

NORMA & STANDAR

**LABORATORIUM/
BENGKEL SMK**

**Kompetensi Keahlian
Teknik Mekatronika**



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

NORMA & STANDAR LABORATORIUM/BENGKEL SMK KOMPETENSI KEAHLIAN TEKNIK MEKATRONIKA

Penanggung Jawab

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

Ketua Tim

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

Penulis

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

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

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

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

Ir Yosep Efendi, S.Pd., M.Pd.

Drs. Darmono, M.T.

Noor Fitrihana, M.Eng.

Suseno Pranowo, S.Pd

Suhardi

Norman

Sandy Utama Andalusia

ISBN:

Editor

Yogi Adidarma Putra

Desain

Alip Irfandi

Layout

Wakhyudin

Ilustrasi Gambar

Crelfhin Nugraha Putra Samudra

Gambar pada sampul merupakan gambar bebas lisensi dari norm123miller di Pixabay

Cetakan I, 2021

© Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

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

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

KATA PENGANTAR

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

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

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

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

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

Jakarta, November 2020

Direktur Sekolah Menengah Kejuruan



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

NIP 196504121990021002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. LATAR BELAKANG	1
B. RUANG LINGKUP	2
C. METODOLOGI.....	3
BAB II RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN.....	7
A. RUANG PRAKTIK	7
B. NORMA DAN STANDAR RUANG PRAKTIK.....	8
C. RUANG PRAKTIK SMK TEKNIK MEKATRONIKA	27
D. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG GAMBAR TEKNIK KOMPUTER	35
E. DAFTAR PRAKTIK PADA RUANG DASAR TEKNIK ELEKTRONIK	43
F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG MESIN PERKAKAS DAN MEKANIK	63
G. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM KONTROL.....	78
H. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG INSTRUKTUR DAN PENYIMPANAN (RIS)	149
BAB III PENUTUP	153
A. KESIMPULAN.....	153
B. SARAN DAN REKOMENDASI.....	154
DAFTAR PUSTAKA.....	155
LAMPIRAN	157

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Profil kompetensi lulusan teknik mekatronika	4
Gambar 2.	Metode <i>design thinking non linier</i>	5
Gambar 3.	Ilustrasi perlindungan diri pada saat terjadi gempa	15
Gambar 4.	Ilustrasi pengangkuran lemari	15
Gambar 6.	Ilustrasi pengikatan pot bunga pada tiang	16
Gambar 7.	Komponen non-struktur harus diberi pengaku	16
Gambar 8.	Ilustrasi struktur yang diberikan <i>isolation bearings</i>	17
Gambar 9.	Ilustrasi penempatan pipa <i>hydrant</i> di jalan.....	18
Gambar 10.	Ilustrasi penempatan <i>hydrant box</i> , alarm dan Alat Pemadam Api Ringan (APAR).....	19
Gambar 11.	Ilustrasi lemari penyimpanan APD	19
Gambar 12.	Ilustrasi pemasangan <i>smoke detector</i> dan <i>sprinkler</i>	20
Gambar 13.	Ilustrasi <i>sprinkler</i>	20
Gambar 14.	Ilustrasi <i>smoke detector</i>	20
Gambar 15.	Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran	21
Gambar 16.	Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran	22
Gambar 17.	Titik kumpul evakuasi.....	22
Gambar 18.	Ilustrasi jalur evakuasi	22
Gambar 19.	Protokol Kesehatan di lab/bengkel	24
Gambar 20.	Prosedur penggunaan ruang	26
Gambar 21.	Visualisasi 2D Kompetensi Keahlian Teknik Mekatronika.....	30
Gambar 22.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Mekatronika tampak 1	31
Gambar 23.	Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Mekatronika tampak 2	32
Gambar 24.	<i>Showroom/outlet</i> kompetensi keahlian Teknik Mekatronika	33
Gambar 25.	<i>Smart classroom</i> kompetensi keahlian Teknik Mekatronika	34
Gambar 26.	Visualisasi area kerja mekanik teknik elektro.....	157
Gambar 27.	Visualisasi laboratorium mesin	158
Gambar 28.	Visualisasi laboratorium kendali elektronik.....	159
Gambar 29.	Visualisasi laboratorium kendali elektronik.....	160
Gambar 30.	Budaya 5S/5R di ruang praktik smk.....	161
Gambar 31.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	162
Gambar 32.	Budaya <i>safety/K3</i> (keselamatan dan kesehatan kerja) di SMK.....	163

DAFTAR TABEL

Tabel 1.	Detail kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik mekatronika.....	7
Tabel 2.	Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa	9
Tabel 3.	Material struktur kolom.....	10
Tabel 4.	Sistem struktur lantai untuk bangunan.....	11
Tabel 5.	Persyaratan struktur atap.....	11
Tabel 6.	Kebutuhan minimal luasan ruang praktik siswa	27
Tabel 7.	Peralatan <i>smart classroom</i>	27
Tabel 8.	Daftar peralatan praktik pada ruang area kerja gambar teknik komputer.....	35
Tabel 9.	Daftar peralatan praktik pada ruang laboratorium dasar teknik elektronik.....	44
Tabel 10.	Daftar peralatan praktik pada ruang praktik instalasi	63
Tabel 11.	Daftar peralatan praktik pada laboratorium kendali industri.....	78
Tabel 11.	Daftar peralatan praktik pada ruang instruktur dan penyimpanan (RIS)	150

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 intruksi Presiden nomor 9 tahun 2016 tentang Revitalisasi SMK. Untuk semakin menguatkan program peningkatan kualitas lulusan SMK, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan telah menetapkan Standar Nasional Pendidikan SMK melalui Peraturan Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia Nomer 34 tahun 2018 (SNP SMK). Dalam SNP

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

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

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

B. RUANG LINGKUP

Norma, standar, prosedur, dan kriteria peralatan praktik SMK ini dikembangkan berlandaskan dokumen standar sarana prasarana dalam SNP SMK 2018 dan struktur kurikulum SMK 2018 untuk menjabarkan lebih spesifik seperangkat peralatan praktik yang menunjang kompetensi keahlian. Untuk memenuhi kebutuhan SDM di era revolusi 4.0 diperlukan meng-*upgrade* peralatan sesuai dengan spesifikasi terbaru dan atau menambah ruang praktik baru sebagai pengembangan dari SNP SMK 2018.

Norma, standar, prosedur, dan kriteria peralatan praktik SMK ini dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan seperangkat peralatan praktik yang menunjang untuk kompetensi keahlian Teknik Mekatronika 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 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 KKNI level II/III, dan mengantisipasi perubahan struktur tenaga kerja masa depan di era revolusi industri 4.0. Untuk mendukung efektifitas pembelajaran maka pemenuhan seperangkat peralatan menggunakan rasio peralatan adalah 1:1 atau 1:2 dan atau 1:4 yang disesuaikan dengan strategi pembelajaran, capaian kompetensi, kapasitas ruang, level teknologi, level keterampilan dan pembiayaan. Untuk mendukung pengembangan *teaching factory* melalui tata kelola SMK Badan Layanan Umum Daerah (BLUD) dapat dikembangkan peralatan yang mendukung untuk meningkatkan nilai jual produk/jasa seperti peralatan kemasan *point of sale* dan sejenisnya sebagai peralatan penunjang untuk mendukung kegiatan *teaching factory* SMK dalam menumbuhkan kompetensi, kemandirian dan kewirausahaan.

PROFIL KOMPETENSI LULUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI

Bekerja menjadi:

- Junior Operator Automation Control
- Junior Control System Programmer
- Technical Support
- Teknisi Elektronik Junior

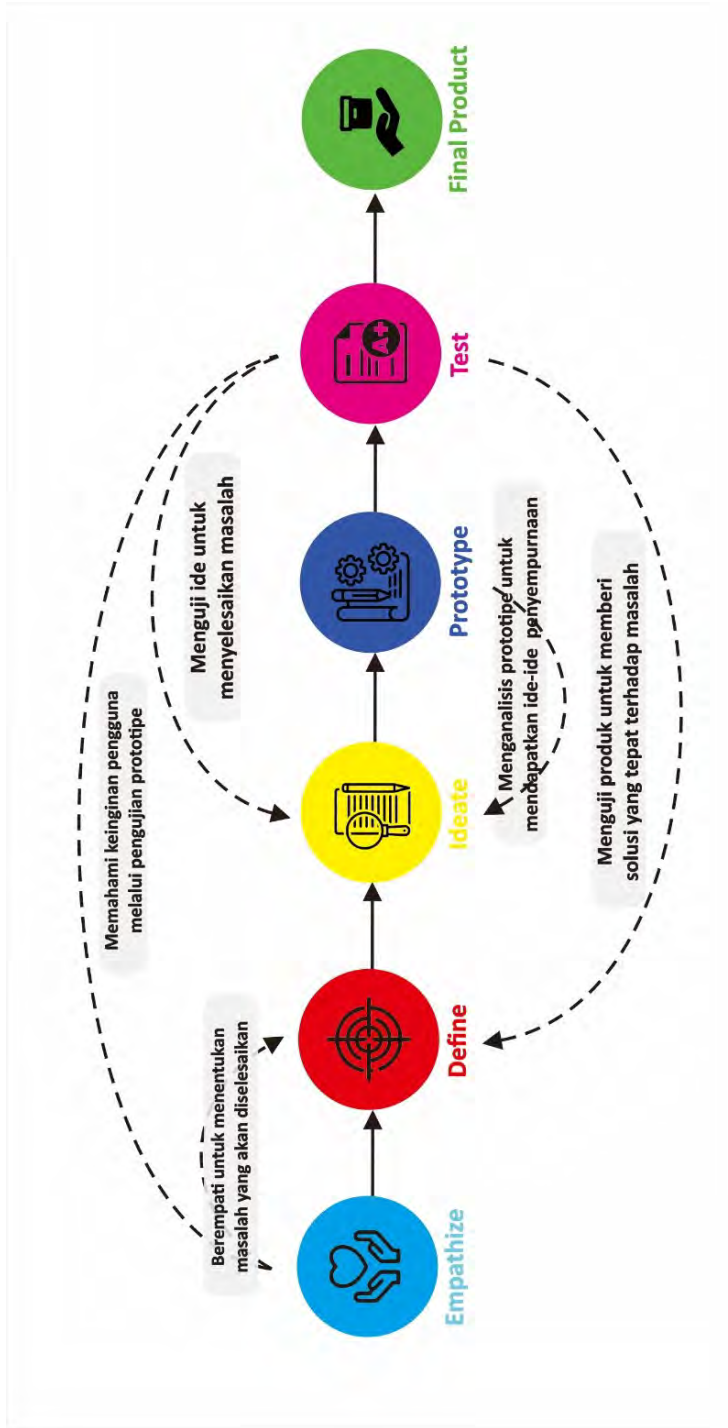
Melanjutkan studi:

- D3, D4 dan S1 Teknik Mekatronika, Teknik ELEktro, Teknik Elektronika, Pendidikan Teknik Mekatronika

Wirausahawan:

- Penyedia barang & jasa elektronika
- Penyedia jasa robotic, dan jasa pemograman data.

Gambar 1. Profil kompetensi lulusan teknik mekatronika



Gambar 2. Metode *design thinking* non linier

BAB II.

RUANG PRAKTIK DAN PERALATAN

A. RUANG PRAKTIK

Dalam SNP SMK 2018 ruang praktik Kompetensi Keahlian Teknik Mekatronika berfungsi sebagai tempat pelaksanaan kegiatan pembelajaran seperti dasar dasar teknik mesin, sistem mikroprosesor, sistem mikrokontroller, pengukuran besaran listrik, membuat gambar teknik dengan komputer, pekerjaan bengkel elektronika, perkakas tangan mekanik, mesin perkakas power tool, mesin perkakas konvensional, peralatan elektronik, peralatan kelistrikan, peralatan pneumatik, peralatan hidrolik, dan PLC. Besarnya luasan minimum ruang Kompetensi Keahlian Teknik Mekatronika adalah 150 m² (seratus lima puluh meter persegi). Selanjutnya, detail kebutuhan luas minimum ruangan praktik tercantum di dalam Tabel 1.

Tabel 1. *Detail kebutuhan luas minimum ruang praktik teknik mekatronika.*

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
1	Area kerja mekanik teknik elektro	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
2	Laboratorium dasar teknik elektronik	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
3	Area kerja instalasi	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.

No	Jenis	Rasio Minimum	Deskripsi
4	Laboratorium kendali industri	3 m ² /peserta didik	Kapasitas untuk 9 peserta didik.
5	Sub 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*. Pengembangan ruang dapat disesuaikan dengan kondisi yang ada dengan memperhatikan minimal luasan ruang, fungsi, kontur tanah, ergonomi dan K3..

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 di sekolah disesuaikan dengan memperhatikan minimal luasan ruang praktik, fungsi, kontur tanah, ergonomi, dan K3. Lingkungan belajar yang modern mengoptimalkan pemanfaatan teknologi terkini untuk memfasilitasi sarana dan prasarana bagi siswa dan guru yang mendukung pembelajaran berpusat pada siswa, berbasis *project*, *teaching factory*, pengembangan kewirausahaan dan pengembangan profesional berkelanjutan. Fasilitas lingkungan belajar modern di SMK mencakup enam elemen yaitu:

1. Ketersediaan jaringan internet;
2. Peralatan audiovisual;
3. Perabot yang mudah dipindahkan/diatur sesuai kebutuhan strategi pembelajaran;
4. Lingkungan belajar yang mendukung interaksi sosial secara formal dan informal;
5. Peralatan yang mendukung penguasaan kompetensi tenaga kerja industri dan kewirausahaan di era revolusi industri 4.0;
6. Lingkungan area kerja laboratorium dan bengkel untuk menumbuhkan budaya kerja industri seperti 5R dan K3 (lihat gambar 29, 30, dan 31).

Lingkungan belajar di SMK dirancang memiliki fleksibilitas sebagai pusat pengembangan kompetensi, membentuk iklim tumbuhnya budaya industri dan menumbuhkan kreatifitas dan inovasi wirausaha pemula. Ada sembilan aspek yang harus diperhatikan dalam menciptakan ruang belajar yang aman, nyaman, selamat, sehat dan indah yaitu kualitas air, kebisingan, pencahayaan dan pemandangan, ventilasi, kualitas udara, kelembaban, suhu, pengendalian debu dan serangga serta sistem keamanan dan keselamatan. Norma dan Standar Ruang Praktik SMK ini

merupakan panduan untuk perencanaan dan pengembangan dalam membangun fasilitas sarana dan prasarana SMK untuk mencapai kinerja yang lebih optimal. Norma dan standar ruang praktik SMK meliputi:

1. SISTEM ELEKTRIKAL LABORATORIUM

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

2. PERSYARATAN MATERIAL BANGUNAN

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

Tabel 2. Penggunaan material untuk bangunan ruang praktik siswa

3. PERSYARATAN STRUKTUR BANGUNAN

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

a. Fondasi

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

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

b. Kolom

Struktur kolom dapat dibedakan berdasarkan material penyusunnya sebagai berikut.

Tabel 3. Material struktur kolom.

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

c. Struktur Lantai

Material untuk struktur lantai mengikuti persyaratan sebagai berikut.

Tabel 4. Sistem struktur lantai untuk bangunan

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

d. Struktur Atap

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

Tabel 5. Persyaratan struktur atap

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

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 kewanaman juga harus dipenuhi termasuk di dalamnya adalah mampu meredam getaran dan kebisingan saat pelajaran, kontrol kondisi ruangan, dan lampu penerangan.
- Kualitas bangunan gedung minimum permanen kelas B, sesuai dengan PP No. 19 Tahun 2005 Pasal 45, dan mengacu pada Standar PU.
- Bangunan gedung sekolah baru dapat bertahan minimum 20 tahun.
- Bangunan gedung dilengkapi izin mendirikan bangunan dan izin penggunaan sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

5. PERSYARATAN UMUM UTILITAS RUANGAN

Utilitas ruangan harus memenuhi persyaratan minimum diantaranya adalah:

- 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

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

- 1) Persyaratan Ventilasi:

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

Jika ventilasi alami tidak mungkin dilaksanakan, maka diperlukan ventilasi mekanis seperti pada bangunan fasilitas tertentu yang memerlukan perlindungan dari udara luar dan pencemaran.

