 Unit Tank round, 1 unit Flow meter, 1 Unit I/O board for EduKit PA, 2 Unit Sensor capacitive, 1 Unit Sensor ultrasound, 1 Unit flow sensor, including transducer, 1 Unit Pressure sensor 0 – 400 mbar, 1 Unit 2/2-way solenoid valve. Buku Petunjuk Penggunaan</p> <p>Pengetahuan tentang dasar-dasar fisik elektro pneumatik serta fungsi dan penerapan komponen elektro pneumatic Perangkat ini memungkinkan konstruksi sirkuit kontrol elektropneumatik sederhana. Seperangkat peralatan dapat digunakan untuk membangun sirkuit kombinasi luas dengan menghubungkan logika sinyal input dan output, serta sistem kontrol yang diprogram.</p> <p>Minimal Konfigurasi:  1 Unit Signal input, electrical  2 Unit Relay, three-fold  1 Unit Limit switch, electrical, leftactuated  1 Unit Limit switch, electrical right-actuated</p>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p>1 Unit Proximity sensor, optical, M12</p> <p>1 Unit Proximity sensor, electronic, with cylinder mounting</p> <p>1 Unit 2 x 3/2-way solenoid valve with LED,</p> <p>Normally closed</p> <p>1 Unit 5/2-way solenoid Valve with LED</p> <p>2 Unit 5/2-way double Solenoid valve with LED</p> <p>1 Unit Pressure sensor with display</p> <p>4 Unit One-way flow control valve</p> <p>1 Unit Single-acting cylinder</p> <p>2 Unit Double-acting cylinder</p> <p>1 Unit Start-up valve with filter control valve</p> <p>1 Unit Manifold</p> <p>1 Unit Plastic tubing</p> <p>1 Unit Signal input, electrical</p> <p>2 Unit Relay, three-fold</p> <p>1 Unit Time relay, two-fold</p> <p>1 Unit Preset counter, electronic</p>				

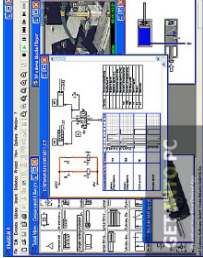
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	Equipment PLC to Electro Pneumatic Training System	<p>1 Unit Emergency stop pushbutton, electrical</p> <p>1 Unit Proximity sensor, inductive, M12</p> <p>1 Unit Proximity sensor, capacitive, M12</p> <p>1 Unit Valve terminal with 4 valve slices (MMJJ)</p> <p>2 Unit Non-return valve, delockable</p> <p>Buku Petunjuk Penggunaan.</p> <p>Peralatan latihan yang digunakan untuk media pembelajaran utama actuator pada sistem elektropneumatik.</p> <p>Konfigurasi minimal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fluidic muscle,</li> <li>- Semi rotary drive</li> <li>- Linear drive</li> <li>- Function</li> <li>- Electromagnetically actuated</li> <li>- 3/2-way fast-switching solenoid valve</li> <li>- 5/3-way solenoid valve, mid position closed</li> <li>- Second one-way flow control valve</li> <li>- Proximity sensor,</li> </ul>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
7	Advance Pneumatic Training System	<p>- On-off valve with filter/regulator  - Air pressure reservoir  - Buku Petunjuk Penggunaan.</p> <p>Mengajarkan standar industri. Jumlah komponen dan desain dirancang khusus untuk proyek-proyek yang terkandung dalam buku kerja sehingga dasar-dasar utama dapat diberikan. Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan pneumatik dasar.</p> <p>Minimal konfigurasi:  1 set Workstations,  1 set Silent Air compressor,  1 unit distributor block,  1 unit Double-acting cylinder,  1 unit Single-acting cylinder,  1 unit Mushroom button valves,  2 unit 3/2 button type module normally closed,  1 unit 3/2 button type Module normally closed,  5/3 handle shuttle valve,  1 unit 5/2 handle shuttle valve, 1 unit Single pneumatic control 3/2,</p>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil



No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p><i>Double pneumatic Control 3/2, 1 unit 5/2-way single-pilot valve, 3 unit 5/2-way double-pilot valve, Reducing valve, 2 unit one-way flow control valve, 2 unit Pressure guage, 2 unit one-way flow control valves, 3/2 stroke valve, 1 unit time delay valve normally closed, 1 unit pressure sequence valve, 2 unit dual pressure valve (AND), 1 unit shuttle valve (OR), 1 unit quick-exhaust valve, Hose <math>\Phi</math>4, Hose <math>\Phi</math>6, 4T valve, "T" Connection, APG reducing straight coupling, 1 unit signal input unit, 2 unit relays 3-fold electrical, 1 unit limit switch electrical actuated from left, 1 unit proximity sensor optical, 2 unit proximity sensors, electronic with cylinder mounting, 1 x 2 x 3/2-way single solenoid valve with LED, normally closed, 1 unit 5/2-way single solenoid valve with LED, 2 unit 5/2-way double solenoid valve with LED, 1 unit pressure sensor with display, 2 unit one-way flow control valves, 1 unit single-acting cylinder, 1 unit double-acting cylinder, Tool kits, Buku panduan penggunaan.</i></p>				






