

KATA PENGANTAR

Pendidikan Menengah Kejuruan sebagai penyedia tenaga kerja terampil tingkat menengah dituntut harus mampu membekali tamatan dengan kualifikasi keahlian standar serta memiliki sikap dan perilaku yang sesuai dengan tuntutan dunia kerja. Sejalan dengan itu maka dilakukan berbagai perubahan mendasar di dalam penyelenggaraan pendidikan kejuruan. Salah satu perubahan tersebut adalah penerapan Sistem Pendidikan dan Pelatihan Berbasis Kompetensi.

Dalam rangka mengimplementasikan kebijakan tersebut, maka dirancang kurikulum yang didasarkan pada jenis pekerjaan dan uraian pekerjaan yang dilakukan oleh seorang analis dan teknisi kimia di dunia kerja. Berdasarkan hal itu disusun kompetensi yang harus dikuasai dan selanjutnya dijabarkan ke dalam deskripsi program pembelajaran dan materi ajar yang diperlukan yang disusun ke dalam paket-paket pembelajaran berupa modul.

Modul-modul yang disusun untuk tingkat II di SMK program keahlian Kimia Analisis dan Kimia Industri berjumlah tujuh belas modul yang semuanya merupakan paket materi ajar yang harus dikuasai peserta didik untuk memperoleh sertifikat sebagai **Operator**. Judul-judul modul dapat dilihat pada peta bahan ajar yang dilampirkan pada setiap modul.

BANDUNG, DESEMBER 2003

TIM KONSULTAN KIMIA
FPTK UPI

DAFTAR ISI MODUL

halaman

HALAMAN DEPAN (COVER1)	
HALAMAN DALAM (COVER 2)	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL	iv
PERISTILAHAN/GLOSARIUM.....	v
I. PENDAHULUAN	
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir	2
E. Kompetensi	3
F. Cek Kemampuan	4
II. PEMBELAJARAN	
A. Rencana Belajar Siswa	5
B. Kegiatan Belajar	
1. Kegiatan Belajar 1	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1.....	6
b. Uraian Materi 1	6
c. Lembar Kerja 1	34
2. Kegiatan Belajar 2	
a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2	10
b. Uraian Materi 2	10
c. Lembar Kerja 2	38
III EVALUASI	45
Kunci Jawaban.....	46
Daftar Pustaka	51

Peristilahan / glosary

Instalasi listrik adalah jaringan listrik yang terpasang pada suatu alat, mesin atau ruang tertentu.

Alat ukur listrik adalah alat untuk mengukur besar besaran listrik sesuai dengan satuannya nama alat tersebut biasanya sama dengan satuannya.

Kawat fasa adalah kawat penghantar listrik pada sistem listrik arus bolak balik (ac) yang dialiri arus listrik dimana fasanya selalu berubah, sehingga arus yang mengalir pada kawat penghantar tersebut selalu berubah dari 0 ke (+) ke 0 ke (-) dst.

Sistem 1 fasa adalah sistem instalasi listrik yang menggunakan dua kawat penghantar yaitu 1 kawat fasa dan 1 kawat 0 (netral)

Sistem fasa 3 adalah sistem instalasi listrik yang menggunakan tiga kawat fasa dan satu kawat 0 (netral) atau kawat ground.

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Modul ini merupakan modul untuk mencapai kompetensi menggunakan dan memperbaiki alat bantu serta rangkaian listrik di industri kimia dengan sub kompetensi menggunakan peralatan tangan dan mesin yang umum digunakan di industri kimia, memelihara peralatan tangan dan mesin yang umum digunakan di industri kimia sebagai alat bantu untuk kelancaran proses dan sub kompetensi memelihara rangkaian listrik pada unit proses. Untuk mencapai kompetensi menggunakan dan memperbaiki alat Bantu serta rangkaian listrik di industri kimia serta sub kompetensinya maka diperlukan 3 modul yang terdiri dari :

1. menggunakan peralatan tangan dan mesin
2. memelihara peralatan tangan dan mesin
3. memelihara rangkaian listrik pada unit proses

Modul memelihara rangkaian listrik pada unit proses ini merupakan modul ketiga dari kompetensi menggunakan dan memperbaiki alat bantu serta rangkaian listrik di industri kimia. Pada modul ini diperkenalkan dan dipraktikkan tentang pengertian listrik, rangkaian listrik, instalasi listrik; penerangan, tenaga dan alat/mesin dengan media benda kerja. sehingga menghasilkan benda jadi, selain itu juga di berikan praktek tentang pemeliharaan dan perbaikan instalasi listrik.

