



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET, DAN TEKNOLOGI  
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN VOKASI  
DIREKTORAT SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

# Dasar-Dasar Ketenagalistrikan

SMK Kelas X Semester 1



Eko Arianto

## HAK CIPTA

Kah Cipta ©2021 pada direktorat SMK, Direktorat Jenderal Pendidikan Vokasi, Kemendikbudristek RI.

Dilindungi Undang-undang

**Disklaimer:** Buku ini merupakan buku siswa yang dipersiapkan Pemerintah dalam rangka implementasi Kurikulum Merdeka Belajar 2021. Buku siswa ini disusun dan ditelaah oleh berbagai pihak di bawah koordinasi Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan, dan dipergunakan dalam tahap awal penerapan Mederka Belajar 2021. Bukku ini merupakan "dokumen hidup" yang senantiasa dioerbaiki, diperbaharui, dan dimutakhirkan sesuai dengan dinamika kebutuhan dan perubahan zaman. Masukan dari berbagai kalangan yang dialamatkan kepada penulis dan laman <https://buku.kemdikbud.go.id> atau melalui email [buku@kemdikbud.go.id](mailto:buku@kemdikbud.go.id) diharapkan dapat meningkatkan kualitas buku ini.

Katalog Dalam Terbitan (KDT)

Indonesia. Kementerian Penddikan dan Kebudayaan.

Dasar-dasar Ketenagalistrikan / Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan  
Untuk SMK kelas X

ISBN 978-.....

ISBN

- |   |          |
|---|----------|
| 1. Judul Buku – Studi dan Pengajaran      | I. Judul |
| II. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan |          |

Penulis : Eko Arianto  
Penelaah : Nurhening Yuniarti  
Layout : Laifa Rahmawati  
Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang, Kemendikbud

Cetakan ke 1, 2021 (ISBN .....)  
Disusun dengan huruf Tahoma, 12 pt

## KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan barokah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku Dasar-dasar Ketenagalistrikan untuk kelas X Pogram Keahlian Teknik Ketenagalistrikan.

Dalam melakukan penulisan buku ini ini penulis telah mendapatkan banyak dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang mendukung pada umumnya dan Kementrian pendidikan dan Kebudayaan pada khususnya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa buku ini ini masih jauh dari sempurna, untuk itu semua jenis saran, kritik dan masukan yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, semoga tulisan ini dapat memberikan manfaat dan memberikan wawasan tambahan bagi para pembaca dan khususnya bagi penulis sendiri. Bila ada saran dan masukan bisa menyampaikan ke surel [ekoariantomail@gmail.com](mailto:ekoariantomail@gmail.com). terimakasih

Yogyakarta 2021

Eko Arianto

## PRAKATA

Puji Syukur kami panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmatnya sehingga dapat menyelesaikan buku ini.

Buku ini merupakan buku pelajaran Dasar-dasar Ketenagalistrikan yang diharapkan dapat menjadi panduan, memperkaya dan meningkatkan penguasaan pengetahuan dan keterampilan bagi peserta didik. Buku ini merupakan bahan bacaan dan panduan untuk mendorong pembaca menguasai keterampilan dibidang Teknik Ketenagalistrikan. Peserta didik, pendidik, pengelola pendidikan dan masyarakat dapat memanfaatkan buku ini untuk mendukung pada kegiatan belajar mengajar di sekolah dan masyarakat. Pada buku ini pembaca diarahkan untuk menguasai pelajaran dengan disertai praktikum. Bila peserta didik sudah bisa menguasai keterampilan ini diharapkan bisa menerapkan kemampuannya pada kehidupannya dan harapan yang lebih jauh lagi dengan lebih baik.

Penulis mengucapkan terimakasih dari berbagai pihak yang telah membantu tersusunnya buku ini,

Judul : Dasar-Dasar Ketenagalistrikan Buku Siswa Kelas X  
SMK Program Keahlian Teknik Ketenagalistrikan

Penulis : Eko Arianto

Penelaah : Nurhening Yuniarti

Penyelia Penerbitan : Pusat Kurikulum dan Perbukuan, Balitbang,  
Kemendikbud

Diterbitkan Oleh :

ISBN :

## DAFTAR ISI

JUDUL .....	i
HAK CIPTA .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
PRAKATA .....	iii
DAFTAR ISI .....	iv
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
Petunjuk Penggunaan Buku .....	xii
Pendahuluan .....	1
A. Rasional .....	1
B. Cakupan atau ruang lingkup .....	1
C. Tujuan Mata Pelajaran .....	3
D. Media pembelajaran .....	4
E. Penilaian dan Evaluasi Pembelajaran .....	6
Bab 1 : Pengantar Ketenagalistrikan .....	8
A. Tujuan Pembelajaran .....	8
B. Ilustrasi Materi .....	8
C. Pertanyaan Pemantik .....	10
D. Peta Konsep .....	10
E. Kata Kunci .....	11
F. Apersepsi .....	11
G. Pendekatan Pembelajaran .....	11
H. Penguatan Materi .....	12
1. Sistem Tenaga Listrik .....	12
2. Teknologi dan isu global .....	18
I. Refleksi .....	35
J. Asesmen .....	35
K. Pengayaan .....	35
Bab 2: Profesi dan Proses Bisnis Ketenagalistrikan .....	37

A. Tujuan Pembelajaran.....	37
B. Ilustrasi Materi.....	37
C. Pertanyaan Pemantik.....	39
D. Peta Konsep.....	39
E. Kata Kunci.....	40
F. Pendekatan Pembelajaran.....	40
G. Penguatan Materi.....	40
1. Proses Bisnis.....	40
2. Proses Bisnis Perencanaan Instalasi.....	42
3. Proses Bisnis Pembuatan Panel.....	46
4. Proses bisnis pemeliharaan, perawatan dan perbaikan.....	47
5. Pengelolaan SDM.....	47
6. Profesi.....	48
a) Teknisi listrik.....	48
b) Teknisi Servis.....	48
c) <i>Mechanical Engginer</i> .....	48
d) Teknisi Alarm Kebakaran dan <i>hydrant</i> .....	48
e) Teknisi Kantor.....	48
f) Bekerja di industri.....	49
g) Bekerja Badan Usaha Milik Negara.....	49
7. Kewirausahaan (technopreneur).....	50
8. Peluang Usaha.....	51
H. Refleksi.....	52
I. Asesmen.....	53
J. Pengayaan.....	54
Bab 3: K3LH dan Budaya Kerja.....	56
A. Tujuan Pembelajaran.....	56
B. Ilustrasi Materi.....	56
C. Pertanyaan Pemantik.....	57

D. Peta Konsep .....	57
E. Kata Kunci .....	59
F. Apersepsi .....	59
G. Pendekatan Pembelajaran .....	59
H. Penguatan Materi .....	60
1. Penerapan K3LH .....	60
2. Bahaya-bahaya di tempat kerja .....	64
3. Bahaya pada Kelistrikan .....	69
4. Prosedur-prosedur dalam keadaan darurat .....	71
5. Penerapan Budaya Kerja Industri .....	74
I. Refleksi .....	78
J. Asesmen .....	79
K. Pengayaan .....	83
Bab 4: Alat Tangan dan Alat Kerja Kelistrikan .....	85
A. Tujuan Pembelajaran .....	85
B. Ilustrasi Materi .....	85
C. Pertanyaan Pemantik .....	86
D. Peta Konsep .....	86
E. Kata Kunci .....	86
F. Apersepsi .....	86
G. Pendekatan Pembelajaran .....	87
H. Penguatan Materi .....	87
1. Alat Tangan .....	87
2. Alat kerja kelistrikan .....	102
3. pekerjaan dasar penyambungan kabel .....	105
4. pemasangan konektor .....	111
I. Refleksi .....	114
J. Asesmen .....	114
9. Pengayaan .....	122

INDEX .....	123
GLOSSARIUM .....	124
REFERESI .....	125
BIODATA PENULIS .....	131
BIODATA PENELAAH .....	132

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1. Dinamo dan lampu sepeda.....	9
Gambar 1. 2. Pembangkit Listrik Energi Terbarukan.....	13
Gambar 1. 3. Saluran Transmisi .....	15
Gambar 1. 4. Saluran Distribusi.....	16
Gambar 1. 5. Gambar bagan cara kerja sistem tenaga listrik.....	17
Gambar 1. 6. Tempat sampah cerdas .....	25
Gambar 1. 7. penyedot debu cerdas.....	26
Gambar 1. 8. Smart meter.....	28
Gambar 1. 9. sistem Sistem smart sensor .....	30
Gambar 1. 10. saklar pintar yang dikendalikan suara .....	32
Gambar 1. 11. scada control centre.....	33
Gambar 1. 12. sistem scada secara sederhana .....	34
Gambar 2. 1 Pekerja di PLN .....	38
Gambar 2. 2 perencanaan Instalasi lampu.....	43
Gambar 3. 1 ilustrasi Keselamatan dan kesehatan kerja .....	56
Gambar 3. 2 Siswa Berjalan Melalui Jalur Hijau .....	77
Gambar 3. 3 Slogan budaya 5R.....	78
Gambar 4. 1 Obeng dan bermacam mata obeng .....	88
Gambar 4. 2 berbagai macam bentuk mata obeng .....	88
Gambar 4. 3 obeng plus/"+" .....	89
Gambar 4. 4 Obeng minus/"-" .....	89
Gambar 4. 5 tespen.....	89
Gambar 4. 6 Tang Potong .....	91
Gambar 4. 7 tang cucut.....	92
Gambar 4. 8 tang kombinasi.....	92
Gambar 4. 9 Tang pengupas kabel.....	93
Gambar 4. 10 Tang catut/tang kakak tua.....	94
Gambar 4. 11 Tang buaya.....	94
Gambar 4. 12 press skun.....	95
Gambar 4. 13 tang crimping saat memasang konektor.....	95
Gambar 4. 14 Palu besi.....	97
Gambar 4. 15 palu karet.....	98
Gambar 4. 16 Palu plastik .....	98
Gambar 4. 17 kunci pas.....	99

Gambar 4. 18	gergaji .....	102
Gambar 4. 19	solder.....	102
Gambar 4. 20	Bor tangan.....	103
Gambar 4. 21	Bor duduk .....	104
Gambar 4. 22	pekerja melubangi tembok menggunakan gerinda.....	105
Gambar 4. 23	Cara membuat sambungan ekor babi .....	106
Gambar 4. 24	sambungan bell hangers .....	107
Gambar 4. 25	sambungan western union.....	108
Gambar 4. 26	sambungan bolak-balik.....	109
Gambar 4. 27	sambungan britania .....	110
Gambar 4. 28	sambungan mata itik .....	111
Gambar 4. 29	Proses pengupasan kabel.....	112
Gambar 4. 30	arah pemasangan kabel ke skun.....	113
Gambar 4. 31	proses pengepresan skun .....	113
Gambar 4. 32	kabel yang sudah terpasang skun .....	114
Gambar 4. 33	loyang pengendali motor.....	115

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. perbedaan sistem analog dan digital.....	22
Tabel 2. Peralatan IoT.....	24
Tabel 3. perbedaan peralatan cerdas dan konvensional .....	27
Tabel 4. perbedaan KWH meter konvensional dan KWH meter berbasis pulsa.	29
Tabel 5. Contoh RAB perencanaan kelistrikan .....	44
Tabel 6. Tugas Setiap Peran.....	53
Tabel 7. Peristiwa Bahaya Pada Bengkel.....	60
Tabel 7. titik pengerjaan.....	116
Tabel 8. aktivitas pekerjaan.....	116

## Petunjuk Penggunaan Buku

### ADA APA DI DALAM BUKU INI ?

Di dalam buku ini kalian akan menemukan gambar-gambar sebagai penanda kegiatan pembelajaran yang akan dilakukan. Cermati gambar-gambar berikut ini beserta artinya

	Observasi Mandiri	Gambar ini menunjukkan tugas mandiri berupa observasi
	Diskusikan	Gambar ini menunjukkan aktivitas diskusi
	Presentasikan	Gambar ini menunjukkan aktivitas presentasi dari hasil pekerjaanmu
	Renungkanlah	Gambar ini menunjukkan perenungan dari apa yang telah kalian pelajari
	Bermain Peran	Gambar ini menunjukkan tugas Bermain Peran
	Praktikum	Gambar ini menunjukkan Aktifitas Praktikum

# Pendahuluan

## A. Rasional

Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan adalah mata pelajaran yang berisi kompetensi-kompetensi yang mendasari penguasaan konsep dasar ketenagalistrikan dan keterampilan praktik dasar. Mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan berfungsi untuk memberikan bekal pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang akan mendasari penguasaan pengetahuan dan keterampilan pada mata pelajaran kejuruan lanjutan, antara lain Pembangkit Tenaga Listrik, Transmisi Tenaga Listrik, Distribusi Tenaga Listrik, dan Instalasi Pemanfaatan Tenaga Listrik di industri.

Dasar-dasar teknik ketenagalistrikan meliputi wawasan bidang ketenagalistrikan, prinsip-prinsip keselamatan, kesehatan kerja, dan lingkungan hidup, alat tangan dan alat kerja kelistrikan, alat ukur dan alat uji kelistrikan, perangkat lunak gambar teknik listrik.

Masing-masing materi tersebut mengajarkan tahapan-tahapan soft skills dan hard skills dengan pendekatan belajar saintifik yaitu penerapan kegiatan mengamati, menanya, mencoba, mengolah, menyajikan, menyimpulkan dan mencipta sehingga mengembangkan kemampuan bernalar kritis, kreativitas, mandiri dan bergotong royong.

## B. Cakupan atau ruang lingkup

Mata Pelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan merupakan pondasi awal dalam memahami ilmu ketenagalistrikan secara umum, mulai dari konsep dasar ketenagalistrikan, penginterpretasian gambar kerja, penggunaan alat ukur dan alat uji, serta penggunaan alat tangan dan alat kerja.

Mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan memiliki kekhususan yaitu tentang penguasaan teori dasar listrik dengan perhitungan, pemahaman peralatan dan penguasaan keterampilan penggunaannya, serta interpretasi gambar kerja. Peserta didik dituntut terbiasa menerapkan keselamatan, kesehatan kerja, dan Lingkungan hidup dalam penanganan pekerjaan di dunia industri ketenagalistrikan.

Pada awal pembelajaran peserta didik dikenalkan kepada lapangan kerja, jabatan kerja yang dapat dimasuki, dan konsentrasi-konsentrasi keahlian yang dapat dipelajari di kelas XI dan XII. Untuk menumbuhkan renjana (*passion*), visi (*vision*), imajinasi, dan kreativitas dapat dilakukan melalui:

1. Pembelajaran di kelas;
2. Pembelajaran di bengkel;
3. Proyek sederhana;
4. Berinteraksi dengan alumni yang sudah berkarir dan praktisi industri;
5. Berkunjung ke industri yang relevan;
6. Pencarian informasi melalui media digital.

Tahap ini membutuhkan porsi dominan (75%) dari porsi waktu yang disediakan di kelas X sebelum mempelajari aspek *hard skills* sebagaimana tercantum pada elemen mata pelajaran.

### C. Tujuan Mata Pelajaran

Mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan bertujuan membekali peserta didik dengan sikap, pengetahuan, dan keterampilan (*soft skills* dan *hard skills*):

1. Memahami proses bisnis secara menyeluruh bidang industri ketenagalistrikan;
2. Memahami perkembangan teknologi yang digunakan dan isu-isu global di bidang industri ketenagalistrikan;
3. Memahami profesi dan kewirausahaan (*job-profile* dan *technopreneur*) serta peluang usaha di bidang ketenagalistrikan;
4. Memahami kegiatan praktik yang terkait dengan seluruh proses kerja dan teknologi yang diaplikasikan dalam bidang ketenagalistrikan.
5. Memahami penerapan Keselamatan dan Kesehatan Kerja, serta Lingkungan Hidup (K3LH) di lingkungan kerjanya;
6. Memahami teori dasar listrik dan jenis-jenis bahan yang digunakan dalam ketenagalistrikan;
7. Memahami peralatan tangan dan alat kerja listrik;
8. Memahami pengukuran dan pengujian dengan menggunakan alat yang sesuai;
9. Memahami penggunaan *software* gambar teknik listrik.

## D. Media pembelajaran

Dalam menggunakan buku ini sebaiknya menggunakan pemilihan media pembelajaran yang sesuai. Dalam memilih media pembelajaran ada beberapa kriteria yang digunakan yaitu:

- 1) Ketepatannya dengan tujuan pengajaran yang telah ditetapkan.
- 2) Dukungan terhadap isi bahan pelajaran
- 3) Kemudahan memperoleh media
- 4) Keterampilan guru dalam menggunakannya
- 5) Tersedia Alokasi waktu untuk menggunakannya
- 6) Kesesuaian dengan taraf berpikir siswa

Selain kriteria diatas ada beberapa kriteria yang perlu diperhatikan oleh guru dalam memilih dan menggunakan media pembelajaran, yaitu :

### 1) Tujuan

Media dipilih dan digunakan oleh guru harus sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan sehingga kegiatan belajar mengajar lebih efektif dan siswa dapat mengerti materi yang disampaikan.

### 2) Efektifitas

Guru harus memilih media yang paling efektif dari berbagai media yang ada sehingga media yang digunakan dalam menyampaikan materi kepada siswa adalah yang paling tepat dengan tujuan pembelajaran yang telah dirumuskan.

### 3) Kemampuan Guru dan Siswa

Dalam menyampaikan materi kepada siswa, guru harus memilih media pembelajaran yang digunakan sesuai dengan kemampuan yang ada pada guru dan siswa dengan proses belajar yang menarik perhatian.

#### 4) Fleksibilitas

Dalam memilih media, guru haruslah memilih media yang memiliki fleksibilitas sehingga dapat digunakan dalam berbagai situasi, tahan lama, menghemat biaya dan tidak berbahaya sewaktu digunakan dalam proses pembelajaran.

#### 5) Ketersediaan Media

Tidak semua sekolah menyediakan berbagai media yang dibutuhkan oleh guru untuk kegiatan belajar mengajar karena sesuai dengan situasi dan kondisi pada masing-masing sekolah. Guru haruslah kreatif dalam menyediakan media pembelajaran, contohnya dengan membuat sendiri media pembelajaran yang sederhana atau membuat bersama-sama dengan siswa.

#### 6) Manfaat

Dalam memilih media pembelajaran, guru harus dapat mempertimbangkan manfaat yang didapat dari pengadaan media tersebut bagi siswa dalam proses pembelajaran. Guru juga harus mempertimbangkan biaya pembuatan media pembelajaran. Dengan biaya yang minimal dapat menghasilkan media pembelajaran yang bagus dan bermanfaat bagi siswa.

#### 7) Kualitas

Dalam pengadaan media guru harus mempertimbangkan kualitas dari media tersebut. Media pembelajaran harus dibuat dengan mutu dan kualitas yang baik sehingga bisa tahan lama dan tidak mudah rusak dan dapat digunakan lagi oleh guru untuk proses belajar siswa di waktu yang lain. Dengan kualitas media pembelajaran yang baik maka dapat memberikan hasil yang baik dalam proses pembelajaran.

### **E. Penilaian dan Evaluasi Pembelajaran**

Penilaian meliputi aspek pengetahuan (tes dan non tes), sikap (observasi) dan keterampilan (proses, produk dan portofolio); Penilaian Hasil Belajar oleh Pendidik adalah proses pengumpulan informasi/bukti tentang capaian pembelajaran siswa dalam kompetensi sikap spiritual dan sikap sosial, kompetensi pengetahuan, dan kompetensi keterampilan yang dilakukan secara terencana dan sistematis, selama dan setelah proses pembelajaran. Penilaian hasil belajar oleh pendidik dilaksanakan dalam bentuk penilaian autentik dan non-autentik. Penilaian autentik adalah bentuk penilaian yang menghendaki siswa menampilkan sikap, menggunakan pengetahuan dan keterampilan yang diperoleh dari pembelajaran dalam melakukan tugas pada situasi yang sesungguhnya. Bentuk penilaian autentik, mencakup penilaian berdasarkan pengamatan, tugas ke lapangan, portofolio, proyek, produk, jurnal, kerja laboratorium, dan unjuk kerja, serta penilaian diri. Sedangkan bentuk penilaian non-autentik mencakup tes, ulangan, dan ujian.