No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	Circuit Design, Simulation and Animation Software For Electrical Engineering Projects	<p>Untuk menggambar sirkuit listrik dan rangkaiannya.  <i>This software allows the user to design, simulate and animate circuits for the following technical fields:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Electrical engineering</li> <li>- Electrical control (standard IEC, JIC).</li> <li>- Digital Electronics</li> </ul> <p><i>It also allows:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Creating HMI and control panels interfaces</li> <li>- Interfacing with the real circuit, Electrical Control Logics.</li> </ul> <p><i>It is then possible to make electro-pneumatics project. It includes push buttons, relays, coils, etc.</i></p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	Circuit Design, Simulation and Animation Software For Pneumatics And Electro-Pneumatics Projects	<p>Untuk menggambar rangkaian rancangan pneumatik dan elektro pneumatik.</p> <p><i>This software allows the user to design, simulate and animate circuits for the following technical fields:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pneumatics and Proportional Pneumatics</li> <li>- Electrical control</li> <li>- Digital Electronics</li> </ul> <p><i>It also allows:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Creating Graficet sequences</li> <li>- Interfacing with the real circuit.</li> </ul> <p><i>Electrical control logics:</i></p> <p><i>This library interacts with all the components of other libraries, and allows creating electrical control logic circuits. It is then possible to make electro-pneumatics projects.</i></p> <p><i>It includes push buttons, relays, coils, etc.</i></p> <p><i>Digital electronics:</i></p> <p><i>This library provides a wide range of standard logic components like inverter, logic ports, flip-flops, counters, scrolling registers, comparators, push buttons, LEDs, 7-segments display, multiplexer, etc.</i></p>	36 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
10	<p><i>Demonstration Panel For The Study Of The Protection Devices For Safety And Continuity Of Electric Power Supply</i></p>	<p>Untuk mempelajari sistem penegamanan dari arus listrik dan proses distribusinya dan sambungannya.  <i>Main components installed:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>differential circuit breaker with devices of automatic reset</i></li> <li>• <i>magneto thermal differential circuit breaker with emergency stop circuit in positive safety</i></li> <li>• <i>power line for powering auxiliary devices</i></li> <li>• <i>magneto thermal differential circuit breaker of double sensitivity</i></li> <li>• <i>switch for reducing electric fields (bio switch)</i></li> <li>• <i>anti jamming protection devices (overvoltage limiters)</i></li> <li>• <i>Uninterruptible Power Supply (UPS) 1PH 500 VA at 230 V</i></li> <li>• <i>single-phase isolation transformer of 230 / 230 V 500 VA</i></li> <li>• <i>simulator of user earth resistance of 1-200 Ω</i></li> </ul>	9 unit/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
11	Modular Educational Systems for Drives Of AC Motors	<ul style="list-style-type: none"> <li>• simulator of earth fault adjustable between 5 - 35 mA</li> <li>• simulator of earth fault adjustable between 100 - 300 mA Power supply:230 V / 50-60 Hz Max.</li> </ul> Absorption: 500 VA Untuk mempelajari sistem dan cara kerja motor AC. program: minimum 10 training programs. Technical Characteristics: Trainer for AC motor. These units are: Microprocessor module, Power circuit module, Data acquisition module.	5 unit/ ruang praktik		3	Terampil
12	Modular Educational Systems for Drives of DC Motors	Untuk mempelajari sistem dan cara kerja motor DC Training program: minimum 10 training programs. Technical Characteristics: Trainer module: Microprocessor module, Motor control Power circuit, MDAQ – Data acquisition module.	9 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
13	Instalasi Tenaga Listrik dengan Panel	<p>Untuk Industrial wiring training system merupakan alat training yang didesain khusus untuk mengajarkan peserta bombing tentang sistem kelistrikan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Enclosures and conduits</li> <li>- Distribusi daya listrik</li> <li>- Electrical Wiring</li> </ul> <p>Konfigurasi minimal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-1 Set Mobile Workstation with Three-Phase Power Bus</li> <li>-1 Set Enclosures and Conduits</li> <li>-Buku Petunjuk Penggunaan.</li> </ul>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil
14	Motor 3 Phase dan Kontaktor	<p>Untuk pembelajaran prinsip kerja motor listrik 3 phase dan kendalinya dengan rangkaian relay dan kontaktor listrik.</p> <p>Konfigurasi minimum:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 unit 3 phase power supply,</li> </ul> <p>Input voltage: 3 x 400 V AC (50 Hz), Output socket location standardised, Output voltage: 3 x 400 V AC, Current-carrying capacity: max 16 A, RCCB, type B, 30 mA, Motor protection switch, Emergency off switch, all-pole, Key switch, LED phase indicator,</p>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
15	Variable Speed Drive (VSD) Training System	<p>Connecting cable with CEE plug, 1 set industrial switching devices, 1 unit Board with switches, pushbuttons and indicator lights, 1 unit Three-phase current asynchronous motor 400/690 V Buku Manual penggunaan.</p> <p>Untuk pembelajaran praktik siswa untuk pengaturan frekuensi motor. Konfigurasi minimal: 1 unit Variable-Frequency Drive, I/O 14 inputs and outputs, 1 unit Motor, Type Three-phase squirrel-cage induction motor, Number of Poles 4, Power 40 W, Frequency 50/60 Hz, Voltage 200/230 V, Current 0.32/0.3 A, Speed 1300/1600 r/min, 1 set Switches, NO Push Button (3), NC Push Button (1) each: 3 A, 24 V dc, Selector (2) each: 3 A, 24 V dc, two positions, 1 set Indicator Lights, Buku Panduan Penggunaan.</p>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
16	<i>Power Electric and Transformer</i>	<p>Peralatan praktik pembelajaran ini berisi peralatan untuk belajar kelistrikan dan tenaga listrik meliputi DC power circuit, AC single phase, AC 3 phase.</p> <p>Minimal konfigurasi:</p> <p>1 unit Capacitive Load, Nominal Voltage: 230 V/50 Hz, Maximum Voltage: 440 V, Capacitance Value</p> <p>Accuracy: <math>\pm 5\%</math>, 1x AC Transformer Bank dalam A4 modul termasuk 3 independent power transformer, Primary rating: 400 V AC, max. 0.25 A each transformer, Secondary rating: 400/230 V AC, max. 0.25 A each transformer, 100 VA each transformer, 4 unit AC</p> <p>Transformer single phase transformer 4 unit primary and secondary sides dibuat, Primary rating (2 windings), Secondary rating (2 windings), Nominal power: 240 VA, Thermistor: 10 k<math>\Omega</math>, type 2, protected against short circuit and overload circuit, protected against short circuit and overload, Phase sequence indicator, Lockable Emergency Stop, Buku panduan penggunaan.</p>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil





No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
17	<i>Industrial Motor and Transformer Training System</i>	<p>Untuk pembelajaran teori serta teknik kendali motor listrik. Pemasangan komponen serta rangkaian kendali pada meja kerja yang dilengkapi dengan fault inserted, dimana troubleshooting dapat dilakukan oleh instruktur.</p> <p>Konfigurasi minimal :</p> <p>1 set <i>Industrial Controls Mobile Workstation</i>, 2 set <i>Push Buttons</i>, 1 unit <i>Selector Switches</i>, 1 set <i>Emergency Button</i>, 2 set <i>Pilot Lights</i>, 1 set <i>Dual Contactors</i>, 1 set <i>Lockout Module</i>, 1 set <i>Three-Phase Manual Starter</i>, 1 set <i>Contactor</i>, 1 unit <i>Control Relay</i>, 1 unit <i>Overload Relay</i>, 1 unit <i>Time-Delay Relay</i>, 1 set <i>Three-Pole Fuse Holder</i>, 1 set <i>Control Transformer</i>, 1 unit <i>Cam Switch</i>, 1 set <i>Inertia Wheel</i>, 1 set <i>Starting Resistors</i>, 1 set <i>Brake Motor</i>, 1 set <i>Soft Starter</i>, 1 set <i>AC Power Supply (double-sided)</i>, 1 set <i>Connection Lead And Accessory Set</i>,</p>	1 set/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		1 set Fuses, 1 set Power Diodes, 1 set DC Motor, 1 set AC Drive, 1 set DC Drive, 1 Buku Manual				

## F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA AREA KERJA MEKANIK TEKNIK ELEKTRO


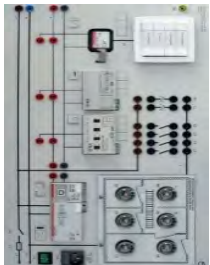
Tabel 10. Daftar peralatan praktik pada area kerja mekanik teknik elektro

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Multi Function Measuring Instrument System	Digunakan untuk menyediakan instrumen-instrumen alat ukur komponen elektrik dan elektronik. Spesifikasi: 2 channel DC power supply: 2 x 0 - 25V, 1A Signal pulse generator: 1CH, 1Hz - 200KHz Frequency counter range: 0 - 1MHz Digital multimeter: DC and AC current, DC and AC voltage, Resistance Pulse generator range: 1Hz, 10Hz, 100KHz	12 set/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
2	Motor and Transformer Maintenance and Test Training System	<p>Analog meter: voltage and current measurement</p> <p>Programmable resistor: 1-15 K.Ohm, 10-150 K.Ohm, 100 K.Ohm-1 M.Ohm</p> <p>Programmable capacitor: 100pF-0.1mF, 1000pF-1mF</p> <p>Logic switch: 8 Lock SW (bounceless output)</p> <p>Variable resistor: 10 Ohm-10 K.Ohm, 10 Ohm-100K.Ohm</p> <p>Control switch: slide, toggle, push</p> <p>Hi/Lo pulse: 200ms cycle</p> <p>Push switch: NO/NC push switch. Min. touch LCD size: 7"</p> <p>Digunakan untuk pembelajaran mengenai motor listrik dan transformator, antara lain: melepas lilitan motor, menggulung ulang, merakit, analisa data, dan keterampilan lain mengenai transformator 1PH, motor induksi 1PH, motor induksi 3PH, dan sebagainya.</p> <p>Spesifikasi: Input power: three-phase, 380V±10% 50Hz/60Hz</p>	3 set/ ruang praktik		4	Mahir


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Aplikasi Sensor Suhu, Aliran, Tekanan dan Level	<p>Output power: AC380V <math>\pm</math> 10% 50Hz, AC220V <math>\pm</math> 10% 50Hz</p> <p>Security: leakage protection (action current <math>\leq</math> 30mA), overcurrent protection, fuse protection.</p> <p>Part list: 3PH AC adjustable power supply, DC power supply, DC measurement instrument, AC measurement instrument and digital multi-function wattmeter, Motor power supply and test instrument, Motor inserting tools, Manual digital winding counter. Manual book, Experiment module.</p>	1 set/ ruang praktik		4	Mahir

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p>Minimal Konfigurasi</p> <p>* Komponen mekanik</p> <p>- 2 unit tanks, Pressure reservoir, stainless steel, Plug-in piping system, On-off valve with filter / regulator, Mounting frame, Aluminium profile plate,</p> <p>*Sensor</p> <p>- 1 Unit Ultrasonic sensor, 1 Unit Flow sensor, 1 Unit Pressure sensor, 1 Unit PT100 temperature sensor</p> <p>* Aktuator</p> <p>- Pump, Proportional control valve, Two-way ball valve with a pneumatic swivel drive and end position sensing, Heater</p> <p>* Electrical components</p> <p>- 1 Unit Power supply unit, 1 Set I/O connection board with measuring transducer, 1 Set Motor controller, 1 Set Digital I/O-Terminal, Set Analogue I/O-Terminal</p> <p>- Buku Pentunjuk Penggunaan</p>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Instalasi Tenaga Listrik dengan Panel	<p>Untuk <i>Industrial wiring training system</i> merupakan alat training yang didesain khusus untuk mengajarkan peserta bombing tentang sistem kelistrikan.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Enclosures and conduits</i></li> <li>- <i>Distribusi daya listrik</i></li> <li>- <i>Electrical Wiring</i></li> </ul> <p>Konfigurasi minimal:  1 Set <i>Mobile Workstation with Three Phase Power Bus</i>  1 Set <i>Enclosures and Conduits</i>  Buku Petunjuk Penggunaan.</p>	1 set/ ruang praktik		4	Mahir
5	KNX/EIB Compact Trainer	<p>Bangunan modern dicirikan oleh pencahayaan yang cerdas dan solusi pendingin ruangan. Membangun sistem otomasi dan sistem bus memainkan peran penting di sini. Papan kompak KNX/EIB yang setara dengan <i>EduTrainer</i> digunakan untuk menjelaskan penggunaan teknologi ini.</p>	1 set/ ruang praktik		4	Mahir