Kompetensi ini penting terutama pada anda yang nantinya bekerja sebagai operator, dengan merawat dan memperbaiki instalasi pada ruang unit proses seorang operator dapat memaksimalkan kemampuan listrik serta mengetahui masalah-masalah yang terjadi pada listrik baik instalasi penerangan, tenaga ataupun mesin sehingga ruang unit proses dapat selalu dalam keadaan siap.

B. Prasyarat

Prasyarat pengetahuan sebelum anda mempelajari modul ke 1 menggunakan peralatan tangan dan mesin, adalah sebagai berikut :

- Memiliki kompetensi melakukan tindakan keamanan dan keselamatan kerja. Berarti anda harus terlebih dahulu mempelajari undang-undang keselamatan kerja, peralatan keselamatan kerja, sumber kecelakaan dan penanggulangannya.

- Memiliki kompetensi menguasai dasar-dasar gambar teknik dengan sub kompetensi menggambar dan menginterpretasikan adasar-dasar gambar teknik.
- Memiliki pengetahuan tentang teori dasar listrik pada program diklat fisika.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

Kegiatan belajar dalam modul ini membahas tentang pengertian listrik, rangkaian listrik, instalasi listrik, penerangan, tenaga dan alat/mesin dengan media benda kerja. Sebelum anda mempelajari modul ini perlu dipelajari rencana pembelajaran yang disarankan dalam modul ini, karena dalam rencana tersebut terdapat kegiatan yang akan dilakukan pada saat belajar. Kegiatan belajar ini dapat dilakukan secara perorangan maupun berkelompok. Kegiatan belajar untuk modul ini dapat dilaksanakan dengan cara :

- a. Menyiapkan pensil/stabilo dan buku untuk menggaris bawah pengertian yang menurut anda penting dan untuk menjawab pertanyaan.
- b. Membaca lembar informasi dengan baik sambil menggaris bawah pengertian atau keterangan yang menurut anda penting
- c. Menyiapkan alat dan bahan untuk melakukan praktek penggunaan alat tangan dan alat mesin
- d. Melakukan praktek dan mengamati setiap langkah dan menghubungkannya dengan informasi yang diberikan.

D. Tujuan

- a. Tujuan akhir
Siswa dapat merawat dan memperbaiki kerusakan ringan instalasi listrik pada unit proses pada industri kimia
- b. Tujuan antara
siswa dapat :
 1. mendeskripsikan teori dasar listrik,
 2. mendeskripsikan instalasi listrik,
 3. mendeskripsikan bahan dan alat listrik,
 4. merencanakan pemasangan instalasi listrik,

5. membedakan dan mengelompokkan bahan dan alat instalasi listrik,
6. memilih peralatan yang sesuai untuk melakukan suatu pekerjaan ,
7. menggunakan peralatan dan bahan listrik sehingga membentuk instalasi listrik,
8. membuat benda sederhana,
9. merawat instalasi listrik,
10. memperbaiki kerusakan ringan pada instalasi listrik.

E. Kompetensi

Kompetensi yang harus anda kuasai melalui modul ini adalah sebagai berikut:

SUB KOMPETENSI	KRITERIA UNJUK KERJA	LINGKUP BELAJAR	MATERI POKOK PEMBELAJARAN		
			SIKAP	PENGETAHUAN	KETERAMPILAN
1	2	3	4	5	6
F. 3 Memelihara rangkaian listrik pada unit proses	<ol style="list-style-type: none"> 1. Instalasi listrik pada unit proses diperiksa berdasarkan rangkaian listrik 2. Rangkaian listrik pada unit proses di-perbaiki atau diganti berdasarkan bagian yang rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Instalasi listrik dan teknik perbaikan instalasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Hati-hati, cermat, dan teliti dalam memeriksa dan memperbaiki instalasi listrik 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengertian rangkaian listrik • Rangkaian listrik yang ada di unit proses • Interpretasi gambar rangkaian listrik yang ada di unit proses • Teknik perbaikan instalasi 	<ul style="list-style-type: none"> • Memeriksa instalasi listrik • Mengidentifikasi bagian yang rusak • Memperbaiki instalasi listrik