# BAB I



**Pengantar  
Ketenagalistrikan**

# Bab 1 : Pengantar Ketenagalistrikan

## A. Tujuan Pembelajaran

Pada bab pengantar ketenagalistrikan ini, peserta didik diharapkan mampu :

1. Menjelaskan bagaimana listrik tercipta dari hubungan antar bagian pada sistem tenaga listrik
2. memahami isu - isu global terkait ketenagalistrikan dengan teknologi sekarang
3. menyebutkan contoh produk perkembangan teknologi berbasis perangkat cerdas dan IoT

## B. Ilustrasi Materi



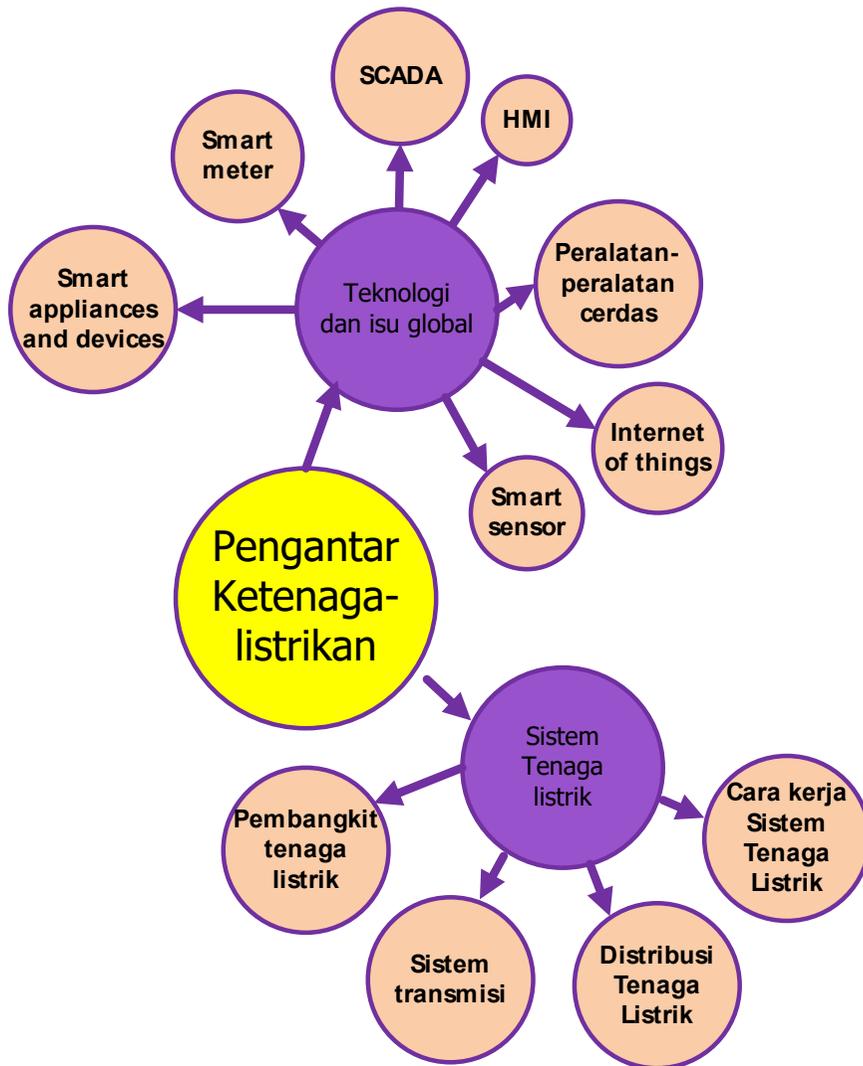
Gambar 1. 1. Dinamo dan lampu sepeda  
Sumber : (Wirral et al. n.d.)

### C. Pertanyaan Pemantik



Saat melihat lampu menyala di rumahmu, darimana energi listrik tercipta sehingga lampu rumahmu bisa menyala?

### D. Peta Konsep



## **E. Kata Kunci**

Pembangkit , distribusi, transmisi.

## **F. Apersepsi**

Lihatlah disekitar kalian, banyak benda yang membutuhkan daya listrik untuk bekerja. Sebagai contoh telepon seluler dan laptop, lampu, televisi dan benda lainnya. Kalau kalian membayangkan sebuah jam dinding yang menggunakan baterai untuk menyala, dimana baterai sebagai sumber daya dari mesin jam yang bergerak. Lalu, bagaimanakah sumber daya televisi, pompa air, hp dan peralatan listrik lainnya supaya tercukupi daya listriknya? Bagaimanakah daya listrik bisa sampai rumah kalian dan dapat langsung digunakan? Bagaimanakah cara membangkitkan listrik dan mendistribusikannya sampai kerumah kalian? Ataupun ada kumpulan baterai yang sangat banyak di bagian pembangkitan listrik layaknya baterai pada sebuah jam untuk menyediakan listrik bagi sebuah negara? Untuk dapat menjelaskan pertanyaan ini ikuti bab ini dengan seksama.

## **G. Pendekatan Pembelajaran**

Selamat pagi semuanya semoga dalam keadaan sehat. Pada kali ini kalian akan mencoba mengamati salah satu bagian kecil dari sistem tenaga listrik di Indonesia yang berada di rumahmu. Carilah lokasi KWH meter di tempatmu, lihat kabelnya menuju kemana kabel itu sumbernya? kabel tersebut keluar dari rumahmu melalui pengait yang menempel dirumahmu untuk memegang kabel. Kemanakah kabel dari rumahmu itu menuju? Apakah ke rumah orang lain atau ke tiang? Runutlah perjalanan kabel rumahmu sampai menuju tiang dan hubungan dengan rumah lainnya.

Butlah gambar sketsa posisi tiang dan rumahmu! Komunikasikanlah dengan temanmu yang lain bagaimana gambar sketsa hubungan kabel di rumahnya!

Bagian ini merupakan bagian yang paling akhir sistem tenaga listrik di Indonesia di rumahmu adalah pelayanan bagian pelayanan pelanggan. Apakah sudah terbesit pikiran kalian bagaimana awal dari listrik dirumah kalian yang dapat kalian nikmati? Untuk itulah maka ikuti bab ini dengan seksama karena kalian akan mengetahui bagaimana listrik itu tercipta dari awal pembangkitan sampai bisa dinikmati oleh konsumen.

## H. Penguatan Materi

### 1. Sistem Tenaga Listrik

Listrik saat ini sudah menjadi bagian yang tidak dapat dipisahkan dari manusia. Mulai dari kita bangun sampai tidur lagi semuanya membutuhkan listrik, mulai dari kebutuhan industri sampai dengan rumah tangga akan membutuhkan listrik. Begitu besar peran listrik di kehidupan kita sekarang ini, bahkan kita bisa membayangkan bagaimana kalau sampai terjadi pemadaman listrik dalam waktu lama. Jika hal itu terjadi maka akan banyak sisi kehidupan yang terganggu dan banyak kerugian yang akan terjadi terutama di industri. Untuk itulah penyedia listrik di Indonesia harus memiliki keandalan yang tinggi sehingga dapat meminimalisir pemadaman dan menjamin kualitas listrik yang sampai ke pelanggan dengan baik. Di balik itu semua, terdapat berbagai rangkaian proses yang digunakan dari awal dibangkitkannya listrik, proses, dan hingga dimanfaatkan pelanggan. Serangkaian proses tersebut sering

disebut sistem tenaga listrik yang memiliki 3 komponen utama, yaitu pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi, dan sistem distribusi.

### a. Pembangkit Tenaga Listrik



Gambar 1. 2. Pembangkit Listrik Energi Terbarukan  
Sumber : (Rakhman 2020)

Pembangkit tenaga listrik atau terkadang disebut dengan pusat pembangkit listrik merupakan bagian yang memproduksi energi yang memiliki tugas utama menghasilkan energi. Bila digolongkan berdasar sumber energinya, maka pusat pembangkit tenaga listrik dibedakan menjadi 2 yaitu pembangkit tenaga menggunakan sumber energi fosil dan pembangkit tenaga menggunakan energi terbarukan. Semakin sedikitnya bahan bakar fosil, maka rencana pengembangan pembangkit energi terbarukan akan ditingkatkan seperti pada seperti pada negara kita. Pemerintah dan PLN terus melakukan revisi pada drafnya dengan target utama meningkatkan pemakaian pembangkit listrik energi terbarukan

(Efek Titah Jokowi dalam Pembahasan Program Listrik 2021-2030 - Telaah Katadata.co.id 2021).

Pembangkit tenaga listrik berbahan bakar fosil atau non-EBT (Energi Baru dan Terbarukan) menggunakan bahan bakar minyak, gas dan batu bara. Jika bahan bakar tersebut habis, maka tidak dapat digunakan kembali. Sedangkan pada EBT (Energi Baru dan Terbarukan) atau biasa disebut sebagai *new and renewable energy*, merupakan sumber energi yang baru dan dapat dipakai lagi dan tidak akan habis. EBT dibagi menjadi 2, yaitu sumber energi yang dapat didaur ulang (*Renewable Energy*), dan sumber energi yang tidak akan habis pakai. Contoh sumber energi yang dapat didaur ulang yaitu biogas, biomassa, energi dari kayu dan lain sebagainya. Biogas adalah energi yang dihasilkan dari kotoran hewan yang diolah oleh bakteri anaerob untuk menghasilkan gas yang dapat dimanfaatkan. Biomassa adalah energi yang berasal dari bahan sumber alami yang dapat diperbaharui seperti pohon, dan limbah-limbah lain yang berupa bahan organik.

Sedangkan energi yang tidak akan habis ketika digunakan adalah energi panas bumi, energi matahari, energi pasang surut, energi matahari dan lain sebagainya.



Gambar 1. 3. Saluran Transmisi  
(Rakhman 2020)

### **b. Sistem Transmisi**

Tranmisi diartikan sebagai pengiriman (penerusan) sesuatu dari satu tempat ke tempat lain. Dalam sistem tenaga listrik, sistem transmisi adalah proses pengiriman energi listrik dengan jarak yang jauh dan secara besar-besaran dari pembangkit tenaga listrik sampai ke sistem distribusi. Proses pada sistem transmisi ini yaitu menaikkan tegangan dari pembangkit tenaga listrik menjadi tegangan tinggi 150 KV dan tegangan ekstra tinggi 500 KV.

### c. Distribusi Tenaga Listrik

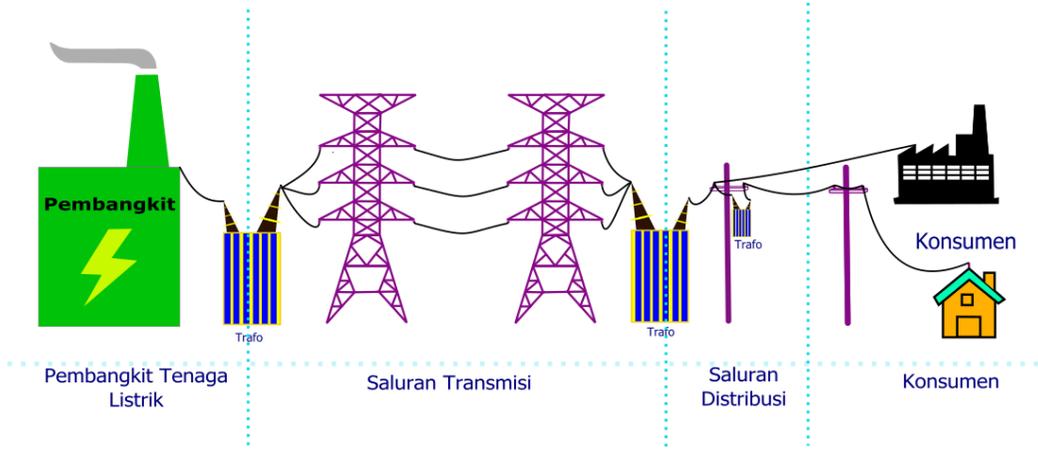


Gambar 1. 4. Saluran Distribusi

Sumber : (Rakhman 2020)

Sistem distribusi bertugas menyalurkan energi listrik ke konsumen yang meliputi industri, komersil ataupun perumahan. Pada sistem distribusi tegangan yang disalurkan yaitu tegangan menengah 20 KV dan tegangan rendah 380 V / 220 V.

#### d. Cara kerja Sistem Tenaga Listrik



Gambar 1. 5. Gambar bagan cara kerja sistem tenaga listrik

Pembangkit tenaga listrik yang merupakan penghasil energi listrik kapasitas daya dan memiliki spesifikasi tegangan tertentu. Tegangan dari pembangkit tersebut dengan menggunakan transformator *step up* dinaikkan ke tegangan transmisi 150 KV dan 500 KV serta selanjutnya ditransmisikan/ disalurkan melalui media transmisi.

Jika suatu daerah terdapat kelompok beban, maka tegangan akan diturunkan lagi menggunakan transformator *step down* dan selanjutnya mengalir ke saluran distribusi untuk dibagikan langsung ke pelanggan. Terdapat dua jenis pelanggan, yaitu pelanggan tegangan menengah dan pelanggan tegangan rendah. Pelanggan tegangan menengah 20 KV yang biasanya terdiri dari pelanggan industri. Tegangan juga dapat diturunkan kembali ke tegangan rendah 380 / 220 V untuk disalurkan ke konsumen komersial / perumahan.

Terdapat sistem tenaga listrik yang digunakan di negara kita khususnya di Pulau Jawa. Sistem tenaga listrik terdiri dari beberapa pembangkit

tenaga listrik yang saling terkoneksi untuk melayani berbagai kelompok beban yang ada pada lokasi yang berlainan. Sistem tersebut dinamakan sebagai sistem interkoneksi. Dengan sistem tersebut, jika terdapat gangguan pada salah satu pembangkit tenaga listrik dapat disuplai pembangkit lain sehingga meningkatkan keandalan.

## **2. Teknologi dan isu global**

Alam yang semakin berubah dan dunia yang semakin berkembang membuat banyak hal terjadi dan manusia harus menyesuaikan. Isu besar pada abad ini adalah pemanasan global yang mengakibatkan perubahan iklim. Pemanasan global terjadi karena efek rumah kaca yang dihasilkan dari banyaknya gas karbondioksida. Gas karbondioksida bersumber dari aktivitas manusia yang menggunakan transportasi, kegiatan industri, dan penggundulan hutan.

Salah satu bidang yang terkait dengan pemanasan global adalah listrik. Pembangkitan listrik ada yang bersumber dari bahan bakar fosil. Untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil maka pembangkitan listrik akan diprioritaskan ke energi terbarukan. Gerakan elektrifikasi diberbagai bidang pun digalakkan, mulai bidang transportasi dengan mengubah moda transportasi berbahan bakar fosil menjadi energi listrik, penggunaan solar cell untuk penerangan jalan, serta efisiensi penggunaan alat elektronik yang ditingkatkan. Penggunaan lampu pijar digantikan oleh lampu LED yang menggunakan energi listrik lebih rendah dengan tingkat pencahayaan yang sama. Selain itu dengan efisiensi energi, penggunaan media hantar dan proteksi bisa dihemat. Dunia bekerja keras untuk

menemukan alternatif sumber energi lain yang tidak menghasilkan karbondioksida.

Begitu pentingnya listrik dalam isu global, maka berbagai bidang di kelistrikan akan berdampak dan menuntut selalu berubah dan berkembang. Sisi baiknya adalah pekerjaan di berbagai bidang kelistrikan akan menimbulkan kesempatan-kesempatan baru untuk profesi ketenagalistrikan. Maka bersemangatlah kalian dalam mempelajari ketenagalistrikan dan cintailah bidangmu. Kalian akan menjadi bagian membangun negeri ini lebih maju dan berkembang.

Dalam bidang ketenagalistrikan terdapat teknologi dan isu global diantaranya meliputi :

#### ***a. Electricity 4.0 dan Digitalisasi di berbagai bidang***

*Electricity 4.0* muncul seiring dengan era Industri 4.0. Era ini membawa era baru dalam ketenagalistrikan dengan mengarah kelistrikan yang lebih efisien, berkelanjutan, dan tangguh. Semakin berubahnya kelistrikan, maka akan ada transformasi kelistrikan akan terjadi. Tenaga kelistrikan harus selalu memperbaharui ilmunya karena dunia akan bergeser dan tenaga manusia akan berganti peran menjadi pelayan mesin dan pengendali.

Dahulu kala pengukuran energi listrik di rumah pelanggan PLN menggunakan KWH meter dengan sistem kerja induksi magnet. Sekarang ini sudah mulai banyak berganti ke arah digital dan sistem Prabayar. Apa yang bisa dipetik dari perubahan itu?

Bukan hanya sekedar perubahan alat ukur, namun lebih dari itu perubahan sistem yang terjadi. Dari segi alat ukur yang awalnya alat bekerja menggunakan prinsip induksi medan magnet dimana medan magnet yang tercipta akan menggerakkan piringan yang terbuat dari aluminium. Putaran piringan tersebut lalu akan menggerakkan angka pada counter digit sebagai tampilan jumlah penggunaan KWH-nya. Perhatikan KWH meter dengan sistem pulsa sekarang, sistem kerjanya pun sekarang berbeda. Terdapat mikroprosesor dengan diisi program di dalamnya. Program dan data disimpan di memori. Alur program bekerja dengan cara mendeteksi besaran konsumsi energi melalui sensor kemudian mengolah dan menampilkannya dalam bentuk digital pada tampilan. Selain itu terdapat indikasi LED dan bunyi sebagai penanda. Pelanggan dapat memasukkan pulsa melalui *keypad*. Jika pulsa telah habis, maka KWH ini secara pintar akan memutuskan aliran listrik ke pelanggan. Tampilan tidak hanya menampilkan konsumsi energi namun juga menampilkan nilai pulsa. Pelanggan dapat memasukkan token pada KWH meter untuk menambah nilai energi yang dapat dikunsumsinya.

Secara garis besar, sistem KWH meter sekarang berkembang dari awalnya bersifat mekanis menjadi suatu sistem digital dimana didalamnya terdapat input berupa sensor, pemroses berupa mikroprosesor, dan penampil berupa tampilan digital. Sistem tersebut juga pintar karena dapat memutuskan apakah aliran listrik terputus atau tidak berdasarkan nilai pulsa. Selain itu mulai ada interaksi antara pelanggan dan perangkat kwh meter saat memasukan token. Lebih dari itu semua, yang berubah adalah sistem kerja keseluruhan. Token yang merupakan kunci untuk menambah pulsa KWH meter diperjualbelikan secara online dan dapat dibeli melalui internet. Data-data pelanggan dikumpulkan dan dapat

tercatat pola konsumsi pelanggan. Toko penjual barang dan jasa berkembang dengan sistem yang baru yaitu internet.

Ciri utama era sekarang adalah ada bagian kontroler yang mengatur, sensor yang mengindera, memori yang menyimpan data, interaksi ke pengguna, koneksi ke server pusat, kemudahan pada pelanggan dan lain sebagainya. Apakah berhenti sampai situ? Tidak, dan akan terus berkembang. Sekarang lihatlah sekelilingmu, apakah sudah ada yang berubah dengan ciri seperti itu seperti itu? Mulai banyak hal yang telah berubah di era digitalisasi ini? Lihatlah televisi, bagaimana dulu televisi digunakan dan bagaimana sekarang dengan adanya *smart TV*? Sepeda motor jaman dahulu dengan sepeda motor sekarang yang sudah menggunakan sistem injeksi? Semua berubah di era digitalisasi ini.



Bersama temanmu, sebutkan 5 buah peralatan yang ada versi digital dan manualnya. Sebagai contoh kalian bisa menemukan multimeter analog dan multimeter digital. Sebutkan juga perkembangan di era sekarang ini dengan menyebutkan ciri-ciri yang telah dibahas di atas.

Tabel 1. Perbedaan Sistem Analog dan Digital

No.	Sistem analog	Sistem digital	Ciri digitalisasi
1.	<b>Mutimeter analog</b>	Multimeter digital	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada sensor untuk mendeteksi</li> <li>• Ada mikrokontroler ada penampil data</li> </ul>
2.	<b>TV analog</b>	Smart TV	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada sensor</li> <li>• Ada penampil data</li> <li>• Ada koneksi internet</li> <li>• Tampilan digital</li> <li>• Mengambil data ke server video streaming</li> <li>• Interaksi dan personalisasi pengguna</li> </ul>
3.	...	...	...
4.	...	...	...
5.	...	...	...
6.	...	...	...
7.	...	...	...

## ***b. Internet of things***

The Revolusi Industri Keempat (atau *Industry 4.0*) adalah yang sedang berlangsung otomasi manufaktur tradisional dan praktek industri, menggunakan teknologi *smart modern*. Komunikasi mesin-ke-mesin (M2M) dan internet of things (IoT) skala besar terintegrasi untuk peningkatan otomatisasi, peningkatan komunikasi dan pemantauan mandiri, serta produksi mesin pintar yang dapat menganalisis dan mendiagnosis masalah tanpa perlu campur tangan manusia

Revolusi Industri Keempat adalah keadaan industri abad ke-21 saat perubahan besar-besaran di berbagai bidang lewat perpaduan teknologi yang mengurangi sekat-sekat antara dunia fisik, digital, dan biologi.[1] Revolusi ini ditandai dengan kemajuan teknologi dalam berbagai bidang, khususnya kecerdasan buatan, robot, *blockchain*, teknologi nano, komputer kuantum, bioteknologi, *Internet of Things*, percetakan 3D, dan kendaraan tanpa awak.

Sebagaimana revolusi terdahulu, revolusi industri keempat berpotensi meningkatkan kualitas hidup masyarakat di seluruh dunia. Namun, kemajuan di bidang otomatisasi dan kecerdasan buatan telah menimbulkan kekhawatiran bahwa mesin-mesin suatu hari akan mengambil alih pekerjaan manusia. Selain itu, revolusi-revolusi sebelumnya masih dapat menghasilkan lapangan kerja baru untuk menggantikan pekerjaan yang diambil alih oleh mesin, sementara kali ini kemajuan kecerdasan buatan dan otomatisasi dapat menggantikan tenaga kerja manusia secara keseluruhan yang digantikan oleh teknologi dan robotik.



Bersama temanmu, carilah di toko *online* dengan kata kunci "iot di rumah". Peralatan apa sajakah yang kalian temukan? Kenapa peralatan tersebut disebut memiliki fungsi Iot?

Tabel 2. Peralatan IoT

No.	Benda	fungsi	Ciri IoT
1.	<b>lampu LED Rumah WIFI Light Bulb IoT Home Automation</b>	lampu jenis LED yang dapat dikendalikan menggunakan telepon pintar menggunakan media jaringan wifi.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terkoneksi dengan telepon pintar menggunakan Wifi</li> <li>• Menggunakan aplikasi untuk mengendalikan lampu</li> <li>• kompatibel dikoneksikan dengan google home &amp; alexa</li> </ul>
2.	...	...	...
3.			

### *c. Peralatan-peralatan cerdas*

Manusia selalu berinovasi untuk kehidupan yang lebih mudah lebih baik dan lebih bermanfaat. Itulah maka selalu akan diciptakan kedaulatan peralatannya selalu akan lebih mudah dengan berbagai kecanggihan teknologi terutama di zaman revolusi industri ke-4 ini maka alat-alat tersebut akan saling dikombinasikan dengan berbagai fasilitas sehingga membantu kehidupan manusia sebagai contoh zaman dulu Sering kita temui peralatan seperti jam tangan yang konvensional digerakkan secara mekanik ternyata sekarang sudah menjadi jam "pintar", yang tidak hanya berlaku sebagai penunjuk waktu tetapi juga bisa berlaku untuk mencatat

langkah, menyimpan data, berkomunikasi dengan telepon pintar, mencatat langkah serta kemampuan lain yang disematkan.



