

NORMA & STANDAR

LABORATORIUM/
BENGKEL SMK

**Kompetensi Keahlian
Instrumentasi dan
Otomatisasi Proses**



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

NORMA & STANDAR LABORATORIUM/BENGKEL SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK INSTRUMENTASI DAN OTOMATISASI PROSES

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

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

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

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

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

Drs. Darmono, M.T.

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

Noor Fitrihana, M.Eng.

Faqih Ma'arif, Ph.D.

Bayu Rahmat Setiadi, S.Pd., M.Pd.

Suharto, S.Pd., MM

Sunardi

Norman

ISBN:.....

Editor

Widita Narendrati

Fajar Nur Rochman

Desain

Alip Irfandi

Layout

Rustam Affandi

Ilustrasi Gambar

Adhi Nugroho

Gambar pada sampul merupakan gambar bebas lisensi dari vecteezy.com

Cetakan I, 2021

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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

KATA PENGANTAR

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

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

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

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

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



Jakarta, November 2020

Direktur Sekolah Menengah Kejuruan

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

NIP 196504121990021002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUANG LINGKUP	2
C. METODOLOGI.....	2
BAB II RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN.....	7
A. RUANG PRAKTIK	7
B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK.....	8
C. RUANG PRAKTIK SMK INSTRUMENTASI DAN OTOMATISASI PROSES..	29
D. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG AREA KERJA MEKANIK TEKNIK ELEKTRO.....	37
E. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM DASAR TEKNIK ELEKTRONIK.....	40
F. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG PRAKTIK INSTALASI.....	61
G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM KONTROL.....	66
H. DAFTAR PERBOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN (RIS)	80
BAB III PENUTUP	83
A. KESIMPULAN.....	83
B. SARAN DAN REKOMENDASI.....	84
DAFTAR PUSTAKA.....	85
LAMPIRAN	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Profil kompetensi lulusan instrumentasi dan otomatisasi proses	4
Gambar 2.	Metode <i>design thinking non linier</i>	5
Gambar 3.	Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa	17
Gambar 4.	Ilustrasi pengangkuran lemari	18
Gambar 5.	Minimum jarak antar meja di ruang kelas	18
Gambar 6.	Ilustrasi pengikatan pot bunga pada tiang	18
Gambar 7.	Komponen non-struktur harus diberi pengaku	19
Gambar 8.	Ilustrasi struktur yang diberikan <i>isolation bearing</i>	19
Gambar 9.	Ilustrasi penempatan pipa <i>hydrant</i> di jalan	21
Gambar 10.	Ilustrasi penempatan <i>hydrant box</i> , alarm dan alat pemadam api ringan (APAR)	21
Gambar 11.	Ilustrasi lemari penyimpanan APD	21
Gambar 12.	Ilustrasi pemasangan <i>smoke detector</i> dan <i>sprinkler</i>	22
Gambar 13.	Ilustrasi <i>sprinkler</i>	22
Gambar 14.	Ilustrasi <i>smoke detector</i>	22
Gambar 15.	Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran	23
Gambar 16.	Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran	24
Gambar 17.	Titik kumpul evakuasi	24
Gambar 18.	Ilustrasi jalur evakuasi	24
Gambar 19.	Protokol kesehatan di lab/bengkel	26
Gambar 20.	Prosedur penggunaan ruang	28
Gambar 21.	Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian instrumentasi dan otomatisasi proses	32
Gambar 22.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian instrumentasi dan otomatisasi proses tampak 1	33
Gambar 23.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian instrumentasi dan otomatisasi proses tampak 2	34
Gambar 24.	<i>Showroom/outlet</i> bidang keahlian teknologi rekayasa	35
Gambar 25.	<i>Smart classroom</i>	36
Gambar 26.	Visualisasi sub ruang praktik instalasi listrik	88
Gambar 27.	Visualisasi laboratorium kontrol, plc, dan dcs; laboratorium dasar teknik elektronik dan mekanik	89
Gambar 28.	Visualisasi laboratorium pengukuran besaran proses	90
Gambar 29.	Visualisasi ruang instruktur	91
Gambar 30.	Visualisasi ruang penyimpanan	92
Gambar 31.	Budaya 5S/5R di ruang praktik SMK	93
Gambar 32.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK	94
Gambar 33.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK	95

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Definisi dan kebutuhan luas minimum ruang praktik instrumentasi dan otomatisasi proses	7
Tabel 2.	Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa	9
Tabel 3.	Material struktur kolom	12
Tabel 4.	Sistem struktur lantai untuk bangunan	13
Tabel 5.	Persyaratan struktur atap	13
Tabel 6.	Kebutuhan minimal luasan ruang praktik siswa	29
Tabel 7.	Peralatan <i>smart classroom</i>	29
Tabel 8.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja mekanik teknik elektro	37
Tabel 9.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada laboratorium dasar teknik elektronik	40
Tabel 10.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang praktik instalasi .	61
Tabel 11.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang laboratorium kontrol	66
Tabel 12.	Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan (RIS)	80

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 Instrumentasi dan Otomatisasi Proses 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 DESAIN GRAFIKA

Bekerja menjadi:

- Staf perawatan dan perbaikan pada instrumen dan listrik
- Staf pengukuran proses variabel/pengendalian mutu
- Teknisi yunior instrumentasi dan otomasi proses

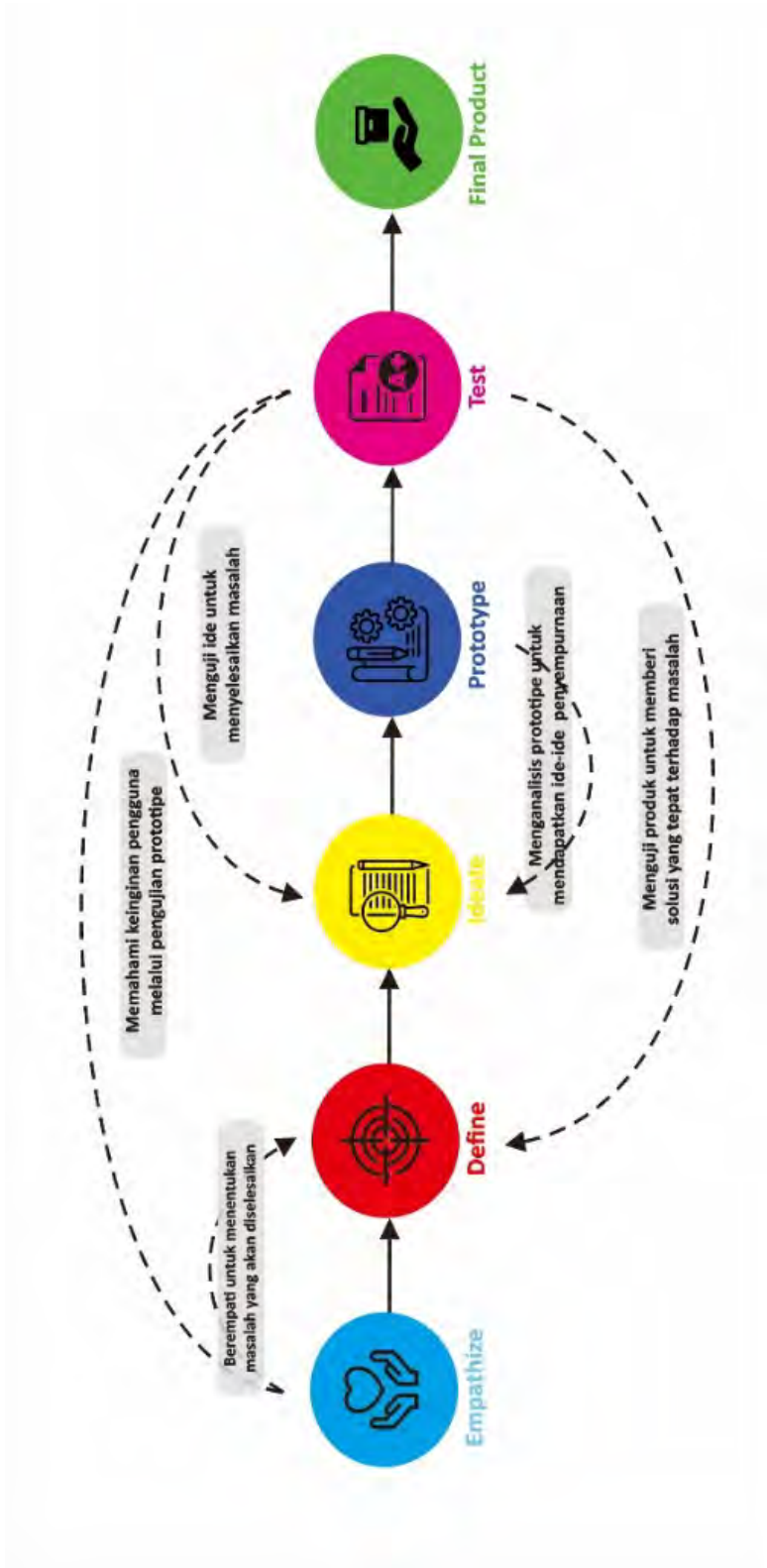
Melanjutkan studi:

- D3, D4, atau S1 (Teknik Fisika, Teknik Mesin, Teknik Elektro, Teknik Otomasi, Teknik Mekatronika, Teknik Pertambangan) atau sesuai peminatan

Wirausahawan:

- Penyedia barang & jasa suku cadang
- Penyedia jasa teknisi perawatan dan perbaikan kelistrikan
- *Content creator* bidang instrumentasi dan otomatisasi proses

Gambar 1. Profil kompetensi lulusan instrumentasi dan otomatisasi proses



Gambar 2. Metode *design thinking* non linier

BAB II

RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN

A. RUANG PRAKTIK

Dalam SNP SMK 2018 ruang praktik Kompetensi Keahlian instrumentasi dan Otomatisasi Proses berfungsi sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pembelajaran seperti menggambar teknik, mekanik dan elektrik, dasar elektronika, instalasi kelistrikan, pengukuran besaran proses, pengendali mekanik dan magnetik, pengendali elektrik dan pneumatic, pengendali PLC dan DCS. Besarnya luasan minimum ruang Kompetensi Keahlian instrumentasi dan Otomatisasi Proses adalah 150 m² (seratus lima puluh meter persegi). Selanjutnya, detail kebutuhan luas minimum ruang praktik tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. Definisi dan kebutuhan luas minimum ruang praktik instrumentasi dan otomatisasi proses

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
1	Laboratorium dasar teknik elektronik dan mekanik	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 18 peserta didik.
2	Sub ruang praktik instalasi listrik	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 12 peserta didik.
3	Laboratorium pengukuran besaran proses	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 12 peserta didik.
4	Laboratorium kontrol, PLC dan DCS	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 12 peserta didik.

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
5	Ruang instruktur dan ruang simpan	3 m ² /instruktur	Kapasitas untuk 9 instruktur

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

B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK

Norma dan standar desain ruang praktik Siswa di 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 disekolah 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 6 elemen yaitu:

1. Ketersediaan jaringan internet
2. Peralatan audiovisual
3. Perabot yang mudah dipindahkan/diatur sesuai kebutuhan strategi pembelajaran
4. Lingkungan belajar yang mendukung interaksi sosial secara formal dan informal
5. Peralatan yang mendukung penguasaan kompetensi tenaga kerja industri dan kewirausahaan di era revolusi industri 4.0
6. Lingkungan area kerja laboratorium dan bengkel untuk menumbuhkan budaya kerja industri seperti 5R dan K3 (lihat gambar 31, 32, dan 33).