F. Cek Kemampuan

Untuk mengetahui pencapaian kemampuan anda terhadap isi materi dalam modul ini, anda dapat mengisi daftar cek berikut sebagai evaluasi diri. Berilah tanda cek pada setiap kolom yang berisi pernyataan-pernyataan yang menyatakan penguasaan materi yang anda pelajari dalam modul ini dengan jujur

No	Aspek yang harus dikuasai	Tingkat Penguasaan		
		Baik	Sedang	Kurang
1	Memahami pengertian listrik			
2	Memahami hukum-hukum dasar kelistrikan			
3	Memahami pembacaan gambar bagan instalasi listrik penerangan			
4	Memahami pembacaan gambar bagan instalasi listrik tenaga			
5	Memahami pembacaan gambar bagan instalasi listrik pesawat/ alat/ mesin listrik			
6	Merencanakan pemasangan instalasi listrik penerangan			
7	Merencanakan pemasangan instalasi listrik tenaga			
8	Memahami dan mengoperasikan alat-alat listrik pada pekerjaan instalasi listrik			
9	Memilih alat dan bahan yang diperlukan pada instalasi listrik			
10	Memahami perawatan dan perbaikan ringan pada instalasi listrik			

II. PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Siswa

Tabel berikut merupakan rambu-rambu rencana pembelajaran dengan menggunakan modul ini. Rambu-rambu ini bersifat fleksibel dan dapat dimodifikasi sesuai dengan kondisi sekolah.

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Perubahan dan alasan	Tanda tangan Guru
1. Mempelajari : a. teori dasar listrik b. instalasi listrik c. bahan dan alat listrik					
2. merencanakan pemasangan instalasi listrik					
3. membedakan dan mengelompokkan bahan dan alat instalasi listrik memilih peralatan yang sesuai untuk melakukan suatu pekerjaan					
2. menggunakan menggunakan peralatan dan bahan listrik sehingga membentuk instalasi listrik membuat benda sederhana					
3. merawat instalasi listrik 4. memperbaiki kerusakan ringan pada instalasi listrik					

B. Kegiatan Belajar

1. Kegiatan belajar 1

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1

Setelah mempelajari uraian materi pada kegiatan belajar satu ini diharapkan anda dapat mendeskripsikan tentang:

- 1) teori dasar listrik
- 2) instalasi listrik
- 3) bahan dan alat listrik

2. Uraian Materi 1

Rangkaian Listrik

Pengertian Listrik dan Rangkaian Listrik

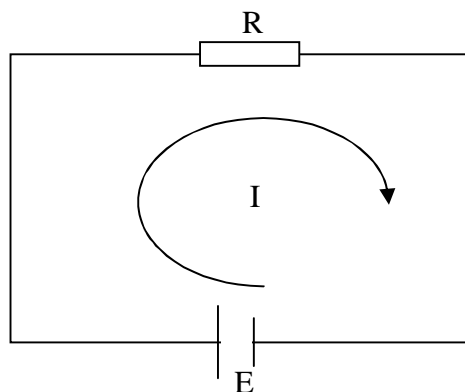
Listrik adalah peristiwa bergeraknya elektron pada suatu penghantar listrik. Sebab itu listrik termasuk salah satu energi, karena elektron mempunyai massa dan bergerak berarti electron mempunyai percepatan dan terjadi perpindahan.

Gerakan elektron ini terjadi apabila terdapat perbedaan beda potensial listrik pada dua kutub yang berbeda yang dihubungkan oleh suatu bahan penghantar dan terdapat resistansi, inilah yang disebut rangkaian listrik. Jadi gerakan elektron ini akan terjadi pada rangkaian listrik.

Syarat rangkaian listrik :

- a. adanya sumber daya listrik
- b. adanya bahan penghantar listrik (kabel)
- c. adanya resistansi (beban) R

Suatu rangkaian listrik dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Pada Rangkaian listrik seperti gambar di atas berlaku hukum-hukum kelistrikan, seperti hukum Ohm dan meningkat pada hukum Kirchoff apabila rangkaian listrik sudah tidak sederhana lagi. Dari turunan hukum tadi kita dapat menghitung berapa Kuat Arus Listrik, Beda Potensial (tegangan) Listrik, Daya Listrik, Energi Listrik dan Resistansi Listrik. (dapat anda lihat kembali pada program diklat Fisika tentang Rangkaian listrik arus searah).