Gambar 1. 6. Tempat sampah cerdas

Sumber:(Jual Xiaomi NINESTARS Tong Sampah Otomatis Sensor Smart Trash Tempat Sampah - Cream - Jakarta Barat - XiaomiArchipelago | Tokopedia n.d.)

Gambar diatas adalah sebagai contoh peralatan cerdas berupa tempat sampah. Tempat sampah itu cerdas karena daat membuka sendiri dengan cara melambaikan tangan di atas sensor tempat sampah lalu tutup akan membuka. Bila dibandingkan dengan tempat sampah konvensional, maka tepat sampah itu memiliki manfaat khususnya di masa pandemi ini yang akan mengurangi kontak tangan ketika membuka tutup tempat sampah saat akan membuang sampah.



Gambar 1. 7. penyedot debu cerdas  
(Samsung VR9300: Robot Vacuum Cleaner Terbaik Berdaya Hisap Kuat | Indonesia n.d.)

Tahukah kalian apa gambar yang ditunjukkan diatas? Gambar diatas adalah sebuah *vacuum cleaner*. Dibandingkan dengan *vacuum cleaner* yang konvensional, alat ini memiliki beragam perbedaan dari segi bentuk sampai kemampuannya. *Vacuum cleaner* ini dapat bergerak sendiri secara *autopilot* dan dapat menghindari berbagai halangan selama bekerja. Penyedot debu cerdas tersebut menggunakan tenaga baterai, jika dayanya habis maka penyedot debu akan bergerak ke tempat pengisian baterai dan mengisi baterainya sampai penuh kemudian melanjutkan pekerjaannya lagi. Keren kan? Apakah kalian bisa membuatnya?

Peralatan-peralatan di atas akan mempengaruhi berbagai kehidupan khususnya di bidang tenaga listrik karena harus mampu menyuplai berbagai kebutuhan listrik dengan berbagai kebutuhan. Sebagai contoh dengan adanya tempat pengisian baterai yang digunakan untuk penyedot debu, maka kalian juga harus menyesuaikan instalasinya sehingga sesuai.

Begitu juga peralatan-peralatan lain yang akan bermunculan di masa datang tanpa batas kreatifitas.



Bersama temanmu, carilah disekitar kalian peralatan-peralatan cerdas. Sebutkan perbedaan antara peralatan sejenis yang "cerdas" dan yang belum. Apa manfaat dari peralatan cerdas yang kalian temukan!

**Tabel 3. Perbedaan Peralatan Cerdas dan Konvensional**

No	Nama Peralatan	Perbedaan	
		Peralatan konvensional	Peralatan cerdas
1.	Penyedot debu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menghisap debu menggunakan mesin besar</li> <li>mulut penghisap digerakkan oleh manusia</li> <li>hanya bisa on dan of menggunakan sumber listrik menggunakan media kabel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menghisap debu menggunakan mesin kecil</li> <li>Mesin penghisap bergerak sendiri secara cerdas menggunakan sensor untuk menghindari rintangan</li> <li>Tenaga bersumber dari baterai, dan daya baterai dapat di isi ulang</li> </ul>
2.			
3.			

#### **d. Smart meter**

Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menargetkan sebanyak satu juta pelanggan listrik akan terpasang *smart meter* pada tahun 2022. (Satu Juta Pelanggan Listrik Terpasang Smart Meter Pada 2022 n.d.). *Smart meter* adalah pengganti meter listrik konvensional, yang merupakan bagian dari pembangunan jaringan tenaga listrik atau *smart grid*. *Smart grid* diproyeksikan pemerintah dapat membuat sistem tenaga listrik secara optimal dan efisien dengan memanfaatkan interaksi dua arah baik antara produsen listrik dengan konsumen. Semakin canggihnya alat ukur yang digunakan, maka semua aktivitas penggunaan energi listrik

akan termonitor dan dapat memantau secara *realtime* sehingga dapat meningkatkan pelayanan.

*Smart meter* tidak hanya diterapkan oleh PLN, namun juga diterapkan di industri-industri dalam memantau pengukuran. *Smart meter* kadang diberikan fasilitas untuk komunikasi dengan perangkat lain secara 2 arah sehingga data dapat diakuisisi di server. Dengan adanya data pengukuran secara *realtime* maka aktivitas produksi dapat diketahui lebih dini jika terjadi ketidaknormalan dan dapat dijadikan data acuan untuk mengefektifkan aktivitas produksi didalam industri.



Gambar 1. 8. Smart meter  
Sumber: (Asosiasi Produsen Peralatan Listrik Indonesia. n.d.)



Di beberapa daerah di Indonesia ini ada kWh meter konvensional dan kWh meter berbasis pulsa. Tanyakan ke temanmu siapa yang rumahnya menggunakan kWh meter konvensional, dan kWh meter berbasis pulsa. Ajaklah diskusi apa keunggulan dan kelemahannya. Dengan menggunakan literasi di internet, carilah cara kerja dari kedua kWh meter tersebut dan cari perbedaannya!

Tabel 4. Perbedaan KWH Meter Konvensional Dan Kwh Meter Berbasis Pulsa

No	Perbedaan	KWH meter	
		konvensional	Basis Pulsa
1.	Prinsip kerja		
2.	Tampilan		
3.	Keunggulan		
4.	Kelemahan		
5.	Pembayaran konsumsi		
6.	Pemutusan listrik		
7.	Proteksi kecurangan		

### e. *Smart sensor*

Jika kalian pernah melihat di tayangan *video streaming*, berupa iklan atau film, mungkin kalian pernah melihat sensor gerak pintar, sensor yang menjaga keamanan suatu rumah? *Smart sensor* berkembang pesat dengan adanya Internet of Things (IoT) menjadikan lebih efisien dan mudah. Lalu apa artinya *smart sensor*?

Smart sensor adalah perangkat yang dapat mengambil informasi dari lingkungan sekitar dan menggunakan mikroprosesor/mikrokontroler serta menggunakan komunikasi untuk memantau, memeriksa, dan memelihara berbagai sistem. *Smart sensor* memiliki kemampuan untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitar dengan lebih akurat. *Smart*

*sensor* digunakan di berbagai variasi aplikasi dan sering digunakan pada pekerjaan pemantauan (monitoring) seperti *smart grid*, kebutuhan ilmiah, industri, serta sistem keamanan.



Gambar 1. 9. sistem Sistem smart sensor  
Sumber : (What Are Smart Sensors? | FierceElectronics n.d.)

*Smart sensor* bekerja menggunakan mikroprosesor untuk menjalankan berbagai fungsi seperti pengolahan digital, pengolahan kode, konversi analog ke digital, fungsi antarmuka, dan perhitungan. *Smart sensor* memiliki 4 fungsi utama, yaitu pengukuran, konfigurasi, verifikasi dan komunikasi. Fungsi pengukuran dilakukan dengan cara mendeteksi besaran di lingkungan dan mengubahnya menjadi besaran listrik. Fungsi konfigurasi digunakan sensor untuk mendeteksi bila terjadi kesalahan. Fungsi verifikasi digunakan untuk melakukan pengawalan secara terus menerus pada sensor. Fungsi komunikasi digunakan untuk berhubungan dengan perangkat lain.



Pernahkah kalian menemui sistem smart sensor di perkantoran atau industri yang pernah kamu kunjungi? Tanyakanlah ke gurumu apakah yang kalian temui itu termasuk smart sensor?

#### ***f. Smart appliances and devices***

Sudahkah kalian menemui *smart appliance and device* di kehidupan sehari-hari? Kadang kita temui sebuah peralatan atau perangkat yang dapat terhubung dengan telepon pintar atau *tablet* untuk pengendalian yang lebih baik, lebih nyaman, serta dapat mengumpulkan informasi. Biasanya di dalamnya terdapat mikrokontroler sebagai pusat pengendali peralatan sehingga semakin pintar. *Smart appliance and device* diartikan sebagai peralatan dan perangkat pintar. *Smart appliance and device* dapat berhubungan dengan perangkat lain dan juga internet untuk mengakses informasi, menjalankan perintah atau mengirimkan data. Sebagai contoh, dengan dukungan dari Alexa atau Google Assistant, sebuah saklar pintar dapat kalian matikan atau nyalakan menggunakan perintah suara.



Gambar 1. 10. saklar pintar yang dikendalikan suara  
Sumber: (LRN2DIY 2018)

### ***g. Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA)***

Sekarang ini bukanlah hal yang aneh jika kalian dapat menyalakan dan mematikan lampu dengan menggunakan telepon pintar. Tidak hanya itu, kalian juga mendapat laporan penggunaan listrik harian dan lampu mana saja yang sedang dalam keadaan menyala atau mati, serta konsumsi dayanya. Setelah diketahui ada yang tidak efisien, bahkan kalian dapat mengatur dan menjadwal lampu mana saja yang akan menyala dan mati sesuai dengan sensor cahaya yang dipasang di rumah saat gelap. Bayangkan, betapa canggihnya kan? Mirip seperti itulah SCADA yang akan kita bahas sekarang ini.

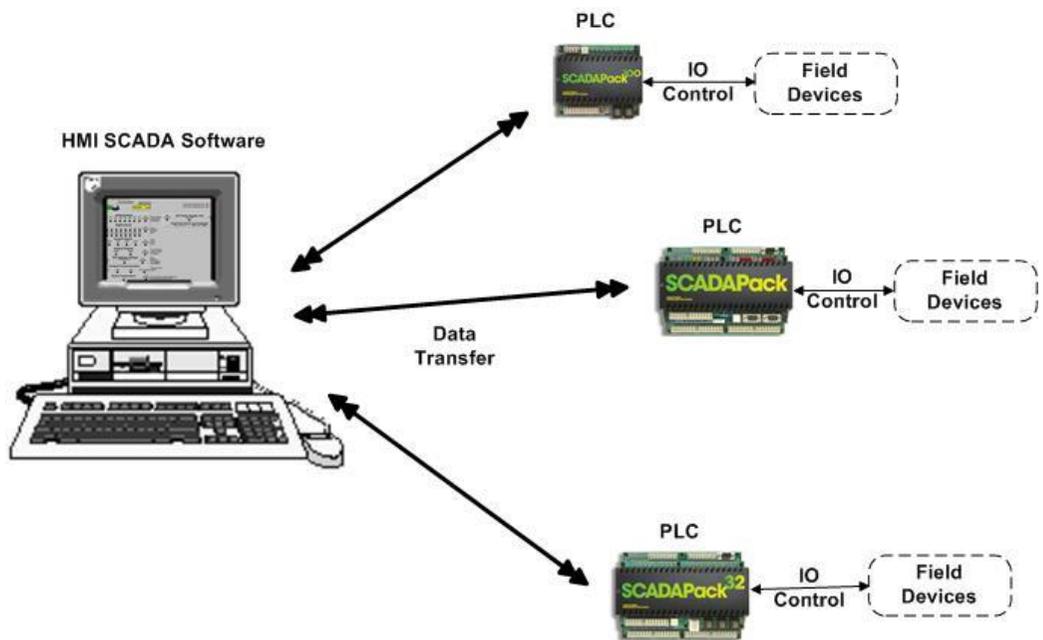
SCADA merupakan singkatan dari *Supervisory Control and Data Acquisition*. SCADA merupakan suatu sistem yang dapat mengumpulkan informasi dari perangkat di lapangan yang berasal dari sensor-sensor, kemudian dikirimkan ke pusat kendali untuk dilakukan pengendalian dan pengolahan data tersebut.



Gambar 1. 11. scada control centre  
Sumber (Knowledge Sharing: SCADA Control Centre n.d.)

Dalam sistem SCADA terdiri dari *field devices*, *Remote Terminal Unit (RTU)*, *Master Terminal Unit (MTU)*, komputer sebagai server pusat kendali, dan *Human Machine Interface (HMI)*. Bagian-bagian tersebut terpisah jauh sehingga untuk menghubungkannya menggunakan jalur komunikasi. *Field device* berupa aktuator dan sensor yang berhubungan dengan RTU. RTU akan mengumpulkan data sensor dan mengirimkannya ke pusat kendali (MTU) dan juga dapat diperintah MTU. MTU sebagai pengendali utama dan disinilah terjadi proses pengolahan data untuk dilaporkan dan diawasi. Semua aktifitas MTU

tercatat. Sebagai contoh sebuah mesin pemanas yang dipantau suhunya di MTU, diberikan penyetingan suhu pemanasan sampai suhu 70 derajat celcius. Maka di sistem SCADA, pemanas akan dinyalakan sampai suhu tersebut dan dijaga sesuai penyetingan dan bersifat otomatis. Semua data suhu terdapat grafiknya dan data tersebut terlihat di HMI. Operator dapat melihat dan dapat memerintahnya secara manual. Operator dapat melaporkan proses yang terjadi secara komplit menggunakan data yang telah berada di MTU.



### Typical SCADA System

Gambar 1. 12. sistem scada secara sederhana  
Sumber : (Handy Wicaksono 2009)

### ***h. Human Machine Interface (HMI)***

HMI kepanjangan dari *human machine interface*, dimana dapat diartikan perangkat yang menghubungkan manusia dan mesin dengan cara menampilkan grafis dan juga memberikan fasilitas pengendalian dari mesin yang dioperasikan. Pada sistem SCADA HMI terdapat pada

sisi operator di pusat kendali dimana HMI terdapat pada komputer dengan fungsi:

- Menampilkan simbol-simbol yang terlihat di
- Menampilkan menu pengendalian, data, dan grafik dari keadaan di lapangan (*plant*)
- Mengkonfigurasi nilai-nilai pengendalian mesin di lapangan
- Memberikan peringatan jika terjadi kesalahan berupa alarm bahaya

## I. Refleksi



Coba renungkanlah, menuju atau mengarah kemanakah perkembangan-perkembangan yang terjadi dunia ini? Menuju perkembangan yang lebih mudah kah? Atau kalian merasa menjadi lebih rumit dan kompleks? Berikan alasanmu!

## J. Asesmen

1. Jelaskan secara singkat bagaimana listrik itu dihasilkan sampai bisa kalian gunakan di rumah!
2. Jelaskan apa itu SCADA!
3. Sebutkan peralatan listrik di sekitarmu yang sudah menggunakan konsep IoT!
4. Ingatlah dulu saat kamu kelas 6 SD, perubahan digital apa sajakah yang terjadi di sekitarmu sampai sekarang?

## K. Pengayaan

Carilah video di internet tentang SCADA, dan jelaskan apikasinya!

# BAB II



Profesi dan Proses Bisnis  
Ketenagalistrikan

# Bab 2: Profesi dan Proses Bisnis Ketenagalistrikan

## A. Tujuan Pembelajaran

Pada bab profesi dan proses bisnis ketenagalistrikan ini, peserta didik diharapkan mampu :

1. Memahami jenis-jenis pekerjaan di bidang Teknik ketenagalistrikan.
2. Memahami jenis-jenis profesi dan kewirausahaan pekerjaan Teknik ketenagalistrikan
3. Memahami peluang usaha di bidang ketenagalistrikan dengan berkebhinekaan global
4. Memahami proses bisnis bidang ketenagalistrikan
5. Memahami peran setiap pelaku proses bisnis bidang ketenagalistrikan

## B. Ilustrasi Materi



Gambar 2. 1 Pekerja di PLN  
Sumber : (PLN 2020)

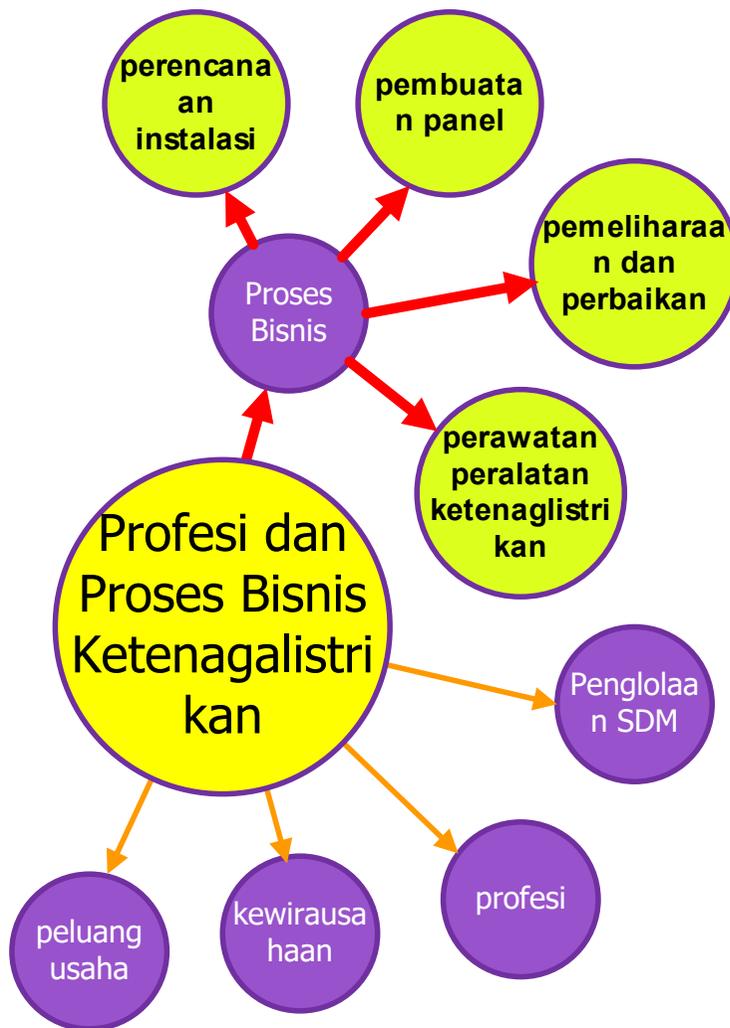
### C. Pertanyaan Pemantik

Apakah ....



Apakah rencana kamu nanti setelah lulus dari SMK? Profesi apa yang akan kalian geluti?

### D. Peta Konsep



## **E. Kata Kunci**

Instalasi, Kontraktor, SOP

Apersepsi

Tak kenal maka tak sayang. Begitulah kalimat yang cocok diungkapkan ketika pertama kali kalian masuk ke SMK dan belum mengenal profesi ketenagalistrikan. Kenapa kalian mengambil jurusan ini saat mendaftar ke SMK? Setelah lulus, kalian ingin bekerja dimana dan mengeluti profesi apa?

## **F. Pendekatan Pembelajaran**

Buatlah kelompok yang terdiri dari 3 orang. Diskusikan dan sebutkan pekerjaan di lingkungan tinggal kalian, adakah yang berprofesi di bidang ketenagalistrikan? Sebutkan dan jelaskan bagaimana pekerjaannya!

## **G. Penguatan Materi**

### 1. Proses Bisnis

Pernahkah kalian melaksanakan perawatan kendaraan di bengkel? Apakah kalian memperhatikan bagaimana proses kendaraan masuk ditangani, dicatat, diperbaiki, diganti suku cadang yang rusak, sampai proses perawatan kendaraan selesai? Bagaimana urutan langkah yang dilakukan dan adakah bagian-bagian khusus yang melayani langkah demi langkah sehingga kalian sebagai pelanggan mendapatkan pelayanan yang memuaskan?

Proses yang terjadi tersebut di atas merupakan suatu proses bisnis. Proses bisnis merupakan suatu kumpulan aktivitas atau pekerjaan terstruktur yang saling terkait untuk menyelesaikan suatu masalah tertentu atau yang menghasilkan produk atau layanan (demi meraih tujuan tertentu). Proses bisnis juga dapat diartikan sebagai sekumpulan pekerjaan atau aktivitas yang saling berhubungan berupa pekerjaan tertentu untuk menghasilkan produk atau layanan kepada pelanggan.

Pada bidang ketenagalistrikan juga terdapat berbagai proses bisnis karena kelistrikan memiliki bisnis dalam berbagai bidang. Bentuk proses bisnisnya pun bermacam-macam. Sebagai contoh untuk PLN, maka akan ada berbagai proses mulai dari pembangkitan energi listrik, sistem transmisi, distribusi ke pelanggan dan pengelolaannya. Proses-proses tersebut dibagi lagi menjadi proses-proses kecil yang akan membuat berbagai petugas yang bertanggung jawab terhadap proses tersebut. Contoh sub-proses tersebut yaitu pemasangan listrik pada pelanggan baru terdapat petugas untuk proses pemasangan. Proses pelayanan gangguan di jalur distribusi juga membutuhkan petugas untuk menanggulangi gangguan yang terjadi.

Sebagai contoh lain pada proses bisnis bila berwirausaha mendirikan Biro Teknik Listrik (BTL) yang mendapatkan pekerjaan pemasangan instalasi listrik. maka pada proses tersebut, petugas dari BTL akan melaksanakan beberapa langkah pekerjaan diantaranya yaitu perencanaan, pelaksanaan, sampai pengujian bahwa instalasi listrik yang dipasang sudah sesuai. Untuk itulah ikuti proses bisnis secara terperinci dibawah ini.

## 2. Proses Bisnis Perencanaan Instalasi

Perlu kalian ketahui bahwa bangunan dari suatu gedung yang sudah dapat digunakan terdiri dari tiga buah komponen, yaitu bagian struktur, bagian arsitektur serta bagian ME (Mekanikal & Elektrikal). Ketiga bagian tersebut saling berhubungan. Bagian struktur fokus kepada kekuatan bangunan, bagian arsitek berfokus kepada keindahan bangunan, sedangkan bagian ME (mekanikal dan Elektrikal) lebih mengedepankan pada fungsi. Sekuat dan seindah apapun gedung yang dibangun, namun jika tidak didukung sistem ME (mekanikal & elektrikal) maka bangunan tersebut belum bisa digunakan.