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

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

2. PERSYARATAN MATERIAL BANGUNAN

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

Tabel 2. Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa

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

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

No	Material	Alternatif material
5.	Kusen dan daun pintu/jendela	• kayu kelas kuat/kelas awet II dengan ukuran jadi minimum 5,5 cm x 11 cm dan dicat kayu atau dipelitur sesuai persyaratan standar yang berlaku; • rangka daun pintu yang dilapisi kayu lapis/<i>teakwood</i>, menggunakan kayu kelas kuat II dengan ukuran minimum 3,5cmx10cm. Sedangkan ambang bawah 3,5x20cm. Daun pintu dilapis dengan kayu lapis yang di cat atau dipelitur; • Daun pintu panil kayu digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, di cat kayu atau dipelitur; • Daun jendela kayu, digunakan kayu kelas kuat/kelas awet II, dengan ukuran rangka minimum 3,5 cm x 8 cm, dicat kayu atau dipelitur; • Rangka pintu/jendela yang menggunakan bahan aluminium ukuran rangkanya disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya; • Kusen baja profil E, dengan ukuran minimal 150 x 50 x 20 x 3,2 dan pintu baja BJLS 100 diisi glass wool untuk pintu kebakaran; • Penggunaan kaca untuk daun pintu maupun jendela disesuaikan dengan fungsi ruang dan klasifikasi bangunannya.

3. PERSYARATAN STRUKTUR BANGUNAN

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

a. Fondasi

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

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

b. Kolom

Struktur kolom dapat dibedakan berdasarkan material penyusunnya sebagai berikut :

Tabel 3. Material struktur kolom

No	Material kolom	Keterangan
1.	Kolom beton bertulang	• Tebal minimum 15 cm, tulangan 4Ø12-15 cm; • Selimut beton minimum 2.5 cm; • Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku;
2.	Kolom beton bertulang (praktis)	• Tebal minimum 15 cm, tulangan 4Ø12-20 cm; • Selimut beton minimum 2.5 cm; • Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku;
3.	Struktur kolom baja	• mempunyai kelangsingan (λ) maksimum 150; • dibuat dari profil tunggal maupun tersusun harus mempunyai minimum 2 sumbu simetris; • sambungan antara kolom baja pada bangunan bertingkat tidak boleh dilakukan pada tempat pertemuan antara balok dengan kolom, dan harus mempunyai kekuatan minimum sama dengan kolom; • sambungan kolom baja yang menggunakan las ataupun las listrik, sedangkan yang menggunakan baut harus menggunakan baut mutu tinggi; • penggunaan profil baja tipis yang dibentuk dingin, harus berdasarkan perhitungan-perhitungan yang memenuhi syarat kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang cukup; • Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku;
4.	Struktur kolom kayu	• Dimensi kolom bebas diambil minimum 20 cm x 20 cm; • Mutu bahan sesuai dengan SNI yang berlaku.
5.	Struktur dinding geser (jika ada)	• dinding geser harus direncanakan untuk secara bersama-sama dengan struktur secara keseluruhan agar mampu memikul beban yang diperhitungkan terhadap pengaruh-pengaruh aksi sebagai akibat dari beban-beban yang mungkin bekerja selama umur layanan struktur, baik beban muatan tetap maupun muatan beban sementara yang timbul akibat gempa dan angin; • dinding geser mempunyai ketebalan sesuai dengan ketentuan dalam SNI.

c. Struktur Lantai

Material untuk struktur lantai mengikuti persyaratan sebagai berikut:

Tabel 4. Sistem struktur lantai untuk bangunan

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

d. Struktur Atap

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

Tabel 5. Persyaratan struktur atap

No.	Sistem struktur	Keterangan
1.	Kayu	- Ukuran yang digunakan harus sesuai dengan ukuran yang dinormalisir; - Rangka atap kayu harus menggunakan bahan anti rayap; - Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.

No.	Sistem struktur	Keterangan
2.	Beton bertulang	Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.
3.	Baja	- Sambungan pada rangka atap baja yang berupa baut, paku keling, atau las listrik, harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku; - Rangka atap baja harus dilapisi pelapis anti korosi; - Pada bangunan sekolah yang telah ada komponen fabrikasi, struktur rangka atap dapat digunakan komponen prefabrikasi yang sudah ada; - Material dan tegangan yang dipersyaratkan harus memenuhi kriteria SNI yang berlaku.

4. PERSYARATAN UMUM BANGUNAN GEDUNG

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

- 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;
- Dilengkapi sistem proteksi pasif dan atau proteksi aktif untuk mencegah dan menanggulangi bahaya kebakaran dan petir;
- Bangunan gedung harus memenuhi syarat fasilitas dan aksesibilitas yang mudah, aman, nyaman, untuk difabel (penyandang cacat);
- Bangunan gedung juga hendaknya dilengkapi dengan pengarah jalan (*guiding block*) untuk tunanetra;
- Persyaratan keamanan juga harus dipenuhi termasuk didalamnya adalah mampu meredam getaran dan kebisingan saat pelajaran, kontrol kondisi ruangan, dan lampu penerangan.
- Kualitas bangunan Gedung tahan gempa mengacu kepada Standar Nasional Indonesia SNI 1726:2019;
- 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;
- 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) 2 kloset jongkok untuk toilet pria dan 3 kloset jongkok untuk toilet wanita;
 - 5) 2 unit urinoir untuk toilet pria;
 - 6) 2 unit tempat cuci tangan dilengkapi cermin; dan
 - 7) Beberapa utilitas yang dapat digunakan bersama antara toilet pria dan wanita adalah sumber air bersih, menara air, dan *septic tank*.

6. TINJAUAN KESELAMATAN, KESEHATAN, DAN KENYAMANAN RUANG

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

- a. Buka pintu depan toilet ke arah luar (selasar), dimaksudkan untuk mempermudah proses evakuasi;
- b. Setiap bilik toilet dilengkapi pintu, yang dapat dikunci dari dalam dan membuka keluar;
- c. Tersedia sumber air bersih melalui PDAM maupun air tanah;
- d. Dilengkapi instalasi air bersih, instalasi air kotor/limbah dan kotoran, *septic tank*, dan sumur resapan.
- e. Buka cahaya minimal 10% dan bukaan ventilasi udara minimal 5% dari luas ruang jamban, untuk sehatnya kondisi ruang dengan penerangan alami, sirkulasi udara, dan kelembaban normal; dan
- f. Dilengkapi *floor drain*, sehingga tidak terjadi genangan air di lantai toilet.

7. PERSYARATAN KESEHATAN GEDUNG

- a. Persyaratan Sistem Penghawaan

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

kisi-kisi pada pintu dan jendela dan atau bukaan permanen yang dapat dibuka untuk kepentingan ventilasi alami.

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

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

b. Persyaratan Sistem Pencahayaan

- 1) Persyaratan sistem pencahayaan pada bangunan gedung meliputi:
 - a) Setiap bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan harus mempunyai pencahayaan alami dan atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat sesuai dengan fungsinya;
 - b) Bangunan gedung pendidikan, harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami;
 - c) Pencahayaan alami harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung;
 - d) Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai fungsi ruang-dalam bangunan gedung dengan mempertimbangkan efisiensi, penghematan energi yang digunakan, dan penempatannya tidak menimbulkan efek silau atau pantulan;
 - e) Pencahayaan buatan yang digunakan untuk pencahayaan darurat harus dipasang pada bangunan gedung dengan fungsi tertentu, serta dapat bekerja secara otomatis dan mempunyai tingkat pencahayaan yang cukup untuk evakuasi yang aman;
 - f) Semua sistem pencahayaan buatan, kecuali yang diperlukan untuk pencahayaan darurat, harus dilengkapi dengan pengendali manual, dan/ atau otomatis, serta ditempatkan pada tempat yang mudah dicapai/ dibaca oleh pengguna ruang;
 - g) Pencahayaan alami dan buatan diterapkan pada ruangan baik di dalam bangunan maupun di luar bangunan Gedung;

- 2) Persyaratan pencahayaan harus mengikuti:
 - a) SNI 03-6197-2000 tentang konservasi energi sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung, atau edisi terbaru;
 - b) SNI 03-2396-2001 tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan alami pada bangunan gedung, atau edisi terbaru;
 - c) SNI 03-6575-2001 tentang tata cara perancangan sistem pencahayaan buatan pada bangunan gedung, atau edisi terbaru. Dalam hal masih ada persyaratan lainnya yang belum tertampung, atau yang belum mempunyai SNI, digunakan standar baku dan/atau pedoman teknis.

8. **DISASTER RESILIENCE DESIGN**

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

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

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

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



Gambar 3. Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa

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



Gambar 4. Ilustrasi pengangkuran lemari

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



Gambar 5. Minimum jarak antar meja di ruang kelas

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



Gambar 6. Ilustrasi pengikatan pot bunga pada tiang

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



Gambar 7. Komponen non-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 kerentanan (*vulnerability*) terhadap bencana alam yang akan terjadi, karena bagaimanapun juga lebih awal lebih baik untuk dipersiapkan.



Gambar 8. Ilustrasi struktur yang diberikan *isolation bearing*

b. Mitigasi Non-Struktural

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

10. PENCEGAHAN BAHAYA KEBAKARAN

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

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

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

a. Sistem Proteksi Aktif

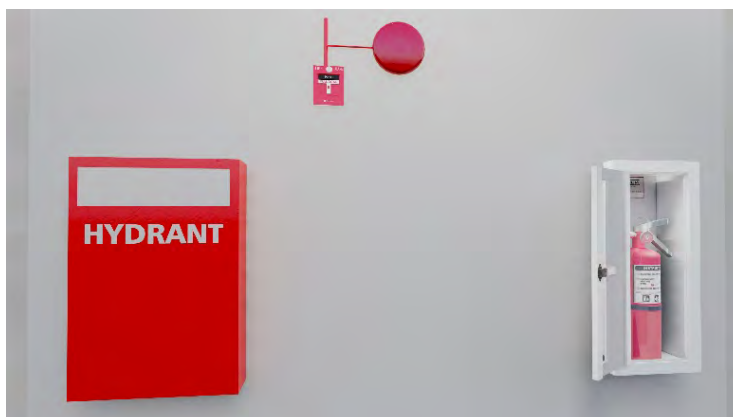
Sistem ini merupakan perlindungan terhadap kebakaran dengan menggunakan peralatan yang bekerja secara otomatis ataupun manual. Setiap bangunan gedung harus dilindungi dengan proteksi ini berdasarkan pada fungsi, klasifikasi, luas, ketinggian, volume bangunan dan atau jumlah dan kondisi penghuni di dalam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

Sistem proteksi aktif yang dimaksud diatas mengikuti peraturan sebagai berikut:

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



Gambar 9. Ilustrasi penempatan pipa *hydrant* di jalan



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



Gambar 11. Ilustrasi lemari penyimpanan APD

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



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

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



Gambar 13. Ilustrasi *sprinkler*

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



Gambar 14. Ilustrasi *smoke detector*

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

b. Sistem Proteksi Pasif

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

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

c. Persyaratan Aksesibilitas untuk Pemadam Kebakaran

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

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



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, SEITO, 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 C.A.N.T.I.K. atau T.A.M.P.A.N. 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).
- 2) Mewajibkan setiap orang yang akan masuk untuk mencuci tangan pakai sabun (CTPS) dengan air mengalir atau cairan pembersih tangan (*hand sanitizer*).
- 3) Memasuki ruangan dengan antri dan dibuat jarak antrian dengan standar kesehatan 1,5 meter antar peserta didik. dan tidak melakukan kontak fisik seperti bersalaman dan cium tangan
- 4) Meminimalisir kontak telapak tangan dengan gagang pintu ketika membuka/ menutup ruangan.
- 5) Menerapkan prosedur pemeriksaan suhu bagi guru/laboran/siswa sebelum pelaksanaan pembelajaran teori/praktik, untuk memastikan bahwa kondisi tubuh dalam keadaan sehat dengan suhu tubuh di bawah 37,3 derajat

PROTOKOL KESEHATAN DI LAB/BENGKEL



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



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



**Ganti Tisu Setelah
digunakan 4 Jam**

Suhu tubuh di bawah 37.3



**Segera periksa jika suhu
tubuh di atas 37.3**



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



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 desinfeksi 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 diakses 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 INSTRUMENTASI DAN OTOMATISASI PROSES

Berdasarkan analisis kebutuhan ruang praktik dalam SNP 2018, Kompetensi Keahlian Instrumentasi dan Otomatisasi Proses dilengkapi dengan:

1. Area kerja mekanik teknik elektro
2. Laboratorium dasar teknik elektronik
3. Ruang praktik instalasi
4. Laboratorium kontrol
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

Area Kerja /Laboratorium /Ruang	Rasio	Kapasitas	Luasan (m ²)	Total Luas (m ²)
Lab Dasar Teknik Elektronik dan Mekanik	4	18	72	270
Ruang Praktik Instalasi Listrik	4	12	48	
Lab Pengukuran Besaran Proses	4	12	48	
Lab Kontrol PLC & DCs	4	12	48	
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.

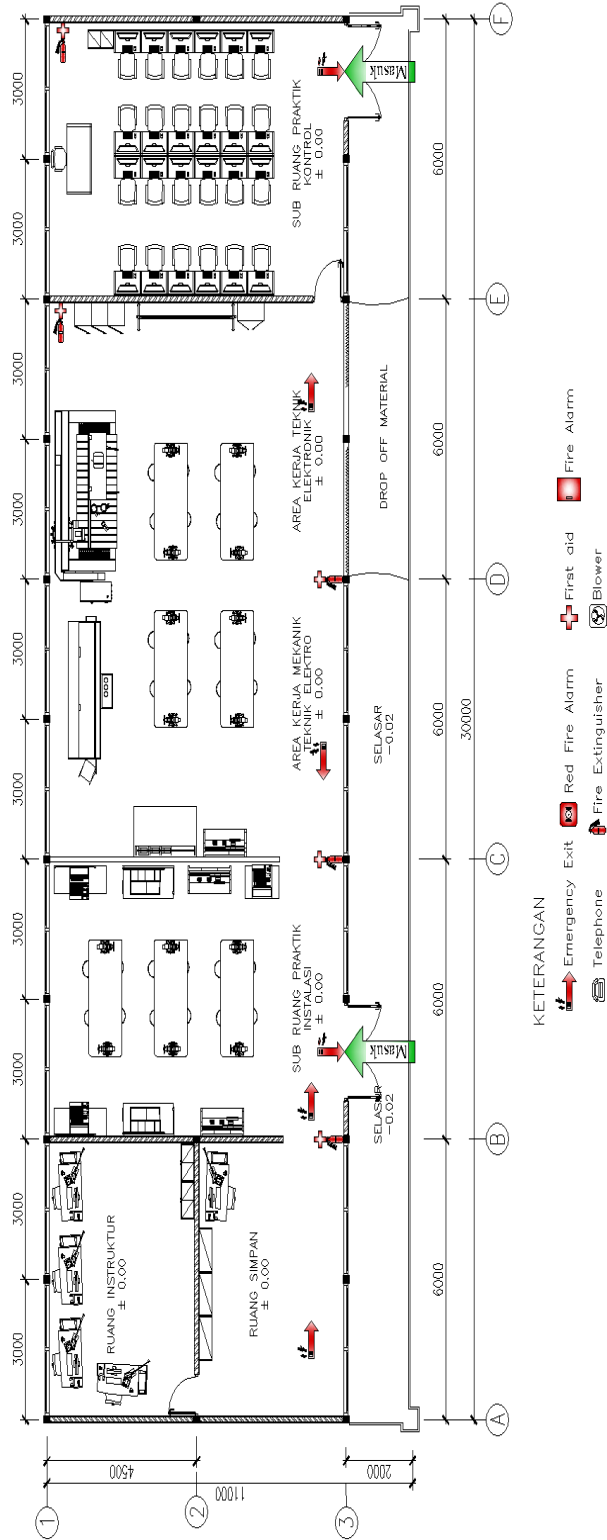
Tabel 7. Peralatan *smart classroom*

No.	Sarana	Gambar
1	Smart board Whiteboard interaktif	

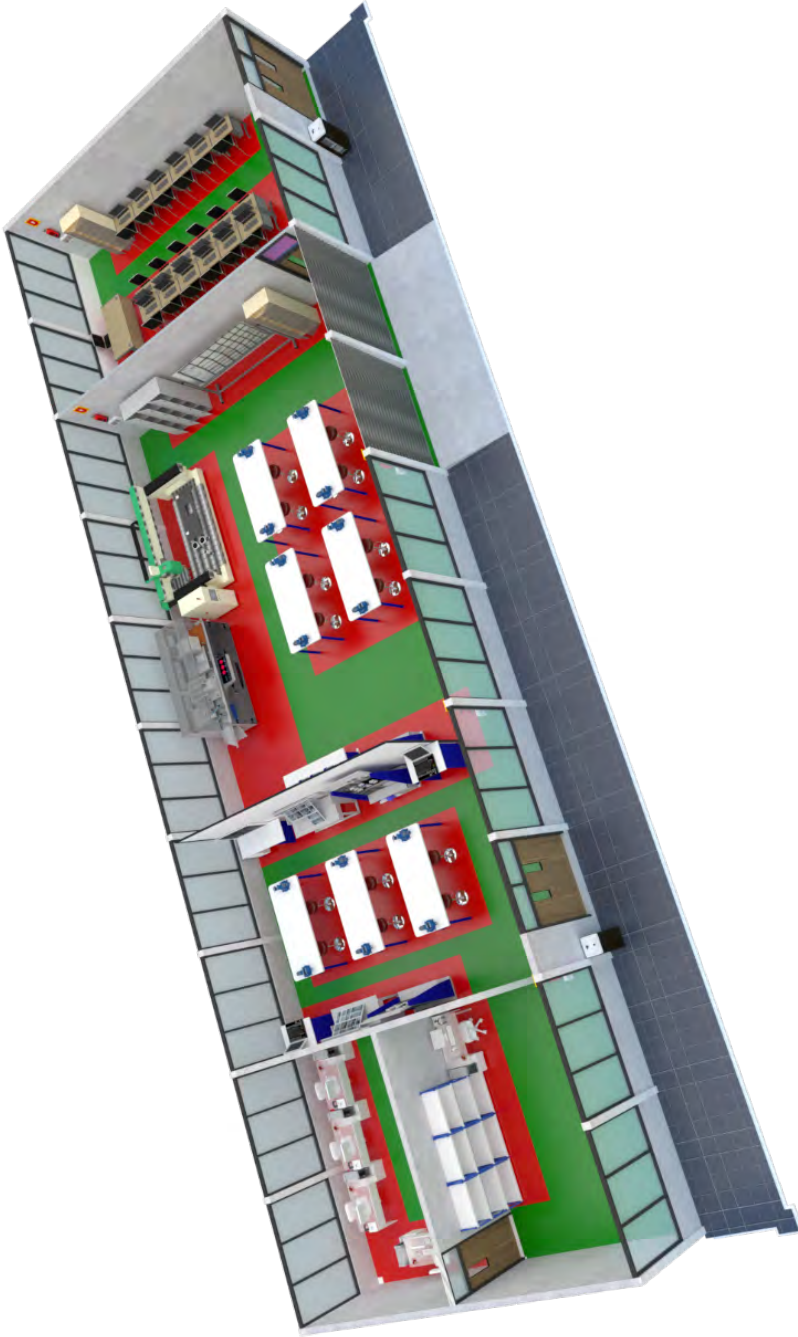
No.	Sarana	Gambar
2	<i>Smart TV videoconference</i>	
3	<i>HD Pro Cam Live Casting</i>	
4	<i>Smart Table Interaktif</i>	
5	<i>Smart Control room Console</i>	

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

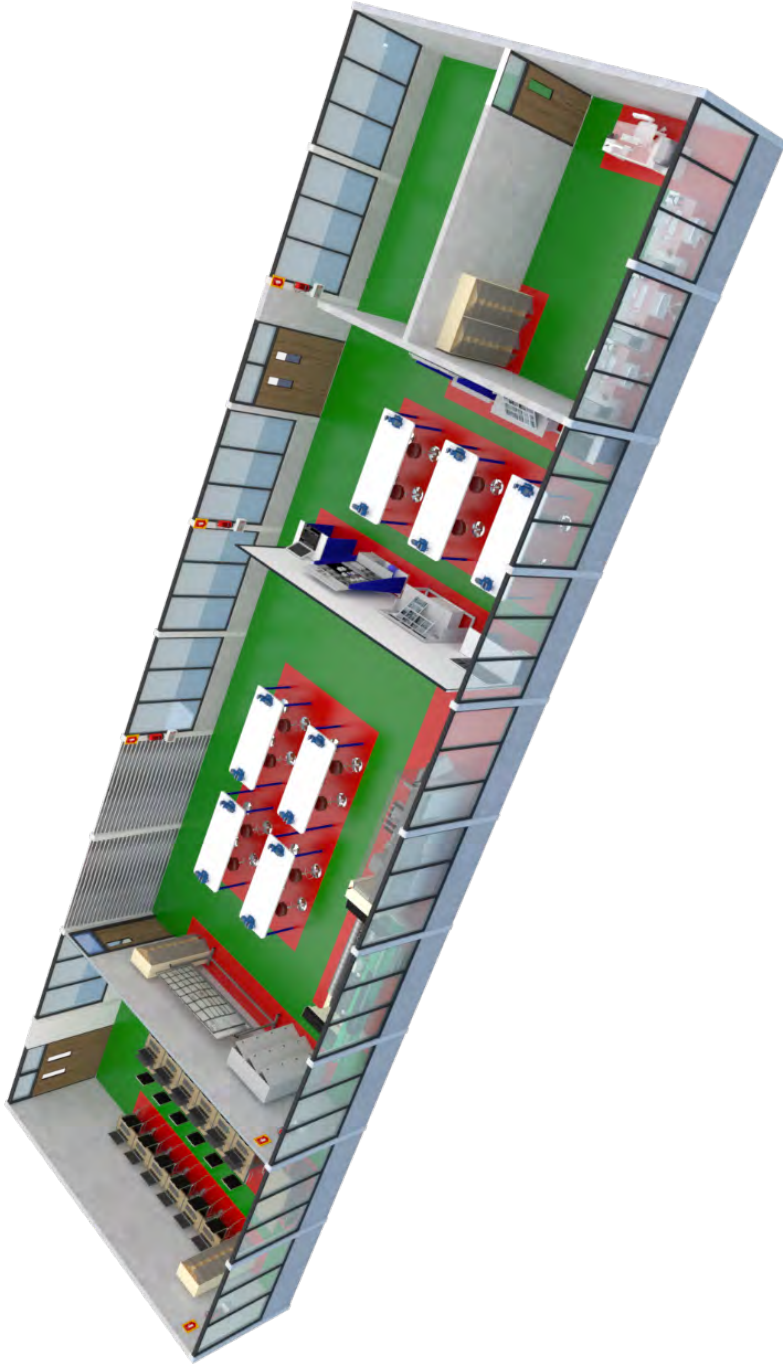
Berdasarkan analisis kebutuhan penyalarsan kurikulum dengan industri dan implementasi *teaching factory* maka dapat juga ditambahkan ruang *showroom/outlet* untuk keahlian Instrumentasi dan Otomatisasi Proses. Berikut ini denah tata letak ruang dan sub ruang untuk kompetensi keahlian Instrumentasi dan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