Instalasi Listrik pada Unit Proses

Pada dasarnya rangkaian listrik itu seperti dijelaskan di atas, tetapi penerapan di lapangan disesuaikan dengan tempat dan kebutuhan, maka instalasi listrik dibedakan menjadi :

1. Instalasi Listrik Penerangan
2. Instalasi Listrik Tenaga/Industri
3. Instalasi Listrik pada mesin.

Sistem instalasi listrik ada dua macam, yaitu sebagai berikut :

1. Sistem fasa satu 220 Volt

hanya menggunakan dua kawat yaitu 1 nol dan 1 fasa, biasanya digunakan pada instalasi listrik penerangan dan alat rumah tangga.

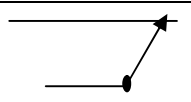
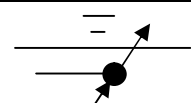
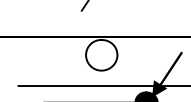
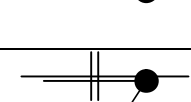
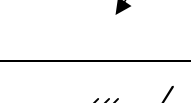
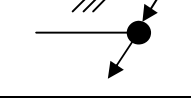
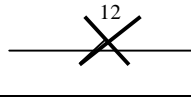
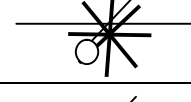
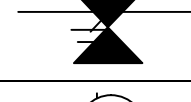
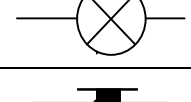
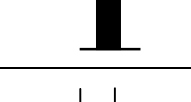
2. Sistem fasa tiga 380 Volt


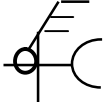
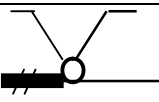
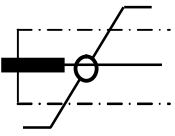
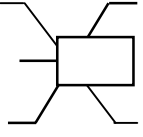
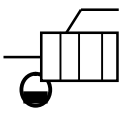
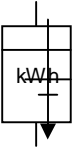
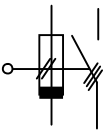
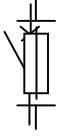
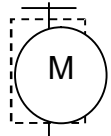
Sistem delta ∇ menggunakan 3 kawat fasa dan *Ground* (pertanahan), sistem bintang *Y* menggunakan 3 kawat fasa, 1 nol. Biasanya digunakan pada instalasi listrik tenaga/industri untuk mensuplai kebutuhan motor listrik sebagai penggerak mesin (tenaga).

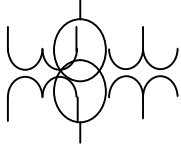
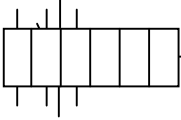
Pada suatu unit proses ketiga bagian ini digunakan, karena unit proses memerlukan ruangan yang terang, tenaga, dan mesin.

Selain menguasai peraturan dan memiliki pengetahuan tentang peralatan instalasi, seorang ahli listrik harus juga mahir *membaca gambar* instalasi. Denah ruangan yang akan dilengkapi dengan instalasi, pada umumnya digambar dengan skala 1:100 atau 1:50. pada denah ini gambar instalasi yang akan dipasang, dengan menggunakan lambang-lambang yang berlaku.

Gambar di bawah ini memperlihatkan lambang-lambang yang penting untuk instalasi listrik arus kuat. Ukuran-ukuran yang diberikan dalam beberapa gambar tersebut dimaksudkan sebagai petunjuk untuk pembuatan gambar instalasi.