Sebagai gambaran, misalkan sebuah gedung yang akan dibangun, membutuhkan pekerjaan di bidang ME. Bagian ME yang dibutuhkan ditugaskan untuk memasang instalasi listrik untuk penerangan. Adapun tahapan-tahapan yang sering dilakukan antara pemilik gedung dengan pihak ketiga diuraikan sebagai berikut:

### a) Penawaran pekerjaan

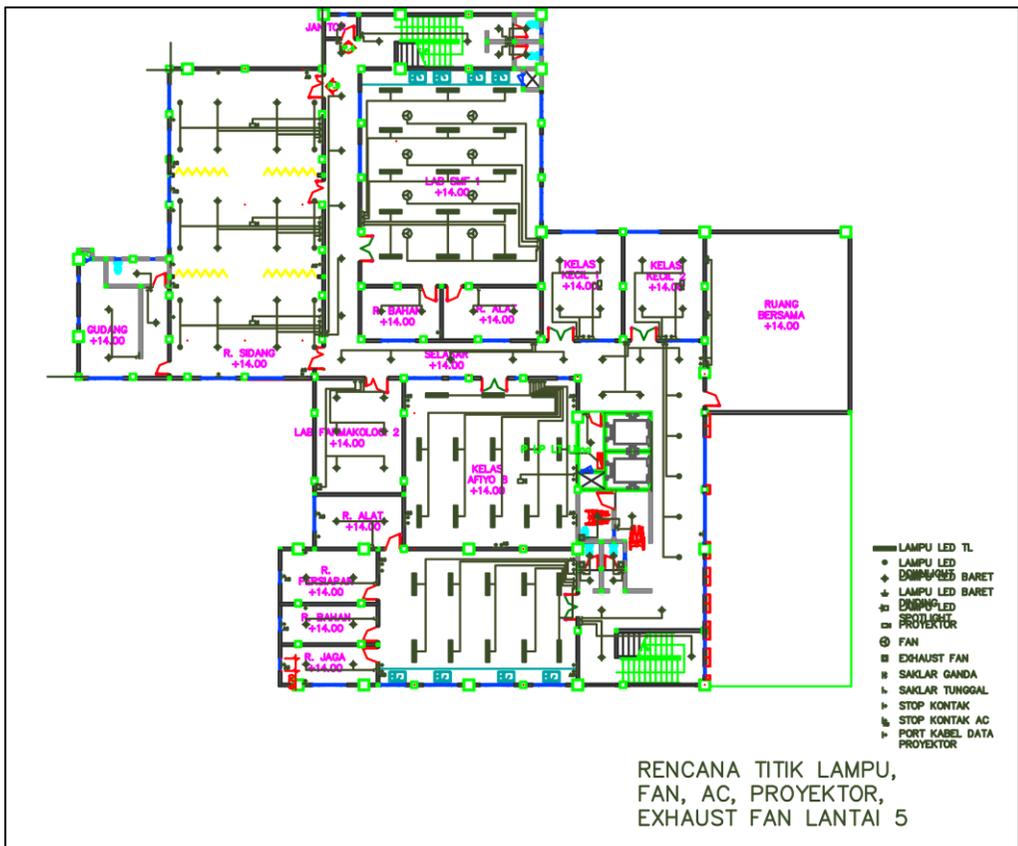
Jasa ME akan ditawarkan pekerjaan instalasi listrik dari pemilik gedung atau dari kontraktor utama dan penawaran sebagai sub kontraktor pengerjaan ME.

### b) Survei dan Penjelasan Pekerjaan

Jasa ME kemudian menghubungi pemilik pekerjaan untuk mengadakan survey pekerjaan. Fungsi survey ini digunakan untuk mendapatkan data terperinci mengenai instalasi yang akan dipasang dan bisa diprediksi kebutuhan-kebutuhan selama pekerjaan

c) Perencanaan

Setelah melaksanakan survey, maka jasa ME melaksanakan perencanaan berupa rancangan gambar pemasangan pada gedung dan rencana anggaran biaya. Pada rancangan gambar terdapat peletakan peralatan listrik dan perlengkapannya, seperti lampu, stop kontak, genset, panel, dan lain sebagainya. Serta menghitung rencana anggaran biaya (RAB) dari segala proses pekerjaan seperti, nilai material bahan, jasa teknisi, sewa alat dan lain sebagainya.



Gambar 2. 2 Perencanaan Instalasi Lampu

Tabel 5. Contoh RAB perencanaan kelistrikan

RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB)					
PEKERJAAN ELEKTRIKAL					
PEKERJAAN		:			
LOKASI		:			
TAHUN		: 2019			
NO	JENIS PEKERJAAN	VOL	SAT	HARGA SAT (Rp)	JUMLAH HARGA (Rp)
<b>B. PEKERJAAN ELEKTRIKAL</b>					
<b>B.1 PEKERJAAN INSTALASI PENERANGAN DAN KOTAK KONTAK</b>					
<b>B.1.1 BASEMENT</b>					
1	Instalasi Penerangan dg Kabel NYM 3X2.5 mm Ex. Supreme dlm Pipa Conduit dia. 20 mm.	95	titik	Rp 418,800.00	Rp 39,786,000.00
2	Instalasi Kotak kontak Biasa dg Kabel NYM 3X2.5 mm Ex. Supreme dlm Pipa Conduit dia. 20 mm.	6	titik	Rp 390,000.00	Rp 2,340,000.00
3	TL Led T5 1x18 W	84	bh	Rp 250,800.00	Rp 21,907,200.00
4	Emergency Exit Lamp 8 W	2	bh	Rp 356,700.00	Rp 713,400.00
5	Led Barret 22 W	17	bh	Rp 367,700.00	Rp 6,250,900.00
6	Stop Kontak Biasa	6	bh	Rp 65,600.00	Rp 393,600.00
7	Saklar Ganda	11	bh	Rp 55,100.00	Rp 606,100.00
8	Saklar Tunggal	9	bh	Rp 57,500.00	Rp 517,500.00
<b>SUB TOTAL</b>					Rp 72,514,700.00

#### d) Presentasi

Setelah melaksanakan survey, maka jasa ME melaksanakan presentasi di depan pemilik pekerjaan. Saat presentasi, jasa ME akan menjelaskan tentang pengerjaan ME dan dibahas yang kurang cocok dan penggantinya sampai terjadi kesepakatan.

#### e) Pelaksanaan pekerjaan ME

Setelah terjadi kesepakatan maka pekerjaan dapat dilaksanakan, dimana akan terbit surat perintah kerja (SPK). Pada saat pelaksanaan pekerjaan, pemilik akan membentuk tim Pengawas yang akan mengawasi jalannya pembangunan gedung atau instalasi listrik. Pengawas ini berasal dari pihak ketiga bertugas melaporkan pekerjaan yang dikerjakan oleh pelaksana pekerjaan/jasa ME. Pekerjaan dari jasa ME dilakukan tahap sebagai berikut :

1) Persiapan

Jasa ME pertama-tama akan mengadakan alat dan bahan serta mengadakan tenaga yang akan mengerjakan pekerjaan.

2) Pelaksanaan

Setelah bahan dan alat disiapkan maka tenaga akan mengerjakan pekerjaan sampai selesai

3) Tes

Setelah pekerjaan selesai, maka dilaksanakan tes parsial maupun holistik dari seluruh pekerjaan atau dilaksanakan *commissioning*.

f) Serah terima hasil pekerjaan

Setelah pekerjaan dinyatakan selesai, dilaksanakan serah terima antara pemilik dan pelaksana pekerjaan.

Mengenai pembayaran, dilaksanakan pemilik ke tim pelaksana dengan kesepakatan tertentu. Kesepakatan tersebut mengatur pemberian dana dengan beberapa tahap. Sebagai contoh kesepakatan pembayaran yaitu kesepakatan pembayaran akan dilaksanakan dengan 4 tahap, yaitu tahap pembayaran uang muka (DP), tahap pembayaran jika sudah belanja material, tahap pembayaran saat penyelesaian pekerjaan 60%, dan tahapan pembayaran saat sudah selesai. Tahapan-tahapan tersebut dikonsultasikan dengan pengawas. Pada masa akhir penyelesaian terkadang ada juga pemilik yang meminta penahanan pembayaran 5% atau biasa disebut sebagai retensi. Retensi adalah jumlah dana yang belum dibayarkan atau ditahan sampai pemenuhan kondisi yang ditentukan dalam kontrak, dalam hal ini adalah pekerjaan instalasi listrik. Pemilik sudah bisa

menggunakan gedungnya dan mengujicobanya, misal disepakati masa perawatan 3 bulan, maka pada masa itu tim pelaksana pekerjaan akan menanggung kerusakan selama masa tersebut. Bila sudah sampai 3 bulan, maka dana yang ditahan akan diberikan.

Langkah-langkah di atas fleksibel, tergantung dari kesepakatan antara pemilik pekerjaan dan tim pelaksana/jasa ME. Pada pekerjaan yang lebih besar dan gedung belum terbangun maka pihak ME, arsitek dan struktur akan bertemu langsung sebelum memulai pekerjaan untuk melaksanakan pekerjaan pekerjaan ME yang berhubungan dengan struktur dan arsitek, seperti penanaman pipa instalasi listrik, peletakan lampu-lampu hiasan, dan lain sebagainya.

### 3. Proses Bisnis Pembuatan Panel

Proses bisnis pembuatan panel dilakukan pada industri atau gedung yang membutuhkannya. Sebagai contoh, misal suatu gedung yang akan memesan panel untuk mengendalikan pensaklaran beban yang berganti sumber daya dari awalnya ke PLN lalu ke genset.

Proses bisnis hampir sama dengan bidang instalasi listrik, namun yang dibedakan adalah survey fokus pada peralatan yang akan dikendalikan. Peralatan tersebut jika berupa genset, maka untuk menyusun gambar rancangan dan rencana anggaran bahan harus disesuaikan dengan kebutuhan. Ilmu ketenagalistrikan sangat dibutuhkan disini terutama perhitungan-perhitungan peralatan, kabel dan proteksi yang arus sesuai dengan batas ukurnya.

Pada survey pekerjaan pun, cara kerja panel kendali harus dikonsultasikan dengan pemilik pekerjaan. Sebagai contoh, pemilik menghendaki panel genset harus bisa mensuplay arus ke seluruh gedung setelah pemadaman secara otomatis.

#### 4. Proses bisnis pemeliharaan, perawatan dan perbaikan

Pada bidang bisnis pemeliharaan dan perbaikan, maka sedikit berbeda alur kerjanya. Misalkan pemilik menghendaki jasa perawatan kelistrikan dari gedung, maka pada awal proses bisnis ini pemilik gedung telah memiliki desain dari gedung saat dibangun oleh jasa instalasi listrik dan jasa panel. Sehingga pihak pemelihara gedung akan membuat SOP sesuai peralatan yang digunakan. Misal jika di gedung terdapat AC, maka akan dilaksanakan perawatan 3 bulan sekali. Lalu pelaksana akan membuat jadwal pemeliharaan dari seluruh peralatan seperti lampu, lift, ac, pompa air, panel dan lain sebagainya.

Jadwal pengecekan akan juga dibuat untuk mengecek harian apakah ada kerusakan atau tidak. Tim pemelihara juga akan mendapatkan data kerusakan dari laporan pemilik sehingga harus siap sedia. Jika kerusakan dapat ditangani tim internal, maka akan dikerjakan secara internal. Jika kerusakan tidak dapat ditangani secara internal, maka akan diorderkan ke pihak ketiga.

#### 5. Pengelolaan SDM

Dalam pengelolaan sumber daya manusia, banyak posisi-posisi penting yang dapat diisi oleh lulusan SMK teknik ketenagalistrikan. Bila dirunut dari pembuatan gedung, mulai lulusan teknik tenaga listrik dapat diisi dari sisi perencanaan, mulai menggambar instalasi listrik, survey untuk merancang RAB, memasang instalasi listrik, melaksanakan tes parsial dan komisioning, melaksanakan

pemeliharaan, melaksanakan perawatan, serta perbaikan dari kerusakan.

## 6. Profesi

Bila bekerja pada suatu perusahaan atau kantor, maka posisi yang dapat digeluti oleh SMK jurusan teknik tenaga listrik di antaranya adalah:

### a) Teknisi listrik

Teknisi listrik ini bertanggungjawab atas jalannya perlengkapan dan peralatan listrik disuatu tempat.

### b) Teknisi Servis

Teknisi servis merupakan pekerjaan yang berfokus pada perbaikan. Perbaikan misalkan pada perbaikan pompa listrik, perbaikan pannek lendali motor, dan lain sebagainya.

### c) *Mechanical Engginer*

Di dalam perusahaan terkadang membutuhkan *mechanical engiiner* (insinyur mekanik) dengan berbagai jenis lulusan mulai dari teknik mesin, teknik ketenagalistrikan, teknik otomasi, atau lulusan bidang lain yang berhubungan. Hal tersebut dikarenakan mesin-mesin di industri sudah menggabungkan antara kemampuan kelistrikan, mesin, serta otomasi. Karena hal itulah, kalian juga harus siap menguasai berbagai bidang karena saling berhubungan.

### d) Teknisi Alarm Kebakaran dan *hydrant*

Di dalam fasilitas bangunan gedung dan industri sering kita temui alarm kebakaran dan *hydrant* yang akan mematikan kebakaran dengan cara menyemprotkan air secara otomatis. SMK jurusan tenaga listrik dapat beralih juga ke jurusan ini.

### e) Teknisi Kantor

Peluang kerja bagi lulusan jurusan teknik elektro diantaranya ialah sebagai pegawai negeri sipil atau pegawai swasta sebagai teknisi di kantor untuk memelihara kelistrikan dan berbagai peralatan listrik. Semua kantor di Indonesia akan membutuhkan listrik dan tenaga untuk merawat dan memelihara kelistrikan akan selalu dibutuhkan.

f) Bekerja di industri

Selain merawat dan memelihara peralatan produksi yang berhubungan dengan kelistrikan, teknisi di industri akan bekerja juga dalam tim untuk berhubungan dengan bagian lain dalam menjamin terlaksananya proses produksi. Bidang ketenagalistrikan dapat menempati posisi sebagai engineer, teknisi maupun staf produksi bahkan staf personalia yang berhubungan dengan kelistrikan.

g) Bekerja Badan Usaha Milik Negara

SMK teknik tenaga listrik dapat bekerja di badan usaha milik negara (BUMN) yang utamanya berhubungan dengan energi dan pertambangan, antara lain PLN, PT Pertamina, PT Indonesia Power, dan juga BUMN lainnya. Khusus pada badan usaha yang bergerak dibidang kelistrikan, maka siswa SMK ketenagalistrikan dapat bekerja pada bagian pembangkit, sistem Transmisi, ataupun distribusi tenaga listrik.

## 7. Kewirausahaan (technopreneur)

### 1. Berwirausaha

Lulusan SMK telah dibekali berbagai pengetahuan dan keterampilan selama sekolah, maka siswa SMK dapat mengambil sertifikasi yang berhubungan dengan instalasi listrik dan mendirikan Biro Teknik Listrik (BTL) untuk melayani pelanggan yang membutuhkan instalasi listrik. Pekerjaan ini akan banyak dibutuhkan untuk instalasi baru gedung-gedung, perbaikan ataupun perubahan instalasi listrik, ataupun pelayanan lain yang berhubungan dengan kelistrikan.

Pengusaha bidang listrik ini sangat luas sekali pekerjaannya, dimana ada kebutuhan maka pengusaha ini dapat berperan sebagai pengusaha bidang barang dan jasa dan mendapatkan keuntungan dari proyek yang dikerjakan.

### 2. Tenaga Bersertifikasi Kompetensi

Siswa SMK selama atau setelah lulus dapat mengambil uji kompetensi pada lembaga sertifikasi profesi dan dapat menjadi tenaga bersertifikasi profesi bidang-bidang khusus seperti operator.

### 3. Kontraktor Swasta

Kontraktor Swasta adalah perusahaan jasa konstruksi yang dimiliki oleh swasta bukan pemerintah, dimana biasanya berbentuk PT atau CV sebagai penyedia barang dan jasa. Peluang kerja lulusan teknik ketenagalistrikan di sektor swasta sangat luas sekali untuk perusahaan yang berkaitan dengan

penyedia produk pada bidang ketenagalistrikan seperti penyedia barang dan jasa untuk panel kendali kelistrikan, penyedia jasa instalasi kelistrikan, penyedia jasa perawatan penyedia jasa perbaikan dan lainnya.

#### 5. Wirausahaan

Bekerja mandiri atau mendirikan lapangan kerja ialah pilihan yang sangat relevan bagi lulusan teknik ketenagalistrikan karena mereka dibekali kemampuan guna berhadapan langsung dengan masalah kelistrikan. Lulusan SMK secara umum sudah dapat melaksanakan instalasi kelistrikan di rumah tangga, gedung, dan perkantoran. Tentunya kemampuan tersebut didukung dengan sertifikasi kompetensi yang sesuai.

#### 8. Peluang Usaha

Untuk memulai peluang usaha, maka perlu diadakanya analisis mengenai akan dimulainya usaha. Analisis ini digunakan untuk mengetahui baik tidaknya peluang suatu usaha yang akan dijalankan. Analisis tersebut biasa disebut sebagai analisis SWOT yang merupakan kepanjangan dari *Strength, Weakness, Opportunities, Threats*. Analisis SWOT merupakan suatu teknik perencanaan strategi yang bermanfaat untuk mengevaluasi kekuatan (*strength*) dan kelemahan (*weakness*), peluang (*opportunities*), dan ancaman (*threats*) dalam suatu proyek. Disini juga akan dibahas mengenai contoh Analisis SWOT untuk perusahaan.



Bersama temanmu, diskusikan akan membentuk usaha apa di sekolahmu? Lakukan analisis SWOT bagaimana bisnis tersebut dilakukan!

## H. Refleksi



Renungkanlah, kalian telah mempelajari bab ini sampai akhir. Siakah kalian, jika tetanggamu memintamu untuk membantunya dalam mempersiapkan instalasi listrik di rumahnya?



Untuk memahami materi ini lebih lanjut, maka cobalah bermain peran mencoba profesi di ketenagalistrikan dengan rincian peran :

1. Sebagai pemilik gedung
2. Sebagai pelaksana pekerjaan
3. Sebagai teknisi ME
4. Sebagai pengawas pekerjaan

Peran diatas akan mensimulasikan pemilik gedung yang meminta jasa ME untuk memasang instalasi listrik di gedungnya. Lakukan simulasi mulai dari tahap penawaran pekerjaan sampai tahap serah terima hasil pekerjaan. Gedung yang akan dipasang instalasinya adalah ruang kelasmu. Lakukan simulasi dialog dan setelah selesai isilah tabel tugas (Tabel 6) tiap peran. Bergotongroyonglah dalam menyiapkan properti dalam kegiatan ini.

**Tabel 6.** Tugas Setiap Peran

Tahap	Pemilik Gedung	pelaksana pekerjaan	teknisi M/E	pengawas pekerjaan
1. Penawaran Pekerjaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>Menyiapkan gedung yang akan dikerjakan</li> <li>Memberikan informai nilai pagu</li> <li>Memberikan informasi pekerjaan</li> <li>Mengiklankan pekerjaan</li> </ul>			
2. ...	...	...	...	...
3. ...	...	...	...	...

### I. Asesmen

1. Tetanggamu telah selesai membangun rumah namun belum terdapat instalasi listrik. Langkah apa yang akan kamu lakukan jika ingin mendapatkan pekerjaan instalasi listrik di rumah tetanggamu tersebut? Jelaskan dengan singkat!
2. Carilah video yang berhubungan dengan pekerjaan pemeliharaan kelistrikan gedung! Berdasarkan uraian tugas tersebut, dapatkah tugas pemeliharaan kelistrikan gedung diselesaikan dalam sehari? Tuliskan referensi sumber video tersebut!

## J. Pengayaan



Carilah kontak alumni sekolahmu yang dapat kalian hubungi. Dengan sopan, perkenalkan dirimu dan tanyakan kepada mereka bekerja di mana dan bagaimana pekerjaannya!



Carilah data-data di internet mengenai jenis pekerjaan dan perusahaan dan alumni yang telah kalian hubungi. Buatlah presentasi dan ceritakan di depan kelas.

# BAB III



**K3LH dan Budaya Kerja**

# Bab 3: K3LH dan Budaya Kerja

## A. Tujuan Pembelajaran

Pada bab K3 dan Budaya ini, peserta didik diharapkan mampu :

1. Menunjukkan kepatuhan terhadap sistem kesehatan dan keselamatan kerja di tempat praktik dengan kepedulian kepada lingkungan secara mandiri
2. Menganalisa bahaya di tempat kerja
3. Menerapkan prosedur-prosedur dalam keadaan darurat
4. menerapkan budaya kerja industri dengan berkebhinekaan global

## B. Ilustrasi Materi



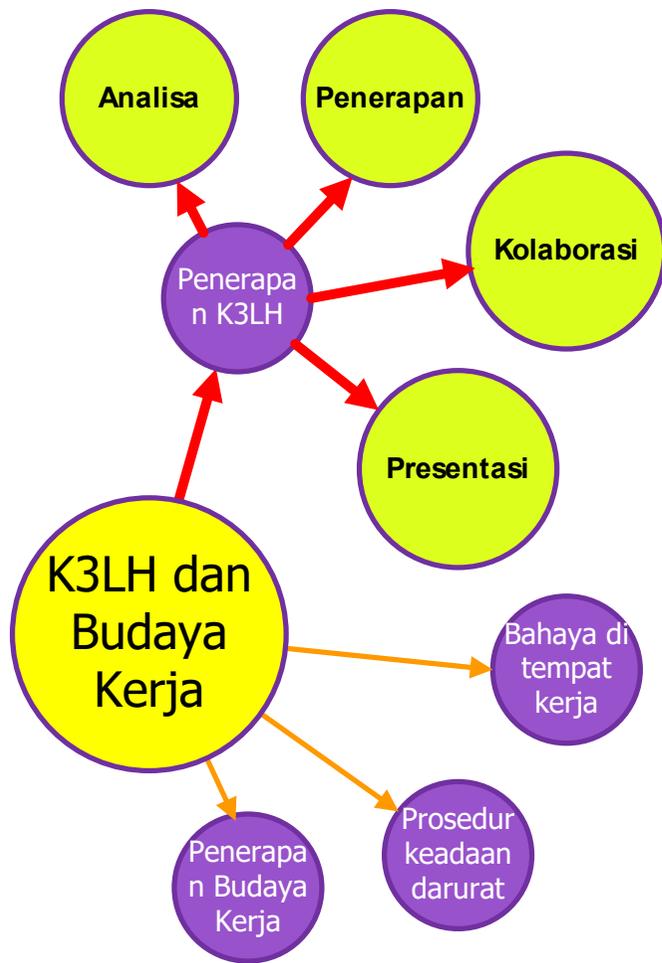
**Gambar 3. 1 ilustrasi Keselamatan dan kesehatan kerja**

Sumber : (Download Worker Health And Safety. Illustration Of Accessories For Protection for Free n.d.)