Persyaratan teknis sistem ventilasi, kebutuhan ventilasi, harus mengikuti:

- a) SNI 03-6390-2000 tentang konservasi energi sistem tata udara pada bangunan gedung;
- b) SNI 03-6572-2001 tentang tata cara perancangan sistem ventilasi dan pengkondisian udara pada bangunan gedung, atau edisi terbaru;

- c) Standar tentang tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem ventilasi;
 - d) Standar tentang tata cara perencanaan, pemasangan, dan pemeliharaan sistem ventilasi mekanis;
- b. Persyaratan Sistem Pencahayaan
- 1) Persyaratan sistem pencahayaan pada bangunan gedung meliputi:
 - a) Setiap bangunan gedung untuk memenuhi persyaratan sistem pencahayaan harus mempunyai pencahayaan alami dan atau pencahayaan buatan, termasuk pencahayaan darurat sesuai dengan fungsinya;
 - b) Bangunan gedung pendidikan, harus mempunyai bukaan untuk pencahayaan alami;
 - c) Pencahayaan alami harus optimal, disesuaikan dengan fungsi bangunan gedung dan fungsi masing-masing ruang di dalam bangunan gedung;
 - d) Pencahayaan buatan harus direncanakan berdasarkan tingkat iluminasi yang dipersyaratkan sesuai fungsi ruang-dalam bangunan 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 almari 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 dibaut sedemikian rupa untuk mencegah terjadinya rusak pada saat gempa;



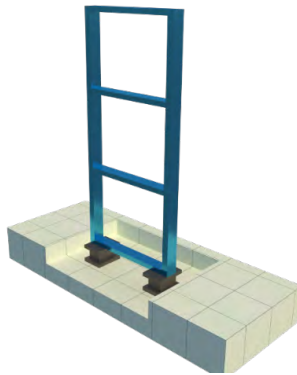
Gambar 7. Komponen non-struktur harus diberi pengaku

9. MITIGASI BENCANA

Persiapan mitigasi harus dipahami oleh seluruh satuan pendidikan, karena Indonesia merupakan kategori daerah rawan bencana (*ring of fire*). Secara umum, mitigasi dibagi menjadi dua yaitu:

a. Mitigasi Struktural

Mitigasi diperlukan untuk mengurangi resiko bencana alam melalui pembangunan prasarana fisik dan pendekatan teknologi. Dalam hal ini mencakup beberapa item seperti pembuatan kanal khusus banjir, pendeteksi aktivitas gunung berapi, bangunan yang di desain dengan sistem struktur tahan gempa, ataupun sistem peringatan dini untuk evakuasi akibat gelombang tsunami. Mitigasi struktural sendiri berfungsi untuk mengurangi kerentanan (*vulnerability*) terhadap bencana alam yang akan terjadi, karena bagaimanapun juga lebih awal lebih baik untuk dipersiapkan.



Gambar 8. Ilustrasi struktur yang diberikan *isolation bearings*

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. 10/KPTS/2000 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.

Dalam hal ini, terdapat dua sistem proteksi untuk mencegah terhadap bahaya kebakaran diantaranya adalah sebagai berikut:

a. Sistem Proteksi Aktif

Sistem ini merupakan perlindungan terhadap kebakaran dengan menggunakan peralatan yang bekerja secara otomatis ataupun manual. Setiap bangunan gedung harus dilindungi dengan proteksi ini berdasarkan pada fungsi, klasifikasi, luas, ketinggian, volume bangunan dan atau jumlah dan kondisi penghuni di dalam bangunan.

Dalam sistem proteksi ini, beberapa hal yang harus diperhatikan adalah: (1) Sistem pemadam kebakaran; (2) Sistem deteksi dan alarm kebakaran; (3) Sistem pengendalian asap kebakaran; dan (4) Pusat pengendali kebakaran.

Sistem proteksi aktif yang dimaksud diatas mengikuti peraturan sebagai berikut:

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



Gambar 9. Ilustrasi penempatan pipa *hydrant* di jalan



Gambar 10. Ilustrasi penempatan *hydrant box*, alarm dan Alat Pemadam Api Ringan (APAR)



Gambar 11. Ilustrasi lemari penyimpanan APD

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



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

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



Gambar 13. Ilustrasi *sprinkler*

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



Gambar 14. Ilustrasi *smoke detector*

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

b. Sistem Proteksi Pasif

Sistem ini merupakan perlindungan terhadap kebakaran dengan melakukan pengaturan terhadap komponen bangunan gedung, ditinjau berdasarkan aspek arsitektur dan struktur, agar penghuni dan benda di dalamnya terhindar dari kerusakan fisik saat terjadi kebakaran.

Sistem proteksi yang dijelaskan di atas harus mengacu kepada:

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

c. Persyaratan aksesibilitas untuk pemadam kebakaran

Dalam perencanaan sebuah gedung, hal ini jarang sekali untuk ditinjau, bahkan diabaikan. Padahal aksesibilitas untuk pemadam kebakaran sangatlah perlu agar tidak menimbulkan kerugian material yang lebih besar lagi.

Untuk detail persyaratannya sebagaimana tercantum didalam peraturan sebagai berikut:

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



Gambar 15. Ilustrasi akses ke bangunan untuk mobil pemadam kebakaran



Gambar 16. Ilustrasi akses jalan untuk mobil pemadam kebakaran

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



Gambar 17. Titik kumpul evakuasi



Gambar 18. Ilustrasi jalur evakuasi

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

Laboratorium dan bengkel sebagai lingkungan kerja untuk menumbuhkan budaya industri dengan mengimplementasikan 6S dan protokol kesehatan untuk pencegahan Covid-19. Budaya 5S/5R dilihat pada lampiran gambar 29 dan Budaya K3 C.A.N.T.I.K. atau T.A.M.P.A.N. pada lampiran gambar 30 dan 31. Berikut protokol kesehatan untuk pencegahan Covid-19:

a. Prosedur memasuki ruang

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

PROTOKOL KESEHATAN DI LAB/BENGKEL



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



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



**Ganti Tisu Setelah
digunakan 4 Jam**

Suhu tubuh di bawah 37.3



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



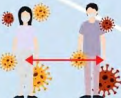
**Cuci Tangan Pakai Sabun (CTPS)
dengan Air Mengalir,
Dan Hand Sanitizaer**



Salam Sapa tanpa jabat tangan



Jaga jarak 1 - 2 Meter



**Hindari menyentuh
Mata, Hidung dan mulut**



**Hindari kontak
langsung**



Hindari kerumunan



**Upayakan tidak sering
menyentuh
fasilitas/peralatan
yang di pakai bersama**



**Gunakan siku untuk
membuka pintu dan
menekan tombol lift**

Gambar 19. Protokol Kesehatan di lab/bengkel

b. Prosedur Penggunaan Ruang

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

PROSEDUR PENGUNAAN RUANGAN

PEMASANGAN MEDIA INFOGRAFIS



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

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

PROSEDUR PEMBERSIHAN & DISINFEKSI

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

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



Gambar 20. Prosedur penggunaan ruang

C. RUANG PRAKTIK SMK TEKNIK MEKATRONIKA

Berdasarkan analisis kebutuhan ruang praktik dalam SNP 2018, Kompetensi Keahlian Teknik Mekatronika sebagai berikut.

1. Ruang gambar teknik CAD
2. Laboratorium mesin
3. Laboratorium kendali elektronik
4. Laboratorium *pneumatic hydraulic*
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)
Ruang gambar teknik CAD	4	18	72	270
Laboratorium mesin	4	12	48	
Laboratorium kendali elektronik	4	12	48	
Laboratorium <i>pneumatic hydraulic</i>	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.

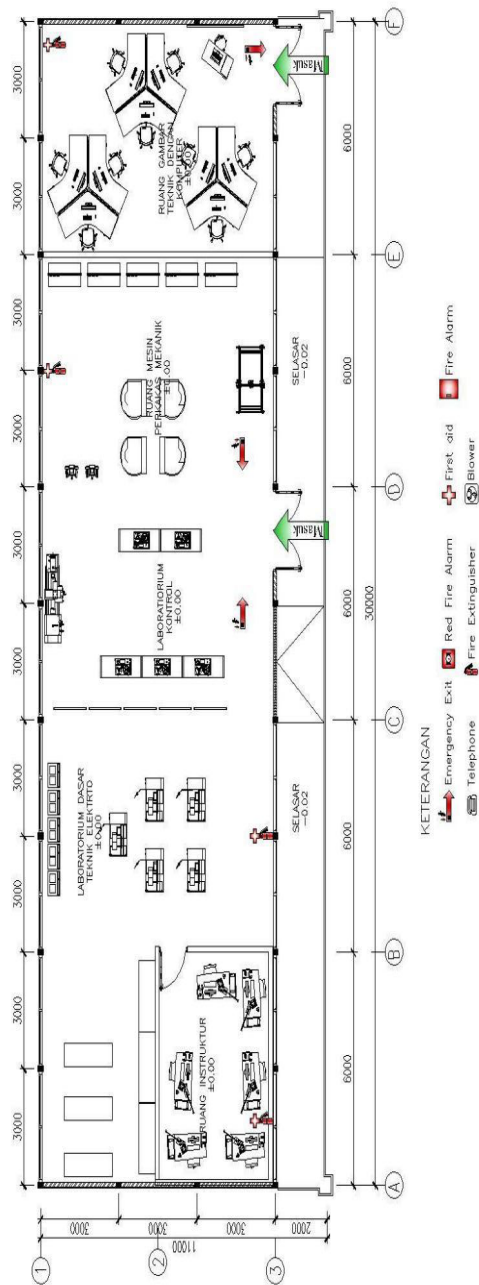
Tabel 7. Peralatan *smart classroom*

No.	Sarana	Gambar
1	Smart board Whiteboard interaktif	

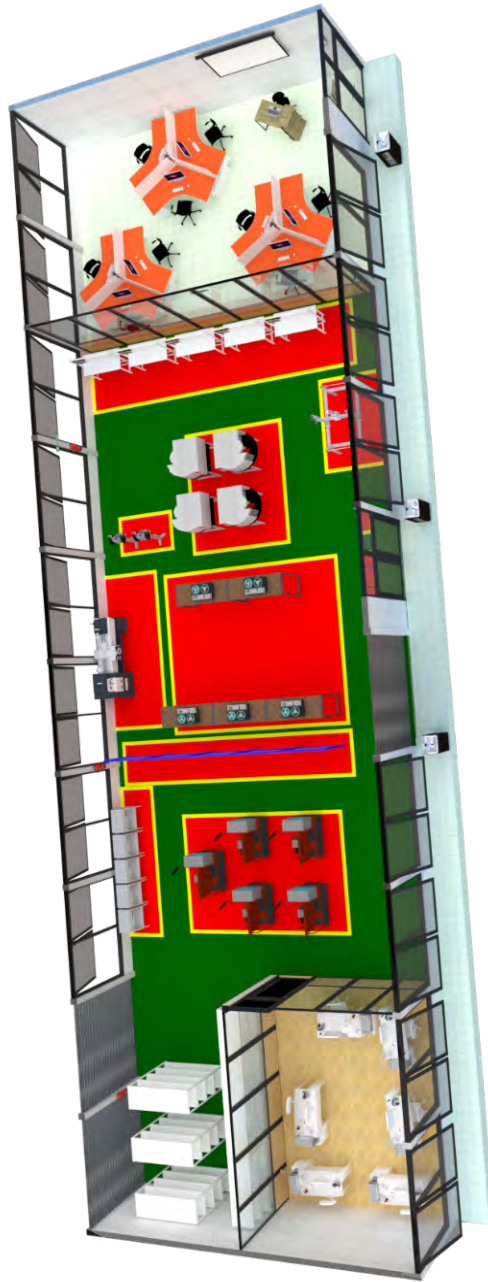
No.	Sarana	Gambar
2	<i>Smart TV videoconference</i>	
3	<i>HD Pro Cam Live Casting</i>	
4	<i>Smart Table Interaktif</i>	
5	<i>Smart Controlroom Console</i>	

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

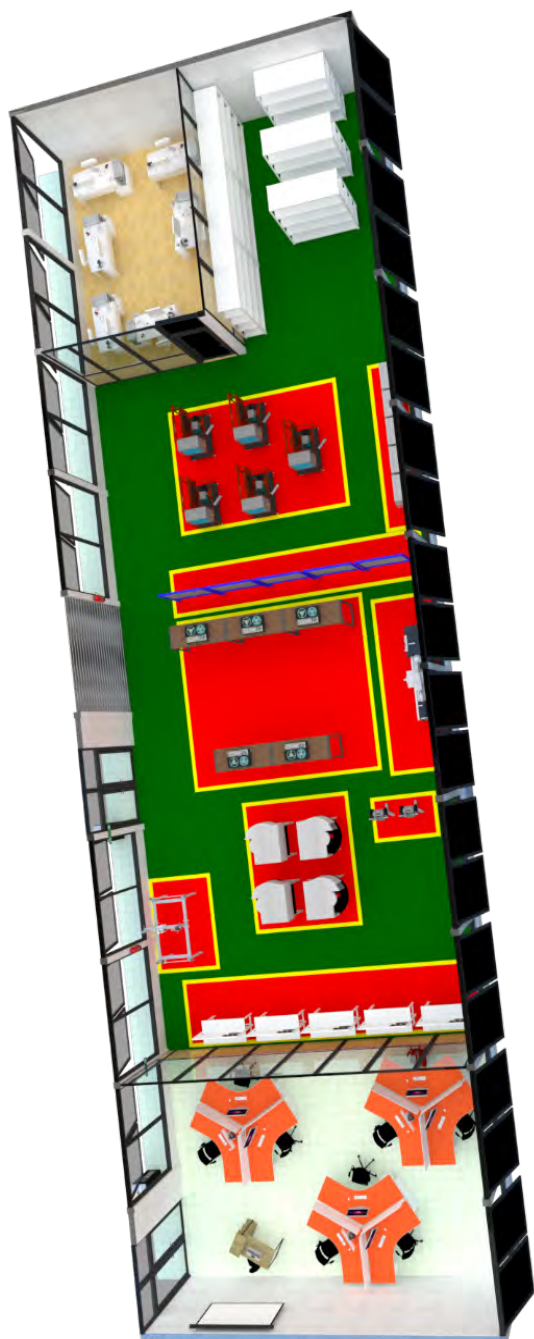
Berdasarkan analisis kebutuhan penyelarasan kurikulum dengan industri dan implementasi *teaching factory* maka dapat juga ditambahkan ruang *outlet* untuk keahlian Teknik Mekatronika. Berikut ini denah tata letak ruang dan sub ruang untuk kompetensi keahlian Teknik Mekatronika.



Gambar 21. Visualisasi 2D Kompetensi Keahlian Teknik Mekatronika



Gambar 22. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Mekatronika tampak 1



Gambar 23. Visualisasi 3D ruang praktik siswa kompetensi keahlian Teknik Mekatronika tampak 2



Gambar 24. Showroom/outlet kompetensi keahlian Teknik Mekatronika



Gambar 25. *Smart classroom* kompetensi keahlian Teknik Mekatronika

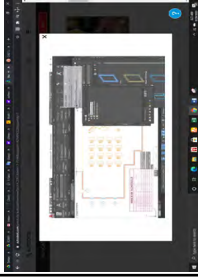
D. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG GAMBAR TEKNIK KOMPUTER