Lambang	Keterangan	Lambang	Keterangan
	Saluran hantaran		Saluran menuju ke atas
	Saluran yang dapat dipindah-pindahkan kabel frekuensi		Saluran dari bawah
	Saluran bawah tanah		Saluran dari bawah melalui ruangan secara tegak lurus menuju ke atas
	Saluran dalam pipa		Van boven Saluran dari atas leiding
	Dua hantaran terpisah		Saluran menuju ke bawah
	Saluran terdiri dari tiga hantaran		Saluran dari atas melalui ruangan secara tegak lurus menuju ke bawah
	Saluran terdiri dari 12 hantaran		Titik lampu
	Hantaran netral berisolasi		Titik lampu untuk sakelar seri
	Hantaran pengaman, hantaran yang ditanahkan.		Titik lampu darurat
	Persilangan hantaran tanpa hubungan listrik		Titik lampu isyarat
	Saluran dengan percabangan dalam kotak		Lampu TL
	Saluran dengan kotak sentral		6 lampu TL dipasang berderet jadi 2 baris

Lambang	Keterangan	Lambang	Keterangan
	Sakelar kutub satu		Kotak kontak / stop kontak dinding
	Sakelar kutub dua		Kotak kontak / stop kontak dinding ganda
	Sakelar kutub tiga		Kotak kontak / stop kontak dinding dengan pengaman
	Sakelar seri		Kontak tusuk (steker)
	Sakelar tukar		Kotak kontak alat
	Sakelar silang		Alat listrik untuk rumah tangga
	Sakelar kedap air		Elemen pemanas alat pemanas
	kWh meter		Elektroda tanah
	Pengaman ulir / pengaman lebur		Dengan pengaman sakelar kutub tiga tegangan nol kutub dua
	Otomat ulir		Pemisah dengan pengaman
	Kotak pengaman dengan dudu pengaman ulir		Motor listrik

Lambang	Keterangan	Lambang	Keterangan
	transformator		transformator
	Saklar dengan pelayanan elektromagnetik (relay atau kontaktor)		Jalur terminal

2. Kegiatan belajar 2

a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2

Setelah mempelajari uraian materi pada kegiatan belajar satu ini diharapkan anda dapat mendeskripsikan tentang: perencanaan instalasi listrik

b. Uraian materi 2

Instalasi Listrik

Gambar elektro teknik memberi keterangan tentang pelaksanaan instalasi listrik dan pembuatan peralatan listrik.

Gambar dapat dibagi berdasarkan :

a. Tujuannya

1. Diagram- diagramnya yang bersifat menjelaskan

- Ø diagram dasar
- Ø diagram lingkaran arus
- Ø diagram instalasi

2. Diagram-diagram pelaksanaan

- Ø diagram pengawatan
- Ø diagram saluran

3. Gambar instalasi

4. Gambar situasi

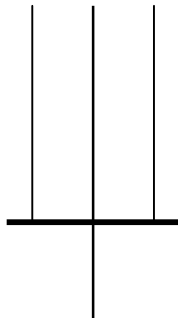
b. Cara menggambar

1. Cara menggambar dengan garis ganda
2. Cara menggambar dengan garis tunggal.

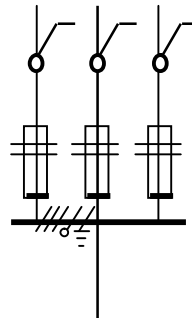
Diagram dasar

Diagram dasar dimaksudkan untuk menjelaskan cara kerja suatu instalasi secara elementer.

Gambar 2.1 memperlihatkan diagram dasar suatu *perlengkapan hubungan bagi* (PHB), digambar dengan cara disederhanakan, dan gambar 2.2. memperlihatkan diagram yang sama digambar secara terperinci.



Gambar 2.1

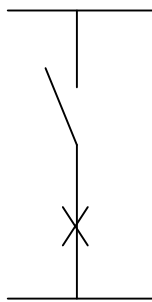


Gambar 2.2

Diagram lingkaran arus

Diagram lingkaran arus dimaksudkan untuk menjelaskan rangkaian secara terperinci. Diagram ini digunakan untuk merencanakan rangkaian-rangkaian yang rumit dan untuk mengatasi kerusakan-kerusakan yang terjadi padanya. Tanpa diagram ini sering kali tidak mungkin untuk memperoleh gambaran yang jelas tentang cara kerja suatu rangkaian.