### **C. Pertanyaan Pemantik**

Pernahkah kalian memasak mie instan? Peralatan apakah yang kalian butuhkan? Mungkin kalian akan membutuhkan panci, gunting, kompor, dan sendok. Bagaimana sikap kalian dalam memasak mie? apakah sambil bercanda, sambil meengerjakan pekerjaan lain? Dan bagaimanakan potensi bahaya yang terjadi? Misalkan terciprat air panas, terkena api kompor dan lain sebagainya. Pada bab ini kalian akan belajar mengenai keselamatan dan kesehatan kerja beserta pekerjaan dasar di ketenagalistrikan layaknya proses membuat mie tadi. Kalian akan mengenal alat-alat dan potensi bahaya yang terjadi serta bagaimana sikap kalian ketika melaksanakan aktivitas tersebut.

### **D. Peta Konsep**



## **E. Kata Kunci**

Safety, SOP

## **F. Apersepsi**

Pernahkan kalian membawa telur ayam yang akan ditetaskan? Bagaimanakah kalian membawanya, akankah kalian merasa santai dan acuh tak acuh membawa telur dengan seenaknya sehingga mudah jatuh dan pecah? Atau kalian merasa jika telur ayam pecah tidak mengapa karena bisa direkatkan lagi dengan lem?

Jawabannya kalian pasti akan berusaha untuk membawa telur tersebut jangan sampai pecah atau retak karena kalau setelah pecah atau retak berarti sudah rusak. Dan kalian akan mengambil prinsip lebih baik mencegah terlebih dahulu. Sama seperti Keselamatan dan kesehatan kerja atau lebih dikenal dengan K3LH. Prinsip mencegah lebih diutamakan dan jangan sampai terjadi kecelakaan kerja.

## **G. Pendekatan Pembelajaran**

Berdoalah sebelum memulai pembelajaran ini dan taatilah peraturan di sekolahmu dengan cara mengatur dirimu secara mandiri. Pergilah ke salah satu ruang bengkelmu, perhatikan, dan analisislah. Apakah ada potensi bahaya yang akan muncul? Jika ada maka tulislah pada tabel di bawah ini. Berikan contoh sumber bahaya yang mungkin ada!

**Tabel 7. Sumber Bahaya Pada Bengkel**

Sumber Bahaya	Resiko
1. Lantai basah terkena air buangan AC	• Terpeleset
2. ...	...
3. ...	...
4. ...	...
5. ...	...
6. ...	...

## H. Penguatan Materi

### 1. Penerapan K3LH

K3LH merupakan kepanjangan dari kesehatan, keselamatan kerja, dan lingkungan hidup. K3LH juga bisa diartikan sebagai upaya untuk melindungi tenaga manusia agar selalu dalam keadaan sehat dan selamat selama bekerja di tempat kerja. Secara keilmuan K3 merupakan ilmu pengetahuan dan penerapannya dalam upaya mencegah terjadinya kecelakaan dan penyakit akibat kerja. Sedangkan secara filosofis, K3 merupakan upaya yang dilakukan untuk memastikan keutuhan dan kesempurnaan jasmani dan rohani tenaga kerja pada khususnya, dan masyarakat pada umumnya terhadap hasil karya dan budaya. Keamanan, Kesehatan, dan Keselamatan Kerja (K3) merupakan salah satu hal penting yang wajib diterapkan oleh semua perusahaan.

Untuk itulah, kalian sebagai siswa SMK harus secara mandiri mengikuti prosedur K3 dan membiasakannya. Baik kalian yang akan bekerja maupun yang akan berwirausaha kalian harus menerapkan K3 di segala bidang.

Pada sekolah, kalian juga menerapkan saat berada di sekolah, saat praktikum dan menggunakan benda-benda kerja. Kalian juga dapat berpikir kritis melaksanakan analisis dan membandingkan bagaimana kesesuaian kondisi sekolah kalian dengan standar prosedur keselamatan dan kesehatan kerja. Alasan di usahakannya K3 adalah:

- a) setiap tenaga kerja berhak mendapat perlindungan atas keselamatannya dalam melakukan pekerjaan untuk kesejahteraan hidup dan meningkatkan produksi serta produktivitas Nasional;
- b) bahwa setiap orang lainnya yang berada di tempat kerja perlu terjamin pula keselamatannya;
- c) bahwa setiap sumber produksi perlu dipakai dan dipergunakan secara aman dan efisien;

Menurut Undang-undang RI No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja 1970) pada pasal 3 berisi persyaratan keselamatan kerja untuk :

- a. mencegah dan mengurangi kecelakaan;
- b. mencegah, mengurangi dan memadamkan kebakaran;
- c. mencegah dan mengurangi bahaya peledakan;
- d. memberi kesempatan atau jalan menyelamatkan diri pada waktu kebakaran atau kejadian-kejadian lain yang berbahaya;
- e. memberi pertolongan pada kecelakaan;
- f. memberi alat-alat perlindungan diri pada para pekerja;
- g. mencegah dan mengendalikan timbul atau menyebarkan suhu, kelembaban, debu, kotoran, asap, uap, gas, hembusan angin, cuaca, sinar atau radiasi, suara dan getaran;

- h. mencegah dan mengendalikan timbulnya penyakit akibat kerja baik fisik maupun psychis, peracunan, infeksi dan penularan;
- i. memperoleh penerangan yang cukup dan sesuai;
- j. menyelenggarakan suhu dan lembab udara yang baik;
- k. menyelenggarakan penyegaran udara yang cukup;
- l. memelihara kebersihan, kesehatan dan ketertiban;
- m. memperoleh keserasian antara tenaga kerja, alat kerja, lingkungan, cara dan proses kerjanya;
- n. mengamankan dan memperlancar pengangkutan orang, binatang, tanaman atau barang;
- o. mengamankan dan memelihara segala jenis bangunan;
- p. mengamankan dan memperlancar pekerjaan bongkar-muat, perlakuan dan penyimpanan barang;
- q. mencegah terkena aliran listrik yang berbahaya;
- r. menyesuaikan dan menyempurnakan pengamanan pada pekerjaan yang bahaya kecelakaannya menjadi bertambah tinggi

Pada usaha pelaksanaan K3 memiliki fungsi bagi perusahaan maupun bagi pekerja. Adapun fungsi tersebut adalah :

1. Sebagai panduan untuk melakukan identifikasi dan penilaian akan adanya risiko dan bahaya bagi keselamatan dan kesehatan di lingkungan kerja.
2. Membantu memberikan masukan berupa saran dalam perencanaan, pelaksanaan kerja, proses organisir, serta desain tempat kerja.
3. Sebagai panduan dalam kegiatan monitoring kesehatan dan keselamatan bagi para pekerja di lingkungan kerja.
4. Memberikan masukan berupa saran mengenai informasi, usaha edukasi dan pelatihan tentang kesehatan dan keselamatan kerja.
5. Sebagai panduan dalam membuat desain pengendalian bahaya, metode, prosedur dan program.
6. Sebagai acuan dalam mengukur keefektifan tindakan pengendalian bahaya dan program pengendalian bahaya

Dalam perusahaan, beberapa aspek yang harus diperhatikan dalam pelaksanaan K3 di antaranya:

### **1. Tempat Kerja**

Tempat kerja ialah tiap ruangan atau lapangan, tertutup atau terbuka, bergerak atau tetap, dimana tenaga kerja bekerja, atau yang sering dimasuki tenaga kerja untuk keperluan suatu usaha dan di mana terdapat sumber atau sumber-sumber bahaya yang telah dirincikan. Bagian yang termasuk tempat kerja ialah semua ruangan, lapangan, halaman dan sekelilingnya yang merupakan bagian-bagian atau yang

berhubungan dengan tempat kerja tersebut (Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 Tentang Keselamatan Kerja 1970).

Lingkungan kerja harus dikondisikan memadai untuk para pekerja seperti kondisi suhu, penerangan, dan lain sebagainya untuk meminimalkan terjadinya kecelakaan kerja dan membuat pekerja tetap dapat menjaga kesehatan.

Lingkungan kerja adalah lokasi dimana para pekerja melakukan aktifitas bekerja. Kondisi lingkungan kerja harus memadai (suhu, ventilasi, penerangan, situasi) untuk meminimalisir potensi terjadinya kecelakaan atau penyakit.

## **2. Alat Kerja dan Bahan**

Alat dan bahan kerja disesuaikan dengan jenis pekerjaan yang akan dilakukan. Alat kerja akan digunakan oleh pekerja/siswa. alat yang digunakan oleh pekerja/siswa harus ergonomis. Alat harus menyesuaikan penggunaan bahan. Bila menggunakan bahan yang berbahaya, maka alat yang digunakan harus disesuaikan dilengkapi dengan alat pelindung diri yang memadai.

## **3. Metode Kerja**

Metode kerja pada aktivitas di industri diwujudkan dalam bentuk SOP. SOP merupakan kepanjangan dari Standar Operasional Prosedur yang merupakan sistem yang disusun untuk memudahkan, merapikan, dan menertibkan pekerjaan yang sedang ditangani. Selain itu pekerjaan akan lebih efektif dan efisien, serta keselamatan dan kesehatan kerja terjaga dengan baik.

## **2. Bahaya-bahaya di tempat kerja**

Bahaya dapat diartikan yang (mungkin) mendatangkan kecelakaan (bencana, kesengsaraan, kerugian, dan sebagainya). Jadi bahaya di tempat kerja dapat diartikan sebagai sumber-sumber di tempat kerja berupa keadaan atau kegiatan yang berpotensi menghasilkan keadaan cidera atau kecelakaan kerja, dan mungkin juga menyebabkan penyakit akibat kerja. Bahaya erat kaitannya dengan risiko, yang dapat diartikan sebagai akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Potensi diartikan sebagai kemampuan yang mempunyai kemungkinan untuk dikembangkan; kekuatan; kesanggupan; daya. Potensi bahaya adalah sesuatu yang berpotensi untuk terjadinya insiden bahaya yang mempunyai akibat berupa kerugian. Risiko bahaya adalah kemungkinan terjadinya kombinasi dan konsekuensi dari suatu kejadian bahaya.

Sebelum kita mencari tahu faktor-faktor dari bahaya, berikut adalah bagian dari bahaya yang terbagi menjadi dua yaitu bahaya keselamatan dan bahaya kesehatan.

1. Bahaya keselamatan ialah suatu potensi bahaya yang dapat menghasilkan risiko langsung sehingga mengakibatkan kecelakaan langsung seperti menimbulkan cedera seperti luka bakar, luka sayat, patah tulang, cedera punggung, atau bahkan kematian. Contoh dari penyebab bahaya keselamatan ditunjukkan sebagai berikut :
  - a) Terpeleset karena lantai licin
  - b) Tersandung karena ada kabel yang menjuntai di lantai
  - c) Bahan kimia yang meledak

- d) Bagian mesin yang bergerak seperti mata bor
  - e) Menangkat beban yang melebihi kemampuan
2. Bahaya kesehatan adalah potensi bahaya yang dapat menghasilkan dampak jangka panjang pada kesehatan seseorang atau dapat juga menyebabkan sakit akibat kerja. Contoh dari akibat terjadinya bahaya kerja yaitu seseorang yang kehilangan kemampuan mendengar yang diakibatkan suara yang berisik dari mesin. Contoh lainnya yaitu pada seorang pekerja yang timbul penyakit pernapasan setelah bekerja pada lingkungan zat kimia berbahaya dengan APD kurang memadai.



Coba kalian berkeliling di bengkel kalian secara mandiri. Lihatlah poster tentang K3 di tempatmu. Apakah kalian sudah memahami isi dari poster tersebut? Jika belum paham, tanyakan ke gurumu.

Beberapa jenis bahaya dalam K3 yaitu (K. Ima Ismara and Eko Prianto 2016):

1. Bahaya Jenis Kimia (*Chemical Hazard*)

Bahaya ini ditimbulkan dari bahan kimia yang mempunyai potensi untuk merusak kesehatan jika kontak langsung, dihirup manusia, tertelan dan lain sebagainya. Contoh bahaya ini misalkan dari penggunaan Hidrogen peroksida untuk melarutkan PCB.

2. Bahaya Jenis Fisika (*Physical hazard*)

Bahaya ini ditimbulkan dari berbagai hal yang berkaitan dengan fisika dan berpotensi merusak kesehatan dan keselamatan. Contoh dari bahaya ini adalah suara kebisingan mesin yang mengganggu

pendengaran, dan kondisi suhu udara yang terlalu panas. Pada kelistrikan kapal dan pesawat udara juga akan mendapatkan tantangan sendiri karena pada kapal dan pesawat udara selalu bergerak sehingga membutuhkan spesifikasi khusus standar bahan yang digunakan.

### 3. Bahaya Jenis Kelistrikan (*Electrical hazard*)

Bahaya ini ditimbulkan dari berbagai hal yang berkaitan dengan listrik. sebagai contoh, karena isolasi kabel kurang bagus maka orang dapat kesetrum

### 4. Bahaya Jenis Biologi (*Biological hazard*)

Bahaya ini ditimbulkan dari berbagai hal yang berkaitan dengan biologi, seperti bahan makanan yang tidak bersih, alat-alat makan yang tercemar racun.

### 5. Bahaya Jenis Radiasi (*Radiation hazard*)

Bahaya ini ditimbulkan dari berbagai hal yang berkaitan dengan bahan/alat yang menimbulkan radiasi, dimana radiasi adalah energi yang berbentuk gelombang atau partikel yang bergerak dengan kecepatan tinggi. Contoh bahaya ini dapat dialami jika berkerja di dekat reaktor nuklir, peralatan laser dan lain sebagainya

### 5. Bahaya Jenis Psikologi (*Psychological hazard*)

Bahaya ini ditimbulkan dari berbagai hal yang berkaitan dengan psikologi seseorang. Seperti bekerja pada ketinggian, bekerja dengan tekanan yang tinggi, dan lain sebagainya.

Bersama gurumu, pergilah ke bengkel praktik kalian dari bengkel praktik yang ada di sekolahmu, lakukan analisis potensi bahaya yang

mungkin muncul. Kategorikan hasil observasimu terhadap jenis-jenis bahaya pada tabel di bawah ini.

**Tabel 8.** Observasi jenis bahaya

Jenis Bahaya	Contoh bahaya
1. <b>Kimia</b>	•
2. <b>Fisika</b>	...
3. <b>Kelistrikan</b>	...
4. <b>Radiasi</b>	...
5. <b>Psikologi</b>	...

### 3. Bahaya pada Kelistrikan

Keahlian kalian adalah pada bidang kelistrikan. Kalian harus menerapkan K3LH dalam berbagai aktifitas pekerjaan. Listrik merupakan sesuatu yang berbahaya, maka kalian harus memahami bahaya ini untuk lebih berhati-hati dan mengetahui resiko yang terjadi.

Bahaya listrik dibedakan menjadi bahaya listrik primer dan sekunder. Bahaya primer merupakan bahaya-bahaya yang ditimbulkan secara langsung oleh listrik, sebagai contoh adalah bahaya sengatan listrik dan bahaya kebakaran. Bahaya sekunder listrik adalah bahaya yang diimbulkan dari listrik, namun tidak langsung. Sebagai contoh bahaya tidak langsung adalah terjatuh dari ketinggian setelah tersetrum listrik. Dampak serangan listrik bagi manusia (K. Ima Ismara and Eko Prianto 2016) adalah gagal jantung dikarenakan berhenti atau melemahnya denyut jantung sehingga tidak dapat mengalirkan darah dengan baik ke seluruh tubuh. Dan gangguan lain yaitu gangguan pernapasan akibat kontraksi hebat yang dialami oleh paru-paru. Kerusakan lain pada tubuh yang timbul adalah kerusakan sel-sel pada tubuh manusia yang diakibatkan energi listrik yang mengalir pada tubuh. Akibat lain pada tubuh yaitu efek panas dari listrik tersebut.

Contoh bahaya pada pekerjaan yang berhubungan dengan ketenagalistrikan:

1. *Grounding* yang kurang baik pada peralatan kerja kelistrikan, sehingga menimbulkan bahaya tersetrum.
2. Saat berada di dekat kabel saluran transmisi yang terputus dan mengenai manusia, jika manusia tidak menggunakan pengaman maka besar kemungkinan akan fatal.
3. Pada kelistrikan kapal di laut, bahaya tersetrum juga dapat terjadi mengingat air laut merupakan penghantar yang baik bagi listrik. Selain itu konstruksi bangunan kapal yang berupa logam merupakan bahan dengan sifat konduktor yang baik. Bekerja di atas kapal berarti keadaan pekerja berada di permukaan konduktor yang baik, dan jika kebocoran arus listrik pada satu titik akan terhubung ke seluruh logam pada kapal. Jadi tidak hanya membahayakan pekerja, namun juga orang lain yang kontak langsung dengan permukaan kapal.
4. Pada kelistrikan pesawat udara, pesawat udara ketika terbang akan selalu bergesekan dengan udara, material debu, air, atau es. Gesekan itu dapat terjadi pada permukaan seperti badan pesawat, sayap, maupun ekor. Dari gesekan tersebut akan menimbulkan muatan elektrostatik dan menimbulkan bunga api. Muatan elektrostatik tersebut dapat dikurangi dengan menetralkan ke udara dengan cara disambung ke bagian yang runcing.  
(Dr. Drs. Jaja Kustija, M.Sc. 2014)

Carilah video berupa kecelakaan kerja yang berhubungan dengan kelistrikan. Cobalah bernalar kritis dan lakukan analisis sesuai tabel di bawah ini.

**Tabel 9.** Analisis bahaya kelistrikan

Jenis Bahaya	Jawaban
<b>Deskripsi peristiwa</b>	
<b>APD yang digunakan</b>	
<b>Bahaya yang terjadi</b>	
<b>Kesalahan terjadi</b>	
<b>Tindakan pencegahan supaya tidak terulang</b>	

#### 4. Prosedur-prosedur dalam keadaan darurat

Ketika pekerjaan kelistrikan sudah dilaksanakan secara baik, terkadang tetap ada kecelakaan kerja yang mungkin diakibatkan kelalaian. Untuk menangani keadaan tersebut, maka harus dilaksanakan dengan cara yang tepat. Menurut KBBI Daring, darurat diartikan sebagai keadaan sukar (sulit) yang tidak terduga-sangka (dalam bahaya, kelaparan, dan sebagainya) yang memerlukan penanggulangan segera; keadaan terpaksa; keadaan sementara. Dalam K3, prosedur keadaan darurat adalah tata cara yang digunakan dalam menangani keadaan darurat.

Sebagai contoh, jika kita melihat orang sedang tersetrum, maka kita harus melakukan tindakan yang tepat. Jangan sampai kalian memberikan penanganan yang salah dan malah jadi korban karena kurang pemahamnya akan bahaya ini. Contoh penanganan yang buruk adalah berusaha langsung melepas korban dari sumber listrik, dimana penolong tanpa menggunakan isolasi yang baik. Kejadian tersebut malah penolong akan menjadi korban selanjutnya.

Jika terjadi keadaan darurat maka, lakukan sesuai standar perusahaan. Sebagai contoh dilakukan tindakan sebagai berikut :

- **SEGERA:** segera menghentikan pekerjaan jika terjadi keadaan darurat atau terdengar alarm peringatan keadaan darurat.
- **HINDARI:** sifat kepanikan harus diindari karena harus bisa berfikir kritis dan logis untuk keadaan darurat;
- **IKUTI:** ikuti instruksi sesuai SOP dan dan bekerjasama dengan orang yang bertanggungjawab atas keadaan darurat;
- **MATIKAN:** matikan semua peralatan kerja terutama untuk kelistrikan. Di bidang kelistrikan sering terdapat tombol *emergency* yang ditekan untuk menghentikan proses jika terjadi keadaan darurat.
- **JANGAN:** jangan melakukan penundaan untuk segera meninggalkan area berbahaya. Penundaan itu dapat berupa mencari benda berharga, dan lain sebagainya. Jangan masuk ke area berbahaya sampai benar-benar dipastikan aman.
- **PERGI:** Ke daerah terbuka dengan jarak yang jauh dari area yang berbahaya dan jangan sampai menghalangi petugas penyelamat.
- **JANGAN:** jangan masuk kembali ke area berbahaya terjadinya insiden sampai keadaan benar-benar aman.

Kita tidak pernah menginginkan musibah terjadi, namun paling tidak jika kita memahami prosedur peringatan dini dan keadaan darurat maka kita bisa mengambil langkah-langkah dan keputusan

yang tepat sesuai prosedur jika suatu saat terjadi keadaan darurat seperti kebakaran dan gempa bumi.

Berkolaborasi dengan temanmu. Ketika kalian sedang mengerjakan pemasangan instalasi penerangan suatu gedung yang dikerjakan oleh 1 tim yang berisi 3 orang. Pembagian tugas berupa 1 orang sebagai yang memasang kabel pada lampu, 1 orang memasang saklar, dan 1 orang lagi memasang panel kelistrikan dari penerangan. Secara tiba-tiba memasang kabel pada lampu penerangan dengan posisi di atas gedung berteriak karena tersetrum. Langkah apa yang akan dilakukan jika menjadi 2 pekerja lainnya? Tuangkan penjelasan kalian dalam tabel di bawah ini!