Tabel 8. Daftar peralatan praktik pada ruang area kerja gambar teknik komputer

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

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Bangku Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: Dimensi 2000x840x750mm Beban max 1000 kg. Bahan <i>Cold rolled steel/stainless steel/aluminium sheet/galvanis</i>	2 buah/ ruang praktik		1	Basic
4	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		1	Basic
5	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: Overall Size 1520mm (L) x 700mm (W) x 860mm (H)	2 buah/ ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	Stool/ Kursi Kerja Bengkel	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi : Rangka Utama: Pipa dia 3/4 inchi x 1,1 mm. Finishing Rangka: <i>Powder coatings</i>. Dudukan : Multipleks 15 mm. Finishing Dudukan : PVC Semi rigid 0.18mm. Tinggi Dudukan : 450 s/d 500 mm	5 buah/ ruang praktik		1	Basic
7	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, <i>HardPressed Fibreboard, PVC Rubber Strips, Chemical Resistance, Water resistant, Heavy loaded (2 ton), Wear Resistant: Steel</i> Fitur dan Spesifikasi alas : Material <i>Hard-Pressed Fibreboard - 0.8 mm laminate top (wear Resistance) - 50mm High density Fibreboard (HDF) - PBC Edge Strips</i>	1 buah/ ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi : Dimensi : 900X450X1800 MM	4 buah/ruang praktik		1	Basic
9	Software CAD	Menggambar atau membuat desain. 2D Drafting, Drawing, and Annotation: -Text settings -Dimensions -Leaders -Centerlines and center marks -Tables -Revision clouds -Views -Layouts -Fields -Data linking -Data extraction -Dynamic blocks -Arrays -Parametric constraints -Express tools	1 Software / 1 Komputer		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		3D Modeling And Visualization -Solid, surface, and mesh modeling -3D navigation (orbit, ViewCube, wheel) -Visual styles -Section planes -Rendering -Cloud rendering -Point clouds -Model documentation -PDF files -DGN Files -DWG and image references -Sheet sets -Model references and import -Geographic location and online maps Installation and customization -TrustedDWG technology -CUI customization -Secure load -Action recorder -System variable monitor -CAD standards checker -Application Programming Interface (API) -Autodesk App Store				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
10	Software CAD untuk mechatronic	Menggambar atau membuat desain. Features: Contents Features Toolbar Parent and Child Relations Parent/Child Relationships Dialog Box Using Cutting Tools Selection Manager Overview Selecting a Feature Based on Number of Sides FeatureXpert End Condition Types Feature Freeze Missing Reference Ghosting Boundary Creating a Chamfer Feature Curves Cuts Deforms Dome Drafts Extrudes Fastenings FeatureWorks Filletts Flexes	1 Per PC/Lap-top		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Freeforms</i> <i>Holes</i> <i>Indents</i> <i>Library Features</i> <i>Lofts</i> <i>Patterns and Mirroring</i> <i>Revolves</i> <i>Ribs</i> <i>Scales</i> <i>Shells</i> <i>Surfaces</i> <i>Sweeps</i> <i>Thicken</i> <i>Thread</i> <i>Tools for Features</i> <i>Wrap</i>				
11	Meja Komputer	Ukuran memadai untuk menempatkan komputer desain. Spesifikasi: Kubikal/<i>workstation</i> konfigurasi 4 orang. Dimensi partisi: 300cm (P) x 300cm (L) x 115cm (T). Dimensi meja utama: 150cm (P) x 60cm (L). Dimensi meja samping: 90cm (P) x 60cm (L).	6 buah/ area kerja gambar		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Tebal panel 2.8cm dan 8cm dari bahan MDF dilapisi kain <i>fabric</i> serta dilengkapi dengan 2 <i>plug</i> listrik setiap meja. Top table dari MDF dilapisi CPL pada bagian atas dan <i>melamine sheet</i> pada bagian bawah serta <i>edging PVC</i> . Kaki dari bahan metal <i>finishing powdercoating</i> .				
12	Komputer Grafis	Untuk melakukan pembuatan gambar 2D dan 3D menggunakan software CAD. Spesifikasi: Prosesor Intel Core™ i7-7820HQ 3.90 GHz, Kaby Lake, Layar 28" resolusi min. 1920x1080, Touch, RAM 32GB, Storage 2TB SSD, Graphic NVIDIA GeForce GTX 1070 8GB, Microsoft Windows 10 Pro, Platinum, Surface Pen, Mouse + Tastatura memory 5.0MP front-facing camera with 1080p HD video Wi-Fi wireless networking, IEEE 802.11 a/b/g/n compatible, Bluetooth Wireless 4.1 Ports: 4 X USB 3.0, SDXC card reader, 1 X USB-C, 3.5 mm Headset Jack, 1 X Gigabit Ethernet Port, Dual Microphones, 2.1 Stereo speakers	18 Set / Ruang Praktik,		4	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
13	<i>Design and simulation software for pneumatic and electro pneumatic circuit</i>	Pembelajaran rangkaian pneumatik, electropneumatic. 1 lisensi software simulasi dengan library komponen pneumatik sesuai ISO 1219, 1 interface dengan kecepatan 115 kbaud, power supply 24 V DC, 16 digital output dan 16 digital input	1 set/ruang praktik		2	Medium

E. DAFTAR PRAKTIK PADA RUANG DASAR TEKNIK ELEKTRONIK

Tabel 9. Daftar peralatan praktik pada ruang laboratorium dasar teknik elektronik

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	1 buah/ ruang praktik		1	Basic
2	Meja Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi 900 x 500 x 450 mm, material MFC	1 buah/ ruang praktik		1	Basic
3	Bangku Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: <i>Workbench Countertop, Adjustable-height Legs, Storage, LED, Mobile Workbench, Tools and Test Equipment (Multimeter Soldering Station, Bench Power Supply, Oscilloscope, Wire Stripper, Hot Glue Gun, etc).</i>	2 buah/ ruang praktik		2	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	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	2 buah/ ruang praktik		1	Basic
5	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: Overall Size 1520mm (L) x 700mm (W) x 860mm (H)	2 buah/ ruang praktik		1	Basic
6	Stool/ Kursi Kerja Bengkel	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi : Rangka Utama: Pipa dia 3/4 inchi x 1,1 mm. Finishing Rangka: Powder coatings. Dudukan : Multipleks 15 mm. Finishing Dudukan : PVC Semi rigid 0.18mm. Tinggi Dudukan : 450 s/d 500mm	5 buah/ ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
7	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, <i>HardPressed Fibreboard</i>, <i>PVC Rubber Strips</i>, <i>Chemical Resistance</i>, <i>Water resistant</i>, <i>Heavy loaded (2 ton)</i>, <i>Wear Resistant: Steel</i> Fitur dan Spesifikasi alas : Material <i>HardPressed Fibreboard</i> - 0.8 mm <i>laminated top (wear Resistance)</i> - 50mm <i>High density Fibreboard (HDF)</i> - <i>PBC Edge Strips</i>	1 buah/ ruang praktik		1	<i>Basic</i>
8	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi : Dimensi : 900X450X1800 MM	3 buah/ ruang praktik		1	<i>Basic</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	<i>Multi Function, Measuring, Instrument System</i>	Menyediakan instrumen-instrumen alat ukur komponen elektrik dan elektronik. Spesifikasi : -2 channel DC power supply:2x0-25V, -1A Signal pulse generator: 1CH, 1Hz-200KHz -Frequency counter range: 0-1MHz -Digital multimeter: DC & AC current -DC & AC voltage -Resistance Pulse generator range: 1Hz,10Hz, 100KHz -Analog meter: voltage & current measurement -Programmable resistor: 1-15 K.Ohm, 10-150 K.Ohm, 100 K.Ohm-1 M.Ohm -Programmable capacitor: 100pF0.1mF, 1000pF-1mF -Logic switch: 8 Lock SW (bounceless output) -Variable reistor: 10 Ohm- 10K.Ohm, 10 Ohm-100 K.Ohm -Control switch: slide, toggle,push -Hi/Lo pulse: 200ms cycle -Push switch: NO/NC push switch -Min. touch LCD size: 7"	5 Set / Ruang Praktik		2	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
10	Analog Circuit Training Kit	Pelatihan tentang rangkaian analog. Spesifikasi: <i>Input power : single-phase, AC220V, 50Hz/60Hz</i> <i>Output power DC±12V</i> <i>Adjustable signal source : 2—20KHZ</i> Part list: 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.	8 Set / Ruang Praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
11	Digital Circuit Training Kit	Pelatihan tentang rangkaian digital. Spesifikasi: -Input power: single-phase, AC 220V$\pm$10% , 50Hz/60Hz -Output power : DC+5V continuously adjustable -DC$\pm$12V One set adjustable signal source, one set of fixed pulse. 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.	8 Set / Ruang Praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
12	<i>Optical Electro-mechanical Integration Training Equipment,</i>	Pembelajaran mengenai sistim otomasi lengkap dengan berbagai macam aktuator dan sensor. Spesifikasi: -Capacity: $\leq 1\text{KVA}$ -Pump capacity: <i>-Single-phase AC 220V</i> -Air flow: <i>minimum 10L</i> -Discharge pressure: <i>0.6~0.8MPa</i> -Work pressure: <i>minimum 0.6MPa</i> Part list : Training platform, Material conveyer components, Belt conveyer components, Detection unit, Terminal block, Warning Lights, Sampling and testing materials, Safety Plug, Air tube. Manual book, Experiment module	5 Set / Ruang Praktik,		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
13	<i>Motor & Transformer Maintenance & Test Training System</i>	Pembelajaran mengenai motor listrik dan transformator. Spesifikasi: Input power: three-phase, 380V$\pm$10% 50Hz/60Hz Output power : AC380V $\pm$ 10% 50Hz, AC220V $\pm$ 10% 50Hz Security : leakage protection (action current $\leq$ 30mA), overcurrent protection, fuse protection. Part list: 3PH adjustable power supply, DC power supply, DC measurement instrument, AC measurement instrument & digital multi-function wattmeter, Motor power supply and test instrument, Motor inserting tools, Manual digital winding counter.	5 Set / Ruang Praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Proximity Sensor Training Set	Mengetahui karakteristik berbagai sensor berdasarkan jarak benda terhadap sensor. Spesifikasi: Input power : AC220V$\pm$10 % (single phase) Turn source : 0 – 200 r/min (adjustable) 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	5 Set / Ruang Praktik,		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		M18 <i>Inductive proximity sensor</i> M12 <i>Inductive proximity sensors</i> M18 <i>flush type Inductive proximity sensors</i> M18 <i>exposed type Capacitive Proximity Sensor</i> M18 <i>Power module 12-24VDC PC module</i> <i>PC software Digital multimeter Training manual Test cable K3User manual.</i>				
15	<i>Electricity Fundamental Training System</i>	Pengenalan dasar kelistrikan juga mempelajari komponen kelistrikan. Spesifikasi : Tegangan power 220 V Arus power 12 A Frekuensi 50 Hz konfigurasi minimal komponen : -Workstation -Residential -Bimetallic -Thermostat -Relays -Resistor -Power source -Control Transformer	1 set/ruang praktik		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		-Contactors -Printed Circuit Board, -Switches -Circuit Breaker -Disconnect Switch -Capacitors/Inductor, -Multimeter Indicator Lights -Push Buttons -Clampmeter -Test Lead Kit				
16	Kelistrikan Dasar	Memperkenalkan siswa pada dasar-dasar kelistrikan. Spesifikasi: Tegangan power 220 V Arus power 12 A Frekuensi 50 Hz konfigurasi minimal komponen : -Workstation -Residential Bimetallic Thermostat - Relays -Resistor -Power source, Control Transformer	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		-Contactors -Printed Circuit Board -Switches -Circuit Breaker -Disconnect Switch -Capacitors/Inductor, -Multimeter -Indicator Lights -Push Buttons -Clampmeter -Test Lead Kit				
17	Electricity Fundamental Training System	Digunakan untuk praktek pengenalan dasar kelistrikan juga mempelajari komponen kelistrikan dimana siswa membuat rangkaian listrik, pengukuran serta penghitungan parameter kelistrikan dan troubleshooting. Minimal Konfigurasi : 1 unit Workstation terbuat dari plat besi dan dirancang untuk diletakkan di atas meja 1 Power Supply approx. 12 A, 220 V 50 Hz, two-pole, current limiting, thermal magnetic, 1 set Switches	1 set/ruang praktik		4	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		isi berupa 2 double-pole single-throw (DPST) toggle switches, dan 1 double-pole single-throw (DPDT) toggle switch, 1 set Indicator Lights, berisi 3 lampu low voltage (2 hijau dan 1 merah) dan 3 lampu high voltage (2 hijau dan 1 merah), 1 Set Resistors berisi satu seri resistor dengan rating yang berbeda : 2 low-resistance approx. $50\ \Omega - 25\ W - \pm 5\%$, 1 medium-resistance approx. $250\ \Omega - 7\ W - \pm 5\%$, 2 high resistance approx. $500\ \Omega - 3\ W - \pm 5\%$, 1 Set Printed Circuit Board, Upper Section, 3 resistors and slide switch circuit, Middle Section, Kirchhoff's voltage and current laws exploration Lower Section, Diodes, LEDs, and rectifiers, 1 Set Capacitors / Inductor , Run Capacitor, Bleeder Resistor, Inductor, Start Capacitor, 1 set Contactors, Low-Voltage Contactor, Contact Number and Types 2 normally open, Contact Ratings, Coil Ratings, High-Voltage Contactor Contact Number and Types 2, normally open, Contact Ratings,				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Auxiliary Contactor, Contact Number and Types 1 normally, open, 1 normally closed, 1 set Push Buttons, 1 hijau, 1 unit Control Transformer</i> <i>Ratings approx. 75 VA 50/60 Hz, Primary Terminals, Secondary Terminals 0 V and 24 V, 1 set Relays, berisi 2 relay, kontak approx. 250 V, coil 24 V, 1 unit Residential-Bimetallic Thermostat, Temperature-Sensing Element : Coil-wounded bimetallic strip, 1 set Circuit Breaker, Circuit Breaker, Type Thermal-magnetic Push-Button Switch, Type Normally open, Ratings approx. 220-240 V</i> -Buku Petunjuk Penggunaan				
18	AC DC Training System	Memperkenalkan siswa pada prinsip dasar sirkuit listrik. Spesifikasi: -DC power source (protected) -AC power source (protected) -A selection of resistors An inductor parallel-connected to a fluorescent light -Two capacitors -Transformer	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
19	Elektronika & Digital Trainer	-A selection of switches: SPDT, DPDT, NO push button, NC push button -selector switch -knife -switch -DC relay, -AC relay -A selection of indicator lights: green, yellow, red -Solenoid -Buzzer -Circuit breaker with test components -Fuse Menjelaskan karakteristik rangkaian dasar elektronika dan digital teknologi. Spesifikasi: -Input source: 100 -230V/50-60 Hz Output : -DC 0 – 25 V, 0.3 A -DC 5V, 0.2 A -DC 15V, 0.8 A -AC 2x 18V, 100 mA 3 AC 12 Veff, 0.1 A, 0.1, 1, 50, 60 Hz	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Function generator : -Triangle, sinusoidal square, V=2, TTL -Frequency 1 Hz-100 kHz -Amplitude 0 -10 V -Offset-10- +10 V -Max current 0.1 A Components included: 29 resistors 2W: 1x 10 R, 2x 22 R, 1x 33 R, 2x 100 R, 1x 220 R, 1x 330 R, 2x 470 R, 1x 680 R, 3x 1K, 2x 2K2, 2x 4K7, 3x 10K, 3x 22 K, 2x 47 K, 2x 100 K, 1x 1 M -2 potentiometers: 1K, 10K -1 NTC:4k7/0.25W 25°C-+125°C -1 LDR: 200 mW/100 V/600 nm 1.5...5.0K -1 VDR: S10K11 -1 toggle switch -1 Diac: DB3 -1 mounted transformer: 2 coils with 600 windings, 1 coil with 200 windings, 1 separable core, retainer for transformer core -4mm safety lab cables, red, blue				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
20	Micro-controller Trainer	-15 capacitors : 1x 100 pF, 2x10 nF, 1x 47 nF, 2x 0.1 μF, 1x 0.22 μF, 2x 0.47 μF, 2x 1.0 μF, 2x 10μF, 1x 100 μF, 1x 470 μF -1 coil: 100 mH -7 diodes: 1x AA118, 6x 1N4007 -2 Zener diodes: 1x ZPD 3.3, 1x ZPD 10 -2 LEDs: 1x blue, 1x red/green -1 bulb: 12 V 62 mA -1 thyristor: S4003L -8 transistors: 1x BC 140-16, 1x BC 547B, 1x BC 160-16, 1x BC 140-16, 1x 2N 3820, 1x FET 2N 3819, 1x 2N 2647, 1x BS 250 -1 triac: Q4004 Pengembangan keterampilan listrik dan elektronik yang mendasar. Mikrokontroler Terdiri dari 11 modul; di antaranya modul Parallel I/O, Serial I/O, ADC, DAC, LED Matrik, 7 Segmen, Speaker, Lampu Lalu Lintas dan Motor Stepper, dll.	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Dilengkapi dengan buku petunjuk percobaan (terdiri dari 9 percobaan, di antaranya adalah Pengenalan CPU 8031, Antarmuka dengan ADC, Antarmuka dengan DAC, Antarmuka dengan Periperal Digital, Antarmuka dengan Serial Periperal, Seven Segment, Matrik LED dan Lampu Lalu Lintas, dll.). Semua masukan dan keluaran pada setiap panel menggunakan soket 4 mm. Menggunakan mikrokontroler 8031 dengan klok 11,0592 MHz atau manual, EPROM (diganti dengan RAM): 8 KB, RAM: 8KB. Program diunduh melalui <i>port USB</i> komputer. Resolusi ADC: 8 bit, Resolusi DAC: 8 bit. Catu daya masukan: 220 V AC, keluaran: +15 V DC, +5 V DC, -15 V DC. Memerlukan komputer dengan spesifikasi minimum: pentium III, OS Windows XP				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
21	Basic electronic trainer	Untuk pemahaman mengenai topik DC, AC, power supply, digital logic, dan digital circuit Minimal konfigurasi: 1 Base Unit with Built-In Power Supply contains a total of 32 circuit-modification (CM) and fault switches, 5 sets circuit boards are supplied by the 15 V power supply via the base unit – masing-masing untuk topik DC, AC, power supply, digital logic, dan digital circuit.	1 set/ruang praktik		2	Advance

F. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA RUANG MESIN PERKAKAS DAN MEKANIK