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p>Konfigurasi minimal:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Input voltage: 1 AC/230 V AC (50 Hz), short circuit and overload protection</li> <li>- Phase display</li> <li>- Output for the connection of additional KNX/EIB yang setara dengan EduTrainer® modules</li> <li>- Output voltage: 1 AC/230 V AC</li> <li>- Integrated power supply unit 30 V DC 0.16 A</li> <li>- USB interface</li> <li>- 4/4-fold switching output/binary input</li> <li>- 2-fold louvre actuator</li> <li>- 2-fold dimming actuator</li> <li>- 4-fold universal binary I/O</li> <li>- 4-fold multi-function pushbutton sensor with 8 pushbuttons</li> <li>- 2-fold multi-function pushbutton sensor with 4 pushbuttons, room temperature controller including setpoint and actual value input and display</li> <li>- Integrated simulation panel with 14 colour LEDs, some dimmable</li> <li>- KNX system connector for bus connection</li> </ul>				





No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Connection via 4 mm and 2 mm safety connectors</li> <li>- Front plate: 399 x 297 mm</li> <li>- Control console housing with rubber feet for use in A4 frame or on tabletop</li> <li>- Buku Petunjuk Penggunaan.</li> </ul>				
6	Residential and Building Intelligent Control System	<p>Karakteristik gedung modern adalah pada penerangan dan sistem tata udara yang pintar. Hal ini membuat sistem otomasi di gedung beserta sistem komunikasi nya menjadi sangat penting untuk dipelajari. Sistem KNX sudah menjadi standar yang digunakan oleh produsen komponen listrik terkini.</p> <p>Minimal Konfigurasi:  Input voltage: 1 AC/230 V AC 50 Hz,  short circuit and overload protection,  Phase display, Output for the connection of additional KNX/EIB yang setara dengan EduTrainer modules,  Output voltage: 1 AC/230 V AC, Integrated power supply unit 30 V DC 0.16 A, USB interface, 4/4-fold switching output/binary input, 2-fold louvre actuator,</p>	1 set/ ruang praktik		4	Mahir


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p><i>2-fold dimming actuator, 4-fold universal binary I/O, 4-fold multi-function pushbutton sensor with 8 pushbuttons, 2-fold multi-function pushbutton sensor with 4 pushbuttons, room temperature controller including setpoint and actual value input and display, Integrated simulation panel with 14 colour LEDs, some dimmable, KNX system connector for bus connection, Connection via 4 mm and 2 mm safety connection, Front plate: 399 x 297 mm, Control console housing with rubber feet for use in A4 frame</i></p> <p>Buku panduan penggunaan.</p>				

## G. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM DASAR TEKNIK ELEKTRO


Tabel 11. Daftar peralatan praktik pada laboratorium dasar teknik elektro

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Digital Clamp Meter	Untuk mengukur arus listrik. Spesifikasi: AC Current (A) 40A-1000A $\pm(2\%)$ , DC Current (A) 40A-1000A $\pm(2\%)$ , AC Voltage (V) 1000V $\pm(1.5\%)$ , DC Voltage (V) 1000V $\pm(1\%)$ , Resistance ( $\Omega$ ) 400 $\Omega$ -60K $\Omega$ $\pm(1\%)$ , Capacitance (F) 1000 $\mu$ F, Frequency (Hz) 5Hz-500Hz $\pm(0.1\text{Hz})$ , Class: CAT III1000V, CAT IV 600V.	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil
2	Insulation Resistance Testers	Untuk mengukur resistansi dari sirkuit kelistringan. Spesifikasi: Measuring range: Voltage: 50V - 1000V $\pm 3\%$ and $\pm 1.5\%$ to 2000M $\Omega$ ; $\pm 10\%$ above 2000M $\Omega$ Insulation 0.01M $\Omega$ - 10 G $\Omega$ Short Circuit Current 1mA nominal, Power: approx. 6V.	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Single Phase Power Quality Analyzer	<p>Untuk mendiagnosa daya/tenaga listrik berjenis <i>single phase</i>.</p> <p>Spesifikasi:            Voltage AC/DC 10V~1000V  <math>\pm 0.5\%</math>, AC Current (A) AC 10-1000A <math>\pm 0.5\%</math>,            Frequency 40~70Hz <math>\pm 50\text{mHz}</math>, Power  <math>&gt; 15\%S \pm 1\%</math>, Power Factor 0~1.0 <math>\pm 0.02</math>,            Energy 0-9999MWh <math>\pm 1.5\%</math>rdg,            Crest Factor 1-10 <math>\pm 5\%</math>,            Voltage Harmonics or Inter            Harmonics: <math>U_m \geq 3\%</math> Udin (1~51th, step            0.5th) <math>\pm 5\%</math> Urms/<math>\pm 0.15\%</math> Udin Current            Harmonics or Inter            Harmonics <math>I_m \geq 10\%</math> I<sub>s</sub> (1~51th, step            0.5th) <math>\pm 5\%</math> Irms / <math>\pm 0.5\%</math>f.s. Power            Harmonics: (1~51th, step 1th), Transients:  <math>\pm 6000\text{V Peak}</math>, Fsample=2MHz <math>\pm 5\%</math>Rdg /  <math>\pm 5\%</math>Fs, Dips Swell and Interrupt: 0-1000V            AC Udin <math>\pm 1\%</math>, AC Inrush Current: 10-            1000A <math>\pm 1\%</math>f.s.,            Resistance: 600<math>\Omega</math>-60M<math>\Omega</math> <math>\pm 1.0\%</math>,            Capacitance: 60nF-600<math>\mu\text{F}</math> <math>\pm 4\%</math></p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Three Phase Power Quality Analyzer	Untuk mendiagnosa daya / tenaga listrik berjenis tiga phase. AC Voltage: 0.1-1000V, AC Current: approx. 3000A Flexible Current Probe 1% (10~100%In) 0.01A, Electric Energy approx. 9000kW 1%, Power Frequency: 45~65Hz, Phase Angle: 0~359.99° 0.1°, Harmonics: 0~50A Level 0.01V, Inter Harmonics: 0~50A Level: 0.01V, Voltage Unbalance Factor: 0-50%, Current Unbalance Factor: 0-50%, Flickering 0.00~20.00 5%, Swell and Sag Interrupt: 0.0~200% 0.1V 0.01V General Characteristics Power Li-ion approx. 7V/3000mAh	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil
5	Digital Multimeter	Untuk mengukur voltage listrik. Spesifikasi: Min. 6000 display counts LCD screen Measurement functions: AC Voltage: 0-1000V ±0.5% DC Voltage: 0-1000V ±0.1%	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	Master Electrical Tool	<p>Untuk membantu pemasangan instalasi listrik pada gedung/sekolah/perkantoran.</p> <p>Spesifikasi:  <i>Utility knife (3 blades self loading), Electrician's Scissors, Flash light, Adjustable Wrench - 8", PVC Insulated tape, Contact Voltage Tester, Lineman's Plier, Side cutting Plier, Long Nose Plier (165mm), Ceramic soldering iron 220V, Slip Joint Plier 6", Broove joint plier 8", Pen Solder 63%, Slotted screwdriver 3.0x75mm, Phillips Screwdriver 3.0x75mm, Slotted Screwdriver 5x75mm, Screwdriver 5x75mm, Slotted, screwdriver 6x100mm, Screwdriver 6x100mm, Screwdriver 6x200mm, Wire strippers/ Crimpers (206mm), Measuring Tape (5M/16FT), 9pcs Metric Ball Point Hex Key set (1.5, 2, 2.5, 3, 4.5, 6, 8, 10mm), 7 pcs Metric Flexible Gear Wrench set (8, 10, 11, 13, 14, 17, 19mm), Multimeter, Hammer, Plastic Pipe Cutter (6mm-25mm O.D(3/4" I.D), All Purpose Snip, Tool case with 2 drawers.</i></p>	18 unit/ ruang praktik		2	Dasar