Gambar 21. Visualisasi 2D ruang praktik siswa kompetensi keahlian instrumentasi dan otomatisasi proses



Gambar 22. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian instrumentasi dan otomatisasi proses tampak 1



Gambar 23. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian instrumentasi dan otomatisasi proses tampak 2



Gambar 24. Showroom/outlet bidang keahlian teknologi rekayasa



Gambar 25. Smart classroom

D. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG AREA KERJA MEKANIK TEKNIK ELEKTRO

Tabel 8. Daftar perabot dan peralatan praktik pada area kerja mekanik teknik elektro

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	4 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	2 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
3	Bangku Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: - Dimensi 2000x840x750mm - Beban max 1000 kg. - Bahan Cold rolled steel/stainless steel/aluminium sheet/galvanis	9 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). Weight capacity: 330 lbs	5 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
5	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: Overall Size 1520mm(L) x 700mm (W) x 860mm (H)	6 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
6	Papan tulis dorong	Dapat dipindah-pindah, digunakan saat pemberian/ penjelasan tulis pada kegiatan praktik. Spesifikasi: ● Dimensi : 150 x 75 x 80 Cm ● Material Fitur dan Spesifikasi Meja : - Kapasitas : 2 Ton, HardPressed Fibreboard, PVC Rubber Strips, Chemical Resistance, Water resistant, Heavy loaded (2 ton) - Wear Resistant: Steel	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		● <i>Fitur dan Spesifikasi alas :</i> - <i>Material HardPressed Fibreboard</i> - <i>0.8 mm laminate top (wear Resistance)</i> - <i>50mm High density Fibreboard (HDF)</i> - <i>PBC Edge Strips</i>				
7	Lemari alat/ tools cabinet	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900x450x1800 mm	3 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

E. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM DASAR TEKNIK ELEKTRONIK

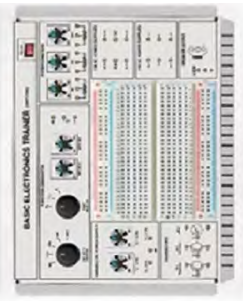
Tabel 9. Daftar perabot dan peralatan praktik pada laboratorium dasar teknik elektronik

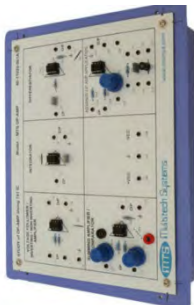
No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Stool/ Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi: - Rangka Utama: Pipa dia 3/4 inchi x 1,1 mm. - <i>Finishing Rangka: Powder coatings.</i> - Dudukan : Multipleks 15 mm. - <i>Finishing Dudukan : PVC Semi rigid</i> 0.18mm. - Tinggi Dudukan : 450 s/d 500 mm	18 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
2	Lemari alat/ tools cabinet	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900x450x1800 mm	3 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Digital Circuit Training Kit	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian digital. Spesifikasi: - Input power: single-phase, three wire AC 220V 10% , 50Hz/60Hz - Output power : DC +5V continuously adjustable, DC 12V, DC+5V+27V Continuous adjustable - DC power supply Capacity : < 200VA - One set adjustable signal source : 2—20KHZ, adjustable amplitude. Three kinds of signal output, the frequency coarse and fine tune - Part list: Digital experiment box, Power area, Logic pen, einmal pulse source, signal generator, frequency meter unit, Resistance part, capacitance part, audion part, Integrated circuit, Logic level show, logic level output unit, Bread board area unit, Date capture card, Power line, Testing line, Manual book	9 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Analog Circuit Training Kit	Perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian analog. Spesifikasi: <i>Comprehensive portable platform to perform over 15 experiments In-built power supply, Breadboard In-built function generator, Compact design Learning material CD.</i>	9 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir
5	Proximity Sensor Training	Perangkat untuk mengetahui karakteristik berbagai sensor berdasarkan jarak benda terhadap sensor. Spesifikasi: - <i>Input power : single-phase, three-wire 220V$\pm$10% 50Hz/60Hz</i> - <i>Output power : AC power supply 220V$\pm$10% 50Hz/60Hz</i> - <i>AC Power supply : 7.5V(1A) two sets, fixed DC power supply +5V (1A) ,+12V (1A) , +35V(1A),- 12V(1A) Adjustable</i> - <i>DC power supply : 0~30V (1A)</i> - <i>Capacity : < 1.5 KVA</i> - <i>Rated power : < 1KVA</i> - <i>Turn source : 0 - 200 r/min (adjustable)</i>	4 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Environment temperature : -10Â°C - 40Â°C - Relative humidity : ≤ 85 % Part List: Workbench, Testing object box (Photoelectric, magnetic, capacitance, inductance, ultrasonic, Hall, eddy current sensors detection medium, etc.), Position slide, Measuring scale, Optical fiber sensor(correlation), Optical fiber sensor(Diffuse Reflectance), Indicate and buzzing unit, Electromagnetic induction proximity sensor Small, long distance detection and amplifier built-in type photoelectric sensor (Launcher) Small, long distance detection and amplifier built-in type photoelectric sensor (Receiver), Optical fiber amplifier Mirror reflecting photoelectric sensor Mirror reflecting photoelectric sensor reflecting unit Small, long distance detection and amplifier built-in type photoelectric sensor (Diffuse type) Photoelectric sensor M18 Inductive proxi				

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	Basic Electronics Trainer	<i>imity sensor M12 Inductive proximity sensors M18 flush type, Inductive proximity sensors M18 exposed type Capacitive, Proximity Sensor M18 Power module 12-24VDC PC module PC software Digital multimeter Training manual Test cable K3 Manual book, Experiment modul</i> Perangkat untuk menjelaskan elektronik dasar. Spesifikasi: - Input power: Single phase three wire AC 220V$\pm$10% 50Hz; - Output parameters: 2 way DC +1.25V$\frac{1}{2}$ž+30V/0.8A; DC$\pm$5V/1A, DC$\pm$12V/1A; 2 way AC 7.5V, 2 way AC 15V; Compatible with independent winding and neutral axle output - Protection measures: AC 220V, safety socket & safety terminal output Capacity $\frac{1}{4}$ž<1KVA	9 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
7	OP-AMP Circuit Trainer	- Configuration list: Training platform AC 220V main control power box AC 220V power box Voltage stabilized power supply module I Adjustable DC voltage stabilized power supply module AC power supply Signal generator module Measuring instrument module Mask plate hanging line experiment module Analog circuit experiment box 14P Digital chip module 16P Digital chip module 18P Digital chip module 20P Digital chip module Comprehensive test box module Test line and power line Terminal test line (K2 and K3), Power line Manual book CD Electronic chip. Pelatihan mengenai operational amplifier (op-amp). Spesifikasi: - Socket Strip (630 holes) : 2pcs - Strip (100 holes) : 3pcs - DC Output : 5/6V, 9/12/15V (Dual Output) - Decade Capacitor : 0.001~0.1μF (2 digits)	9 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Prog. Resistor : $10k_{\Omega} \sim 1.5M_{\Omega}$ (2- BCD) - Variable Resistor : $1/100k_{\Omega}$ (2ea) - Current : $0 \sim 10mA/100mA$ (2 ranges) - Protection : DC overload alarm & indication - Speaker : approx. 8Ω, 1W - Input Voltage : AC 220V, 50/60Hz				
8	Oscilloscope	Ukur sinyal. Spesifikasi: - Bandwidth : 20MHz - Sample Rate : 100MS/s - Horizontal Scale (s/div) : 5ns/div - 100s/div, step by 1 - 2 - 5 - Rise Time (at input, typical) : $\leq 17.5ns$ - Channel : 2 - Display : 7" color LCD, 800 x 480 pixels - Input Impedance : $1M\Omega \pm 2\%$, in parallel with $20pF \pm 5pF$ - Channel Isolation : 50Hz: 100 : 1, 10MHz : 40 : 1 - Max Input Voltage : 400V (PK - PK) (DC	6 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		+ AC, PK - PK) - DC Gain Accuracy : $\pm 3\%$ - Record Length : 10K - DC Accuracy (Average) : Average $\geq 16 : \pm (3\% \text{ reading } + 0.05 \text{ div}) \text{ for } \Delta V$ - Probe Attenuation : 1X, 10X, 100X, 1000X - LF Respond (AC, -3dB) : 10Hz (at input, AC coupling, -3dB) - Sample Rate/Relay Time Accuracy : $\pm 100\text{ppm}$ - Interpolation : $\sin(x)/x$ - Input Coupling : DC, AC, and GND - Vertical Resolution (A/D) : 8bits (2 channels simultaneously) - Vertical Sensitivity : 5mV/div -5V/div (at input) - Trigger Type : Edge, Video - Trigger Mode : Auto, Normal and Single - Trigger Level : ± 5 divisions from screen center - Line/Field Frequency (video) : NTSC, PAL and SECAM standard - Cursor Measurement : ΔV, and ΔT between cursors				