**Tabel 10.** langkah yang dilakukan saat kondisi darurat

Langkah-langkah yang diambil:	
1.	
2.	
3.	
4. ...	
Prinsip Keadaan Darurat	Tindakan
SEGERA	
HINDARI	
IKUTI	
MATIKAN	
JANGAN	
PERGI	
JANGAN	

## 5. Penerapan Budaya Kerja Industri

Di industri semua pekerjaan sudah terencana dan terukur, penerapan keselamatan dan kesehatan kerjapun telah dilaksanakan dan selalu diingatkan berbagai peringatan. namun tetap ada kecelakaan kerja seperti tersengat listrik, tersayat, terpeleset, tersandung dan lain sebagainya. Ini menandakan bahwa harus ada gerakan yang bersumber dari pekerja dan tidak hanya dari sisi eksternal seperti manajemen perusahaan.

Untuk itulah budaya-budaya ndustri harus dibangun untuk mennunang keselamatan kerja dan penigkatan produktifitas. Salah

satu budaya kerja yang bisa diterapkan adalah budaya 5R. Apakah itu budaya 5R?

Budaya 5R adalah singkatan dari Ringkas, Rapi, Resik, Rawat dan Rajin. kegiatan ini adalah kegiatan sederhana yang diaplikasikan mendasari di kegiatan di industri sehingga menjadi kebiasaan dan tercipta budaya kerja industri. 5R tidak hanya menjadi slogan namun harus dijiwai dan diterapkan di sekolah untuk membiasakan budaya ini.

5R adalah suatu metode yang digunakan untuk meningkatkan kinerja perusahaan dengan penjelasan sebagai berikut:

1) Ringkas

Ringkas adalah aktivitas menyingkirkan benda-benda yang tidak diperlukan sehingga segala benda yang ada di lingkungan kerja hanyalah benda yang benar-benar dibutuhkan dalam kegiatan bekerja.

2) Rapi

Begitu kompleksnya pekerjaan, benda-benda yang digunakan dalam bekerja harus diposisikan sesuai posisi yang telah ditetapkan sehingga sudah siap digunakan pada saat diperlukan

3) Resik

Resik yang berarti bersih adalah kegiatan membersihkan peralatan dan lingkungan kerja sehingga segala peralatan dan lingkungan kerja tetap terjaga dalam keadaan baik

#### 4) Rawat

Rawat adalah aktivitas mempertahankan hasil dari 3R (Ringkas, Rapi, Resik) sebelumnya

#### 5) Rajin

Rajin merupakan proses memelihara kedisiplinan pribadi masing-masing pekerja dalam menjalankan seluruh tahapan 5R.

Penerapan 5R harus dilaksanakan secara bertahap sesuai urutan. Ringkas dilakukan pertama kali, baru resik dan seterusnya supaya tahap berikutnya dapat dijalankan maksimal. 5R dapat diterapkan di lingkungan kerja, sekolah, dan di mana pun karena manusia akan merasa senang dan nyaman bekerja di tempat yang bersih, rapi, aman dan nyaman. 5R merupakan metode yang sederhana, mudah dimengerti, dan dikembangkan ke berbagai kondisi.

5 R digunakan untuk mencapai tingkat efisiensi dan efektivitas yang sangat tinggi. Efisiensi berhubungan dengan biaya (*cost*) dan efektif berhubungan dengan waktu. Jika diterapkan dengan baik akan memberikan efek yang baik pula. 5R digalakkan untuk menciptakan lingkungan kerja yang bersih, sehat, rapi, aman, nyaman dan menyenangkan yang akan membentuk kepribadian yang disiplin, budaya positif, sikap kerja yang positif peka dan kreatif serta akan membentuk budaya disiplin.

Penerapan 5R dimulai dari komitmen dan kepedulian terhadap lingkungan kita dan dilakukan oleh seluruh pimpinan dan karyawan dalam industri, kalau disekolah maka harus dilakukan oleh seluruh warga

sekolah, sehingga butuh kebersamaan dari seluruh warga sekolah dalam penerapannya.

Adapun kegiatan yang dilakukan untuk menerapkan budaya kerja yaitu :

1. Membuat alur kerja yang disesuaikan dengan budaya kerja
2. Membuat peraturan yang disesuaikan dengan 5R
3. Melaksanakan marking dan pelabelan dari lingkungan kerja



**Gambar 3. 2 Siswa Berjalan Melalui Jalu Hijau**

#### 4. Membuat slogan dan poster bertema 5R sebagai pengingat



Gambar 3. 3 Slogan budaya 5R  
Sumber : (dinkes n.d.)

### I. Refleksi



Coba kalian renungkan secara mandiri, jika terjadi kecelakaan kerja. Langkah-langkah apa sajakah yang akan kalian lakukan kepada korban? Apakah kalian sudah merasa benar langkah-langkah yang diambil sudah sesuai? carilah referensi yang mendukung langkah-langkahmu.

## J. Asesmen

### **berkolaborasi**

Secara berkelompok identifikasilah bengkel kerjamu, ambil gambar menggunakan kamera/telepon genggam dan diskusikan bagian mana sajakah yang menimbulkan resiko terjadi kecelakaan kerja. Diskusikan bagaimana cara menanggulangnya serta carilah referensi tentang standar keselamatan kerja di sekolahmu. Ajukan saran Modifikasi tataletak atau penambahan banner disertai alasan kuat kenapa harus dilakukan modikasi!

### **Presentasikan**



Dari hasil analisis dan diskusi tugas sebelumnya, buatlah presentari dan jelaskan di depan teman-temanmu!

### **Berkolaborasi**



Secara berkelompok 5 orang, Buatlah banner bertema 5R dengan dilengkapi foto bengkel kalian dan aktor anggota kelompok!



Gambar 3. 4 Gambar Proses Pelarutan PCB

Pada proses pembuatan PCB, setelah dilaksanakan proses sablon, maka PCB akan dilarutkan menggunakan Ferric Chloride untuk menghilangkan lapisan tembaga pada PCB polos yang tidak tertutup pola sablon.

Lakukan analisis mengenai:

- a) Bagaimana proses reaksi Ferric Chloride dapat menghilangkan tembaga dari PCB polos?
- b) Bahan apa saja yang bereaksi dengan Ferric Chloride?
- c) Apa resiko yang timbul terhadap manusia?
- d) Untuk mengurangi dampak K3LH pada penggunaan Ferric Chloride, langkah apa sajakah yang harus dilakukan?



## Lembar Aktivitas Praktik

### Penerapan 5R

#### A. TUJUAN

Setelah praktikum dilaksanakan diharapkan :

1. Menerapkan 5R pada lingkungan kerja

#### B. ALAT DAN BAHAN

1. Kabel NYA
2. Kabel NYM
3. Fitting lampu
4. Lampu
5. Gergaji
6. Bor
7. Skun
8. Steker
9. Tang potong
10. Tang pengupas kabel
11. Tang press skun
12. Yang kombinasi
13. Tang lancip
14. Kotak perkakas

#### C. Petunjuk Praktik

1. Berdoalah sebelum memulai praktikum serta bergotongroyonglah dalam melaksanakan praktikum.
2. Lakukan praktikum dengan bertanggung jawab dan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja

3. Jangan bercanda/bersenda gurau ketika melaksanakan praktik dan berhati-hatilah serta menggunakan APD dengan tepat.
4. Kembalikan alat dan bahan praktik ke tempat semula

#### D. Langkah Percobaan

1. Siapkan alat dan bahan
2. Kalian akan mengerjakan pemasangan steker dengan lampu
3. Terapkan prinsip R seperti menyingkirkan barang-barang yang tidak diperlukan, dan penerapan 5R lainnya
4. Buatlah laporan dari langkah-langah yang kalian lakukan dan buatlah kesimpulan berdasarkan hasil praktikum bagaimana cara menerapkan 5R
5. Analisislah kegiatanmu pada pemasangan steker dengan lampu, apakah sudah menerapkan 5R? isilah pada tabel dibawah

Aspek	Kegiatan
<b>Ringkas</b>	<p>Dalam pemasangan steker dengan lampu hanya membutuhkan peralatan seperti .....</p> <p>.....,</p> <p>dan bahan yang digunakan adalah .....</p> <p>.....</p> <p>Maka dalam penerapan 5R sebaiknya menyingkirkan barang yang tidak diperlukan seperti .....</p> <p>.....</p>
<b>Rapi</b>	...
<b>Resik</b>	...
<b>Rawat</b>	...
<b>Rajin</b>	...

## **K. Pengayaan**

Carilah video standar-standar di industri yang berhubungan dengan K3LH dan budaya kerja



# Bab 4: Alat Tangan dan Alat Kerja Kelistrikan

## A. Tujuan Pembelajaran

Pada bab Alat Tangan dan Alat Kerja Kelistrikan ini, peserta didik diharapkan mampu :

1. Memahami jenis dan fungsi alat-alat tangan yang digunakan dalam ketenagalistrikan
2. Memahami jenis dan fungsi alat-alat kerja kelistrikan
3. Menggunakan alat tangan dalam membuat proyek
4. Menjelaskan macam-macam sambungan kabel
5. Menerapkan penyambungan kabel
6. Menerapkan pemasangan konektor

## B. Ilustrasi Materi

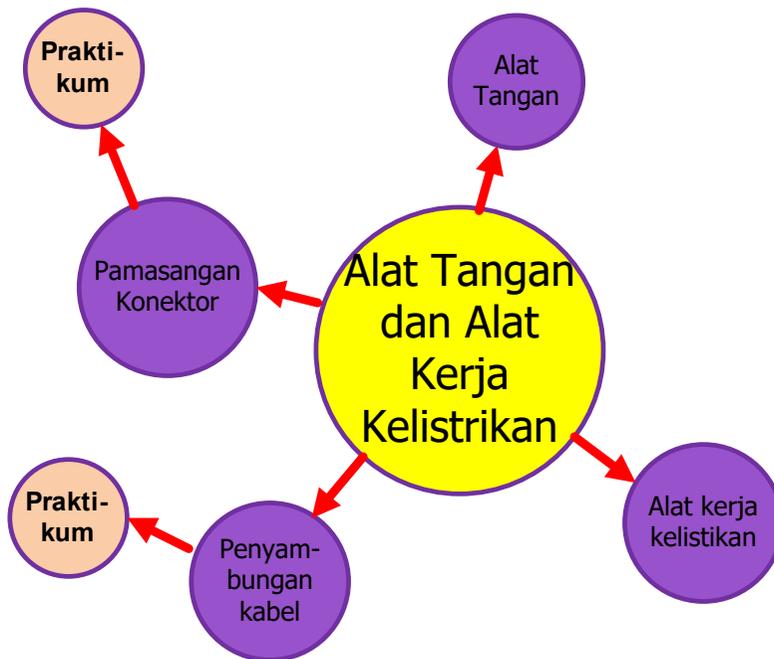


Gambar 4. 1 alat kerja yang dipasangkan pada tas pinggang perkakas  
Sumber : (Set of Tool Wrench · Free Stock Photo n.d.)

### C. Pertanyaan Pemantik

Cari di rumah atau tanyakan ke orangtua kalian, apakah kalian sudah memiliki alat-alat untuk membantu pekerjaan di bidang ketenagalistrikan? Secara mandiri cobalah tulis apa yang telah kalian miliki di rumah dari caritahu kegunaannya.

### D. Peta Konsep



### E. Kata Kunci

*Hand tools, service and maintenance*

### F. Apersepsi

Layaknya tentara yang akan berperang, maka alat tangan dan alat kerja adalah alat perang kita. Penguasaan terhadap alat tangan dan alat kerja

kelistrikan akan sangat berpengaruh dalam pekerjaan. makin tidak menguasai. Untuk itulah tanyakan ke dirimu sendiri, hitunglah berapa alat yang dapat digunakan untuk membantu pekerjaan yang sudah kalian kuasai.

## G. Pendekatan Pembelajaran

Coba kalian amati di bengkel kalian buatlah daftar alat tangan dan alat kerja yang terdapat di bengkel. Jika belum tahu namanya, tanyakan ke temanmu. Tuliskan di tabel di bawah

Tabel 1. Daftar alat tangan dan alat kerja

No	Alat tangan & alat kerja	Fungsi

## H. Penguatan Materi

### 1. Alat Tangan

#### A. Obeng (*Screwdriver*)

Obeng adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengencangkan sekrup. Dan biasanya yang sering digunakan ada 2 jenis, yaitu "+" dan "-", jenis tersebut terlihat dari bentuk ujung mata obeng. Namun ada

juga obeng dengan bentuk bermacam-macam. Dalam perkembangannya, terdapat juga obeng yang digerakkan dengan motor atau bisa disebut sebagai cordless screwdriver. Ada beberapa jenis obeng juga yang ujungnya bisa diganti-ganti sehingga tinggal memilih dan memasang mata obeng yang diinginkan.



Gambar 4. 2 Obeng dan bermacam mata obeng  
Sumber:(Video by Farhan Sayeed on Pexels n.d.)



Gambar 4. 3 berbagai macam bentuk mata obeng  
Sumber:(Photo by Ksenia Chernaya on Pexels n.d.)



Gambar 4. 4 obeng plus/"+"

Sumber: ([Download Screwdriver Isolated for Free n.d.](#))



Gambar 4. 5 Obeng minus/"-"

Sumber: ([Obeng Pendek dengan Proteksi Roll-Off | Obeng | Peralatan SAAME n.d.](#))

Seperti terlihat, kalau kita mencari alat untuk memeriksa ada tidaknya aliran listrik, maka kita akan menggunakan tespen. Namun coba kalian perhatikan ujung tespen, bentuk ujungnya juga berupa obeng "-" atau obeng "+". Ciri tespen adalah terdapatnya bagian yang bening yang merupakan indikator yang menyala saat ada aliran listrik.



Gambar 4. 6 tespen

Sumber: ([Tespen Tegangan Listrik | Peralatan VDE | Peralatan SAAME n.d.](#))



Perhatikan dengan benar apa yang kalian gunakan apakah tespen ataukah hanya obeng biasa. Kalau obeng biasa kalian gunakan sebagai tespen, maka bisa berbahaya karena logam dalam obeng akan menghantarkan listrik yang besar ke tubuh kalian.



Coba carilah peralatan di sekitarmu yang dapat dibuka menggunakan obeng "+" dan "-"?

#### A. Tang (*Plier*)

Tang sebuah alat yang prinsip mekanisnya seperti gunting yang fungsi utamanya adalah menjepit, namun dapat juga sebagai pemotong sesuai dengan nama dan ujung kepala tang. Adapun jenis-jenis tang yang sering digunakan ditunjukkan sebagai berikut.

##### 1) Tang Potong (*Side Cutting Plier*)

Tang potong sesuai namanya, digunakan untuk memotong. Tang potong secara kelistrikan digunakan untuk memotong kawat atau kabel. Tang ini dimungkinkan memotong karena bentuk kepalanya yang saling bertemu seperti pisau yang memotong.



Gambar 4. 7 Tang Potong  
Sumber : (Side Cutting Pliers | Pliers | SAAME Tools n.d.)



Coba tanyakan ke dirimu sendiri, kenapa kalian tidak menggunakan gunting saja untuk memotong daripada tang potong? Sebutkan alasannya!

## 2) Tang Cucut (*Long Nose Plier*)

Tang cucut atau bisa disebut juga dengan tang lancip merupakan jenis tang yang memiliki kepala jepit lancip. Tang ini digunakan untuk menjepit benda-benda yang kecil dan bidang yang sempit. Pada bidang ketenagalistrikan tang ini biasa digunakan untuk membuat bengkokan kabel, memuntir kabel, membuat bulatan di ujung kabel dan membentuk kabel. Di bagian pangkal terdapat fungsi pemotong juga untuk memotong kabel.



Gambar 4. 8 tang cucut  
Sumber: ([Long Nose Pliers](#) | [Pliers](#) | [SAAME Tools n.d.](#))

### 3) Tang Kombinasi (*Combination Plier*)

Dilihat dari namanya, tang ini merupakan gabungan fungsi dari tang potong, dan tang jepit. Sehingga dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan. Dilihat dari bentuknya, maka di bagian ujung digunakan untuk menjepit, sedangkan tengahnya ada bagian untuk memegang benda bulat serta di bagian belakang ada sisi pipih yang digunakan untuk memotong.



Gambar 4. 9 tang kombinasi  
Sumber: ([Combination Pliers](#) | [Pliers](#) | [SAAME Tools n.d.](#))



Diskusikan dengan teman mu, adakah contoh kasus dimana tang kombinasi tidak dapat digunakan untuk memotong, tapi harus menggunakan tang potong!

#### 4) Tang Pengupas Kabel (*wire stripper*)

Sesuai dengan namanya, tang ini digunakan untuk mengupas kabel. Tang ini mempunyai beberapa urutan kerja. Setelah kabel dimasukkan ke kepala tang pengupas, maka tuas digerakkan dan seketika kepala tang melakukan kegiatan memotong isolasi kabel, menjepit, lalu menariknya. Sehingga kabel akan terlihat sisi tembaganya. Pada beberapa produk memiliki pengaturan berapa ukuran diameter kabel yang akan digunakan. Ada beberapa jenis produk yang hanya memotong sisi isolasi kabel, kalau menariknya secara manual. Ada juga yang dilengkapi dengan bagian pengepres skun dan pemotong kabel.



Gambar 4. 10 Tang pengupas kabel  
Sumber: [\(Automatic Stripping Pliers | Pliers | SAAME Tools n.d.\)](#)

#### 5) Tang catut/tang kakak tua (*tower pliers*)

Tang ini memiliki bentuk seperti paruh burung kak tua, selain untuk emmotong tang ini digunakan juga untuk mencabut paku.



Gambar 4. 11 Tang catut/tang kakak tua  
(Tower Pincer | Pliers | SAAME Tools n.d.)

#### 6) Tang buaya (*Vice Grip*)

Alt ini memiliki bentuk seperti yang mulut buaya dan menjepit suatu benda dan mengunci jepitan tersebut. Setelan menganga jepitan dapat diatur dengan cara memutar mur pada pangkal pegangan.



Gambar 4. 12 Tang buaya  
(Locking Pliers | Pliers | SAAME Tools n.d.)

## 7) Tang Press Skun

Tang press skun atau secara singkat dinamakan tang skun, digunakan untuk menekan/ *press* pangkal skun supaya mengunci posisi kabel yang sudah terkupas pada skun (sepatu kabel).



Gambar 4. 13 press skun

Sumber: ([Tang Press Skun Dengan Crimping Kuat Dan Kencang - SinarListrik.Com n.d.](#))

## 8) Tang Crimping (*Crimping Pliers*)

Tang crimping ini adalah alat yang digunakan untuk memasang konektor RJ45 ke kabel jaringan. Di dalam tang dilengkapi juga dengan pemotong dan pengupas kabel.



Gambar 4. 14 tang crimping saat memasang konektor

Sumber: ([How to Easily Terminate Cables with an RJ45 Connector n.d.](#))



Tang adalah alat tangan yang berbobot berat. Meskipun berat, jangan kalian samakan dengan palu dan digunakan untuk memukul paku atau benda lainnya. Dengan konstruksi tang yang memiliki 2 bagian yang dikaitkan, ketika digunakan untuk memukul maka dapat merusakkan tang. Selain itu, kalian telah melakukan kesalahan karena tidak menggunakan peralatan sesuai dengan fungsinya

Dengan perkembangan teknologi, maka semakin banyak tang yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan dalam ketenagalistrikan. Seperti contoh tang potong *ducting*, dimana bentuk dasarnya adalah tang potong tapi memiliki sudut pengaturan untuk memotong sudut *ducting*. Tang press skun hidrolik, memiliki fungsi sama dengan tang press skun biasa, namun dilengkapi dengan hidrolik sehingga untuk sapatu kabel yang membutuhkan kekuatan penekanan lebih dapat diatasi dengan alat ini. Dengan berbagai alat tangan yang ada, selalu cermati fungsi dari suatu alat dapat membuat kalian dapat mengenali nama tang walaupun berbeda warna, bentuk, dan fasilitas.

## B. Palu (*Hammer*)

Palu adalah alat sederhana yang digunakan untuk memukul objek, secara khusus dapat dipergunakan untuk memukul paku, menempa besi, mengancurkan objek dengan cara memukul, dan ada juga yang diberikan fasilitas tambahan seperti mencabut paku, dan fasilitas lainnya. Ciri dari alat ini adalah berat dan keras kepalanya, sehingga saat digunakan lebih mudah untuk diayunkan ke objek yang dipukul dan bertahan dari benturan. Pada alat ini terdapat pegangan yang digunakan pegangan

tangan. Pada bidang ketenagalistrikan, palu ini biasanya digunakan untuk memasang klem kabel yang terdapat paku yang harus dipukul untuk menancapkannya ke tembok atau bisa juga untuk membuat lubang di tembok untuk memasang pipa instalasi listrik.

### 1) Palu besi

Bentuk dasar palu ini biasanya digunakan untuk memukul paku, menandai logam yang akan dibor, dan mencabut paku. Ada 2 bagian, yaitu bagian untuk memukul dan bagian lain terdapat sisi celah yang digunakan untuk mencabut paku.



Gambar 4. 15 Palu besi

Sumber : (Palu Besi bergagang Karet dengan system Anti-Getar | Peralatan SAAME n.d.)

### 2) Palu karet

Palu ini disebut palu karet karena di kepala palu yang dipukulkan berbahan dasar karet. Palu ini ketika dipukulkan memberikan efek pukulan yang memantul dan tidak terlalu keras. Biasanya digunakan untuk menekan dengan pukulan dengan tidak meninggalkan bekas pukulan.



Gambar 4. 16 Palu Karet

(Martil Karet, Gagang Fiberglass, Kepala berwarna Hitam& Putih | Palu, Kapak, & Martil | Peralatan SAAME n.d.)

### 3) Palu Plastik

Kepala palu ini berasal dari cetakan plastik, dimana penggunaan palu ini untuk memukul benda kerja yang dirasa tidak membutuhkan pukulan keras seperti besi. Palu ini dapat digunakan saat melepas sesuatu benda yang mudah lepas.



Gambar 4. 17 Palu plastik

Sumber:(Palu Dua Sisi, dengan Gagang Fiberglass | Palu, Kapak, & Martil | Peralatan SAAME n.d.)