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
7	<i>Electricity Fundamental Training System</i>	<p>Digunakan untuk praktik pengenalan dasar kelistrikan juga mempelajari komponen kelistrikan dimana siswa membuat rangkaian listrik, pengukuran serta penghitungan parameter kelistrikan dan troubleshooting. Minimal konfigurasi:</p> <p>1 unit <i>Workstation</i> terbuat dari plat besi dan dirancang untuk diletakkan di atas meja</p> <p>1 <i>Power Supply approx. 12 A, 220V 50 Hz, two-pole, current limiting, thermal magnetic, 1 set Switches</i> isi berupa 2 <i>double-pole singlethrow (DPST) toggle switches</i>, dan 1 <i>double-pole single-throw (DPDT) toggle switch, 1 set Indicator Lights</i>, berisi 3 lampu <i>low voltage</i> (2 hijau dan 1 merah) dan 3 lampu <i>high voltage</i> (2 hijau dan 1 merah), 1 <i>Set Resistors</i> berisi satu seri resistor dengan rating yang berbeda: 2 <i>low resistance approx.</i></p>	1 set/ ruang praktik		4	Mahir





No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p>50<math>\Omega</math> –25W –<math>\pm</math>5%, 1 medium-resistance approx. 250 <math>\Omega</math> –7W–<math>\pm</math>5%, 2 high resistance approx. 500 <math>\Omega</math> – 3W – <math>\pm</math>5%, 1 Set Printed Circuit Board, Upper Section, 3 resistors and slide switch circuit, MiddleSection, Kirchoff's voltage and current laws exploration Lower Section, Diodes, LEDs, and rectifiers, 1 Set Capacitors / Inductor , Run Capacitor, Bleeder Resistor, Inductor, Start Capacitor, 1 set Contactors, Low- Voltage Contactor, Contact Number and Types 2 normally open, Contact Ratings, Coil Ratings, High-Voltage Contactor Contact Number and Types 2, normally open, Contact Ratings, Auxiliary Contactor, Contact Number and Types 1 normally, open, 1 normally closed, 1 set Push Buttons, 1 hijau, 1 unit Control Transformer Ratings approx. 75 VA 50/60 Hz, Primary Terminals, Secondary Terminals 0 V and 24 V, 1 set Relays, berisi 2 relay, kontak approx. 250 V, coil 24 V, 1 unit Residential Bimetallic Thermostat,</p>				


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	ACDC Training System	<p>Temperature-Sensing Element: Coil-wounded bimetallic strip, 1 set Circuit Breaker, Circuit Breaker, Type Thermal-magnetic Push-Button Switch, Type Normally open, Ratings approx.220-240 V, Buku Petunjuk penggunaan</p> <p>Alat ini digunakan sebagai perangkat pelatihan sekaligus alat ukur untuk menjelaskan karakteristik rangkaian listrik AC dan listrik DC.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-DC power source (protected)</li> <li>-AC power source (protected)</li> <li>-A selection of resistors</li> <li>-An inductor, parallel-connected to a fluorescent light</li> <li>-Two capacitors</li> <li>-Transformer</li> <li>-A selection of switches: SPDT, DPDT, NO push button, NC push button, selector switch, knife switch</li> <li>-DC relay</li> </ul>	1 set/ ruang praktik		4	Mahir