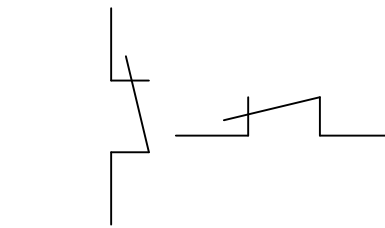
Gambar 2.3. memperlihatkan diagram lingkaran arus suatu rangkaian kutub satu. Dalam diagram arus, saklar-saklar selalu digambar demikian sehingga selalu bergerak dari kiri ke kanan atau dari bawah ke atas. (gambar 2.4 dan gambar 2.5)



Gambar 2.3



Gambar 2.4



Gambar 2.5

Diagram Pengawatan

Diagram pengawatan memperlihatkan cara pelaksanaan pengawatan dalam suatu alat listrik.

Gambar dibawah menunjukkan diagram pengawatan suatu kotak bagi.

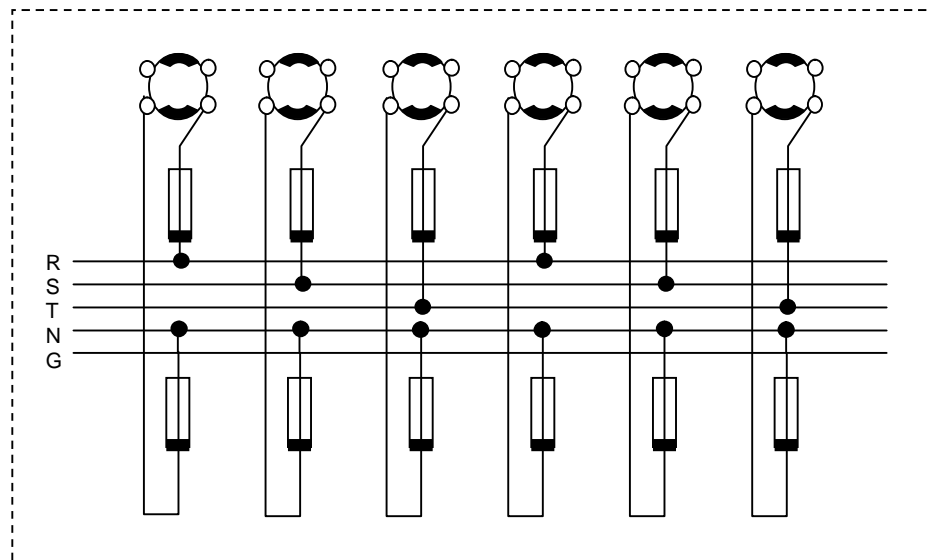
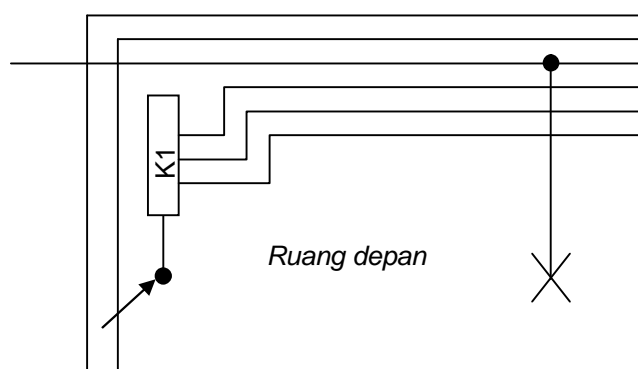


Diagram saluran (instalasi)

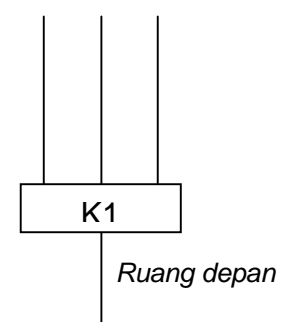
Diagram saluran memperlihatkan hubungan antara bagian-bagian suatu instalasi.

Gambar 2.5 memperlihatkan suatu diagram saluran topografis. Dalam topografis, saluran-salurannya sedapat mungkin digambar sesuai dengan keadaan sebenarnya.

Gambar 2.6 memperlihatkan diagram saluran yang sama dalam bentuk yang lebih sederhana.