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Waveform Math : +, -, x, ÷, invert, FFT - Waveform Storage : 16 waveforms - Lissajous Figure : * Bandwidth : Full bandwidth * Phase Difference : ± 3 degrees - Communication Interface : USB host, USB device - Frequency Counter : available - Power Supply : 100V-240VAC, 50/60Hz, CAT II - Power Consumption : $< 15W$ - Fuse : 2A,T class, 250V - Dimension (W x H x D) : 301 x 152 x 70 mm				
9	Hidrostatic Trainer	Trainer tekanan udara. Spesifikasi: Pump: power consumption: 250W; max. flow rate: 9m³/h; max. head: 7,6m Compressor: power: 65W; pressure at inlet: 240mbar; pressure at outlet: 2 bar 3 tanks: height: 500mm; Ø 100mm, Ø 133mm, Ø 200mm Supply tank for water: approx. 50L	4 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		2 areometers with different measuring ranges Measuring ranges: pressure: 2x -1...1,5bar; differential pressure: 0...500mmWC; differential pressure: 0...0,4bar; density: 1x 0,8...1g/cm3, 1x 1...1,2g/cm3 230V, 60Hz, 1 phase; 120V, 60Hz, 1 phase LxWxH: 1760 x 820 x 1940 mm				
10	Brain terminal	Kalibrasi controller dan transmitter. Spesifikasi: - Display: LCD dot matrix, 21 characters - Power Supply: Five AA 1.5 V dry alkali batteries (LR6/AM3 (N)); For Intrinsic safety type; Five; designated batteries - Dimensions: 228*110*51 mm - Approximate Weight: 510 g (1.12 lb)	9 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir
11	Hart Communicator	Mengidentifikasi instrumen Spesifikasi: - Full-color graphical user interface - Powerful field diagnostics - Bluetooth communication - Long-lasting Lithium-Ion power module - Universal support for HART and FOUNDATION fieldbus devices	9 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		-The 475 Fieldmunicator builds on the industry-leading technology of the 375 Field municator while adding innovative new capabilities including color display, uetoothmunication, and advanced field diagnostics -t you get is the most powerful handheld availae - universal, user upgradeae, -intrinsically safe, rugged and reliae -Runs on Windows CE, a robust, real-time operating system -Microprocessor - 80 MHz Hitachi SH3 -Memory Internal Flash - 32 MB -System Card - 1 GB secure dital card -RAM - 32 MB -Display - 1/4 VGA (240 by 320 pixels) color, 3.5 in. (8.9 cm) transfective display with touch screen, Anti-glare coated -Weht - Approximately 1.65 lb. (0.75kg) with battery				
12	Liquid Density Meter	Mengukur massa jenis zat cair dan zat padat. Spesifikasi: - Model: MH - 300A - Measurement range: 0.01g - 300g - Density precision: 0.001 g/cm³ - Density range: 0.001 - 99.999 g/cm³ , > 1, < 1 can be tested	4 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Test time: about 5s - Read directly: Apparent density and volume - Test category: Solid, floating body ect Application: Rubber, tire, macromolecule, composite materials, shoe materials, sealing, soft synthetic leather, convey Belt; plastic, plastic pellets, cable, packing materials, new materials researching laboratory., etc density of sample.				
13	Portable Multi Gas Analyzer	Mengukur dan mendeteksi gas-gas tertentu. Spesifikasi: - Material: ABS - Size: 120 *64.5 *37 mm - 4 in 1 gas analyzer: Oxygen (0-30% VOL) / Carbon Monoxide (0-999 PPM) / Hydrothion (0-500 PPM) / Combustible Gas (0-100% LEL) - Operating temperature: -10~40â„ƒ - Operating humidity: 0~95% RH - Alarm: Sound, Light Alarm. Adjustable	4 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Alarm values (Alarm sound up to 80 db) - Power by: 1*3.7V li-battery (Built-in) - - Package Included: 1 X AS8900 4 in 1 multigases monitor 1 X 3.7V rechargeable lithium battery 1 X Charging adaptor (220v, US Plug) 1 X User				
14	Portable pH	Mengukur derajat keasaman (pH) larutan. Spesifikasi: - PH range/resolution: 2.00-12.00/ resolution:0.01 - PH accuracy: +/-0.1 - Cond range:0-199.9,0-1999us/cm,0-19.99,0-150.0mS/cm - Cond. accuracy: +/-1%F_s+/-1digit - Cond resolution: 0.1uS/cm, 1uS/cm. 0.01mS/cm. 0.1mS/cm - TDS. Range ns: 0-1999*1,0-1999-1ppm.0-19.99*0-150.0ppt - TDS. Accuracy/res: +/-1%FS+/-1 digit; res: 0.1, 1ppm: 0.01, 0.1ppt - TDS Factor: 0.30-1.00	4 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Salinity range: 0-10.00ppt: 0-42,ppt (SEA WATER) - Salinity accuracy/res: +/-1% F S +/-1 digit: res: 0.01 ppt. 0. 1ppt - D.O. range: 0.0-199.9%(0.0-30.0mg/L) - D O. Accuracy/res: +/- 3% of F.S. +1 digit res: 0.1 - Temp.range: -5~60,0°C - Temp. Accuracy/res: +/-0.5c:0.1 - Compatible probe: PH probe, EC probe and D.O probe Could be all used on one meter at the same time - LCD size (mm): 32.5(H)X54(W) - Operating temp. &RH%: 0-50°C Humidity				
15	Digital Circuit Training Kit	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian digital. Spesifikasi: Input power: single-phase, AC 220V±10% , 50Hz/60Hz Output power : DC+5V continuously adjustable, DC±12V One set adjustable signal source, one set of fixed pulse.	4 set/ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Part list:</i> <i>Digital experiment box, Power area, manual pulse source, signal generator, frequency meter unit, Resistance part, capacitance part, Integrated circuit, Logic level show, logic level output unit, Bread board area unit, Power line, Testing line. Manual book, Experiment module.</i>				
16	Oscilloscope	Alat ukur sinyal. Spesifikasi: • Bandwidth: 100MHz • Sample rate (Real time): 2GSa/s • Horizontal Scale (S/div): 2ns/div ~ 100s/div step by 1~2~5 • Rise time (at input, typical): $\leq 3.5\text{ns}$ • Channels: Dual • Display: 8 inch color LCD, TFT screen, 800x600 pixels	6 set/ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
17	<i>Hydrostatic Trainer</i>	Trainer tekanan udara. Spesifikasi: Input: 0-250 inch Output: 4-20 mA Supply: 220 VAC Operating pressure: 6Mpa Max. permissible pressure: 12 Mpa(120 bar) Mounting system: quick -fix Fluida controlling unit(orbital steering unit) Using aluminum profile plate for training board	2 Set / Ruang Praktik		03	Ketrampilan mahir
18	<i>Analog Circuit Training Kit</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang rangkaian analog. Spesifikasi: Input power : single-phase, AC220V±10% 50Hz/60Hz Output power : DC±5V continuously adjustable, DC±12V , DC+5V -+27V Continuous adjustable DC power supply Capacity : < 200VA Adjustable signal source : 2—20KHZ , adjustable amplitude , three kinds of signal output , frequency coarse and fine tune	4 set/ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
19	Basic Electronics Trainer	<i>Part list:</i> Analog circuit experiment box, Manostat unit, Transistor amplifier circuit, MOS tube amplifier circuit, Differential amplification circuit, Integrated operational amplifier circuit units, Division power amplifier, integrated power amplifiers, Function Generator, DC voltage sources, Power wire, Test wire. Manual book, Experiment module. Digunakan sebagai perangkat untuk menjelaskan elektronik dasar. Spesifikasi: Input voltage: Single phase AC220V, 50/60Hz. Configuration list: Training platform, AC220V main control power box, AC220V power box, Voltage stabilized power supply module, Adjustable DC voltage stabilized power supply module, AC power supply, Signal generator module, Measuring instrument module, Mask plate hanging line experiment module, Analog circuit experiment box, 14P Digital chip module, 16P Digital chip module,	2 set/ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
20	OP-AMP Circuit Trainer	18P Digital chip module, 20P Digital chip module, Comprehensive test box module, Test line and power line, Terminal test line, Electronic chip, Electronic components. Manual book, Experiment module Digunakan untuk pelatihan mengenai operational amplifier(op-amp). Spesifikasi: Experimental Modules: OP-AMP Characteristics Basic Linear Amp Differentiator and Integrator Voltage and Current Circuit Non-Linear Signal Processing Generator Active Filter Bread Board: Socket Strip (630 holes) : 2pcs Bus Strip (100 holes) : 3pcs Technical parameters: DC Output : 5/6V, 9/12/15V(Dual Output) Decade Capacitor : 0.001~0.1μF (2 digits) Prog. Resistor : 10kΩ~1.5MΩ (2-BCD)	4 set/ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Variable Resistor : approx. 8Ω, 1W 1/100kΩ (2ea) Current : approx. 8Ω, 1W 0~10mA/100mA (2 ranges) Protection : DC overload alarm & indication Speaker : approx. 8Ω, 1W Input Voltage : AC 220V, 50/60Hz				
21	Brain terminal	Kalibrasi controller dan transmitter. Spesifikasi: Connection: Dedicated cable, 1.1 m long (3.6 ft) communication line: Line length: up to 2 km (1.24 mile) (0.75 to 1.25 mm²) Load resistance: 250 to 600 V (including cable resistance) Load capacitance: 0.22 mF or less Load inductance: 3.3 mH or less Display: lcd dot matrix, 21 characters 38 lines Power supply: five aa 1.5 V dry alkali batteries	9 set/ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
22	Hart Communicator	Kalibrasi controller dan transmitter Spesifikasi: Program memory (and device description): 12 mb, +4 mb optional Transmitter data memory: 2 kb, 32 kb optional Lead connections: two 4 mm banana plugs Display: 8-line by 21-character (128 by 64 pixels) LCD	9 Set / Ruang Praktik		03	Ketrampilan mahir
23	Liquid Density Meter	Untuk mengukur massa jenis zat cair dan zat padat Spesifikasi: Density accuracy: 0.001g/cm ³ Maximum weighing: 300g Minimum weighing: 0.01g	4 Set / Ruang Praktik		03	Ketrampilan mahir
24	Portable Multi Gas Analyzer	Untuk mengukur dan mendeteksi gas tertentu. Spesifikasi: 1) Detection of 4 gases at most at the same time such as flammable gas, oxygen, and toxic gases etc.	4 Set / Ruang Praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		2) Skid-resistant, IP66 protection level, dust & water proof, suitable for severe scenarios of all sorts 3) Alarming history supports review and USB upload 4) LCD display with gravity sensor which provide a view from upside-down angle				
25	Portable pH	Untuk mengukur derajat keasaman (pH) larutan. Spesifikasi: pH Range 0.00~14.00pH. pH Accuracy $\pm 0.05\text{pH}$. Resolution 0.01pH. Temperature Range 0~60°C. Temperature Accuracy $\pm 1^\circ\text{C}$. Resolution 1°C.	4 Set / Ruang Praktik		03	Ketrampilan mahir

F. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG PRAKTIK INSTALASI

Tabel 10. Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang praktik instalasi

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
3	Kursi kerja	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi: - Rangka Utama: Pipa dia 3/4 inchi x 1,1 mm. - <i>Finishing Rangka: Powder coatings.</i> - Dudukan : Multipleks 15 mm.	12 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Papan tulis dorong	- <i>Finishing</i> Dudukan : <i>PVC Semi rigid</i> 0.18mm. - Tinggi Dudukan : 450 s/d 500 mm Dapat dipindah-pindah, digunakan saat pemberian/ penjelasan tulis pada kegiatan praktik. Spesifikasi: • Dimensi : 150 x 75 x 80 Cm • Material Fitur dan Spesifikasi Meja : - Kapasitas : 2 Ton, <i>HardPressed Fibreboard</i>, <i>PVC Rubber Strips</i>, <i>Chemical Resistance</i>, <i>Water resistant</i>, <i>Heavy loaded</i> (2 ton) - <i>Wear Resistant: Steel</i> • <i>Fitur dan Spesifikasi alas</i> : - <i>Material HardPressed Fibreboard</i> - 0.8 mm <i>laminat top (wear Resistance)</i> - 50mm <i>High density Fibreboard (HDF)</i> - <i>PBC Edge Strips</i>	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	Lemari alat/ tools cabinet	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900x450x1800 mm	3 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
6	MCU Training Set	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan/percobaan tentang micro computer dasar. Spesifikasi: - Power output: $\hat{A} \pm 5\text{ V} / 1\text{ A}$ dc voltage source - $\hat{A} \pm 12\text{ V} / 1\text{ A}$ dc voltage source - $5\text{ V} / 3\text{ A}$ dc voltage source - Part list: Workbench, Power Supply, Signal generator, Digital Circuit common experiment box, Gate circuit experiment box, Trigger circuit experiment box, Digital logic circuit experiment box, Pulse circuit experiment box, Components box, Analog circuit experiment box, MCU module, Convert and extend module, Sensor adaptor module, Relay Module,	4 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
7	Programmable Logic Controller Training Set	Command module, Indicator module 1, Indicator module 2, Motor module, Motor experiments, Tower light, Traffic light Simulator, User manual, Cable set, Programming software, ISP download software, Drawing Software, Simulate software, CD, manual book, Experiment module Perangkat untuk pelatihan penggunaan Programmable Logic Control (PLC). Spesifikasi: - Input power: 1 Phase AC 220V$\pm$10% or 3 Phase five-wire AC 380V$\pm$10% 50Hz/60Hz - Output power: AC 380V safety terminal/output AC 220V safety terminal/socket output DC 0-10V safety terminal output DC 0-20mA safety terminal output - Capacity: < 1 kVA - Part list: Workbench, Power box, PLC module, Motor control module, Mail sorting module, Traffic lights module, Robot control module,	6 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Automatic feed loading module, Processing center module, Sky tower light module, Rolling machine module, Intermediate relay module, Self-lock button module, Self-recovery button module, Instruction module, Power adapter module, Test line, CD, Download line, Manual book, experiment module.				