Tabel 10. Daftar peralatan praktik pada ruang praktik instalasi

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W.42 x D.50 x H.90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	1 buah/ ruang praktik		1	<i>Basic</i>
2	Bangku Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: Dimensi 2000x750mm <i>super heavy duty workbench with a 44mm hard wooden top encased in 2mm galvanised steel and a free 1.5mm galvanised steel lower shelf. The workbench is constructed from the following materials: 50x50x5mm angle iron 50x50x3mm angle iron 2mm galvanised steel cut to size 1.5mm galvanised steel cut to size and 44mm hard wood cut to size.</i>	2 buah/ ruang praktik		1	<i>Basic</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). <i>Weight capacity: 330 lbs</i>	1 buah/ ruang praktik		1	Basic
4	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: <i>Overall Size 1520mm (L) x 700mm (W) x 860mm (H)</i>	1 buah/ ruang praktik		1	Basic
5	Stool/ Kursi Kerja Bengkel	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi : Rangka Utama: Pipa dia 3/4 inchi x 1,1mm. <i>Finishing Rangka: Powder coatings.</i> Dudukan : Multipleks 15 mm. <i>Finishing Dudukan : PVC Semi rigid 0.18mm.</i> Tinggi Dudukan : 450 s/d 500 mm	4 buah/ ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
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, <i>HardPressed Fibreboard, PVC Rubber Strips, Chemical Resistance, Water resistant, Heavy loaded (2 ton), Wear Resistant: Steel</i> Fitur dan Spesifikasi alas : <i>Material HardPressed Fibreboard - 0.8 mm laminate top (wear Resistance) - 50mm High density Fibreboard (HDF) - PBC Edge Strips</i>	1 buah/ ruang praktik		1	Basic
7	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi : Dimensi : 900X450X1800 MM	3 buah/ ruang praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	Hand Tools Set	Combination pliers 6", Long nose pliers 6", Bent nose pliers 6", Flat nose pliers 6", Diagonal cutting pliers 6", End cutting pliers 6", 8pcs Handtools set, Pump pliers 10", Rabbit pliers 8", Pipe wrench 18", Bolt cutter 18", 4pcs Circlip plier set 7", Round head quick grip clamp pliers 10", Long nose quick grip clamp pliers 9", Antiviation tin slip 10", Antiviation tin slip(left) 10", Tin slip 10", Hedge shear 52CM, Lopper 70CM, Wire stripper 7", Duck mouth stripping pliers 7", PVC pipe cutter 42mm, Slim taper files 8", Triangle steel file 8", Flat steel file 8", Half round steel file 8", Round steel file 8", 5pcs Steel file set 8", Machinist hammer 500g, Rubber hammer 16oz, Screwdriver sets, Slotted screwdriver 6x150mm, Screwdriver 6x150mm, Pozidriv screwdriver 6x150mm, Insulated screwdriver 4x100mm, Insulated screwdriver PH2x100mm, Insulated screwdriver PZ2x100mm, 6pcs precision screwdriver, 9pcs Ball point hex key, 9pcs Torx hex key, 8pcs Double open end spanner set, 8pcs Combination spanner set, 8pcs	18 Set / Ruang Praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Offset ring spanner set, Adjustablewrench 12", Y-Type socket wrench 8*10*12, Y-Type socket wrench 12*14*17, T-handle socket wrench 8*200*300, T-handle socket wrench 10*200*300, T-handle socket wrench 12*200*300, T-handle socket wrench 13*200*300, T-handle socket wrench 14*200*300, 19pcs 1/2" socket set, Hacksaw frame 12" 510g, Self-loading Zinc-Alloy cutter with 6pcs blades, Vernier caliper, Steel measuring tape 5m, Hand riveter 10", Screwdriver tester 190mm				
9	Mesin Bubut Manual (Manual Lathe Machine),	Pengenalan dan pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin bubut manual. Spesifikasi: -Center Height:205mm -Swing Over Bed:410mm -Swing Over Cross Slide:220mm -Swing in Gap: 640mm -Length Of Gap: 165mm -Width Of Bed:300mm -Admits Between Centre:1000/1500/2000mm	5 Set / Ruang Praktik,		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		-Spindle Nose:D1-6 -Spindle Bore:58mm -Spindle Speed:12/25-2000rpm -Compound Rest Travel:128mm - Cross Slide Travel: 285 -Lead Screw Thread:6mmmm/4 -TPI Tool Shank Size:25x25mm -Longitudinal Feeds:0.031-1.7mm/rev. -Cross Feeds:0.014-0.784mm/rev. - MetricThread:41/0.1-14mm - Imperial Thread: 60/2-112TPI -Diametrical Thread: 50/4-112DP - ModuleThread:34/0.1-7MP -Tail Stock Quill Diameter:60mm -Tail Stock Quill Travel:130mm -Tail Stock Quill -Taper, MT-4 - Main Motor Power: 5.5Kw -Coolant Pump Power:0.1Kw Standard accessories: Three jaw chuck, Four jaw chuck, Steady rest, Follow rest, Working light, Coolant system, Foot brake, Tools and tool box.				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
10	Mesin Frais Manual (<i>Universal Milling Machine</i>),	mengenalkan dan, memberi keterampilan membuat, benda kerja menggunakan mesin, frais manual. Spesifikasi: -Table size 250x1250 mm -Longitudinal travel: 790 mm -Cross travel:310 -Vertical travel:410 - Distance from spindle to table up to 400 mm; -Ram travel: 315 -T-slot:3x16 -Spindle travel 127 mm -pindle speed rpm: 16 steps 50HZ:65-4500 60HZ:80-5440 - Optional:variable 65-4500 Standard Accessory: Machine Light, Coolant System, Machine Vice, Dividing Head, Rotary Table, Clamp Kit, Tools and Toolbox.	5 Set / Ruang Praktik,		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
11	Mesin Frais CNC (CNC Milling Machine),	Mengenalkan dan, pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin frais CNC. <i>Product Description</i> -Used for machining box parts, shell parts, disc-shaped parts. -Rectangular guide-way with plastic-sticking, high rigidity, high stability and strong support. -Column and guide way is ground precisely with high precision -Spindle is equipped with tool-hit cylinder to make tool released and clamped pneumatically. Tool-change is more safely and quickly. -CNC control system could be adapted by step motor or servo motor, providing good cost-effective Spesifikasi: -X-Axis travel: 535mm - Y-Axis travel: 320mm - Z-Axis travel: 375mm - T slot(widthx num.): 16mmX3	5 Set / Ruang Praktik,		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		-Worktable size: 1000X250mm -Max.loading of worktable:120Kg -Power of spindle motor:1.5/2.2KW - Spindle speed;4000-8000 -Cutting feeding rate: 0-2000mm/min -Min.set unit & moving unit:0.001mm -Pitch of XY axes :6mm - Pitch of Z axis:6mm - Positioning accuracy:(300mm)±0.008 -Repeatability accuracy:(300mm)±0.005 -Tool spec(neighboring Tool) x weight x length: φ60mmX3.5KgX175 -Machine weight:1700kg -Air pressure 0.6MPa -Power of cooling pump for cutting: 370W				
12	Mesin Bubut CNC (CNC Lathe Machine)	Mengenalkan dan, pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin bubut CNC. Spesifikasi : Bed Type : Flat Bed; Max. Swing over Bed : Ø 360 mm; Distance Between Centers : approx. 1000 mm; Swing over Cross Slide : approx. Ø 210 mm	5 Set / Ruang Praktik,		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Spindle Bore : Ø approx. 60 mm Bed Width : approx. 330 mm Headstock Spindle Taper: MT6 Spindle Speed : 150-2000 RPM Max. Travel of X-Axis : 210 mm, Max. Travel of Z-Axis : 1000 mm Tailstock Taper : MT4 Main Motor : approx. 5500W Standard Accessory : 3-Jaw Chuck, Coolant System, Tools and Tool-box				
13	Slant Bed CNC Lathe Machine	Untuk membubut benda kerja menggunakan mesin bubut yang dikontrol memakai program berbasis komputer. Bed type : Slant Bed Swing over bed : approx. Ø 440 mm Swing over Cross Slide : approx. Ø 340 mm Max workpiece dia : approx. Ø 270 mm Distance Between Centers : approx. 480 mm Max Travel of X-Axis : 150 mm Max Travel of Z-Axis : 500 mm	3 Set / Ruang Praktik		3	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Spindle bore : approx. Ø 58 mm Spindle Speed : approx. 50-4300 RPM Turret : NC turret Rapid traverse X : approx. 24 m/min Rapid traverse Z : approx. 29 m/min Feedrate : approx. 0,001 - 1.000 mm/rev Main Motor : approx. 5.5 KW Tailstock Taper : MT 3 / MT 4 / MT 5 Number of tool in turret : min. 8 pcs Features: - Monitoring maintenance schedule - Real time 3D cutting simulation - Machinining parameters calculator - Handwriting screen memo - Full Cover Protection - Additional Spare M code 4 set (example for: anti fire system, measuring holding time, etc.) - Standard accessories: 3 Jaws chuck, Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Tool-box.				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Angle Grinder	Memotong dan menghaluskan permukaan hasil pengelasan. Spesifikasi : -Dimensi : 270 x 73 x 100 mm -Rated Input Power: 750 -Disc Diameter: 110mm/115mm -Rated Voltage: 110V/240V -No-Load Speed: 11000r/min -Frequency: 60/50HZ.	18 Set / Ruang Praktik,		2	Medium
15	Mini Grinder	Menghaluskan permukaan benda kerja. -Voltage: 220-240V --Frequency: 50/60Hz -Power: 170W -speed: 8000-35000 rpm -chuck size: 1.6/3.2mm	18 Set / Ruang Praktik,		2	Medium
16	Impact Wrench	Mengencangkan dan memberi keterampilan melepas dan memasang baut/mur. Spesifikasi : - Socket: 17/19/21/22mm -Rated Voltage: 220V-240V -Rated Input Power: 900W -Max. Torque: 300N.M -No-Load Speed: 2300rpm -Frequency: 50 - 60 HZ -Chuck capacity: 1/2"	18 Set / Ruang Praktik,		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
17	<i>Cut Off Saw</i>	Mengenalkan dan memberi keterampilan memotong bahan baku produksi. Spesifikasi: <i>Voltage:</i> 220-240V ~ 50-60Hz <i>Rated power:</i> 2000 W <i>No-load speed:</i> 3800 rpm <i>Cutting blade size:</i> 355 mm (14") <i>-Max cutting capacity</i> <i>Round pipe:</i> Ø 115 mm <i>Square:</i> 115x115 mm <i>Rectangle:</i> 150x102 mm <i>Weight:</i> 15.0	5 Set / Ruang Praktik		2	Medium
18	<i>Bench Grinder</i>	Mengenalkan dan memberi keterampilan menggerinda. Spesifikasi : <i>-Voltage/Frequency:</i> 220V/50 Hz <i>-Input power:</i> 170W <i>-No-load speed:</i> 3500rpm <i>-Wheel Size:</i> min. Dia.150x16x12.7mm	5 Set / Ruang Praktik,		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
19	CNC Vertical Milling (Machining Center)	Untuk memfrais benda kerja menggunakan mesin frais (<i>milling machine</i>) yang dikontrol memakai program berbasis komputer. Table Size : approx. 1300 x 550 mm Longitudinal travel : approx. 1040 mm Cross travel : approx. 550 mm Vertical travel : approx. 450 mm Spindle Taper : BT 40 Spindle speed : up to 14500 rpm Total power : approx. 18.5 KW Tool number capacity : up to 20 tools Rapid traverse X/Y : approx. 39 m/min Rapid traverse Z : approx. 30 m/min Features: - Monitoring maintenance schedule - Real time 3D cutting simulation - Machining parameters calculator - Handwriting screen memo - Full Cover Protection - Additional Spare M code 4 set (example for: anti fire system, measuring holding time, etc.)	3 Set / Ruang Praktik		4	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		- Power failure auto retract Z-axis spindle - Body & spindle over heat protection - Additional workpiece coordinate system : min 100 points - Standard accessories: Worklight, Coolant System, Auto Lubrication system, Tools and Tool-box.				
20	Mesin Frais CNC (CNC Milling Machine)	Untuk pengenalan dan pelatihan pengerjaan benda kerja menggunakan mesin frais CNC dengan program NC / CNC. Spesifikasi: Table size mm approx. 900 x 300, Longitudinal travel mm approx. 620, Cross travel mm approx. 350, Vertical travel mm approx. 500, Spindle taper BT40 , Speed range rpm up to 6000, Spindle motor power kw approx. 5.5, Standard Accessories : Full-Cover Protection, Worklight, Coolant System, Auto lubrication system, Tools and Tool-box.	5 Set / Ruang Praktik		4	Advance

G. DAFTAR PERALATAN PRAKTIK PADA LABORATORIUM KONTROL

Tabel 11. Daftar peralatan praktik pada laboratorium kendali industri

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
1	Kursi Kerja	Ukuran memadai untuk duduk dengan nyaman. Spesifikasi: Dimensi : W:42 x D:50 x H:90 cm - Dudukan dan sandaran busa <i>injection</i> - <i>Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi oval <i>finishing Chrome</i>	1 buah/ ruang Praktik		1	Basic
2	Bangku Kerja	Ukuran memadai untuk melakukan pekerjaan. Spesifikasi: <i>Workbench Countertop, Adjustable-height Legs, Storage, LED, Mobile Workbench, Tools and Test Equipment (Multimeter, Soldering Station, Bench Power Supply, Oscilloscope, Wire Stripper Hot Glue Gun, etc)</i>	2 buah/ ruang praktik		2	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Meja Alat	Ukuran memadai untuk menempatkan peralatan. Spesifikasi: Dimensi 31.5" x 16" x 31.5" (L x W x H). <i>Weight capacity: 330 lbs</i>	1 buah/ ruang Praktik		1	Basic
4	Meja Persiapan	Ukuran memadai untuk mempersiapkan pekerjaan. Spesifikasi: <i>Overall Size 1520mm (L) x 700mm (W) x 860mm (H)</i>	1 buah/ ruang Praktik		1	Basic
5	Stool/ Kursi Kerja Bengkel	Ukuran memadai untuk duduk pada saat melakukan pekerjaan praktik. Spesifikasi : Rangka Utama: Pipa dia 3/4 inchi x 1,1 mm. Finishing Rangka: <i>Powder coatings</i>. Dudukan : Multipleks 15 mm. Finishing Dudukan : PVC Semi rigid 0.18mm. Tinggi Dudukan : 450 s/d 500 mm	4 buah/ ruang Praktik		1	Basic

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
6	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi : Dimensi : 900X450X1800 MM	3 buah/ ruang Praktik		1	<i>Basic</i>
7	Motor 3 Phase dan Kontaktor	Untuk pembelajaran prinsip kerja motor listrik 3 phase dan kendali nya dengan rangkaian relay dan kontaktor listrik. Spesifikasi : 1 unit 3 phase power supply Input voltage: 3 x 400 V AC (50 Hz) Output socket location standardised for connecting additional EduTrainer® protective measures by means of a jumper plug Output voltage: 3 x 400 V AC, protected against short-circuit and overload Current-carrying capacity: max 16 A RCCB, type B, 30 mA Motor protection switch with undervoltage tripping	1 set/ruang praktik		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Motor protection switch with undervoltage tripping Emergency off switch, all-pole Key switch LED phase indicator Connecting cable with CEE plug, 16 A, length: 3 m 1 set industrial switching devices, all relevant connections at stable, securely affixed adapters for 4 mm safety plugs. Terdiri dari : 1x 1-pin circuit breaker A 4 A 1x 3-pin circuit breaker B 10 A 1x 0.35 – 0.5 A motor protection switch with 1 N/O + 1 N/C control switch 1x 0.35 – 0.5 A motor protection switch 4x 4 kW power contactor + overvoltage limiter 4x auxiliary switching block for 4 kW power contactor, 2 N/O + 2 N/C 1x multi-function time relay 3x relay incl. socket 1 unit Board with switches, pushbuttons and indicator lights, suitable for eletrotechnical experiments. Terdiri dari :				