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- AC relay</li> <li>- A selection of indicator lights: green, yellow, red</li> <li>- Solenoid</li> <li>- Buzzer</li> <li>- Circuit breaker with test components</li> <li>- Fuse</li> <li>- Buku manual panduan</li> </ul>				
9	Basic electronic trainer	<p>Basic Electronic Trainer dirancang untuk mempelajari prinsip-prinsip dasar elektronika yang meliputi karakteristik komponen elektronik, regulator, stabilisasi dan proteksi catu-daya, aplikasi komponen dalam rangkaian, op-amp dan rangkaian filter.</p> <p>Spesifikasi:  1 Base Unit with Built-In Power Supply contains a total of 32 circuit-modification (CM) and fault switches.  1 circuit board is supplied by the 15 V power supply via the base unit  The circuits found on this board include:  - Batteries</p>	1 set/ ruang praktik		4	Mahir


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
10	Basic Electricity Trainer	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Switches</li> <li>- Ohm's Law</li> <li>- Series Circuit</li> <li>- Parallel Circuit</li> <li>- Series-Parallel Circuit</li> <li>- Power</li> <li>- Linear/Non-Linear Variable Resistor</li> <li>- Voltage Divider</li> <li>- Voltmeter/Ammeter/ Ohmmeter</li> </ul> <p>Untuk mempelajari sistem dasar kelistrikan. Spesifikasi: Experiment : Ohm's Law, Serial &amp; Parallel connection of resistors, etc. 8 Experiments: Voltage Drop, The Analysis of the Wheatstone Bridge using Voltmeter, etc. 5 Experiments P,L,C Circuit, Resonance Circuit, etc. 12 Experiments Half-Wave Rectification, Voltage-Multiplying rectification, etc. Experiments Introduction Experimental</p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
11	Electrical Engineering Trainer	<p>List</p> <p>Specification Electric Circuit Trainer</p> <p>Power approx. 10 AC</p> <p>Internal Power Supply</p> <p>AC 0~30V, DC 0~30V</p> <p>Connection Block</p> <p>Block Variable Resistor 10W, 10Ω</p> <p>Digital Meter AC</p> <p>Ammeter : 3 pcs</p> <p>Voltmeter : 3 pcs</p> <p>Ammeter : 3 pcs</p> <p>Accessories: Experimental Manual, Connecting Cord, Power Cable.</p> <p>Optional: Oscilloscope : 20MHz, 2ch, Low Frequency Generator.</p> <p>Untuk mempelajari teknologi dan unsur unsur kelistrikan .</p> <p>Spesifikasi:</p> <p><i>It consists of experimental modules and users can carry out experiments for DC, AC and magnetism. User can do experiments for resistance &amp; temperature of conductor, series &amp; parallel connection, voltage drop and ohm's law.</i></p>	18 unit/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p><i>It allows users to observe magnetic flux line permanent magnet.</i></p> <p><i>User can learn electro motive force, transformer loadtest, transformer polarity test, 3 phase transformer connection with 1 phase transformers.</i></p> <p><i>User can carry out serial and parallel circuits, R-C &amp; R-L time constant and serial &amp; parallel resonance circuits experiment with RLC circuits.</i></p> <p><i>It provides variable experiments from single-phase halfwave rectifier to three-phase double Y connection.</i></p> <p><i>Power: Three-Phase AC Rectifier Circuit Module 6A, 2 Circuits Three Phase Transformer Module, Single Phase Transformer 3pcs</i></p>				
12	Vertical Bench with Four Workstations For Practical Electric Installations Exercises	<p>Untuk praktik kelistrikan dan sistem rangkaian listrik.</p> <p>Spesifikasi: Each front of the bench (two workstations) is provided with the following power supply: three-phase (230 or 400 V) and single-phase (230 V – 16 A) line.</p>	9 unit/ ruang praktik		3	Terampil


No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
13	Simulator Of Power Transmission Lines	<p>Protection: high-sensitivity magneto-thermal differential circuit breaker, safety terminals, emergency button with mechanical holding, minimum voltage release device.</p> <p>Single-phase line of 12-24 Vac – 4 A (safety extra-low voltage) protected against overloads and short-circuits by fuses and by magneto-thermal circuit breaker.</p> <p>Circuit tester with light-acoustic signalling (powered with extra-low voltage)</p> <p>Untuk mempelajari sistem transmisi tenaga listrik.</p> <p>Spesifikasi: Main installed components: Modifiable parameter line 1: Model of line used: PI Simulated Un: 120 kV, operating Un 400V Simulated Pn: 10-20 MVA Operating In: 1 A Equivalent distributed R: 18-35 <math>\Omega</math></p>	9 unit/ ruang praktik		3	Terampil




No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Simulator For The Production Of Electric Power	<p><i>Distributed inductance and capacitance equivalent to: 72 mH, 0.2 <math>\mu</math>F</i>  <i>Breakers of line start and end</i>  <i>Modifiable parameter line 2:</i>  <i>Model of line used: PI</i>  <i>Simulated Un: 120 kV, operating Un 400V</i>  <i>Simulated Pn: 20 MVA</i>  <i>Operating In: 1 A</i>  <i>Equivalent distributed R: 8-35 <math>\Omega</math></i>  <i>Distributed inductance equivalent to: 144 - 36 mH</i>  <i>Distributed capacitance equivalent to 0.1 - 0.4 <math>\mu</math>F</i>  <i>Breakers of line start and end</i>  <i>Possibility of using lines separately or in series/parallel connection.</i></p>	9 unit/ ruang praktik		3	Terampil