G. DAFTAR PERABOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM KONTROL

Tabel 11. Daftar perabot dan peralatan praktik pada ruang laboratorium kontrol

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk bekerja di meja dengan nyaman Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
3	Stool/ Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi: - Rangka Utama: Pipa dia 3/4 inchi x 1,1 mm. - <i>Finishing Rangka: Powder coatings.</i> - Dudukan : Multipleks 15 mm.	12 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Papan tulis dorong	- <i>Finishing</i> Dudukan : <i>PVC Semi rigid</i> 0.18mm. - Tinggi Dudukan : 450 s/d 500 mm Dapat dipindah-pindah, digunakan saat pemberian/ penjelasan tulis pada kegiatan praktik. Spesifikasi: Dimensi : 150 x 75 x 80 Cm Material Fitur dan Spesifikasi Meja : Kapasitas : 2 Ton, <i>HardPressed Fibreboard, PVC Rubber Strips, Chemical Resistance, Water resistant, Heavy loaded (2 ton)</i> <i>Wear Resistant: Steel</i> <i>Fitur dan Spesifikasi alas:</i> <i>Material HardPressed Fibreboard</i> <i>0.8 mm laminate top wear Resistance)</i> <i>50mm High density Fibreboard (HDF)</i> <i>PBC Edge Strips</i>	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
5	Lemari alat/ tools cabinet	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900x450x1800 mm	3 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
6	Komputer	Melakukan pembuatan gambar 2D dan 3D menggunakan software CAD. Spesifikasi: CPU multi-core minimal 4 core/threads, sistem operasi minimal 64 bit, RAM minimal DDR 5 32 GB, HDD SSD / SSHD minimal 2 TB, VGA Card Min. 4 GB, Monitor minimal resolusi Full HD 1920 x 1080 atau ukuran layar minimal 20". Dilengkapi optical USB mouse, USB keyboard dan software modern untuk pekerjaan desain CAD.	12 set/ ruang praktik		04	Ketrampilan mahir
7	Flexible Manufacturing System	Pembelajaran mengenai rangkaian sistem pengaturan dan komunikasi PLC peralatan otomasi industri.	2 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Spesifikasi: - <i>Basic knowledge of control technology and relevant terms: control circuit, signal flow and the constitution and drawing of circuit.</i> - <i>Pneumatic linear work element</i> - <i>Pneumatic shuttle valve</i> - <i>The working principle of pressure valve, throttle valve and switch valve and so forth.</i> - <i>Working principle of the pneumatic work element with logical function and logical control circuit</i> - <i>Basic control circuit</i> - <i>Safety prote</i>				
8	<i>Optical Electro-mechanical Integration Training Equipment</i>	Pembelajaran mengenai sistem otomasi lengkap dengan berbagai macam aktuator dan sensor untuk pendeteksian berbagai macam bahan material produksi. Spesifikasi: - <i>Total dimension: 1500×750 × 1750mm</i> - <i>Input power: single-phase, three-wire AC 220V±10% 50Hz/60Hz</i>	2 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Output power: AC 220V safety socket output, DC 24V safety terminal output - Capacity: < 500VA - Computer, computer table, PLC module, Air compressor				
9	Basic Electro Pneumatic Training System	Perangkat untuk pelatihan elektro pneumatik dasar. Spesifikasi: • DC power: - Input, AC 220V, 50Hz/60 Hz - Output: DC 24V/3A • Air compressor: - Power: AC 220V$\hat{A}$$\pm$10% 50Hz/60Hz • Motor power: approx. 480W Nominal volume: approx. 6L normal Output approx. 0.6 Mpa - 0.85 Mpa Noise degree: approx. 66 dB Part list: Workbench, Silent Air compressor, Manifold block (air terminal), Double-acting cylinder, Single-acting cylinder, 5/3 solenoid directional valve central vented,	2 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		5/3 solenoid directional valve central exhaust, 5/3 solenoid directional valve central pressure, 5/2 single solenoid shuttle valve, 5/2 double solenoid shuttle valve, 3/2 single solenoid shuttle valve NC, 3/2 single solenoid shuttle valve NO, 5/2 handle shuttle valve Mushroom button valves, 5/2 handle shuttle valve, 5/3 handle shuttle valve, Single pneumatic control 3/2, Double pneumatic control 3/2, Single pneumatic control 5/2, Double pneumatic control 5/2, Dyad (pressure regulator & air filter), Reducing valve, One-way valve, Pressure gauge, One-way throttle valve, 3/2 knob valve, 3/2 Stroke valve, 3/2 Stroke valve, 3/2 knob valve (3/2 push button valve), Time delay valve, Sequence valve, "And" gate-type dual pressure Valve, "Or" gate type shuttle valve, Quick escape valve, Micro switch valve (left trigger), Micro switch valve (Right trigger), Photoelectric Sensor, capacitive sensor, Conductive sensor, Test wire, DC power supply unit, Relay, Button switch unit, Hose Ø4, Hose Ø6,				

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
10	Printer	4 T Valve, T connection, APG reducing straight coupling, Tool kits, Pneumatic Simulation software, Experiment modul. Mencetak, mengkopi, memindai dokumen. Spesifikasi: - Functions: Print, copy, scan, fax, ADF, wireless - Print Speed Black: Up to 11 ppm - Print Speed Color: Up to 5 ppm - Duty Cycle: Up to 1000 pages - Print Quality: - Black: Up to 1200 x 1200 rendered dpi - Color: Up to 4800 x 1200 optimized dpi color (when printing from a computer and 1200 input dpi) - Display: 2.2-inch Touchscreen MGD (Mono graphics) - Processor: 1.2 GHz - Print Cartridge: 4 (1 each black bottle, set of 3 color bottles)	1 unit/ ruang praktik		04	Ketrampilan basic

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- <i>Wireless Capability: Yes, built-in dual band Wi-Fi 802.11b/g/n, Wireless direct, BLE</i> - <i>Connectivity: Hi-Speed USB 2.0, WiFi, Bluetooth LE</i> - <i>Mobile Printing Memory: 256 MB</i> - <i>Paper Handling Input: 100-sheet input tray</i> - <i>Paper Handling Input: 30-sheet output tray</i> - <i>Media Size Supported: A4; B5; A6; DL envelope, legal</i> - <i>Scanner: Flatbed, ADF (optional); JPEG, TIFF, PDF, BMP, PNG</i> - <i>Scan Resolution: Up to 1200 dpi</i> - <i>Scan Size Max: 216 x 297 mm</i> - <i>Power Input: 100 to 240 VAC (+/- 10%), 50/60 Hz (+/- 3 Hz)</i> - <i>Power Consumption: 0.11 W</i> - <i>Dimensions Maximum: 449 x 605.65 x 258.7 mm</i>				

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
11	<i>Optical Electro-mechanical Integration Training Equipment</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai sistem otomasi lengkap dengan berbagai macam aktuator dan sensor untuk pendeteksian berbagai macam bahan material produksi. Spesifikasi: <i>Input voltage : Single-phase AC220V, 50Hz/60Hz</i> <i>Air compressor : Single-phase AC 220V</i> <i>Air flow : approx. 10L</i> <i>Discharge pressure : 0.6~0.8MPa</i> <i>Work pressure : approx. 0.6MPa</i> <i>Part list :</i> <i>Training platform, Material conveyor components, Belt conveyer components, Detection unit, Terminal block, Warning Lights, Sampling and testing materials, Safety Plug, Air tube. Manual book, Experiment module</i>	2 set/ ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
12	Komputer	Digunakan untuk melakukan pembuatan gambar 2D dan 3D menggunakan software CAD. Spesifikasi: Processor up to 4.8 GHz, RAM min. 16 GB upgradable to 64GB, Hard disk min. 1 TB, VGA Card min. 4 GB, Min. PSU 500W, Parallel port, serial port, Monitor min resolusi 1920 x 1080 atau ukuran layar min. 20", Optical USB Mouse, USB Keyboard, Operating System.	18 set/ruang praktik		04	Ketrampilan mahir
13	Flexible Manufacturing System	Digunakan untuk pembelajaran mengenai rangkaian sistem pengaturan dan komunikasi PLC peralatan otomatisasi industri. Spesifikasi: 1) Input power supply: single-phase ~ 220V $\pm$ 10% 50Hz/60Hz 2) Leakage protection: $I \Delta n \leq 30mA$, $t \leq 0.1S$ 3) AC 220V power supply 4) 24 V DC power output 5) Emergency stop button, power indicator	2 set/ruang praktik		03	Ketrampilan mahir

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		6) Power and inadvertent energization protection 7) Working environment: Temperature -10 °C ~ +40 °C Relative humidity 35% to 65% (25 °C) Altitude <4000M 8) Installed capacity: ≤ 5kVA 9) Operation of compressed air: 5 to 6bar Part list : 1. Control platform : Workbench, Flange face wheels, PLC 2. ASRS station : Stainless cylinder, Rodless cylinder, Dual-axes cylinder, Solenoid valve, Dyad, Vacuum generator, Standard sunction cups, 24V DC gear motor, Linear guide rail ,Timing belt Workbench, PLC, EM1223, Touch screen, Start button with lamp SB0/HL0, Stop button with lamp SB1/HL1, Reset button with lamp SB2, Emergency off button with lamp SB3, Button mark, Breaker, Switch power, 3 holes socket, Conductive sensor, Intermediate relay (adjustable manual), Micro-switch 3 holes socket, Stepper motor drive, Stepper motor 3. Manipulator station :				

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Solenoid valve, Dyad, Fingle cylinder, DC motor, Timing belt, Workbench, PLC, EM1223, Start button with lamp SB0/HL0, Stop button with lamp SB1/HL1, Reset button with lamp SB2, Emergency off button with lamp SB3, Encoder, Stepper motor drive, Stepper motor, Button mark, Mark, Breaker, Switch power, 3 holes socket, Conductive sensor, Micro-switch ,Intermediate relay (adjustable manually) 4. Milling machine processing station Three-phase asynchronous motor, Timing belt, Cylinder, Solenoid valve,Dyad, Workbench, PLC, EM1223,Start button with lamp SB0/HL0, Stop button with lamp SB1/HL1, Reset button with lamp SB2, Emergency off button with lamp SB3, Button mark, Breaker, Switch power, 3 holes socket, Fiber optic sensor amplifier, Cable, Intermediate relay (adjustable manually), Micro switch, Converter G110, Converter panle, Stepper motor drive, Stepper motor,Servo motor drive 5. Visual inspection station Workbench, PLC, Start button with lamp SB0/HL0, Stop button with lamp SB1/HL1, Reset button with lamp SB2, Emergency off button with lamp SB3,				