Gambar 2.5

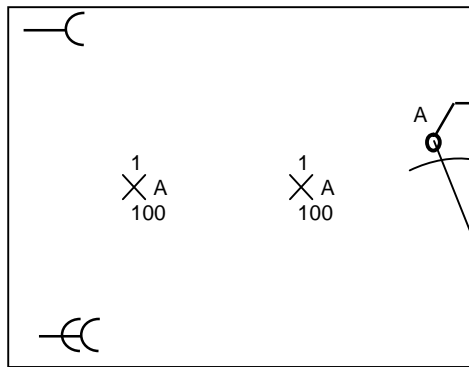


Gambar 2.6

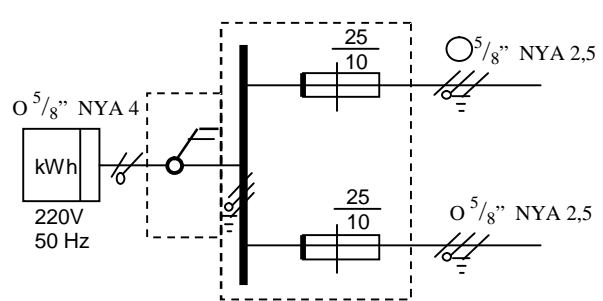
A3. Gambar instalasi dan diagram instalasi

Dari keterangan-keterangan yang tercantum dari gambar instalasi harus dapat diambil kesimpulan, apakah instalasi itu dapat membahayakan orang atau tidak. Dan apakah dia dapat menimbulkan bahaya kebakaran atau gangguan bagi konsumen lain atau tidak.

Gambar A3.1. memperlihatkan gambar instalasi untuk suatu ruangan. Saluran-salurannya tidak sigambar. Dalam praktek gambar ini juga dipergunakan sebagai gambar pelaksanaan. Mereka yang bertugas memasang instalasinya, menentukan sendiri letak saluran-salurannya ditempat pekerjaan.



Gambar A3.1.



Gambar A3.2.

Dalam praktek tidak selalu mungkin memberi nama yang tepat bagi suatu gambar. Beberapa gambar sering digabungkan dalam satu gambar.

Gambar instalasi sering dilengkapi dengan diagram instalasi. Gambar A3.2. menunjukkan suatu diagram instalasi sederhana. Dari keterangan-keterangan yang tercantum pada diagram instalasi, dapat ditentukan apakah instalasinya sesuai dengan peraturan atau tidak.

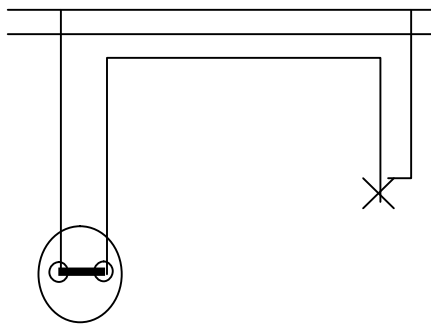
A4. Gambar situasi

Gambar situasi harus menunjukkan dengan jelas letak gedung atau tempat, dimana nya akan dipasang,serta rencana penyambungannya dengan jaringan PLN. Keterangan-keterangan ini diperlukan PLN untuk dapat menentukan kemungkinan penyambungannya dan biayanya.

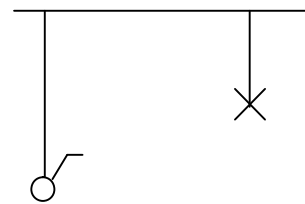
B1. Diagram garis ganda dan diagram garis tunggal.

Pada cara menggambar dengan garis ganda setiap hantaran digambar dengan garis tersendiri. Gambar A3.1. memperlihatkan diagram garis ganda untuk sebuah saklar kutub datu dengan satu titik lampu.

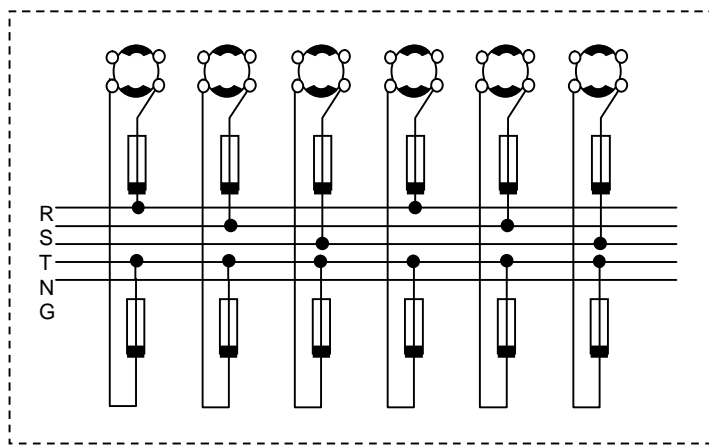
Gambar A3.2. memperlihatkan rangkaian yang sama dalam bentuk diagram garis tunggal. Dalam diagram garis tunggal hantaran-hantaran yang sejenis digambar dengan satu garis dengan beberapa garis lintang kecil. Jumlah garis lintang menyatakan jumlah hantaran sejenis yang ada.