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p>Spesifikasi:            Technical Characteristics:            Desk-type framework with printed schematic diagram including:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Power distribution network with adjustable parameters</li> <li>• Generator set with adjustable parameters</li> <li>• Control of prime mover with adjustable output frequency/r.p.m.</li> <li>• Bars, parallel switch provided with LED signaling open/closed condition</li> <li>• Instruments of assistance to the parallel for a simultaneous monitoring of the 2 voltages/2 frequencies; these parameters can be seen on separate displays</li> <li>• Protection relay of voltage, frequency, current, phase sequence with adjustable tripping times and thresholds, LED indicator</li> <li>• Load /user with adjustable parameters of absorbed power</li> </ul> <p>This simulator operates in a PC.            Power supply: 230 Vac 50 Hz single-phase - 100 V</p>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
15	<p>Basic Electricity, Electronic, Magnetic Trainer</p>	<p>Untuk mempelajari dasar sistem kerja kelistrikan, elektronika dan elektromagnet.</p> <p>Spesifikasi:  <i>Experiments for resistance of conductors, series &amp; parallel connection, voltage drop and ohm's law, etc.</i>  <i>It allows to carry out transformer load test, transformer pole test, three phase transformer connection test and electro motive force test by electromagnetic induction.</i>  <i>Magnetic circuit part is designed to study general physical phenomenon including theoretical background.</i>  <i>User can confirm the dynamic hysteresis loop by using an oscilloscope when measuring magnetic flux.</i>  <i>It enables to do variable application experiment as well as basic semiconductor characteristic experiment.</i>  <i>It contains AC/DC Power module which can be used independently.</i></p>	5 unit/ ruang praktik		3	Terampil



No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
16	Proteksi Listrik Trainer	<p><i>Basic Electric Circuit Part : minimum 10 experiments (Serial &amp; Parallel Connection of Resistors, Resistance Measuring by Voltmeter Method, The Analysis of the Wheat-stone Bridge using Voltmeter, etc.)</i></p> <p><i>Basic Electronics Circuit Part : minimum 15 experiments</i></p> <p><i>(Inverting &amp; Non-inverting Amplifier using OP-Amp, Multi-vibrator using TR, Wine Bridge Oscillator using OP-Amp, etc.)</i></p> <p><i>Basic Magnetic Circuit Part : minimum 10 Experiments</i></p> <p><i>(Faraday's Law, Saturation curve and voltage ratio of Transformer, Hysteresis and CoreLoss, etc.)</i></p>	1 unit/ ruang praktik		3	Terampil




No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<p>Topik pembelajaran :  Power supply:  Power supply systems (TN, TT, IT system)  Pengukuran proteksi dalam jaringan yang berbeda  Koneksi jaringan :  Komponen penunjang koneksi jaringan.  Pemilihan pengukuran proteksi dan alat ukurnya.  Penggunaan pengukuran proteksi dan alat ukurnya.  Spesifikasi:  Konfigurasi minimum  1 Set power supply Input voltage: 3 AC/400 V (50 Hz) Output voltage: 3 AC/400 V, Output current: max. 6 A  1 Set instalasi rumah, Input voltage: 3 AC/400 V (50 Hz)  Possibility of simulating 3 × 4 faults Input/output socket, standardised untuk koneksi ke modul lain melalui jumper plug Output voltage: 3 AC/400 V  1 Set sub-distribution panel with earthing contact socket, three-phase socket and lighting circuit, can be configured with 19 mm</p> <p>Buku Panduan</p>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
17	Kelistrikan Dasar	<p>Untuk memahami Sistem Pelatihan Fundamental Listrik, bagian dari lini produk HVAC-R, adalah program lengkap yang dirancang untuk memperkenalkan siswa pada dasar-dasar kelistrikan.</p> <p>Spesifikasi:            Konfigurasi minimal :  <i>Switches, Indicator Lights, Resistors, Printed Circuit Board, Capacitors / Inductor, Contactors, Push Buttons, Control Transformer, Relays, Residential Bimetallic Thermostat, Breaker, Disconnect Sw, Multimeter, Clampmeter, Test Lead Kit, Buku manual penggunaan</i></p>	1 unit/ ruang praktik		3	Terampil

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

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

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio 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 <i>Material: Seat and back of seat: durable foam laminated with oscar. Chair support: nylon 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, <i>Material: Sheet metal: min. 0,6 - 1.2 mm, MDF: min. 25 mm, 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 Simpan	<p>Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci.</p> <p>Spesifikasi: Lemari dengan sistem <i>knock down</i> yang mudah dirakit. Minimal memiliki 3 susun rak dengan 2 pintu atun yang dapat dikunci</p> <p>Dimensi min. L 900 x W400 x H1850 mm</p> <p>Material : <i>sheet metal min. 0,7 mm</i></p> <p>Finishing: <i>Powder coating painting</i></p>	3 buah/ ruang penyimpanan		1	Dasar
4	Komputer / Personal Computer - All in One	<p>Untuk mengolah data dan kata.</p> <p>Spesifikasi: <i>PC Form Factor All in One, Processor: min. 3.0 GHz 6MB Cache, Memory: min. 8 GB, Display: min. 19", Harddisk: min. 1TB, Video Card: min. Onboard, Integrated Gigabit Ethernet, Wifi 802.11ac &amp; Bluetooth, Operating System, I/O Port: USB, LAN, HDMI, DP, Audio.</i></p>	9 set / ruang instruktur		2	Dasar
5	Filing Cabinet 4 Drawers (Rak Kabinet 4 Laci)	<p>Digunakan untuk menyimpan perlengkapan organisasi Memiliki 5 susun laci yang dapat dikunci</p> <p>Spesifikasi: Dimensi min. L 900 x W400 x H1850 mm</p> <p>Material : <i>sheet metal min. 0,7 mm</i></p> <p>Finishing: <i>Powder coating painting</i></p>	3 unit / ruang instruktur		1	Dasar



# BAB III PENUTUP

## A. KESIMPULAN

Untuk meningkatkan relevansi peralatan praktik di SMK kompetensi teknik tenaga listrik terhadap kebutuhan IDUKA maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut.