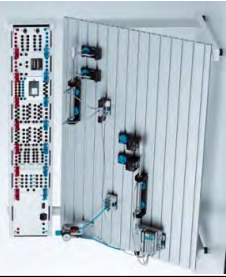
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		3 x pushbutton, 1 N/O + 1 N/C (green, white, blue) for indicating signal input 3 x indicator light (green, white, blue) for indicating operating states 2 x rotary switch, 1 N/O + 1 N/C for selecting operating modes or functions 1 x latched switch including emergency off option, 2 N/C Integrated distribution for 24 V DC control voltage which can be connected to the switching elements with a jumper plug All connections for 4 mm safety plugs 1 unit Three-phase current asynchronous motor 400/690 V dengan spesifikasi Power rating: 0.25 k Speed: 1,350 rpm cos φ: 0.78 Star circuit: 690 V/0.45 A Delta circuit: 400 V/0.77 A				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
8	Aplikasi PLC pada <i>Traffic Light</i>	Untuk memberikan pemahaman tentang logika pemrograman PLC kepada siswa. <i>Part list :</i> 1 <i>Traffic Lights</i> units, consist of 2 green, 2 yellow, 2 red, 2 walk, 2 don't walk sign Type LED Voltage 24 V dc Fault Switches 8 Dimensions (H x W x D) 495 x 370 x 326 mm Net Weight 5.6 kg 1 PLC box with specification : Ten 24 V dc digital inputs Six 24 V dc digital outputs Two analog inputs (0-10 V dc) 24 V dc built-in power supply Built-in 10/100 Mbps Ethernet/IP port for peer-to-peer messaging and programming Eight fault switches Five push-buttons, five toggle switches, and Two 0-10 V dc outputs	1 set/ruang praktik		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
9	<i>Pneumatic Robot Training System,</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan tentang robot. Spesifikasi : -dimension: 650×750×1200mm -Input power: single-phase,three-wire AC 220V±10% 50Hz/60Hz -Capacity: < 200VA -Optional -Computer, computer table -PLC module -PC software -Air compressor Part list: - Training platform base - PTP Robot training system - Experiment cable - Accessories and spare parts - Software and material - Learning software	5 Set / Ruang Praktik,		4	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
10	<i>Basic Hydraulic Training System,</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai suatu sistem hidrolik, lengkap beserta komponen- komponen hidrolik, serta pengaplikasiannya dalam sistem otomatisasi industri. <i>Alat peraga basic hydraulic yang sudah dilengkapi dengan mounting sehingga dapat digunakan di aluminium profile plate, terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut:</i> -1x <i>Pressure relief valve</i> -1x <i>2-way flow control valve</i> -1x <i>One-way flow control valve</i> -1x <i>Non-return valve, delockable</i> -1x <i>Non-return valve, 0.6 MPa opening pressure</i> -1x <i>4/2-way hand lever valve, spring return</i> -1x <i>4/3-way hand lever valve, relieving mid-position (AB → T), detenting</i> -1x <i>4/3-way hand lever valve, closed mid-position, detenting</i> -1x <i>Shut-off valve</i>	5 Set / Ruang Praktik,		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		-1x <i>Differential cylinder with cover, diameter 16 mm, stroke 200 mm</i> -1x <i>Weight, 9 kg for cylinder</i> -1x <i>Hydraulic motor</i> -1x <i>T-distributor"</i> -2x <i>4-way distributor with pressure gauge</i> -3x <i>Pressure gauge</i> -1x <i>Flow sensor</i> -1x <i>Workstation</i> -1x <i>Oil 10l</i> -<i>Hoses</i> -<i>Hydraulic power unit</i> - <i>Catu daya, standard AC 230 V – 50 Hz, tidak memerlukan catu daya tiga phase</i> - <i>Tekanan kerja 6 Mpa (60 bar)</i> - <i>Volume tangki 5 L, dengan display temperatur, kaca indikator volume</i> - <i>Daya output 650 W</i> - <i>Aliran 2.3 L / min</i> Dapat melakukan minimal 10 Eksperiment : - Mengukur aliran oli pompa hydraulic - Menguji tekanan pompa <i>hydraulic</i> - Menguji karakteristik pompa - Menguji katup <i>pressure relief</i>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		– Menghitung dan menguji tekanan yang dihasilkan oleh beban – Merangkai silinder dengan menggunakan katub 4/2, 4/3 – Mengetahui perbedaan fungsi 2-way flow control valve dengan one-way flow control valve – Mempelajari cara menjalankan motor hydraulic – Mempelajari tekanan minimum untuk mengangkat beban 9 Kg – Mempelajari metode pemasangan flow control valve				
11	Basic Pneumatic Training System,	Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengenai <i>pneumatic</i>. Alat peraga <i>basic pneumatic</i> yang sudah dilengkapi dengan <i>mounting</i> sehingga dapat digunakan di aluminium <i>profile plate</i>, dimana setiap komponen memiliki tekanan kerja 1 bar – 10 bar, terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut: -2x 3/2-way valves with <i>pushbutton</i>, normally closed	5 Set / Ruang Praktik,		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		-1x 3/2-way valve with pushbutton, normally open • 1x 5/2-way valve with selector switch • 1x 3/2- way valve with selector switch, normally closed • 2x 3/2-way roller lever valve, normally close • 2x proximity sensors, pneumatic, with cylinder attachment • 1x pneumatic timer, normally closed • 1x pressure sequence valve • 1x 3/2-way valve pneumatically actuated at one end • 1x 5/2-way valve pneumatically actuated at one end • 3x 5/2-way double-pilot valve pneumatically actuated at both end • 1x shuttle valve (OR)" "• 2x dual pressure valve (AND) • 1x quick-exhaust valve • 2x one-way flow control valve • 1x single-acting cylinder, diameter 20 mm, stroke 50 mm • 1x double-acting cylinder, diameter 20 mm, stroke 100 mm				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		• 1x start-up valve with filter control valve • 1x pressure regulator with gauge • 2x pressure gauges • 1x manifold • 2x plastic tubing, 10 m, 4 x 0.75 mm, silver • 1x Silent Compressor : Tegangan Masukan : AC 230 V, 50 Hz Tekanan : 800 kPa (8 bar) Pmax Isi tangki kompresor : 24 l Tingkat kebisingan : 45 dB • 1x Software simulator untuk mendesain rangkaian pneumatik" • Dapat melakukan minimal 12 eksperimen : – Mempelajari struktur, fungsi dan aplikasi dari silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda – Menghitung parameter dasar – Mempelajari fungsi dan aplikasi katup 3/2 dan katup 5/2 – Mempelajari metode aktuasi katup kontrol terarah – Menganalisa rangkaian yang sudah dibuat				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		– Mempelajari mengukur tekanan – Merangkai/merakit berbagai aplikasi menggunakan silinder, baik tunggal maupun ganda dan menggunakan katup kontrol – Mempelajari perbedaan metode penggunaan <i>flow control</i> – Menjelaskan dan membuat rangkaian pengunci – Menjelaskan dan meimplementasikan rangkaian logika AND/OR/NOT – Mengkombinasikan rangkaian logika – Fungsi dan aplikasi <i>limit switch</i> • Buku Petunjuk Penggunaan				
12	Basic Pneumatic Training System	Untuk mengenalkan dan memberi keterampilan mengenai <i>pneumatic</i>. <i>Power unit - air compressor (Basic configuration minicomputers)</i> <i>Power source : AC 220V±10% 50Hz/60Hz</i> <i>Motor power : 480W</i> <i>Nominal volume : approx. 6L</i> <i>Rated output pressure: 0.6MPa-0.85MPa</i>	5 Set / Ruang Praktik		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Part list:</i> <i>Workbench, Silent Air compressor, Manifold block, Double-acting cylinder, Single-acting cylinder, Mushroom button valves, 3/2 button type module, 5/3 handle shuttle valve, 5/2 handle shuttle valve, Single pneumatic control 3/2, Double pneumatic control 3/2, Single pneumatic control 5/2, Double pneumatic control 5/2, Reducing valve, One-way valve, Pressure guage, One-way throttle valve, 3/2 stroke valve, Time delay valve, Sequence valve, "And" Gate type dual pressure valve, "Or" Valve, Quick escape valve, Hose Ø4, Hose Ø6, 4T valve, "T" Connection, APG reducing straight coupling, Tool kits, Pneumatic simulator software. Manual book, Experiment module.</i>				
13	Basic Hydraulic Training System	Digunakan untuk pembelajaran mengenai suatu sistem hidrolik, lengkap beserta komponen-komponen hidrolik, serta pengaplikasiannya dalam sistem otomasi industri.	5 Set / Ruang Praktik		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Hydraulic power unit: Work power : AC 380V Frequency : 50Hz Safety rate-limiting range : 1000-1500 r/min Flow : approx. 4.5L/min Oil box volume : approx. 35tr Gear pump system: motor pump using open shelf installation, structure compact, low noise, easy to maintenance Part list: Training table, Hydraulic station, Double acting hydraulic cylinder, throttle valve, One-way throttle valve, 4/2 way manual shuttle valves, Straight moving style relief valve, 4/3 way manual shuttle valves (O), 4/3 way manual shuttle valves (H), 4/3 way manual shuttle valves (M), Speed control valve, Straight moving sequencing valve, Direct-acting decompression valve, Hydraulic one-way valve, One-way valve , T connection, Five-way valve, Divide oil piece, Glycerin type pressure gauge, Oil tube 0.6m, Oil tube 1m, Oil tube 1.5m, Power supply for for hydraulic station, Tool kits, Hydraulic simulation software. Manual book, Experiment module.				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
14	Basic Electro Hydraulic Training System,	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan elektro hidrolik dasar. Alat peraga <i>basic electrohydraulic</i> yang sudah dilengkapi dengan mounting sehingga dapat digunakan di aluminium profile plate, terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut: • 1x <i>Pressure relief valve</i> • 1x <i>2-way flow control valve</i> • 1x <i>One-way flow control valve</i> • <i>Non-return valve, 0.6 MPa opening pressure</i> • 1x <i>4/2-way solenoid valve, spring return</i> • 1x <i>4/3-way solenoid valve, closed mid-position</i> • 1x <i>4/2-way double solenoid valve, detenting</i> • 1x <i>Shut-off valve</i> • 1x <i>Weight, 9 kg for cylinder</i> • 2x <i>Differential cylinder with cover, diameter 16 mm, stroke 200 mm</i> • 1x <i>Mounting kit for cylinders</i> • 2x <i>T-distributor"</i> • 2x <i>4-way distributor with pressure gauge</i>	5 Set / Ruang Praktik,		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		• 2x Pressure gauge • 1x Pressure switch, electronic • 2x Relay, three-fold • 1x Signal input, electrical • 1x Limit switch, electrical, left-actuated • 1x Limit switch, electrical, right-actuated • 2x Proximity sensor, electronic • 1x Power supply unit • 1x Laboratorium kabel set, merah&Biru, 98 Pieces : • – 10x red 50 mm, 10x blue 50 mm, 26x red 300 mm, 11x blue 300 mm, 21x red 500 mm, 12x blue 500 mm, 3x red 1000 mm, 3x blue 1000 mm, 1x red 1500 mm, 1x blue 1500 mm • 1x Workstation • 1x Pompa hydraulic – Tegangan masukan 230 VAC – 50 Hz – Tekanan kerja 6 Mpa (60 bar) – Volume tangki 5 L – Daya 650 W – Supply aliran 2.3 L / min • 1x 10 L Oli"				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		• Dapat melakukan minimal 12 Eksperiment : – Mengukur aliran oli pompa <i>hydraulic</i> – Menguji tekanan pompa <i>hydraulic</i> – Menguji karakteristik pompa – Menguji katup <i>pressure relief</i> – Menghitung dan menguji tekanan yang dihasilkan oleh beban – Merangkai silinder dengan menggunakan katub solenoid 4/2, 4/3 – Mengetahui perbedaan fungsi 2-way flow control valve dengan one-way flow control valve – Mempelajari cara menjalankan motor <i>hydraulic</i> – Mempelajari tekanan minimum untuk mengangkat beban 9 Kg – Mempelajari metode pemasangan flow control valve – Membuat sequence rangkaian dengan menggunakan sensor – Membuat rangkaian pengunci menggunakan relay • Buku Petunjuk Penggunaan				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
15	Basic Electro Hydraulic Training System	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan elektro hidrolik dasar. Hydraulic power unit: Work power : AC 380V Frequency : 50Hz Safety rate-limiting range : 1000-1500 r/min Flow : approx. 4.5L/min Oil box volume : approx. 35Ltr Gear pump system: motor pump using open shelf installation, structure compact, low noise, easy to maintenance. Part list: Training table, Hydraulic station, Double acting hydraulic cylinder, throttle valve, One-way throttle valve, Pressure relief valve (directly actuated), 4/3 Way solenoid valve (M), 4/3 Way solenoid valve (O), 4/3 Way solenoid valve (Y), 4/3 Way solenoid valve (H), 4/2 Way solenoid valve, 4/2 Way manual shuttle valves, Speed regulator valve, Pilot Relief Valve, Pressure relief valve (pilot actuated), Pilot pressure reducing valve, Hydraulic control	5 Set / Ruang Praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
16	Basic Electro Pneumatic Training System,	one-way valve, One-way valve, Pressure relay, T connector, Five way connector, hydraulic distributor, Glycerin pressure gauge, Hose 0.6m, Hose 1m, Hose 1.5m, DC power module, Relay module, Button switch module, power unit for hydraulic pump, Photoelectric sensor, Capacitive sensor, Inductive sensor, Micro switch module (left), Micro switch module (right), Test line, Toolkit, Hydraulic Simulation Software. Manual book, Experiments module Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan elektro pneumatik dasar. Alat peraga <i>basic pneumatic</i> yang sudah dilengkapi dengan mounting sehingga dapat digunakan di aluminium <i>profile plate</i>, dimana setiap komponen memiliki tekanan kerja 1 bar – 10 bar, terdiri dari komponen-komponen sebagai berikut: • 2x 3/2-way valves with pushbutton, normally closed	5 Set / Ruang Praktik,		2	Advance