### C. Kunci (*wrench*)

Kunci atau biasa disebut dengan *wrench*, dalam dunia teknik merupakan alat untuk membuka mur berbentuk segi enam. Alat ini memiliki berbagai ukuran. Dengan banyaknya ukuran tersebut, maka 1 set kunci secara komplit akan terdiri dari sekelompok kunci dengan berbagai ukuran atau disebut sebagai kunci pas atau kunci ring. Yang membedakan kunci pas dan kunci ring adalah bentuk kepala yang mencengkeram mur. Kunci pas mencengkeram mur dengan bentuk "U" sehingga tidak semua sisi mur akan tercengkeram. Namun, jika menggunakan kunci ring, maka semua sisi mur akan tercengkeram. Adapula sebuah alat yang dinamakan kunci inggris, dimana ukuran dari bagian yang mencekam mur akan disesuaikan. Ada juga yang merupakan kunci ring, dengan sebuah pegangan dengan kepala yang dapat dilepas-lepas sesuai ukuran.



Gambar 4. 18 kunci pas  
(Kunci Pas | Kunci Pas | Peralatan SAAME n.d.)



Gambar 4. 19 kunci ring  
(Kunci Ring Double Offset | Kunci Pas | Peralatan SAAME n.d.)

#### D. *Cutter*/pisau pemotong

*Cutter* atau pisau pemotong adalah suatu alat kerja berbentuk pisau yang berfungsi untuk memotong. Layaknya pisau, *cutter* biasanya bagian yang tajam bisa dikeluarkan saat memakai dan dimasukkan untuk mengamankan. Ketika bagian ujung sudah tumpul, maka bagian tajam dapat dipotong sehingga ujungnya akan kembali baru. Alat ini biasa digunakan untuk memotong kabel, menyayat kabel, membuka ikatan, dan keperluan lain.



Gambar 4. 20 Cutter  
Sumber:(Snap off Knife | Knives | SAAME Tools n.d.)

#### E. Gergaji

Alat ini digunakan untuk memotong dengan cara menggesekkan mata gergaji pada bidang yang akan dipotong. Gergaji ini pada bidang ketenagalistrikan biasanya digunakan untuk memotong kabel duct dan memotong pipa instalasi. Bentuk gergaji ini bermacam-macam sesuai dengan bahan yang akan dipotong.



Gambar 4. 21 gergaji  
(Tenon Saw | Saws | SAAME Tools n.d.)

## 2. Alat kerja kelistrikan

### A. Solder

Solder atau biasa disebut sebagai alat patri adalah suatu alat yang bertugas memanaskan timah yang digunakan untuk melaksanakan penyambungan antara 2 bagian. Biasanya digunakan untuk memasang komponen dalam PCB atau menyambung kabel. Solder bekerja dengan prinsip pembangkitan panas, dan panas yang dibangkitkan akan disalurkan ke ujung solder.



Gambar 4. 22 solder  
(Download High Angle View Of Hand Holding Soldering Machine On Wooden Board For Cutting Shape for Free n.d.)

## B. Bor

Bor adalah alat yang digunakan untuk melubangi obyek benda. Mata bor ada bagian yang bergerak dengan cara berputar dan pada ujungnya terdapat mata bor. Mata bor tersebut terdapat bermacam ukuran dan bentuk. Dalam ketenagalistrikan, Penggunaan bor listrik ini digunakan untuk melubangi PCB, melubangi panel listrik, membuat lubang untuk pipa dan lain sebagainya. Bor ini menggunakan listrik yang disalurkan kabel ataupun dapat bersumber juga dari baterai yang menyimpan energi listrik.

Dari segi cara menggunakannya, terdapat 2 jenis, yaitu bor tangan dan bor duduk. Bor tangan digunakan dengan cara memengangnya dengan tangan dan bentuknya seperti pistol yang dipegang, sehingga untuk melakukan pelubangan di suatu titik yang diarahkan adalah mesin bornya. Sedangkan bor duduk, posisi bor tetap pada suatu tempat sehingga benda yang akan dilubang yang digerakkan.



Gambar 4. 23 Bor tangan  
(Photo by Ono Kosuki on Pexels n.d.)



Gambar 4. 24 Bor duduk  
(Photo by Ono Kosuki on Pexels n.d.)

### C. Gerinda (*grinder*)

Gerinda adalah sebuah alat yang dapat digunakan untuk memutar mata gerinda. Mata gerinda dapat diganti ganti sesuai keperluan, misal jika diganti mata amplas maka akan menjadi alat penghalus. Jika diganti mata pemotong, akan menjadi alat potong. Penggunaan gerinda pada bidang kelistrikan digunakan untuk memotong *ducting*, memotong pipa, menghaluskan hasil potongan, melubangi tembok yang akan dipasang instalasi listrik.



Gambar 4. 25 pekerja melubangi tembok menggunakan gerinda  
Sumber: (Download A Professional Builder In Work Clothes Works With A Cutting Tool. for Free n.d.)

### **3. pekerjaan dasar penyambungan kabel**

Penyambungan kabel merupakan pekerjaan menyambungkan kabel sesuai ketentuan sehingga didapatkan sambungan yang aman. Jika sambungan kabel tidak sesuai dengan ketentuan, maka akan berbahaya karena tidak kuat dan dapat menimbulkan kebakaran. Adapun jenis sambungan kabel akan dibahas pada bagian ini.

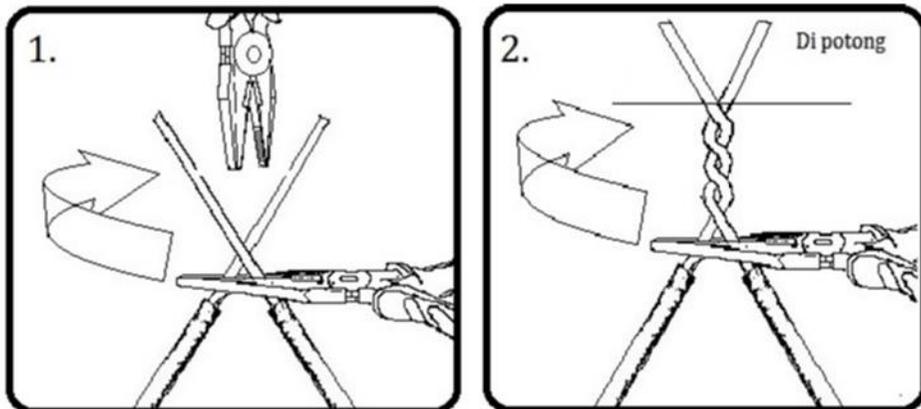
#### **b) Sambungan ekor babi**

Sambungan ini dinamakan ekor babi karena bentuknya mirip dengan ekor babi yang berbentuk puntiran. Kekurangan sambungan model ini adalah tidak kuat saat kabel ditarik, sedangkan kelebihanannya adalah mudah dilakukan karena tinggal menggabungkan 2 buah kabel dan memelintirnya

Cara membuatnya adalah :

- 1) Siapkan 2 buah kabel yang sudah dikupas

- 2) Dekatkan kedua kabel, kemudian dengan menggunakan 2 buah tang jepit sisi pangkal logam dan sisi ujung kabel. Puntirlah sisi ujung kabel sehingga tercipta puntiran (dengan penjepit pangkal kabell dalam posisi diam).
- 3) Rapikan ujung kabel dengan memotong ujungnya menggunakan tang, lalu berikan isolasi.



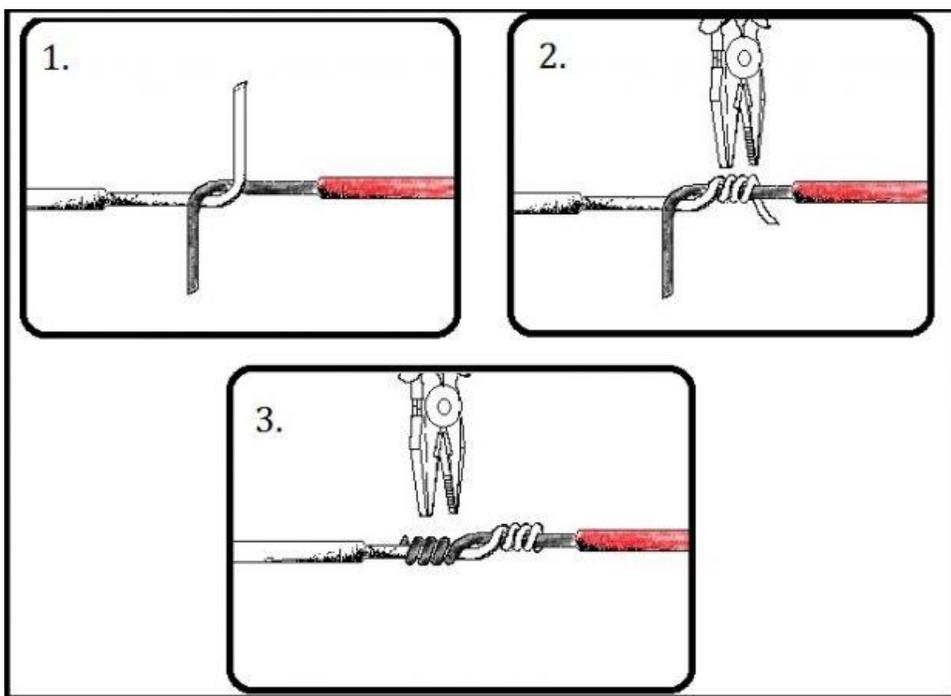
Gambar 4. 26 Cara membuat sambungan ekor babi  
Sumber:(√ 12+ Jenis Sambungan Kabel Listrik Yang Lengkap & Penjelasanya 2021)

Setelah kalian mengetahui kelemahan sambungan ekor babi maka pada sambungan ini merupakan solusi dari mudah terlepasnya sambungan ekor babi. Ciri dari sambungan ini adalah kedua kabel disambungkan dengan cara memposisikan saling berhadapan dan tidak seperti pada sambungan ekor babi posisi sambungan ini secara lurus lalu saling memuntir. Sambungan ini terdapat 2 jenis, yaitu sambungan *bell hangers* dan sambungan *western union*.

c) Sambungan *bell hangers*

Sambungan *bell hangers* termasuk sambungan puntir, keduanya bertemu dan saling melilit. Adapun cara membuatnya ditunjukkan sebagai berikut:

- 1) Kupaslah dua kabel lalu masing-masing dibentuk huruf L, setelah itu saling kaitkan kedua kabel.
- 2) Setelah itu pelintirlah sisa ujung kabel yang belum terlilit arah depan menggunakan tang

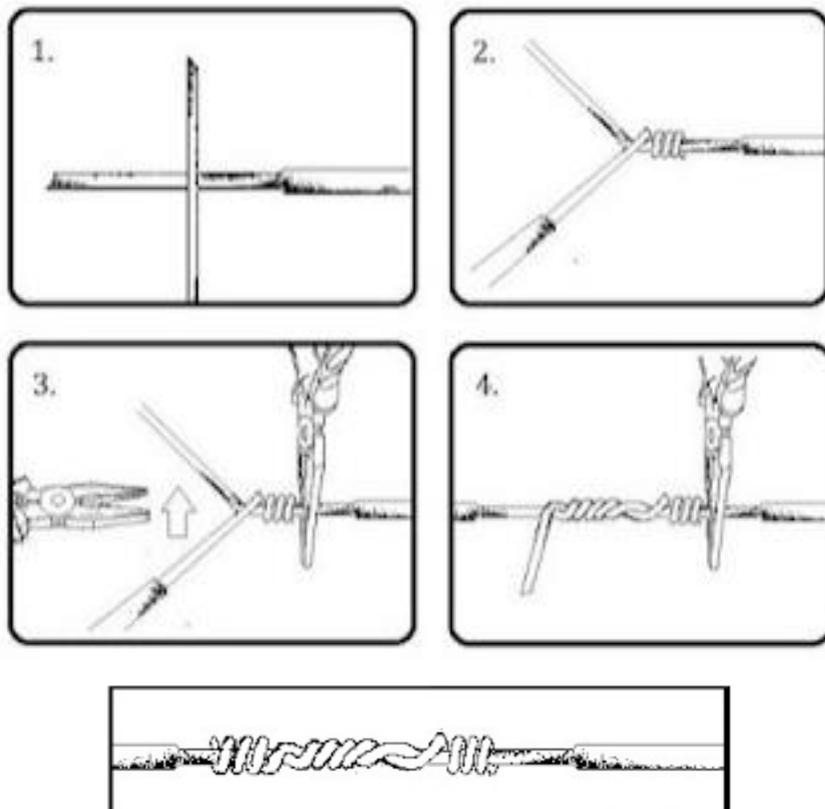


Gambar 4. 27 sambungan bell hangers  
Sumber:(√ 12+ Jenis Sambungan Kabel Listrik Yang Lengkap & Penjelasanya 2021)

d) Sambungan *western union*

Sambungan ini merupakan sambungan puntir juga. Sambungan ini menggunakan mirip dengan sambungan *bell hanger*, namun pada posisi awal saat dihubungkan dan akan mnghasilkan puntiran awal. Cara untuk membuat sambungan ini ditunjukkan sebagai berikut:

- 1) Kupaslah dua kabel lalu masing-masing lalu dekatkan kedua kabel dalam sudut 90 derajat.
- 2) Puntirlah dahulu 1 sisi kabel sampai ke akhir ujung kabel di kabel lainnya
- 3) Lakukan hal yang sama di kabel yang lain.



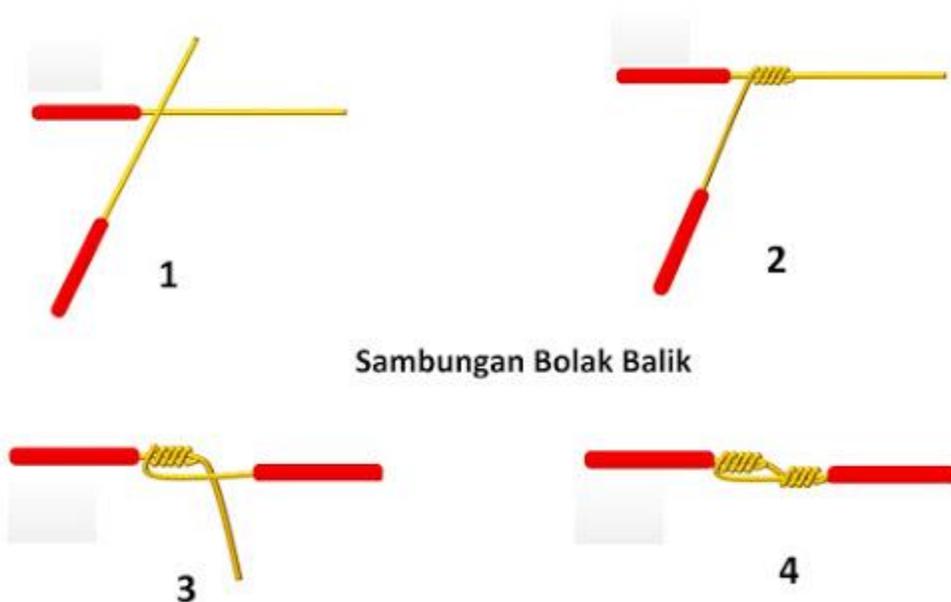
Gambar 4. 28 sambungan western union

Sumber:(√ 12+ Jenis Sambungan Kabel Listrik Yang Lengkap & Penjelasanya 2021)

e) Sambungan bolak balik

Sambungan bolak balik ini lebih kuat dari sambungan ekor babi dan sambungan puntir. Sambungan ini ada bagian kabel yang dibalikkan lagi selama proses penyambungan. Sambungan ini dibuat dengan cara sebagai berikut:

- 1) Kupas kedua ujung kabel,
- 2) Dekatkan kabel posisi sejajar, ambil setengah bagian ujung kabel dan kaitkan ke pangkal kabel lainnya, setelah itu balikkan posisi kabel pengikat awal berlawanan, dan sisa kabel yang belum dipuntir dipuntirkan ke sisa kabel.



Gambar 4. 29 sambungan bolak-balik

Sumber: (MACAM JENIS SAMBUNGAN KABEL INSTALASI LISTRIK n.d.)

#### f) Sambungan Britania

Sambungan britania ini khusus digunakan untuk menyambung kabel yang menggunakan diameter yang besar. Dengan ukuran kabel yang besar, maka kabel susah dipuntir, dan akan memerlukan pengait lain untuk melekatkan kedua kabel. Pengait lain tersebut adalah kabel dengan ukuran yang lebih kecil sehingga lebih mudah untuk dililitkan. Cara penyambungannya yaitu :

- 1) Kupas kedua kabel yang akan disambungkan, serta carilah inti tembaga kabel dengan diameter yang lebih kecil.
- 2) Gabungkan kedua kabel utama dengan posisi yang berhadapan.
- 3) Lakukan proses pelilitan/ pengikatan dengan inti kabel yang lebih kecil.



Gambar 4. 30 sambungan britania  
Sumber: (√ 12+ Jenis Sambungan Kabel Listrik Yang Lengkap & Penjelasan 2021)

#### g) Sambungan mata itik

Sambungan mata itik ini biasanya digunakan untuk memasang sambungan kabel ke busbar. Kawat tembaga dibuat membulat sehingga ketika dikencangkan dengan sekrup akan kuat karena melingkari seluruh sekrup. Langkah untuk membuatnya yaitu :

- 1) Kupas kabel
- 2) Dengan menggunakan tang lancip, Jepit ujung kabel
- 3) Buat gerakan meutar sehingga tercipta lingkaran sempurna



Gambar 4. 31 sambungan mata itik

Sumber: (4 jenis sambungan kabel yang digunakan oleh Instalatir serta cara menyambunginya n.d.)

#### 4. pemasangan konektor

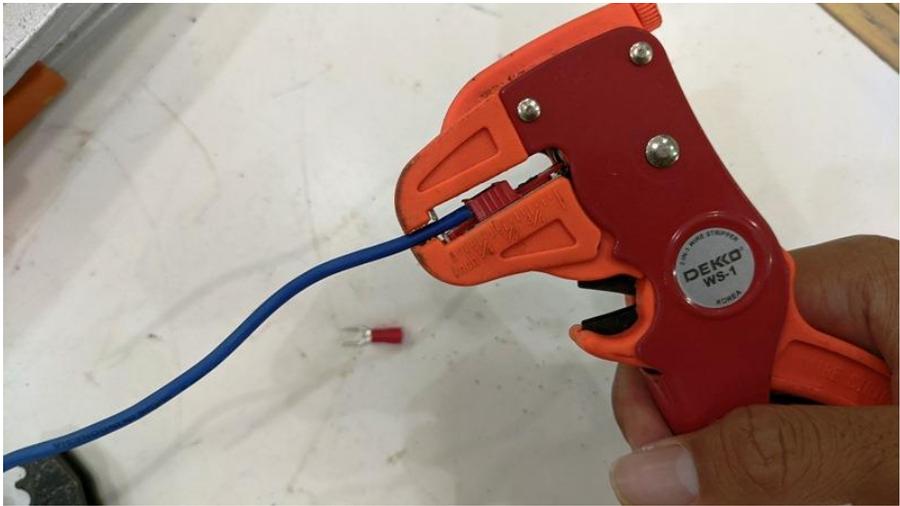
Pada pemasangan konektor ini, maka kalian akan mencoba mempraktikan bagaimana membuat sepatu kabel yang baik. Sehingga ketika dipasang ada terminal, maka akan memberikan sambungan yang aman. Adapun bagian yang perlu disiapkan adalah kabel serabut dan sepatu kabel /skun dengan ukuran yang sesuai. Langkah pemasangannya sebagai berikut:

- a) siapkan kabel, tang pengupas kabel, tang press skun dan skun yang sesuai ukurannya



Gambar 4. 32 alat dan bahan untuk membuat kabel skun

- b) kupas kabel sehingga terlihat serabut tembaga, puntir serabut supaya menyatu.



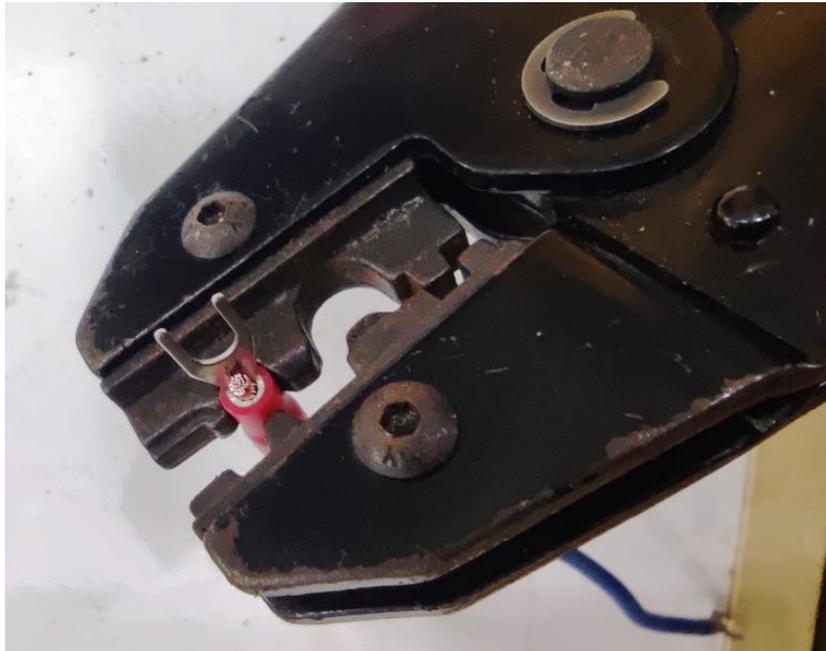
Gambar 4. 33 Proses pengupasan kabel

- c) siapkan skun, dan masukkan ke serabut tembaga kabel ke pangkal skun



Gambar 4. 34 arah pemasangan kabel ke skun

- d) dengan menggunakan tang press skun, pilihlah ukuran penekanan yang akan digunakan. Dan posisikan sun yang sudah ada kabelnya



Gambar 4. 35 proses pengepresan skun

- e) lakukan pengepresan dengan kuat sedemikian hingga kabel sudah tidak dapat ditarik lagi.