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

## B. SARAN DAN REKOMENDASI

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

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

# DAFTAR PUSTAKA

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

# LAMPIRAN

## VISUALISASI AREA KERJA RUANG PRAKTIK SISWA1



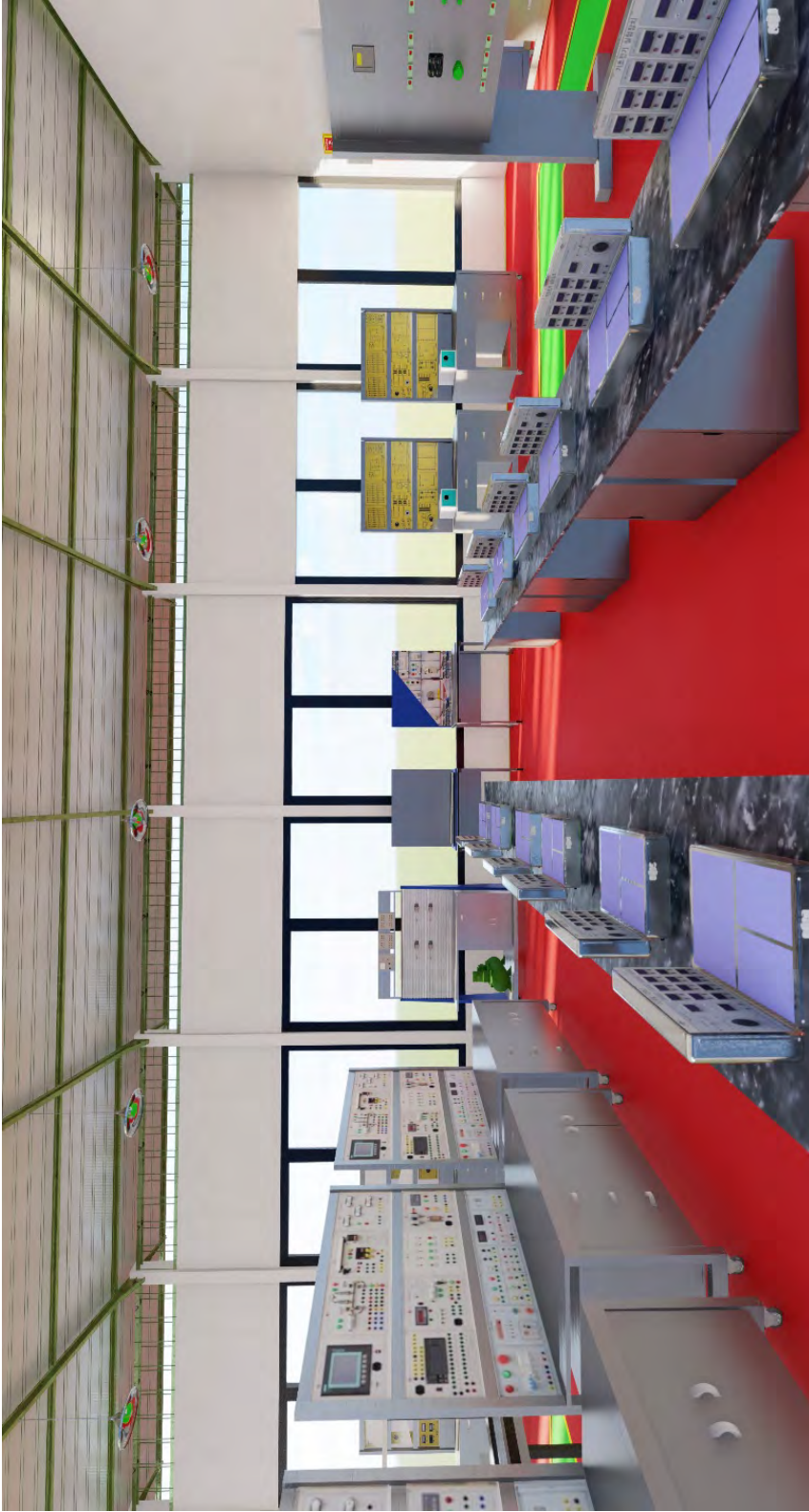
Gambar 26. Visualisasi ruang kerja tenaga listrik

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





Gambar 27. Visualisasi ruang kerja tenaga listrik 2



Gambar 28. Visualisasi area kerja mekanik teknik elektro





Gambar 29. Visualisasi lab dasar teknik elektro





Gambar 30. Visualisasi ruang perawatan atau perbaikan peralatan bertenaga listrik

## 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 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

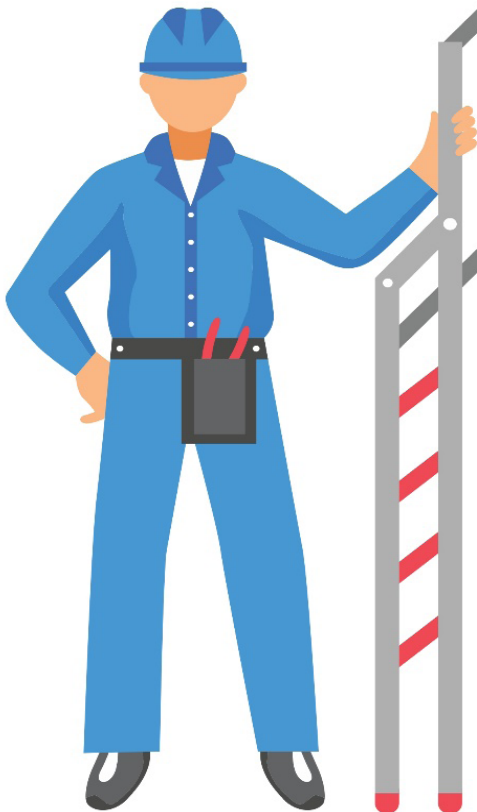
Kerja giat dan semangat

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



PASTIKAN SISWA SMK SUDAH

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



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

ISBN 978-623-6065-30-3