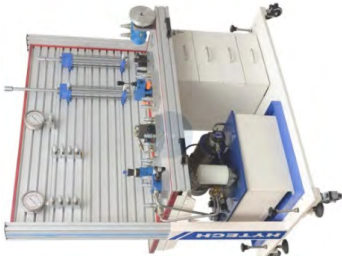
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		• 1x 3/2-way valve with pushbutton, normally open • 1x 5/2-way valve with selector switch • 1x 3/2-way valve with selector switch, normally closed • 2x 3/2-way roller lever valve, normally close • 2x proximity sensors, pneumatic, with cylinder attachment • 1x pneumatic timer, normally closed • 1x pressure sequence valve • 1x 3/2-way valve pneumatically actuated at one end • 1x 5/2-way valve pneumatically actuated at one end • 3x 5/2-way double-pilot valve pneumatically actuated at both end • 1x shuttle valve (OR)" • 2x dual pressure valve (AND) • 1x quick-exhaust valve • 2x one-way flow control valve • 1x single-acting cylinder, diameter 20 mm, stroke 50 mm • 1x double-acting cylinder, diameter 20 mm, stroke 100 mm				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		• 1x start-up valve with filter control valve • 1x pressure regulator with gauge • 2x pressure gauges • 1x manifold • 2x plastic tubing, 10 m, 4 x 0.75 mm, silver • 1x Silent Compressor : Tegangan Masukan : AC 230 V, 50 Hz Tekanan : 800 kPa (8 bar) Pmax Isi tangki kompresor : 24 l Tingkat kebisingan : 45 dB • 1x Software simulator untuk mendesain rangkaian pneumatik" • Dapat melakukan minimal 12 eksperimen : – Mempelajari struktur, fungsi dan aplikasi dari silinder kerja tunggal dan silinder kerja ganda – Menghitung parameter dasar – Mempelajari fungsi dan aplikasi katup 3/2 dan katup 5/2 – Mempelajari metode aktuasi katup kontrol terarah – Menganalisa rangkaian yang sudah dibuat				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
17	<i>Basic Principal of Digital technology & electronics</i>	– Mempelajari mengukur tekanan – Merangkai/merakit berbagai aplikasi menggunakan silinder, baik tunggal maupun ganda dan menggunakan katup kontrol – Mempelajari perbedaan metode penggunaan <i>flow control</i> – Menjelaskan dan membuat rangkaian pengunci – Menjelaskan dan mengimplementasikan rangkaian logika AND/OR/NOT – Mengkombinasikan rangkaian logika – Fungsi dan aplikasi <i>limit switch</i> • Buku Petunjuk Penggunaan Untuk satu paket peralatan untuk belajar elektrik dan elektronik dasar hingga kendali digital dalam satu panel yang dilengkapi function generator. <i>Combination board</i> dengan catu daya • Tegangan masukan 110 – 230 VAC (50-60 Hz) 1 unit Universal patch panel	2 set / ruang praktik		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		1 set component for electrical engineering/electronics contains all of the components for carrying out basic tests for direct current technology, 29 resistors 2W, 1 Unit coil: approx. 100 mH, 7 Unit diodes: 1x AA118, 6x 1N4007, 2 Unit Zener diodes: 1x ZPD 3.3, 1x ZPD 10, 2 Unit LEDs: 1x blue, 1x red/green, 1 Set bulb: approx. 12 V 62 mA, 1 Set toggle switch, 1 Set Diac: DB3, 1 Set mounted transformer: 2 coils with approx. 600 windings, 1 coil with approx. 200 windings, 1 separable core, retainer for transformer core 8 Unit transistors: 1x BC 140-16, 1x BC 547B, 1x BC 160-16, 1x BC 140-16, 1x 2N 3820, 1x FET 2N 3819, 1x 2N 2647, 1x BS 250 1 Unit thyristor 1 Unit triac 1 Set compact unit of Voltage supplies and squarewave generator in one, suitable for all tests on digital and control technology				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		1 set components of digital technology contains all of the components for carrying out basic tests on digital technology, in housings compatible with the 19 mm safe technology plug system. Consist of: 1 Set inverter (3 inverters, 3 Schmitt trigger, 1 Unit AND with 2 inputs, 1 Unit OR with 2 inputs, 1 Unit NAND with 2 inputs, 1 Unit NOR with 2 inputs, 1 Unit XOR with 2 inputs, 1 Unit AND with 4 inputs, 1 Unit OR with 4 inputs, 1 Unit hex switch (2-way), analogue source approx. 0 – 5V, 10L resistor, 1 Set μF capacitor, 1 Unit LED bar graph, 10-digit 1 Unit counter, 4 bit 1 Unit 7-segment display, single-digit, can be switched between hex/DEC/seg, 1 Unit RS flip-flop, 2 Unit JK flip-flops, 1 Unit shift register, 8 Bit par-ser, 1 Unit shift register, 8 Bit ser-par, 1 Unit full adder, 4 bit 1 Unit signal input (4x latch/pushbutton, 1x pushbutton				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
18	<i>Advanced Electro Hydraulic Training System</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai suatu sistem elektro hidrolik, lengkap beserta komponen-komponen elektro hidrolik, serta pengaplikasiannya dalam sistem otomasi industri. <i>Hydraulic power unit : Work power: AC:380V Frequency:50Hz Safety rate-limiting range:10001500 r/min Power:1.1KW Flow:4.5L/min Oil box volume: 35Ltr Gear pump system: motor pump using open shelf installation, structure compact, low noise, easy to maintenance</i> <i>Part list: Training workbench, Hydraulic station, Double-acting hydraulic cylinder, One-way throttle valve, Throttle valve, Pressure relief valve (directly actuated), 4/3 Way solenoid valve (M), 4/3-WAY solenoid valve (O), 4/3 Way solenoid valves</i>	1 set/ruang praktik		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		(Y), 4/3-WAY solenoid valve (H), 4/2 Way solenoid valve, 4/2 Way manual shuttle valves, Speed regulator valve, Pilot relief valve, Piloted sequence valve, Pilot type pressure reducing valve, Piloted operated check valve, Check valve, Pressure relay, Tconnector, Five way connector, Hydraulic distributor, Glycerin pressure gauge, Hose 0.6m, Hose 1m, Hose 1.5m, DC power module, Relay module, Button switch module, Power supply for hydraulic pump use, Photoelectric sensor, Capacity sensor, Inductive sensor, Micro switch module (left), Micro switch module (right), PLC module (Siemens), PLC programming software (Siemens), Download cable (Siemens), Test line, Toolkit, Manual.				
19	Basic Electro Pneumatic Training System	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan elektro pneumatik dasar. DC power: Input, AC220V, 50Hz/60 Hz Output: DC 24V/3A Air compressor: Power: AC 220V±10% 50Hz/60Hz Motor power: approx. 480W	5 Set / Ruang Praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Nominal volume: approx. 6L normal Output: 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, 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, 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 Push Button Valve, Time delay valve, Sequence valve, "And" gate-type dual				

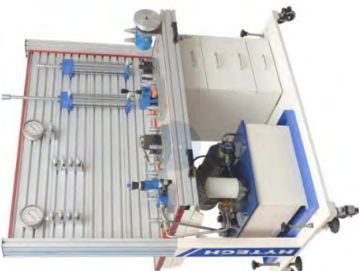
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
20	Advanced Electro Pneumatic Training System Without PLC	pressure Valve, "Or" gate-type shuttle valve, Quick escape valve, Micro switch valve (left trigger), Micro switch valve (Right trigger), Photoelectric Sensor, capacitive sensor, Conductive sensor, Test wire, DC power supply unit, Relay, Button switch unit, Hose $\Phi 4$, Hose $\Phi 6$, 4 T Valve, T connection, APG reducing straight coupling, Tool kits, Pneumatic Simulation software. Manual book, Experiment modul Pengetahuan tentang dasar-dasar fisik elektropneumatik serta fungsi dan penerapan komponen elektropneumatik Perangkat ini memungkinkan konstruksi sirkuit kontrol elektropneumatik sederhana. Perangkat peralatan dapat digunakan untuk membangun sirkuit kombinasi luas dengan menghubungkan logika sinyal input dan output, serta sistem kontrol yang diprogram. DC power: Input: AC220V, 50Hz/60 Hz Output: DC 24V/3A Air compressor: Power: AC 220V$\pm$ 10% 50Hz/60Hz Motor power: 600W	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Nominal volume: 9L normal Output voltage 0.7 MPa Noise degree: 66 dB Part list: Workbench, Soundless air pump, Manifold block, Doubleacting cylinder, Single-acting cylinder, 5/3 solenoid directional valve central vented, 5/3 solenoid directional valve central exhaust, 5/3 solenoid directional valve central pressure, 5/2 single solenoid shuttle valve, 3/2 5/2 double solenoid shuttle valve, 3/2 single solenoid shuttle valve NC, 3/2 single solenoid shuttle valve NO, Mushroom button valves, 5/2 handle shuttle valve, 5/3 handle shuttle valve, Single pneumatic con 3/2 Stroke valve type A, 3/2 Stroke valve type B, 3/2 knob valve, Time delay valve, Sequence valve, "And" gate-type dual pressure Valve, "Or" gatetype shuttle valve, Quick escape valve, Micro switch valve (left trigger), Micro switch valve (right trigger), Photoelectric Sensor, Capacitive sensor, Conductive sensor, Test wire, PLC module(Siemens), PLC program software(Siemens), Download wire, DC power, Relay, Button switch, HoseΦ4 black&blue 50m, HoseΦ6 blue 20m, 4 T valve, T connection, APG reducing straight coupling, Tool kits, Manual, Hydraulic simulation software				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
21	Equipment PLC to Electro Pneumatic Training System	Peralatan training yang digunakan untuk media pembelajaran utama aktuator pada sistem elektropneumatik. Konfigurasi Minimal : - Fluidic muscle, - Semi rotary drive - Linear drive - Function - Electromagnetically actuated 3/2-way fast-switching solenoid valve - 5/3-way solenoid valve, mid position closed - Second one-way flow control valve - Proximity sensor, - On-off valve with filter/regulator - Air pressure reservoir -Buku Petunjuk Penggunaan	1 set/ruang praktik		2	Advance

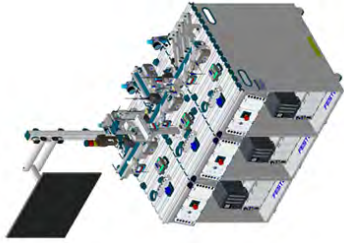
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
22	<i>Advanced Electro Pneumatic Training System Without PLC</i>	Pengetahuan tentang dasar-dasar fisik elektropneumatik serta fungsi dan penerapan komponen elektropneumatik Perangkat ini memungkinkan konstruksi sirkuit kontrol elektropneumatik sederhana Seperangkat peralatan dapat digunakan untuk membangun sirkuit kombinasi luas dengan menghubungkan logika sinyal input dan output, serta sistem kontrol yang diprogram. Minimal Konfigurasi 1 Unit Signal input, electrical 2 Unit Relay, three-fold 1 Unit Limit switch, electrical, left-actuated 1 Unit Limit switch, electrical, right-actuated 1 Unit Proximity sensor, optical, M12 1 Unit Proximity sensor, electronic, with cylinder mounting 1 Unit 2 x 3/2-way solenoid valve with LED, normally closed 1 Unit 5/2-way solenoid valve with LED	1 set/ruang praktik		2	<i>advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		2 Unit 5/2-way double solenoid valve with LED 1 Unit Pressure sensor with display 4 Unit One-way flow control valve 1 Unit Single-acting cylinder 2 Unit Double-acting cylinder 1 Unit Start-up valve with filter control valve 1 Unit Manifold 1 Unit Plastic tubing 1 Unit Signal input, electrical 2 Unit Relay, three-fold 1 Unit Time relay, two-fold 1 Unit Preset counter, electronic 1 Unit Emergency stop pushbutton, electrical 1 Unit Proximity sensor, inductive, M12 1 Unit Proximity sensor, capacitive, M12 1 Unit Valve terminal with 4 valve slices (MMJJ) 2 Unit Non-return valve, delockable -Buku Petunjuk Penggunaan				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
23	<i>Advanced Hydraulic Training System</i>	Digunakan untuk pembelajaran mengenai suatu sistem elektro hidrolik, lengkap beserta komponen-komponen elektro hidrolik, serta pengaplikasiannya dalam sistem otomasi industri. <i>Hydraulic poser unit :</i> <i>Work power: AC:380V</i> <i>Frequency:50Hz</i> <i>Safety rate-limiting range:10001500 r/min</i> <i>Power:1.1KW</i> <i>Flow:4.5L/min</i> <i>Oil box volume: 35Ltr</i> <i>Gear pump system: motor pump using open shelf installation, structure compact, low noise, easy to maintenance</i> <i>Part list: Training workbench, Hydraulic station, Double-acting hydraulic cylinder, One-way throttle valve, Throttle valve, Pressure relief valve (directly actuated), 4/3 Way solenoid valve (M), 4/3-WAY solenoid valve (O), 4/3 Way solenoid valves (Y), 4/3-WAY solenoid valve (H), 4/2 Way solenoid valve, 4/2 Way manual shuttle</i>	1 Set / Ruang Praktik,		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		valves, Speed regulator valve, Pilot relief valve, Piloted sequence valve, Pilot type pressure reducing valve, Piloted operated check valve, Check valve, Pressure relay, Tconnector, Five way connector, Hydraulic distributor, Glycerin pressure gauge, Hose 0.6m, Hose 1m, Hose 1.5m, DC power module, Relay module, Button switch module, Power supply for hydraulic pump use, Photoelectric sensor, Capacity sensor, Inductive sensor, Micro switch module (left), Micro switch module (right), PLC module (Siemens), PLC programming software (Siemens), Download cable (Siemens), Test line, Toolkit, Manual.				
24	Advanced Electro Hydraulic Training System	Untuk pembelajaran pengendalian elektrohidrolik tingkat lanjut yang umumnya digunakan sebagai penggerak mesin-mesin berat di industri.	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		1 Unit Pressure relief valve, 1 Unit 2-way flow control valve, 1 Unit One-way flow control valve, 1 Unit Non-return valve, 1 Unit 4/2- way solenoid valve, spring return, 1 Unit 4/3-way solenoid valve, closed mid-position, 1 Unit 4/2- way double solenoid valve, detenting 1 Unit 1x Shut-off valve, 1 Unit Weight, 9 kg, for cylinder, 2 Unit Differential cylinder 16/10/200 with cover, 1 Unit Mounting kit for cylinders, 2 Unit T-distributor, 2 Unit 4-way distributor with pressure gauge, 2 Unit Pressure gauge, 1 Unit Pressure switch, electronic, 2 Unit Relay, three-fold 1 Unit Signal input, electrical, 1 Unit Limit switch, electrical, left- actuated 1 Unit Limit switch, electrical, right-actuated, 2 Unit Proximity sensor, electronic, 1 Unit 4/3- way solenoid valve, relieving mid-position (AB → T) 1 Unit Proximity sensor, inductive, M12 1 Unit Emergency stop pushbutton, electrical, 1 Unit T- distributor, 1 Unit Non-return valve, delockable, 1 Unit Pressure relief valve, compensated -Buku Petunjuk Penggunaan				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
25	Sistim Operasi Industri 4.0	Sebuah sistem yang terdiri dari tiga buah modul dan dilengkapi dengan sistem komunikasi terpadu. <i>Distributing/Conveyor, joining, sorting</i> Accessories 3x height-adjustable trolleys, 3x control console, 1x workpiece set PA (body with end cap), 1x simulation box, 1x signaling column Control technology 1x PLC control package, 1x EasyPort, RFID system, switch, touch PC with MES system Software FluidSim E 1L, FluidSim P 1L Training content Structure of a PLC program Programming alternative branches Programming an operating mode section and signals Set-up and optimization of material flow Optimization of setup times Linking of stations Material flow control	1 set/ruang praktik		4	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Enhanced I/O communication Commissioning of complex systems Teamwork and coordination RFID technology Modularity Network technology Condition monitoring: Big data Preventive maintenance Simple energy measurement, light Web services: Mobile devices Push email MES light: Order entry System configuration Local control, workpiece and data storage medium Optional: Extensions with HMI, Vision Technical data Operating pressure: 600 kPa (6 bar) Power supply: 24 V DC/4.5 A Square/round workpiece dimensions: max. 40 mm				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Dimensions (W x D x H): approx. 1050 x 700 x 1000 mm Recommended training media eLearning course: PLC programming in accordance with IEC 61131 eLearning course: GrafCet Textbooks MPS® conveyor module, PLC programming, basic level and advanced level Textbooks MPS® Pick&Place module, PLC programming, basic level and advanced level Order additional equipment at the same time: Programming software Programming cable Training media Simulation software Optional HMI Siemens A4 frame for HMI (order no. 8059208) Cable for HMI Siemens Vision System Central connection box for power supply				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
26	Advance Pneumatic Training System	Mengajarkan standar industri. Jumlah komponen dan desain dirancang khusus untuk proyek-proyek yang terkandung dalam buku kerja sehingga dasar-dasar utama dapat diberikan. Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan pneumatik dasar. 2x 3/2 way valve with pushbutton, NC Design: Poppet valve, directly actuated, one side, with return spring Pressure range: 0 – 800 kPa (0 – 8 bar) –Nominal flow rate 1...2: 60 l/min 1x 3/2 way valve with emergency switch, NO The valve is actuated by pressing the red mushroom-head emergency button. When the pushbutton is released, the circuit state is retained. The mushroom-head emergency button is returned to its normal position by rotating clockwise and the valve is returned to its initial position by a return spring. Design: Poppet valve, directly actuated, one side, with return spring	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Pressure range: 0 – 800 kPa (0 – 8 bar) Nominal flow rate 1... 2: 60 l/min 1x 3/2 way roller lever valve with idle return, NC 3/2-way roller lever valve with idle return, normally closed Poppet valve, indirectly actuated in one direction (minimal actuating force with pilot control), with spring return, Precision quick plug connector for plastic tubing PUN-4 x 0.75 and/or for tubing types with standard inner or outer diameter, Safety mounting with rotary system for slotted profile plates for any adjustments Pressure range: 3.5 ... 800 kPa (3.5 ... 8 bar) Standard nominal flow rate: 1(P) → 2(A) 120 l/min Actuating force at 600 kPa (6 bar) 1.8 N" 1x Back pressure valve The back pressure valve with plunger control is actuated by the face of the cylinder cam. The supply pressure can be regulated by means of a one-way flow control valve Supply pressure range: 0 – 800 kPa (0 – 8 bar)				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Closing force at 600 kPa (6 bar): 12.5 N 4x 3/2 way valve, pneumatic act single Directly actuated monostable piston spool valve with mechanical spring return, normally closed. Convertible to open neutral position. Quick push-in connector for plastic tubing PUN-4 x 0.75 and for internally or externally calibrated hoses. Quick action mounting system Quick-Fix® for slotted profile plates. Symbol, port identification and position of connection as per DIN ISO 1219. Operating pressure -90 – 1000 kPa (-0.9 – 10 bar) Pilot pressure 150 – 1000 kPa (1.5 – 10 bar) 2x 5/2 way double pilot valve, pneumatic both ends Directly actuated, bistable piston spool valve. Quick push-in connector for plastic tubing PUN-4 x 0.75 and for internally or externally calibrated hoses. Quick action mounting system Quick-Fix® for slotted profile plates. Symbol, port identification and position of connection as per DIN ISO 1219.				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Operating pressure -90 – 1000 kPa (-0.9 – 10 bar) Pilot pressure 150 – 1000 kPa (1.5 – 10 bar) Suitable for vacuum and reverse operation 2x plastic tubing 4 x 0.75 silver 10 m Very flexible and pressure secure. PUN 4 x 0.75" Exterior diameter: 4 mm Interior diameter: 2.6 mm PUN 6 x 1 Exterior diameter: 6 mm Interior diameter: 4 mm to one of the inputs (OR function). Design: OR gate (shuttle valve) Pressure range: 100 – 1000 kPa (1 – 10 bar) Nominal flow rate 1, 1/3...2: 500 l/min 3x Dual pressure valve (AND) The dual-pressure valve is switched through to the output by applying compressed air to both of the inputs (AND function). Design: AND gate (dual-pressure valve) Pressure range: 100 – 1000 kPa (1 – 10 bar) Nominal flow rate 1, 1/3...2: 550 l/min 1x Pneumatic timer, NO Pneumatic timer (time delay valve). In the normal position, port 1 is switched through				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		to port 2. The pneumatic timer is started by a pneumatic signal at the control port. It is actuated at the end of a set time delay and reset via spring return to the initial position after the signal has been removed. The time delay is infinitely adjustable between 2 and 30 sec. via an adjusting knob. 1x Pneumatic preset counter The pneumatic preset counter counts pneumatic signals, decrementing from a preset number. When zero is reached, the counter emits a pneumatic output signal. Design: Mechanical counter with pneumatic drive Display: 5-digit, character size 4.5 mm Reset: Manual pushbutton or pneumatic signal Pressure range: 200 – 800 kPa (2 – 8 bar) Minimal pulse duration Drive: 10 ms Minimal pulse duration Reset: 180 ms Continuous counting frequency: 2 Hz" 1x Stepper module Stepper module, comprising three TAA modules and one TAB module.				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Design: Poppet valve with integrated AND and OR gates</i> <i>Nominal flow rate P...A: 60 l/min</i> <i>Pressure range: 200 – 800 kPa (2 – 8 bar)</i> <i>2x One-way flow control valve</i> <i>nonreturn valve. The cross-section of the restrictor can be set by means of a knurled screw.</i> <i>Design: One-way flow control valve</i> <i>Pressure range: 20 – 1000 kPa (0.2 – 10 bar)</i> <i>Nominal flow rate, in flow control direction: 0 – 85 l/min, in open direction: 100 – 110 l/min</i> <i>2x Non-return valve, delockable</i> <i>As long as a pilot signal is applied to the non-return valve, compressed air should flow to and from the cylinder. When the pilot signal is cancelled, the non-return valve should shut off the cylinder exhaust air, thereby stopping the cylinder motion. The valve should be suitable for use for positioning and braking functions.</i> <i>•Operating pressure: 0.5 ... 10 bar</i> <i>•Standard nominal flow rate: 108 l/min</i> <i>2x Double acting cylinder</i>				