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
		BUTTON MARK, BREAKER, SWITCH POWER, 3 HOLES SOCKET, CAPACITIVE SENSOR, 6. HEAT-TREATMENT STATION DC GEAR MOTOR, DC WORM GEAR MOTOR, TIMING BELT, DUAL AXES CYLINDER, GAS FINGER, DIAPHRAGM STRAIGHT JOINT, SOLENOID VALVE, DYAD, WORKBENCH, PLC, EM1223 START BUTTON WITH LAMP SB0/HLO, STOP BUTTON WITH LAMP SB1/HL1, RESET BUTTON WITH LAMP SB2, EMERGENCY OFF BUTTON WITH LAMP SB3, BUTTON MARK, BREAKER, SWITCH POWER, 3 HOLES SOCKET, CAPACITIVE SENSOR, INTERMEDIATE RELAY (ADJUSTABLE MANUALLY), TEMPERATURE TRANSMITTER, COMMON PT100, LAMP, AC CONTACTOR, 7. AUTO SORTING STATION DC GEAR MOTOR, DUAL-AXES CYLINDER, GAS FINGER, SOLENOID VALVE, DYAD, CHAIN, WORKBENCH, PLC, START BUTTON WITH LAMP SB0/HLO, STOP BUTTON WITH LAMP SB1/HL1, RESET BUTTON WITH LAMP SB2, EMERGENCY OFF BUTTON WITH LAMP SB3, BUTTON MARK, BREAKER, SWITCH POWER, INTERMEDIATE RELAY (ADJUSTABLE MANUALLY), 3 HOLES SOCKET, GRAY SLOT, MAGNET SWITCH, ALUMINIUM GUIDE RAIL				

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Printer	8. Auto transfer station DC worm gear motor, Three-phase asynchronous motor, Conveyor belt, Peb cylinder, Solenoid valve, Dyad, PLC, EM1223, Start button with lamp SB0/HL0, Stop button with lamp SB1/HL1, Reset button with lamp SB2, Emergency off button with lamp SB3, Button mark, Breaker, Switch power, 3 holes socket, Capacitive sensor, Conductive sensor, Intermediate relay (adjustable manually), Converter G110, Converter panel Digunakan untuk mencetak, mengkopi, memindai dokumen. Spesifikasi: Printer type: Print, Scan, Copy; Print method: Inkjet; Resolution: up to 5700x1400 dpi; Print Speed Black: up to 30 ppm; Print Speed Color: up to 15 ppm; Copy Quality: Colour / Black-and-White; Draft / Standard with resolution 300 x 300 dpi; Scanner Type: Flatbed colour image scanner with resolution 600 x 1200 dpi; Input capacity: up to 100 sheets-A4.	1 unit/ ruang praktik		04	Ketrampilan basic

H. DAFTAR PERBOT DAN PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN (RIS)

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

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	9 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	9 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
3	Lemari alat/ tools cabinet	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900x450x1800 mm	3 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
4	Lemari simpan	Untuk menyimpan perlengkapan organisasi	2 buah/ ruang instruktur		01	ketrampilan dasar
5	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). <i>Weight capacity: 330 lbs</i>	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

BAB III

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Untuk meningkatkan relevansi peralatan praktik di SMK Kompetensi Instrumentasi dan Otomatisasi Proses terhadap kebutuhan IDUKA maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penyediaan perabot dan peralatan yang lebih modern yang mendukung untuk meningkatkan kualitas dan produktivitas kerja SDM di Instrumentasi dan Otomatisasi Proses sebagai salah satu industri prioritas mendukung industri teknologi rekayasa serta *Making Indonesia 4.0*.
2. Penyediaan perabot dan peralatan yang mendukung pembelajaran yang fleksibel di rumah, sekolah dan industri baik secara sinkron maupun asinkron dengan mengoptimalkan teknologi.
3. Optimalisasi pemanfaatan peralatan untuk pembelajaran berbasis *project/teaching factory* dan kewirausahaan 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 : perabot dan peralatan harus memiliki relevansi dengan teknologi dan kinerja peralatan yang ada di industri dengan kapasitas produksi dan daya disesuaikan dengan kemampuan operasional di SMK.
2. Aspek Pedagogi : penyediaan perabot dan peralatan harus mempertimbangkan implementasi strategi dan model pembelajaran *teaching factory*/industri, pembelajaran berbasis proyek dan fasilitasi kegiatan kewirausahaan di SMK.
3. Perabot dan peralatan harus dilengkapi alat pelindung diri dan peralatan K3 yang sesuai dengan jenis pekerjaan dalam penggunaan perabot dan peralatan.
4. Aspek *space* (ruang) : kapasitas ruang praktik dan alat letak peralatan dan penambahan luasan untuk mendukung strategi pembelajaran abad 21.
5. Aspek pembiayaan : Pengembangan sarana dan prasarana perlu mempertimbangkan efisiensi dan efektivitas pembiayaan untuk pencapaian kinerja dan kompetensi lulusan.

DAFTAR PUSTAKA

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

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

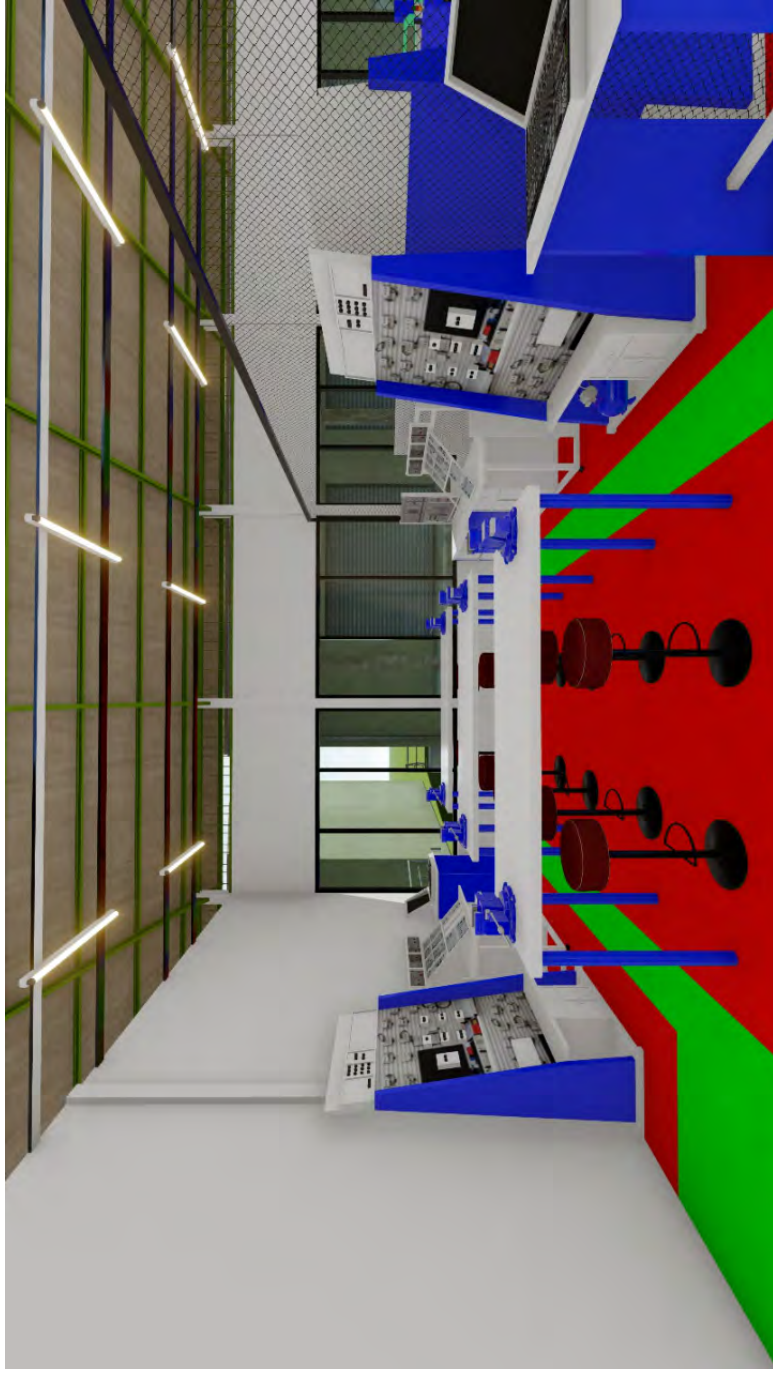
Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat No. 22/PRT/M/2018 tentang Pedoman Pembangunan Bangunan Gedung Negara.

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

Meier, Alexandra von (2006). Sistem Tenaga Listrik: Pengantar Konseptual. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons. ISBN 978-0-471-17859-0

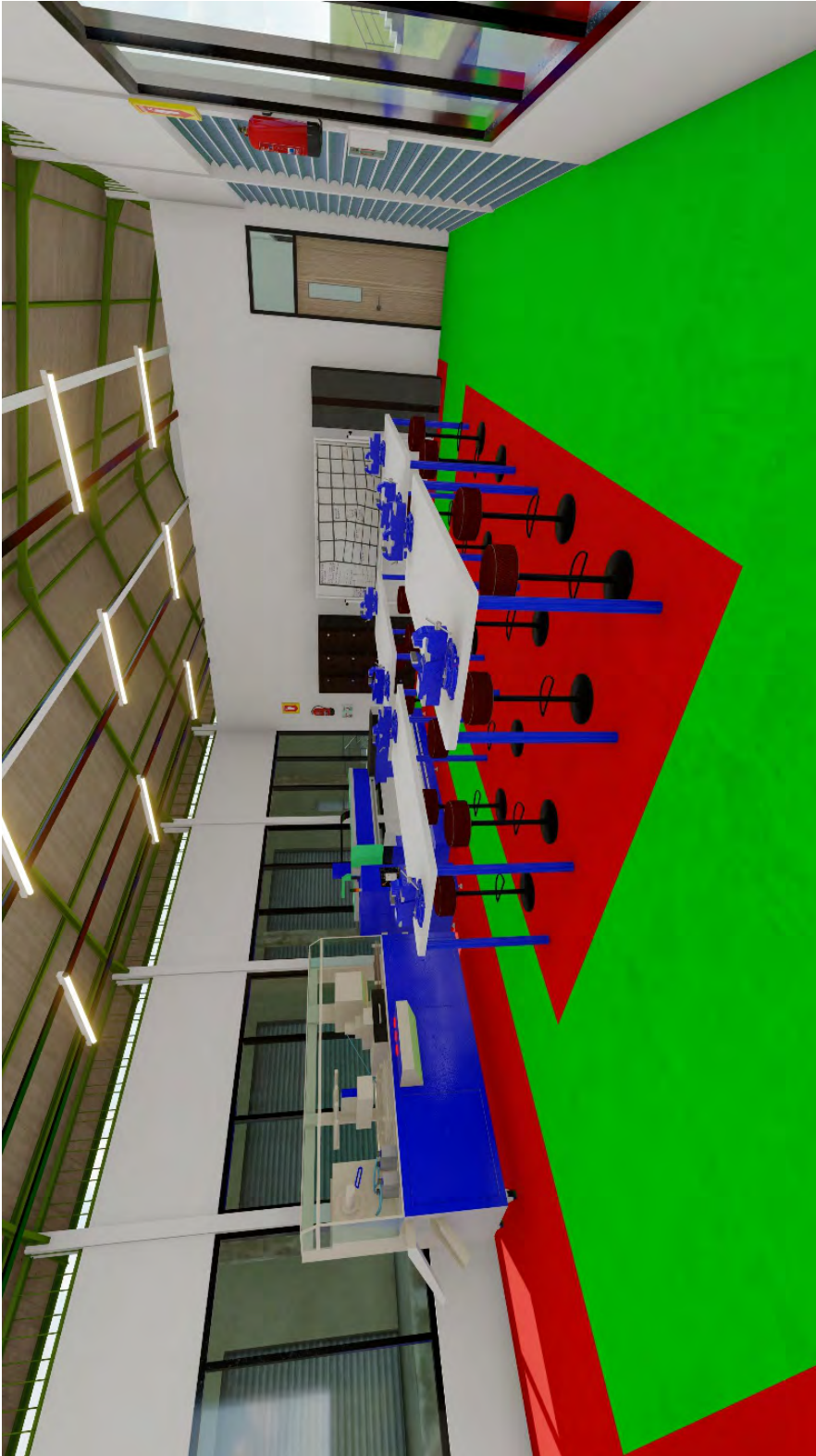
Rahman, Taufiq (2018). Lokasi Tidak Ditemukan: Mencari Rock and Roll Sampai 15.000 Kilometer – (Elevation books)