Gambar 4. 36 kabel yang sudah terpasang skun

## I. Refleksi



Renungkanlah, apakah kalian sudah dapat melaksanakan pengerjaan penyambungan kabel? Bagian manakah yang paling sulit untuk dilakukan?

## J. Asesmen

- 1) Buatlah daftar alat yang digunakan untuk pekerjaan instalasi listrik rumah tinggal beserta fungsinya!
- 2) Buatlah daftar alat yang digunakan untuk pekerjaan instalasi panel listrik di industri!
- 3) Hal apa sajakah yang harus disiapkan sebelum melakukan penyambungan kabel?
- 4) Perhatikan gambar dibawah ini!



Gambar 4. 37 Loyang pengendali motor

Hitunglah berapa jumlah titik peralatan tangan yang digunakan untuk mengerjakan panel ini. Tambahkan 8 pada kolom jika menemukan 8 buah titik pada soket timer dikerjakan menggunakan 8 buah obeng "+", serta ditambah 1 buah obeng – untuk memasang/melepas soket timer ke *rail omega*. Jika ada yang tidak jelas pada gambar, lihatlah di sekolahmu atau carilah di internet.

Tabel 11. titik pengerjaan

Alat tangan	Jumlah titik
Obeng "+"	.....
Obeng "-"	.....
Kunci Pas	.....
Tang skun	.....

- 5) Di bawah ini terdapat tabel berbagai aktivitas, lalu tentukanlah alat-alat yang digunakan dan bagaimana cara melaksanakannya. Isikan jawabanmu pada tabel sebagai berikut:

Tabel 12. aktivitas pekerjaan

No	Aktivitas	Alat/bahan yang digunakan	Cara mengerjakan
1.	Mengencangkan mur pada loyang box panel	2 buah Kunci pas	Mencekam mur sisi belakang, sedangkan yang sisi depan. Merekatkan kepala kunci pas ke baut sesuai ukuran, lalu putar searah jarum jam sampai kuat.
2.	Memasang kabel pada tembok		
3.	Memasang paku untuk jam dinding		
4.	Memasang steker		
5.	Mesmasang skun kabel		
6.	Membuka panel sisi depan pada box panel		
7.	Memasang kabel groun ke box panel		
8.	Memeriksa kabel yang putus		



# Lembar Aktifitas Praktikum

## Penyambungan kabel dan skun

### A. TUJUAN

Setelah praktikum dilaksanakan diharapkan :

2. Membuat berbagai macam sambungan kabel
3. Membuat memasang skun pada kabel

### B. ALAT DAN BAHAN

1. Kabel NYA 2,5mm
2. Kabel NYA 1,5mm
3. Kabel NYAF 1,5mm
4. Skun
5. Tang potong
6. Tang pengupas kabel
7. Tang press skun
8. Yang kombinasi
9. Tang lancip

### C. Petunjuk Praktik

1. Lakukan praktikum dengan bertanggung jawab dan memperhatikan keselamatan dna kesehatan kerja
2. Jangan bercanda/bersenda gurau ketika melaksanakan praktik dan berhati-hatilah serta menggunakan APD dengan tepat.
3. Kembalikan alat dan bahan praktik ke tempat semula

#### **D. Langkah Percobaan**

1. Siapkan alat dan bahan
2. Buatlah sambungan kabel :
  - 1) ekor babi
  - 2) bell hangers
  - 3) western union
  - 4) bolak balik
  - 5) Britania
  - 6) mata itik
3. setelah itu lanjutkan praktikum dengan membuat skun kabel
4. Buatlah laporan dari langkah-langkah yang kalian lakukan dan buatlah kesimpulan berdasarkan hasil praktikum bagaimana cara tercepat dan terkuat untu membuat sambungan kabel dan skun!



## Lembar Aktifitas Praktikum

### Project pembuatan Kap Lampu gantung

#### A. TUJUAN

Setelah praktikum dilaksanakan diharapkan siswa dapat:

1. kreatif mendesain kap lampu
2. Menggunakan Alat tangan dan alat kerja dengan bergotong rotong
3. Menawarkan di toko online secara bergotong royong

#### B. ALAT DAN BAHAN

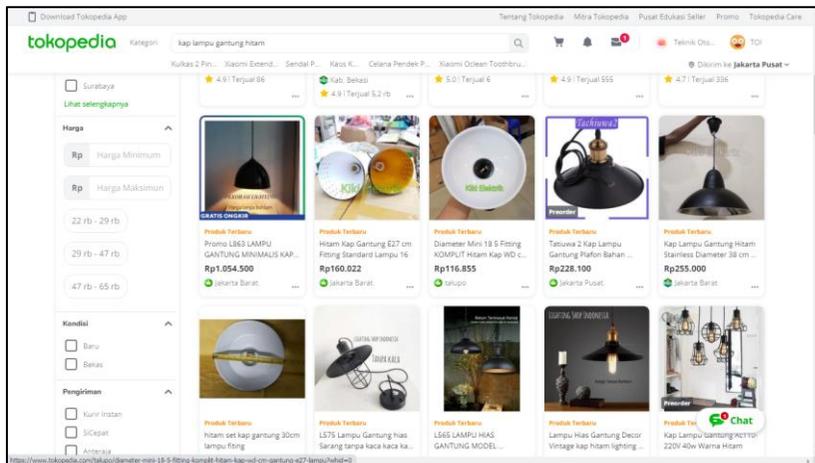
1. Lembar Pelat Alumunium
2. Cat
3. Fitting
4. Kabel
5. Tang kombinasi
6. Obeng
7. Gergaji besi
8. Tang pengupas kabel
9. Kuas
10. Penggaris
11. Palu

#### C. Petunjuk Praktik

1. Lakukan praktikum dengan bertanggung jawab dan memperhatikan keselamatan dan kesehatan kerja
2. Jangan bercanda/bersenda gurau ketika melaksanakan praktik dan berhati-hatilah serta menggunakan APD dengan tepat.
3. Kembalikan alat dan bahan praktik ke tempat semula

## D. Langkah Percobaan

1. Bukalah toko online, carilah produk “kap lampu gantung”



Gambar 4. 38 Pencarian Pada Toko Online

2. Dengan kreatif, lakukan modifikasi rancangan lampu sesuai kondisi alat dan bahan ditempatmu.
3. Buatlah Rencana Anggaran Be;anja (RAB) pembuatan lampu gantung sesuai desainmu. Konsultasilah dengann gurumu
4. Lakukan pengerjaan pembuatan kap lampu gantung dengan membagi tugas dan berkolaborasi dengan temanmu.
5. Iklankanlah kap gantung yang telah kalian buat ke toko online yang dilengkapi foto, dimensi, serta harga.

6. setelah selesai, buatlah laporan bagaimana desain, langkah pengerjaannya, beserta berapa biaya yang dihabiskan dan keuntungan yang direncanakan
7. Presentasikan ke depan kelas, beserta simpulkan dari analisis proses produksi sehingga mengetahui bagaimana cara produksi kap lampu buatan kalian kalau diproduksi secara masal.

## 9. Pengayaan

Carilah video penyambungan kabel tanah yang dilakukan oleh PLN. Ikuti langkah demi langkah dan kenapa harus diisolasi dengan baik?

## INDEX

### A

Arduino

### B

Biogas  
Biomassa  
Budaya Kerja

### D

Data

### H

HMI (*Human Machine Interface*)  
Hand tools

### I

*Internet of Things*

### O

*Output*

### P

Pembangkit  
*Power Plant*

### S

*Service*  
*SOP (Standard Operating Procedure)*  
*SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition)*

## GLOSSARIUM

SOP	Standart Operating Procedure
HMI	: Human Machine Interface
Sensor	: Perangkat pengubah besaran tertentu menjadi besaran listrik sehingga bisa dideteksi oleh mikrokontroler.
Transmisi	: pengiriman (penerusan) sesuatu dan sebagainya dari satu tempat ke tempat lainn lain

## REFERESI

√ 12+ Jenis Sambungan Kabel Listrik Yang Lengkap & Penjelasan  
2021 SharingConten. <https://sharingconten.com/macam-macam-sambungan-kabel-listrik/>, accessed June 21, 2021.

4 jenis sambungan kabel yang digunakan oleh Instalatur serta cara menyambung  
N.d. <https://www.kelistrikanku.com/2017/01/macam-sambungan-kabel.html>, accessed June 21, 2021.

Asosiasi Produsen Peralatan Listrik Indonesia.  
N.d. [https://appi-electric.co.id/members\\_view.php?page=30#](https://appi-electric.co.id/members_view.php?page=30#), accessed June 14, 2021.

Automatic Stripping Pliers | Pliers | SAAME Tools  
N.d. <http://handtool-ind.com/2-1-31-automatic-stripping-plier>, accessed June 20, 2021.

Combination Pliers | Pliers | SAAME Tools  
N.d. <http://handtool-ind.com/2-1-1-combination-plier>, accessed June 20, 2021.

dinkes  
N.d. 5 R (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin), Antara Slogan Dan Pelaksanaan... – Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Tengah.  
<https://dinkesjatengprov.go.id/v2018/2019/05/06/5-r-ringkas-rapi-resik-rawat-rajin-antara-slogan-dan-pelaksanaan/>, accessed June 22, 2021.

Download A Professional Builder In Work Clothes Works With A Cutting Tool. for Free  
N.d. Freepik. [https://www.freepik.com/free-photo/professional-builder-work-clothes-works-with-cutting-tool\\_14284940.htm](https://www.freepik.com/free-photo/professional-builder-work-clothes-works-with-cutting-tool_14284940.htm), accessed July 4, 2021.

Download High Angle View Of Hand Holding Soldering Machine On Wooden Board For Cutting Shape for Free  
N.d. Freepik. [https://www.freepik.com/free-photo/high-angle-view-hand-holding-soldering-machine-wooden-board-cutting-shape\\_4929919.htm](https://www.freepik.com/free-photo/high-angle-view-hand-holding-soldering-machine-wooden-board-cutting-shape_4929919.htm), accessed June 21, 2021.

Download Screwdriver Isolated for Free

N.d. Freepik. [https://www.freepik.com/free-photo/screwdriver-isolated\\_4209775.htm](https://www.freepik.com/free-photo/screwdriver-isolated_4209775.htm), accessed June 20, 2021.

Download Worker Health And Safety. Illustration Of Accessories For Protection for Free

N.d. Freepik. [https://www.freepik.com/free-vector/worker-health-safety-illustration-accessories-protection\\_13031399.htm](https://www.freepik.com/free-vector/worker-health-safety-illustration-accessories-protection_13031399.htm), accessed June 22, 2021.

Dr. Drs. Jaja Kustija, M.Sc.

2014 LISTRIK PESAWAT. Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Universitas Pendidikan Indonesia.

Efek Titah Jokowi dalam Pembahasan Program Listrik 2021-2030 - Telaah Katadata.co.id

2021. <https://katadata.co.id/sortatobing/indepth/60bb966aa3276/efek-titah-jokowi-dalam-pembahasan-program-listrik-2021-2030>, accessed June 30, 2021.

Handy Wicaksono

2009 Introduction to SCADA. Belajar PLC, HMI Dan SCADA. <https://learnautomation.wordpress.com/2009/02/23/introduction-to-scada/>, accessed June 15, 2021.

How to Easily Terminate Cables with an RJ45 Connector

N.d. <https://www.cableorganizer.com/learning-center/how-to/how-to-terminate-rj45.htm>, accessed June 21, 2021.

Jual Xiaomi NINESTARS Tong Sampah Otomatis Sensor Smart Trash Tempat Sampah - Cream - Jakarta Barat - XiaomiArchipelago | Tokopedia

N.d. <https://www.tokopedia.com/xm-archipelago/xiaomi-ninestars-tong-sampah-otomatis-sensor-smart-trash-tempat-sampah-cream?whid=0>, accessed June 14, 2021.

K. Ima Ismara and Eko Prianto

2016 Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Di Bidang Kelistrikan (Electrical Safety). Solo: CV Adicandra Media Grafika.

Knowledge Sharing: SCADA Control Centre

N.d. <http://inspektur.djk.esdm.go.id/agenda/knowledge-sharing-scada-control-centre>, accessed June 15, 2021.

Kunci Pas | Kunci Pas | Peralatan SAAME

N.d. <http://handtool-ind.com/5-2-7-double-open-spanner>, accessed June 21, 2021.

Kunci Ring Double Offset | Kunci Pas | Peralatan SAAME

N.d. <http://handtool-ind.com/5-2-9-double-offset-ring-spanner>, accessed June 21, 2021.

Locking Pliers | Pliers | SAAME Tools

N.d. <http://handtool-ind.com/2-1-26-locking-plier>, accessed June 21, 2021.

Long Nose Pliers | Pliers | SAAME Tools

N.d. <http://handtool-ind.com/2-1-4-long-nose-plier>, accessed June 20, 2021.

LRN2DIY

2018 How to Install a Smart WiFi Light Switch (for Amazon Alexa or Google Home). [https://www.youtube.com/watch?v=R\\_IV17PSZ48](https://www.youtube.com/watch?v=R_IV17PSZ48), accessed June 15, 2021.

MACAM JENIS SAMBUNGAN KABEL INSTALASI LISTRIK

N.d. TPTUMETRO. <https://www.tptumetro.com/2020/10/macam-jenis-sambungan-kabel-instalasi.html>, accessed June 21, 2021.

Martil Karet, Gagang Fiberglass, Kepala berwarna Hitam & Putih | Palu, Kapak, & Martil | Peralatan SAAME

N.d. <http://handtool-ind.com/6-1-26-fiberglass-shaft-rubber-mallet>, accessed June 21, 2021.

Obeng Pendek dengan Proteksi Roll-Off | Obeng | Peralatan SAAME

N.d. <http://handtool-ind.com/3-1-13-stubby-screwdriver>, accessed June 20, 2021.

Palu Besi bergagang Karet dengan system Anti-Getar | Peralatan SAAME

N.d. <http://handtool-ind.com/6-1-1-anti-vibration-hammer>, accessed June 21, 2021.

Palu Dua Sisi, dengan Gagang Fiberglass | Palu, Kapak, & Martil | Peralatan SAAME

N.d. <http://handtool-ind.com/6-1-16-fiberglass-shaft-2-way-mallet>, accessed June 21, 2021.

Photo by Ksenia Chernaya on Pexels

N.d. <https://www.pexels.com/photo/various-tool-bits-on-white-background-5691659/>, accessed June 19, 2021.

Photo by Ono Kosuki on Pexels

N.d. <https://www.pexels.com/photo/unrecognizable-man-drilling-hole-in-wooden-blank-5974382/>, accessed June 21, 2021, a.

N.d. <https://www.pexels.com/photo/faceless-artisan-drilling-wooden-block-with-drill-press-in-workshop-5974024/>, accessed June 21, 2021, b.

PLN

2020 PERNYATAAN KEHENDAK PLN KERANGKA KERJA PEMBIAYAAN YANG BERKELANJUTAN.

Rakhman, Alief

2020 Sistem Tenaga Listrik Di Indonesia. Alief Rakhman.

<https://rakhman.net/electrical-id/sistem-tenaga-listrik/>, accessed June 9, 2021.

Samsung VR9300: Robot Vacuum Cleaner Terbaik Berdaya Hisap Kuat | Indonesia

N.d. Samsung id. <https://www.samsung.com/id/discover/home-appliances/vr9300-vacuum-cleaner-yang-bagus-berdaya-hisap-kuat/>, accessed June 14, 2021.

Satu Juta Pelanggan Listrik Terpasang Smart Meter Pada 2022

N.d. ESDM. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/satu-juta-pelanggan-listrik-terpasang-smart-meter-pada-2022>, accessed June 14, 2021.

Set of Tool Wrench · Free Stock Photo

N.d. <https://www.pexels.com/photo/set-of-tool-wrench-162553/>, accessed June 15, 2021.

Side Cutting Pliers | Pliers | SAAME Tools

N.d. <http://handtool-ind.com/2-1-2-side-cutting-plier>, accessed June 22, 2021.

Snap off Knife | Knives | SAAME Tools

N.d. <http://handtool-ind.com/8-1-7-snap-off-knife>, accessed June 22, 2021.

Tang Press Skun Dengan Crimping Kuat Dan Kencang - SinarListrik.Com

N.d. Toko Agen Listrik Termurah.

<https://www.sinarlistrik.com/blog/tang-press-skun-dengan-crimping-kuat-dan-kencang/>, accessed June 21, 2021.

Tenon Saw | Saws | SAAME Tools

N.d. <http://handtool-ind.com/10-1-2-tenon-saw>, accessed June 21, 2021.

Tespen Tegangan Listrik | Peralatan VDE | Peralatan SAAME

N.d. <http://handtool-ind.com/4-4-2-voltage-tester>, accessed June 20, 2021.

Tower Pincer | Pliers | SAAME Tools

N.d. <http://handtool-ind.com/2-1-14-tower-pincer>, accessed June 20, 2021.

UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 1 TAHUN 1970  
TENTANG KESELAMATAN KERJA  
1970

Video by Farhan Sayeed on Pexels

N.d. <https://www.pexels.com/video/video-of-person-assembling-a-screwdriver-4807522/>, accessed June 19, 2021.

What Are Smart Sensors? | FierceElectronics

N.d. <https://www.fierceelectronics.com/electronics/what-are-smart-sensors>, accessed June 15, 2021.

Wirral, bike daily from his home to his co-working space Originally from, UK, Pete now lives in Spain When visiting a new city, and Pete loves nothing more than to explore it on two wheels See Pete's Muck Rack

profile

N.d. Dynamo Bike Lights Can Give You with an Endless Supply of Self-Powered Lighting. Discerning Cyclist. <https://discerningcyclist.com/best-dynamo-bike-lights-self-powered-lighting/>, accessed June 9, 2021.

## BIODATA PENULIS

Nama Lengkap : Eko Arianto, S.Pd.T., M. Eng.  
Email : ekoariantomail@gmail.com  
Alamat Kantor : SMK Negeri 2 Depok, Mrican Caturtunggal Depok Sleman,  
D.I. YOGYAKARTA.

### Pendidikan Formal

	Jenjang	Tempat	Tahun Lulus
1.	DIII Teknik Elektro	Universitas Negeri Yogyakarta	2005
2.	S1 Pendidikan Teknik Elektro	Universitas Negeri Yogyakarta	2008
3.	S2 Teknik Elektro	Universitas Gadjah Mada	2016
4.	Pendidikan Profesi Guru bidang Ketenagalistrikan	Universitas Negeri Yogyakarta	2018

### Riwayat Pekerjaan

1. Guru Teknik Otomasi Industri, SMK Negeri 2 Depok, Sleman (Desember 2017 - sekarang).
2. Guru Seksi Elektro dan Informatika – Balai Latihan Pendidikan Teknik Yogyakarta (Maret 2010 - 2018).
3. Guru Ketrampilan - SLB Negeri 2 Yogyakarta (Maret 2012 - 2017),
4. Guru Jurusan Teknik Otomasi Industri - SMK Negeri 2 Depok, Sleman Yogyakarta (STM Pembangunan Yogyakarta), (Juli 2008 – Desember 2010).,
5. Guru Jurusan Teknik Komputer dan Jaringan - SMK Negeri 2 Depok, Sleman Yogyakarta (STM Pembangunan Yogyakarta), (Juli 2008 – Desember 2010).
6. Guru Teknik Elektronika Industri - SMK Muhammadiyah Prambanan, (Mei 2008–Maret 2010).

### Buku yang pernah dikarang:

1. **Programmable Logic Controller (PLC)**, diterbitkan di Yogyakarta, 2011, diterbitkan oleh PT. Saka Mitra Kompetensi ISBN 978-602-9122-25-1 .
2. **Elektronika Terapan**, Eko Arianto, diterbitkan di Yogyakarta, 2011, Oleh PT. Saka Mitra Kompetensi ISBN 602-9122-08-4
3. **Elektronika Dasar**, diterbitkan di Yogyakarta, 2011, Oleh PT. Saka Mitra Kompetensi ISBN 602-9122-05-3
4. **Proses dasar Otomasi**, diterbitkan di Yogyakarta, 2011, Oleh PT. Citra Aji Parama ISBN 978-602-8799-72-0
5. **Sistem Kendali Elektronik**, diterbitkan di Yogyakarta, 2015, Oleh PT. Skripta Media Creative ISBN 9778-602-169-1182
6. **Pengantar Model Pembelajaran E-Jigsaw Learning**, diterbitkan di Yogyakarta, 2018 oleh Penerbit K-Media. ISBN: 978-602-451-262-0

## BIODATA PENELAAH

Nama : Dr. phil. Nurhening Yuniarti, M.T  
 NIP : 19750609 200212 2 002  
 NIDN : 0009067506  
 Scopus ID : 57205288428  
 Link google scholar : <https://scholar.google.co.id/citations?hl=id&user=AB2cHgIAAAAJ>  
 Sinta ID : 6023563  
 Tempat & Tanggal Lahir : Bantul, 9 Juni 1975  
 Jenis Kelamin : Perempuan  
 Golongan : III c  
 Jabatan Akademik : Lektor Kepala (Associate Professor)  
 Perguruan Tinggi : UNY  
 Alamat : Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Kampus Karangmalang, Yogyakarta 55281  
 Telp./Faks. : 0274 586168 psw. 1293 atau 0274 548161  
 Alamat Rumah : Kujonsari RT 6, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta, 55571  
 Telp./Faks : 0274 8552289 atau 082314379900 atau 089678872722  
 Alamat e-mail : nurhening@uny.ac.id; nurhening@gmail.com  
 Riwayat Pendidikan :

Tahun Lulus	Program Pendidikan	Perguruan Tinggi	Jurusan/Program Studi
1999	Sarjana	Universitas Negeri Yogyakarta	Jurusan Pendidikan Teknik Elektro
2006	Magister Teknik	Universitas Gadjah Mada	Jurusan Teknik Elektro
2016	Doktor	Universitas Negeri Yogyakarta – TUD Jerman	Pendidikan Teknologi dan Kejuruan