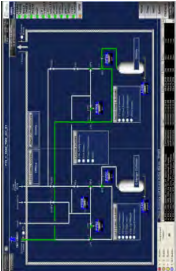
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Double-acting cylinder with control cams. End-position cushioning with two adjusting screws. A permanent magnet is mounted on the cylinder piston. Its magnetic field can trigger a proximity switch.</i> <i>Design: Piston cylinder</i> <i>Operating pressure: Maximum 1000 kPa (10 bar)</i> <i>Stroke length: Maximum 100 mm</i> <i>Thrust at 600 kPa (6 bar): 165 N</i> <i>Return thrust at 600 kPa (6 bar): 140 N</i>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
27	Programmable Logic Controller Training Set,	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan penggunaan <i>Programmable Logic Control (PLC)</i>. Spesifikasi : Input power: 1 Phase AC 220V±10% or 3 Phase AC 380V±10% 50Hz/60Hz Part list: Workbench, Power box, PLC module, Motor control module, Mail sorting module, Traffic lights module, Robot control module, Automatic feed loading module, Processing center module, Sky tower light module, Rolling machine module, Intermediate relay module, Selflock button module, Self-recovery button module, Instruction module, Power adapter module, Test line, CD, Download line, User Manual.	5 Set / Ruang Praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
28	<i>DC Motor Start Speed Control Training Equipment</i>	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan sekaligus alat ukur pada pelatihan / percobaan pengaturan kecepatan motor listrik. <i>Technical parameter:</i> -Input voltage: <i>single-phase three-Wire</i>: 220V ± 10% 50HZ -Temperature range of -5 ~ 40 °C -Installed capacity: AC <1.5KVA DC: excitation power <0.5A Armature supply <2A -Equipped with AC220V safe Terminal -DC24V secure terminal extraction leads -Power Armature supply: DC0-220V 5A -Excitation Power: DC220V 2A	5 Set / Ruang Praktik,		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
29	MCU Training Set,	Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan/percobaan tentang <i>micro computer</i> dasar. Spesifikasi : ± 5 V dc voltage source ± 12 V dc voltage source Part list: <i>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, 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, User manual.</i>	5 Set / Ruang Praktik,		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
30	Modul Praktik Robot Industri (Sistem Kontrol Aplikasi Mobile Robot)	Platform mobile robot untuk penelitian dan pelatihan. Dengan <i>drive omnidirectional</i>, sensor, antarmuka, dan aplikasi yang spesifik. Sistem dan bahasa pemrograman memungkinkan untuk pemrograman aplikasi individual. Mobile robot system – Diameter: 450 mm, height incl. ,controller housing: 290 mm - Total weight: approx. 20 kg (without mounting tower), payload: max. 30 kg ,Circular stainless steel frame with omnidirectional drive,Rubber protection strip with built-in collision-protection - sensox infrared distance sensors, 1x inductive sensor, 2x optical sensors ,Colour camera with full HD 1080p resolution and USB interface,Premium Edition: mounting tower with three mounting platforms Control and interfaces, Embedded PC to COM Express specification,Premium Edition, 2.4 GHz, dual core, 8 GB RAM, 64 GB SSD ,WLAN to specification 802.11g/802.11b as client or access point ,Motor control with 32-bit micro	1 set/ruang praktik			

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		controller and free motor connection ,2x Ethernet, 6x USB 2.0 (HighSpeed), 2x PCI Express slots, 1x VGA ,1x I/O interface for integrating additional electrical components Software ,Graphical programming environment for external PC that runs on any operating system API for programming with calculation programming softwares ,Buku Petunjuk Penggunaan				
31	HMI/SCADA System	PLC dengan kecepatan prosesor sampai 400MHz. <i>Konfigurasi:</i> 32 bit MIPS processor, 400 MHz Data memory 32 MB flash/32 MB RAM 20 MB flash/8 MB RAM user memory 32 KB non-volatile memory Communication network Ethernet 10/100 Base-T Integrated web server	1 set/ruang praktik		2	Medium

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Master CANopen fieldbus Diagnostic handheld for CPX terminal can be connected All FEDs can be connected via Ethernet Visualisation OPC server for connection to any SCADA packages Depth: Height: Length = 47:147:187mm Real-time clock Recipe memory : 32 kB Pages: 1.000 Tags: 10.000 Number of colours: 64k Display: TFT color Display size: 7" Display property: Touchscreen Display resolution: WVGA, 800x480 pixel Nominal operating voltage: 24V Ethernet interface: RJ45 10/100 MBd 1 Unit Pump, 2 Unit Tank round, 1 Unit Flow meter, 1 Unit I/O board				

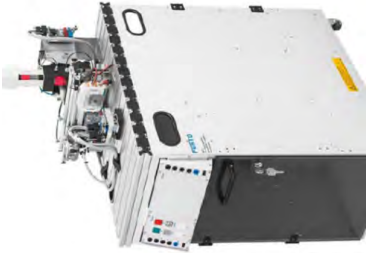
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		for EduKit PA, 2 Unit Sensor capacitive, 1 Unit Sensor ultrasound, 1 Unit flow sensor, including transducer, 1 Unit Pressure sensor 0 – 400 mbar, 1 Unit 2/2-way solenoid valve				
32	Hidrostatic Trainer	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: 2bar 3 tanks height: 500mm Ø 100mm, Ø 133mm, Ø 200mm Supply tank for water: approx. 50L 2 areometers with different measuring ranges	5 Set / Ruang Praktik,		2	Advance

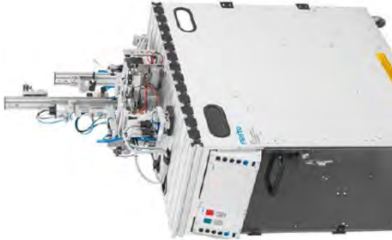
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Measuring ranges</i> <i>pressure: 2x -1...1,5bar</i> <i>differential pressure: 0...500mmWC</i> <i>differential pressure: 0...0,4bar</i> <i>density: 1x 0,8...1g/cm3, 1x 1...1,2g/cm3</i> 230V, 50Hz, 1 phase 230V, 60Hz, 1 phase; 120V, 60Hz, 1 phase UL/CSA optional				
33	Module Praktik Robot Industri	Pelatihan lengan robot pada industri robot. Spesifikasi: <i>Option 1 : Scara Robot 4 axis</i> <i>Arm length (panjang lengan) ± 400 mm</i> <i>Payload max 3 kg, rated 1 kg</i> <i>Repeatability : ± 0.02 mm</i> <i>Option 2 : Articulated Robot 6 axis</i> <i>Arm length (panjang lengan) ± 600 mm</i> <i>Payload max 4 kg, rated 1 kg</i> <i>Repeatability : ± 0.02 mm</i> Programmable Logic Controller (PLC) Gripper System Gripper : module gripper set	1 Set / Ruang Praktik,		4	advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		<i>Finger : custom finger</i> <i>Material : Aluminium / SUS304</i> <i>Booth</i> <i>Booth with Aluminium profile material</i> <i>Pneumatic System</i> <i>Electrical System</i> – Box panel "local" – Sensor – Accessories <i>Laptop with genuine software</i> – Operating system – Robot software – PLC software				
34	Industrial Robot	Lengan robot industri mempunyai 5 axis yang berputar berdasarkan program yang ditulis. Pergerakan dari masing-masing sendi dihasilkan dari putaran motor yang diterima oleh rangkaian roda gigi yang kemudian diteruskan oleh belt. Spesifikasi: SPESIFIKASI ALAT Load Capacity 0.44 kg Number of Axes of Rotational Freedom 5	1 set/ruang praktik		4	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Jangkauan 432 mm Maximum Speed 152 mm/s Actuators : Type DC stepper motor, Number of steps per revolution 200 Transmission Gears and timing belts Working Envelope : Base 338° Shoulder Joint 181° Elbow Joint 198° Pitch Joint 185° Roll Joint 360° Power Input End Effector : Two-finger gripper				
35	Basic level: Mobile hydraulics – Working hydraulics 1	Sistem dengan beberapa perangkat memakai diatur, dihubungkan secara paralel, tandem dan seri, dan diperiksa dalam hal karakteristik seperti prioritas, distribusi laju aliran, dan ketergantungan tekanan. Pelatihan ini juga membahas dasar-dasar menahan beban dengan katup kecil dan menurunkan beban dengan tekanan balik dan katup penyeimbang. Spesifikasi: Peralatan praktikum hidrolik khusus untuk topik <i>steering system</i>. Peralatan ini telah dilengkapi dengan <i>quick-fix mounting</i> yang memudahkan pemasangan	1 Set / Ruang Praktik	 	2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		komponen-komponennya pada aluminium <i>profile plate</i>. Peralatan <i>training</i> ini minimal terdiri dari: 1 unit <i>counterbalancing valve</i> 1 unit <i>pressure balance for open centre load sensing</i> , 1 unit <i>3-way pressure regulator</i> , 2 unit <i>pressure-relief valve</i> 1 unit <i>flow control valve</i> , 1 unit <i>non-return valve</i> , 0.6 MPa <i>opening pressure</i> 1 unit <i>shuttle valve</i> , 1 unit <i>double non-return valve</i> , <i>delockable</i> , 1 unit <i>shut-off valve</i> , 2 unit <i>6/3-way proportional hand lever valve</i> , 1 unit <i>loading unit/cylinder load simulator</i> , 1 unit <i>diaphragm accumulator with shut-off block</i> , 2 unit <i>hydraulic motor</i> , 2 unit <i>manifold plate</i> , 4-way, with <i>pressure gauge</i> , 3 unit <i>T-distributor</i> , 2 unit <i>pressure switch</i> , <i>electronic</i> , 2 unit <i>flow sensor</i> , 1 unit <i>steering valve (Orbitrol)</i> , 1 unit <i>anti-shock and anti-cavitation block</i> 1 unit <i>4/3-way hand lever valve</i> , 1 unit <i>tubing line for pressureless return</i> , 1 unit <i>return header</i> , 4-way, <i>pressureless</i>				

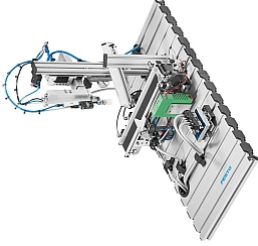
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
36	Modular Product System Distributing station Package	Sistem Produksi Modular untuk pelatihan produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: <i>The station can be actuated via the 24-pin IEEE 488 compatible plug connector using a PLC board, using an I/O simulation box or using a software package for the design and simulation of fluid engineering, electrical and logic circuits in conjunction with an external PC interface. The software package makes it possible to control the stations via simulated relay or logic circuits.</i> Sensor: sakelar batas magnetik, sensor optoelektrik, Catu daya: 24 V DC, 8 input digital, 8 output digital, Stack magazine module, Terminal I / O miniature, 5/2 arah solenoid valve, Silinder kerja ganda, stroke 100 mm, diameter 8 mm hingga DIN ISO 6432, 2 unit sakelar batas magnetik, Penghalang cahaya, Modul konveyor, 2 unit sensor difus, Penghalang cahaya, Terminal I / O mini, Aksesori pemasangan untuk pelat profil (bebas alat dirakit pada pelat profil) Pemisah / penghenti pakan listrik, Buku panduan penggunaan.	1 set/ruang praktik		4	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
37	<i>Modular Product System Testing Station</i>	Sistem Produksi Modular untuk pelatiha produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: Stasiun Pengukur mengambil benda kerja dari proses yang sedang berjalan untuk menempatkannya di atas meja pengukur dan menentukan tingginya. Belt mengangkut benda kerja ke modul putar / angkat. Benda kerja ditempatkan di bawah sensor difus dengan gerakan mengangkat dan memutar. Kemudian dikembalikan ke proses. Bergantung pada hasil pengukuran, benda kerja dipisahkan ke slide oleh aktuator seperempat putaran listrik atau dipindahkan ke ujung sabuk. <i>Power supply: 24 VDC, Maximum workpiece, Conveyor, 8 digital sensors, 8 digital actuators, DC motor: 24 VDC/1.5, motor controller, 1 diffuse sensor, 1 retro-reflective sensor, 2 sensors, inductive,</i>	1 set/ruang praktik		2	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Stopper: Component with 3/2-way valve, Mini I/O terminal, Mounting accessories for profile plate, 2 deflectors, electric, Sensor carrier with mini I/O terminal, Diffuse sensor, Fork light barrier, Sensor, inductive, Mounting accessories, Buku panduan penggunaan.				
38	Modular Product System Handling station	Sistem Produksi Modular untuk pelatihan bersifat mendidik dan persyaratan efisiensi energi. Memungkinkan instruktur untuk membuat jalur produksi yang disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: Tekanan pengoperasian 400 kPa (4 bar), Catu daya 24 V DC, 8 input digital, 8 output digital, Moduludukan sensor difusi optik, Silinder datar sebagai z-axis, gripper paralel pneumatik dengan sensor difus optik melalui kabel serat optic, Terminal katup kompak kecil 5/2 arah (solenoid tunggal), steker multi-pin - Distributor multi-pin, Kontrol motor , motor DC brushed DC 24 V, tegangan kontrol: 24 V DC, 2 unit modul geser, Plat profil aluminium one-piece, Buku panduan penggunaan	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
39	Modular Product System Sorting and storage station	Sistem Produksi Modular untuk pelatihan produksi otomatis. Dan stasiun dan modul sekarang disesuaikan dengan tujuan. Spesifikasi: Power supply: 24 V DC, Maximum workpiece width: 40 mm (1.6 mm), Length: 350 mm (13.8), Conveyor height above profile: approx. 117 mm (4.6 in), 8 digital sensors, 8 digital actuators, Conveyor module, DC motor: 24 V DC/1.5 A with motor controller, 1 diffuse sensor, 1 retro-reflective sensor, 2 sensors, inductive, Stopper: Component with 3/2-way valve, Mini I/O terminal, Mounting accessories for profile plate, 2 deflectors, electric, Sensor carrier with mini I/O terminal, Diffuse sensor, Fork light barrier, Sensor, inductive, Mounting accessories, buku panduan penggunaan.	1 set/ruang praktik		2	Advance