VISUALISASI AREA KERJA RUANG PRAKTIK SISWA¹

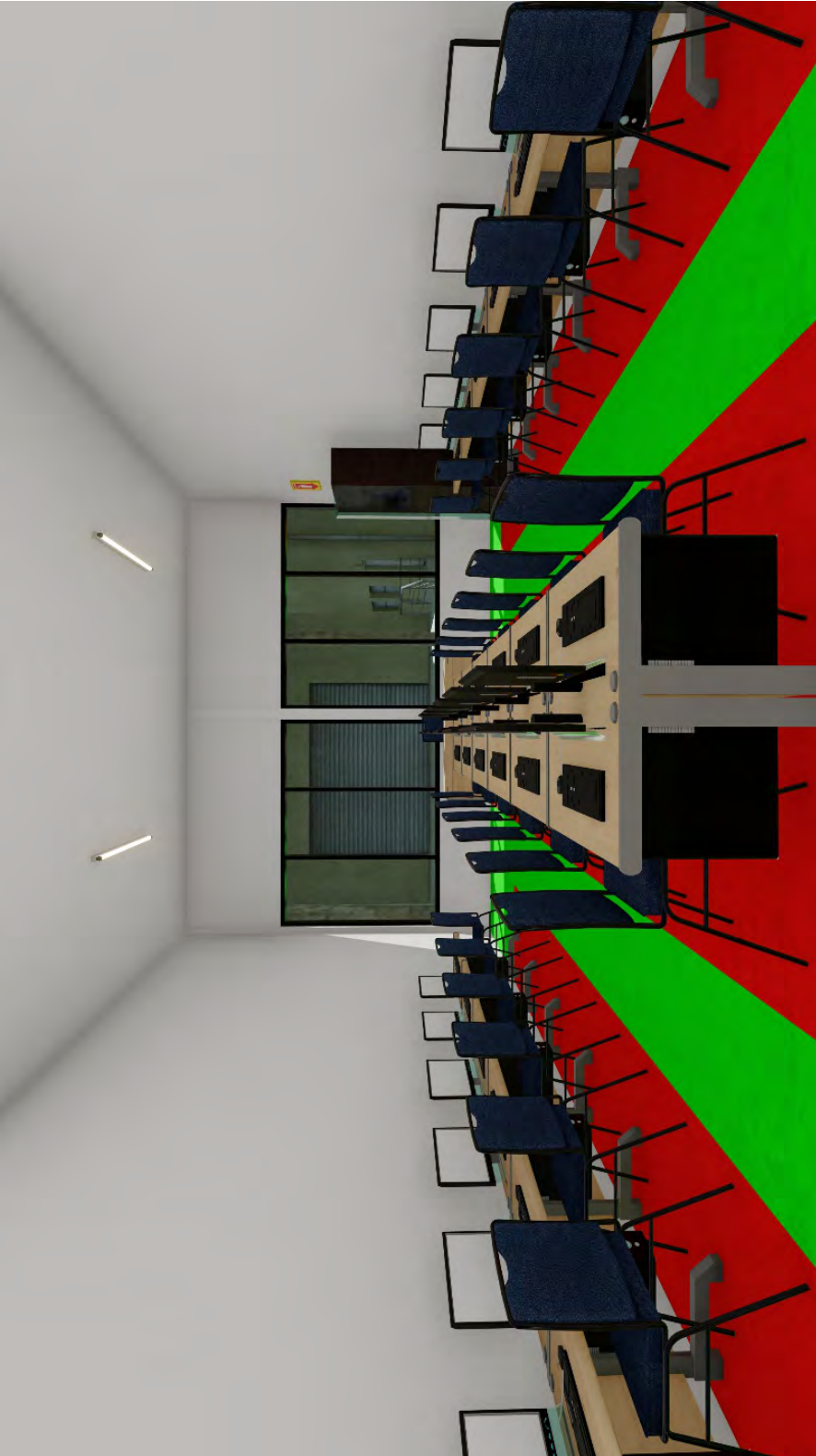


Gambar 26. Visualisasi sub ruang praktik instalasi listrik

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



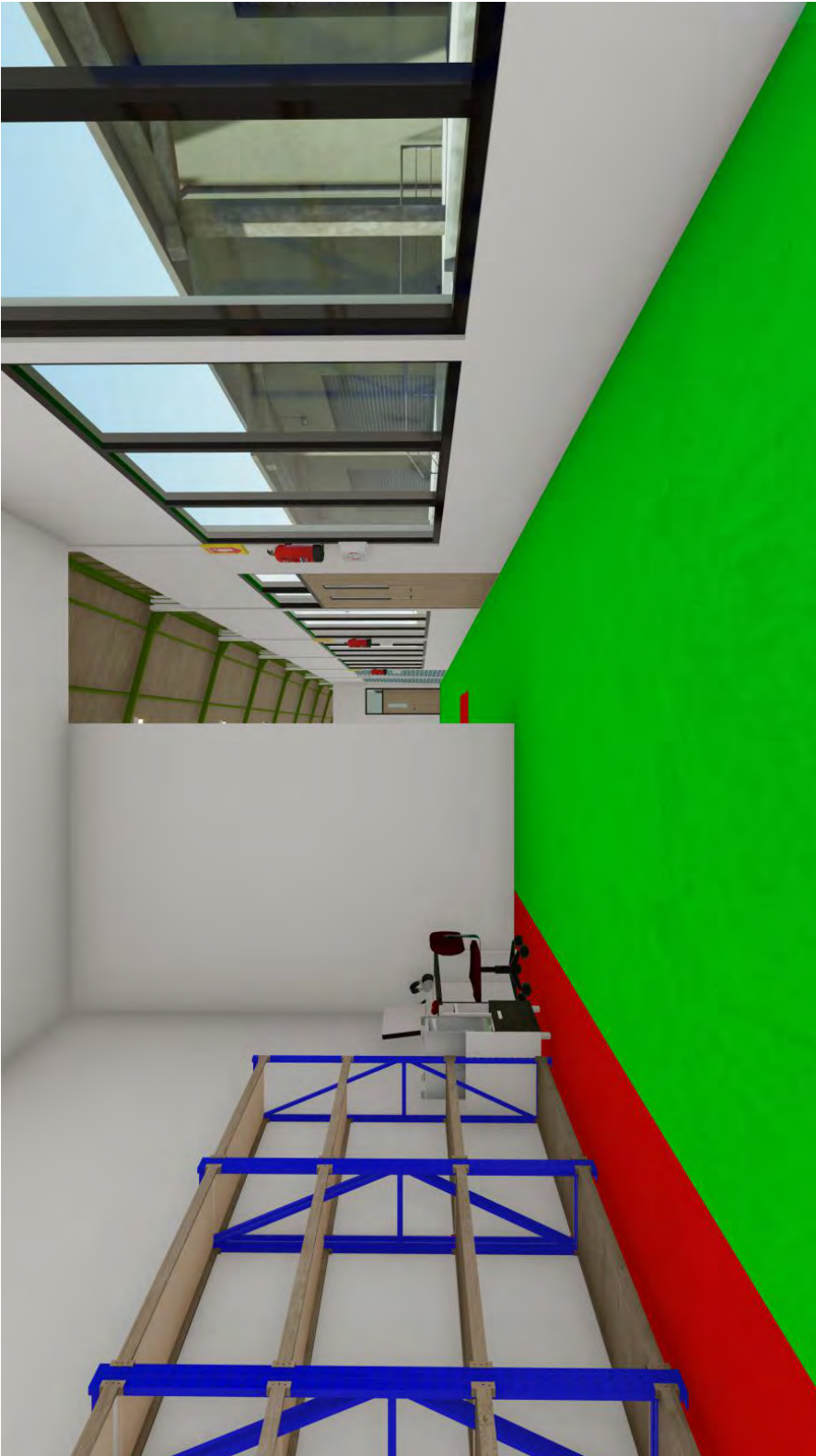
Gambar 27. Visualisasi laboratorium kontrol, plc, dan dcs; laboratorium dasar teknik elektronik dan mekanik



Gambar 28. Visualisasi laboratorium pengukuran besaran proses



Gambar 29. Visualisasi ruang instruktur



Gambar 30. Visualisasi ruang penyimpanan



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

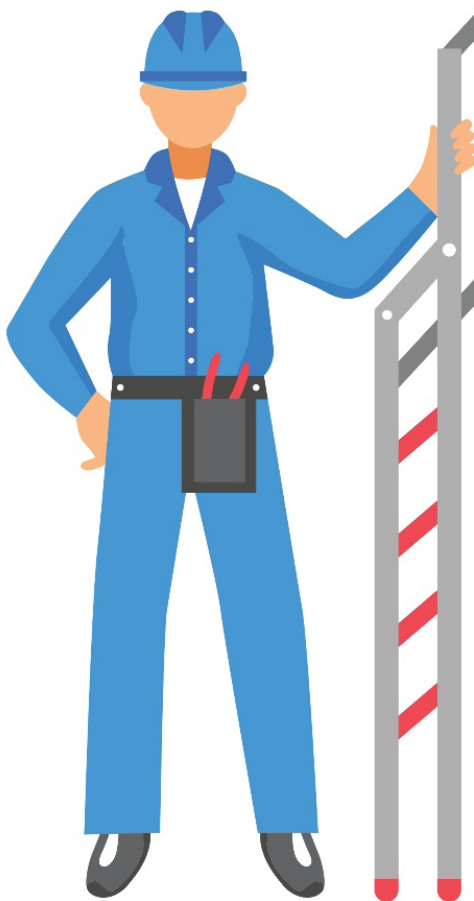
I Ikhlas dalam bekerja

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