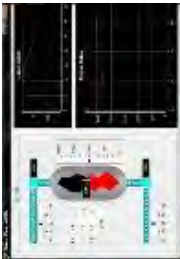
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
40	Modular Product System Buffer Station Package	Sistem Produksi Modular untuk pelatihan produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: Stasiun Buffer dapat menyangga dan memisahkan hingga lima benda kerja. Sensor difus di awal conveyor mendeteksi benda kerja yang dimasukkan. Penghalang cahaya hulu dan hilir separator mengontrol proses: Jika titik transfer bebas, pemisah meneruskan benda kerja. Separator digerakkan oleh <i>silinder short-stroke</i> dengan mekanisme defleksi. Posisi akhir <i>silinder short-stroke</i> dideteksi dengan menggunakan sensor posisi akhir. Catu daya 24 V DC, Input digital: 6, Output digital: 3 Modul conveyor 350, motor DC, Pembatas arus start, dengan rangkaian pembatas arus relai dan elektronik, pada H-rail, sambungan terminal sekrup, pneumatic pada conveyor, 1 unit silinder	1 set/ruang praktik		2	Advance

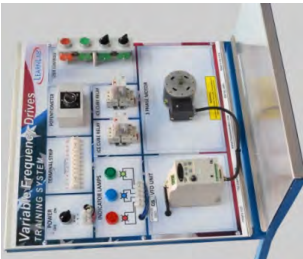
No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
41	Modular Product System Pick and Place station	kerja pendek aksi ganda, dua sensor magneto-induktif, Sensor optik, sensor difus 2 unit, penghalang cahaya, 5/2-way valve dengan spring return, Plat profil aluminium one-Unit, filter dan pengatur tekanan, Buku panduan penggunaan Sistem Produksi Modular untuk pelatiha produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan scenario. Spesifikasi: Operating pressure: 600 kPa (6 bar), Power supply: 24 VDC, 4 digital sensors, 4 digital actuators, Stroke length, X-axis: 80 mm, Stroke length, Z-axis: 50 mm P&P unit, height-adjustable, Pressure limitation along the Z-axis, Miniature I/O terminal, Valve terminal with 2 x 5/2-way monostable solenoid valves and 1 x 5/2-way bistable valve, 2 double-acting, cylinders with guide with adjustable silencer, 3 magnetic limit switches, Mounting accessories for profile plate (tool-free pre-assembled on the profile plate), Vacuum switches, venturi nozzle, soft and hard suction cups, Buku panduan penggunaan.	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
42	Modular Product System Storing station: In and out, electrically	Sistem Produksi Modular untuk pelatihan produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: <i>Power supply 24 V DC, Operating pressure 600 kPa (6 bar), workpiece handling system 24 V DC/4 A (teaching), Repetition accuracy of spindle axis, motor controller, two stepper motors– Screw axis including motor controller, stepper motor, and reference sensor</i> <i>Warehouse control system with web interface, 48 storage slots distributed over six levels, Pneumatic parallel gripper with gripper jaws for round and square workpieces, Manual book.</i>	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
43	Modular Product System Separating station	Sistem Produksi Modular untuk pelatiba produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: <i>Power supply: 24 V DC, Workpiece, 8 digital input, 8 digital output, Conveyor distribution, DC motor, motor controller right/left, 2 diffuse sensors, Light barrier, Stopper with 3/2-way valve, 1 analog sensor with teach-in function, Mini I/O terminal, Mounting accessories, Feed separator/stopper, electric, Conveyor, Diffuse sensor, Light barrier, Mini I/O terminal, Manual Book.</i>	1 set/ruang praktik		2	Advance
44	Modular Product System processing Station	Sistem Produksi Modular untuk pelatihan produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: Stasiun Pengukur mengambil benda kerja dari proses yang sedang berjalan untuk menempatkannya di atas meja pengukur dan menentukan tingginya.	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		Belt mengangkat benda kerja ke modul putar / angkat. Benda kerja ditempatkan di bawah sensor difus dengan gerakan mengangkat dan memutar. Kemudian dikembalikan ke proses. Bergantung pada hasil pengukuran, benda kerja dipisahkan ke slide oleh aktuator seperempat putaran listrik atau dipindahkan ke ujung sabuk. <i>Catu daya 24 V DC</i> <i>8 input digital</i> <i>8 output digital</i> <i>Modul pengujian</i> <i>Modul pengeboran</i> <i>Motor DC-gear</i> <i>Modul penjepitan / pelontar aktuator solenoid listrik</i> <i>Plat profil aluminium one-piece Sensor kapasitif 3 unit</i> <i>Air Service Unit</i> <i>Infrared receiver, Infrared transmitter</i> <i>Blok terminal</i>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
45	Aplikasi PID	Untuk pembelajaran aplikasi dari mekanisme umpan balik di sebuah sistem kontrol. Untuk bisa mendapatkan beberapa tipe sinyal serta dilanjutkan dengan pengolahan kendali <i>Proportional - Integral - Derivative PID</i> maka diperlukan sebuah aplikasi nyata industri bidang <i>process automation</i>. Konfigurasi Minimum : 1 unit <i>Interface to PC</i>, <i>Transmission speed</i>, <i>Analog interface</i>, <i>Digital interface</i>, <i>Digital signals represented by LEDs</i>, 1 unit <i>Aluminium profile plate</i>, 2 unit <i>transparent circular water tanks</i>, 1 set <i>Flexible pipe system</i> <i>DN15</i>, 1 unit <i>Rotary pump</i>, 1 unit <i>Electrical actuation</i>, 1 control switch and 1 <i>LED indicator light (24V)</i>, 1 relay with 3 changeover contacts on mounting plate, 1 unit <i>Pressure gauge</i>, 1 unit <i>Flow meter</i>, 2 unit <i>capacitive sensor</i>, 1 unit <i>Ultrasound proximity switch</i>, Buku Manual penggunaan.	1 set/ruang praktik		3	<i>Advance</i>

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
46	Variable Speed Drive (VSD), Training System	Untuk pembelajaran praktek siswa untuk pengaturan frekuensi motor. Spesifikasi: -1 unit Variable Frequency Drive - I/O 14 inputs and outputs -1 unit Motor Type Three-phase squirrel-cage induction motor -Number of Poles 4 -Power 40 W, -Frequency 50/60 Hz, Voltage 200/230 V, -Current 0.32/0.3 A, -Speed 1300/1600 r/min, 1 set -Switches, NO Push -Button (3), NC -Push Button (1) each: 3 A, 24 V dc, -Selector (2) each: 3 A, 24 V dc, two positions -1 set Indicator	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
47	APLIKASI PLC pada Mekanikal DC Motor	Pemahaman tentang logika pemrograman PLC. Spesifikasi: 1 PLC box, Two analog inputs (0-10 V DC), 24 V dc built-in power supply, Built-in 10/100 Mbps Ethernet/IP port, Eight fault switches, Five push-buttons, five toggle switches, and Two 0-10 V dc outputs, 1 unit DC Motor.	1 set/ruang praktik		2	Advance
48	Modular Product System Assembly Station Package	Sistem Produksi Modular untuk pelatihan produksi otomatis. Dan stasiun disesuaikan dengan tujuan pembelajaran khusus dan skenario. Spesifikasi: Stasiun perakitan robot dapat mengangkat benda kerja yang diumpankan melalui slide dan menempatkannya di retainer perakitan. Sensor pada gripper memungkinkan robot untuk membedakan benda kerja berdasarkan warna	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		(hitam / non-hitam). Sensor dalam retainer rakitan memantau orientasi benda kerja. Dari punggungawa perakitan, robot memilah benda kerja ke berbagai majalah atau meneruskannya ke stasiun hilir. Benda kerja dapat dipasang dikombinasikan dengan modul proses perakitan robot. Modul ini memasok masing-masing komponen silinder untuk proses perakitan. Silinder kerja ganda mendorong tutup silinder keluar dari tumpukan majalah. Piston disimpan di atas palet. Silinder kerja ganda mendorong pegas keluar dari <i>magazine</i>. <i>Lengan artikulasi 6 sumbu, Sistem penggerak: motor servo AC, Sensing posisi: Encoder absolut, Rentang kerja maksimum: Min. 500 mm, Akurasi pengulangan: Min. $\pm 0,02$ mm, Gaya angkat: Min. 2 kg, Menghasilkan kecepatan maksimum min. 4,900 mm / s, Sistem kontrol robot, 32 input / output digital, Ethernet, Kontrol katup pneumatic, Antarmuka USB, Catu daya 230 V, maks. 2 kVA Teachbox, Buku panduan penggunaan.</i>				

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
49	Advance Pneumatic Training System	Mengajarkan standar industri. Jumlah komponen dan desain dirancang khusus untuk proyek-proyek yang terkandung dalam buku kerja sehingga dasar-dasar utama dapat diberikan, Digunakan sebagai perangkat untuk pelatihan pneumatik dasar. Minimal konfigurasi : 1 set Workstations, 1 set Silent Air compressor, 1 unit distributor block, 1 unit Double-acting cylinder, 1 unit Single-acting cylinder, 1 unit Mushroom button valves, 2 unit 3/2 button type module normally closed, 1 unit 3/2 button type module normally closed, 5/3 handle shuttle valve, 1 unit 5/2 handle shuttle valve, 1 unit Single pneumatic control 3/2, Double pneumatic control 3/2, 1 unit 5/2-way single-pilot valve, 3 unit 5/2-way double-pilot valve, Reducing valve, 2 unit one-way flow control valve, 2 unit Pressure guage, 2 unit one-way flow control valves, 3/2 stroke valve, 1 unit time delay valve normally closed, 1 unit pressure sequence	1 set/ruang praktik		2	Advance

No	Nama Alat	Deskripsi Alat dan Spesifikasi	Rasio	Ilustrasi Alat	Level Teknologi	Level Keterampilan
		valve, 2 unit dual pressure valve (AND), 1 unit shuttle valve (OR), 1 unit quick-exhaust valve, Hose Φ4, Hose Φ6, 4T valve, "T" Connection, APG reducing straight coupling, 1 unit signal input unit, 2 unit relays 3-fold electrical, 1 unit limit switch electrical actuated from left, 1 unit proximity sensor optical, 2 unit proximity sensors, electronic with cylinder mounting, 1x 2 x 3/2-way single solenoid valve with LED, normally closed, 1 unit 5/2-way single solenoid valve with LED, 2 unit 5/2-way double solenoid valve with LED, 1 unit pressure sensor with display, 2 unit one-way flow control valves, 1 unit single-acting cylinder, 1 unit double-acting cylinder, Tool kits, Buku panduan penggunaan				

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

Tabel 11. Daftar 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 - Finish Fabric</i> - Rangka pipa besi <i>oval finishing Chrome</i>	12 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

No	Nama Peralatan	Deskripsi dan Spesifikasi	Rasio Minimal	Gambar	Level Teknologi	Level Keterampilan
3	Lemari alat/ <i>tools cabinet</i>	Ukuran memadai untuk menyimpan peralatan. Tertutup dan dapat dikunci. Spesifikasi: Dimensi : 900x450x1800 mm	3 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar
4	Lemari simpan	Untuk menyimpan perlengkapan organisasi.	2 buah/ ruang in- struktur		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). Weight capacity: 330 lbs	1 buah/ ruang praktik		01	ketrampilan dasar

BAB III

PENUTUP

A. KESIMPULAN

Untuk meningkatkan relevansi peralatan praktik di SMK Kompetensi Teknik Mekatronika terhadap kebutuhan IDUKA maka diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Penyediaan peralatan yang lebih modern yang mendukung untuk meningkatkan kualitas dan produktifitas kerja SDM di industri sekaligus menjadi industri prioritas dalam Agenda *Making Indonesia 4.0*.
2. Penyediaan perabot dan peralatan yang mendukung pembelajaran yang fleksibel di rumah, sekolah dan industri baik secara sinkron maupun asinkron dengan mengoptimalkan teknologi.
3. Optimalisasi pemanfaatan peralatan untuk pembelajaran berbasis *project/teaching factory* guna menghasilkan produk yang dibutuhkan masyarakat sebagai media untuk mencapai kompetensi lulusan SMK.
4. *Reskilling* dan *upskilling* SDM untuk peningkatan profesionalisme berkelanjutan, pengoperasian dan pemeliharaan peralatan.
5. Penyediaan standar operasional prosedur pengelolaan, tata letak yang ergonomis laboratorium/bengkel, keselamatan dan kesehatan kerja (K3) serta budaya kerja industri.
6. Menambah Wawasan kepada peserta didik tentang sekolah merdeka.
7. Siap menghadapi kebiasaan kehidupan baru (New Normal).

B. SARAN DAN REKOMENDASI

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

1. Teknologi : peralatan harus memiliki relevansi dengan teknologi dan kinerja peralatan yang ada di industri dengan kapasitas produksi dan daya disesuaikan dengan kemampuan operasional di SMK.
2. Aspek Pedagogi : penyediaan peralatan harus mempertimbangkan implementasi strategi dan model pembelajaran *teaching factory*/industri, pembelajaran berbasis proyek dan fasilitasi kegiatan kewirausahaan di SMK.
3. Peralatan harus dilengkapi alat pelindung diri dan peralatan K3 yang sesuai dengan jenis pekerjaan dalam penggunaan peralatan
4. Aspek *space* (ruang) : kapasitas ruang praktik dan alat letak peralatan dan penambahan luasan untuk mendukung strategi pembelajaran abad 21.

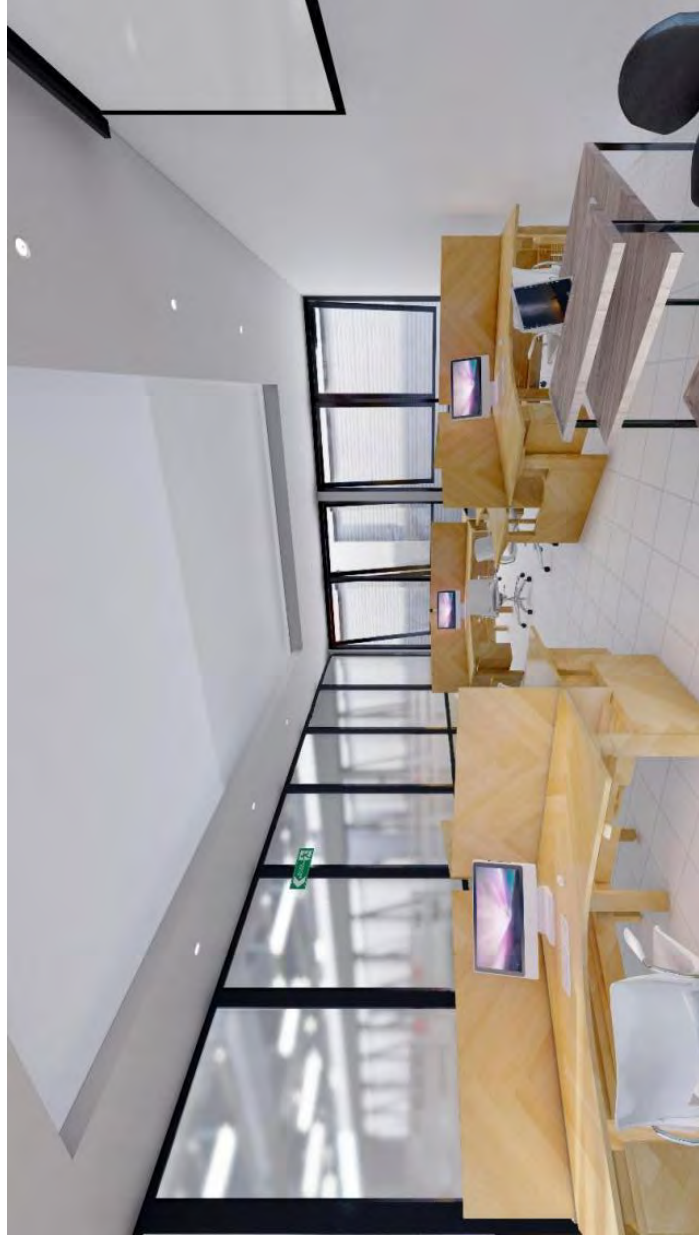
DAFTAR PUSTAKA

- 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.

LAMPIRAN

VISUALISASI AREA KERJA RUANG PRAKTIK SISWA¹



Gambar 26. Visualisasi area kerja mekanik teknik elektro

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



Gambar 27. Visualisasi laboratorium mesin



Gambar 28. Visualisasi laboratorium kendali elektronik



Gambar 29. Visualisasi laboratorium kendali elektronik



Gambar 30. Budaya 5S/5R di ruang praktik smk

PASTIKAN SISWI SMK SUDAH

C.A.N.T.I.K



C

Cekatan dalam
bekerja

A

APD digunakan dan
anti kerja ceroboh

N

Niatkan bekerja
dengan tulus

T

Terbiasa dengan
budaya K3

I

Ikhlas dalam
bekerja

K

Kerja giat dan
semangat

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

PASTIKAN SISWA SMK SUDAH

T.A.M.P.A.N



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