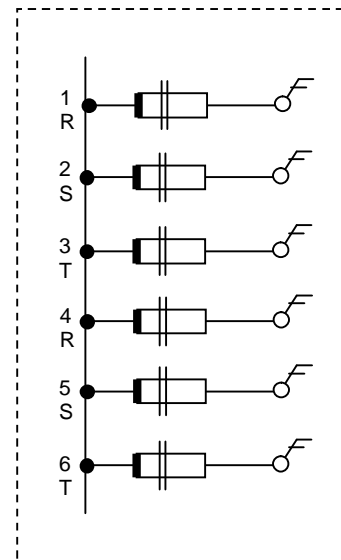
Gambar B1.1



Gambar B.12



Gambar B1.3



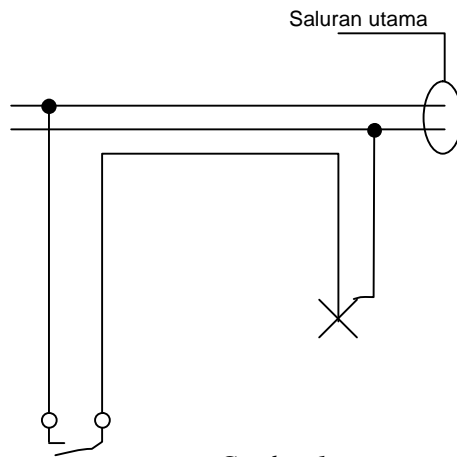
Gambar B1.4

Sejumlah alat yang sejenis juga dapat dinyatakan dengan garis garis kecil dalam lambing alat itu, seperti dalam gambar B1.3. gambar ini memperlihatkan

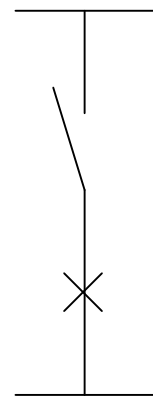
diagram garis tunggal suatu kotak bagi. Jumlah garis lintang kecil dalam lambing pengaman ulir menyatakan jumlah mengaman ulir itu.

Perencanaan Instalasi Listrik Penerangan

Gambar 1. memperlihatkan perencanaan pemasangan satu saklar tunggal satu kutub yang mengendalikan satu lampu pijar. gambar 2. memperlihatkan cara kerja saklar tunggal satu kutub.



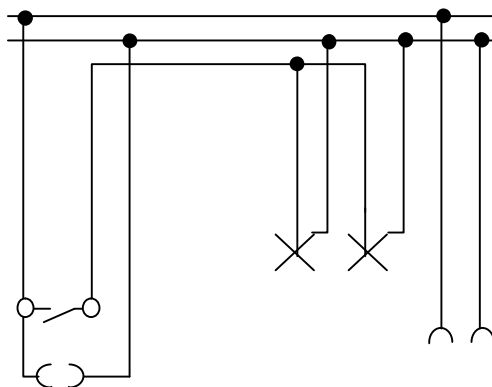
Gambar 1.



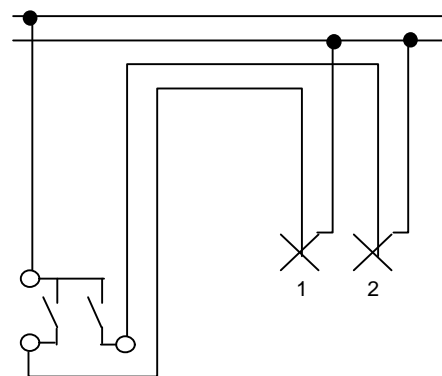
gambar 2

Gambar 4. memperlihatkan gambar perencanaan pemasangan sebuah saklar tunggal satu kutub yang mengendalikan dua lampu dan pemasangan dua buah kotak kontak pada tempat yang berbeda.

Gambar 5. memperlihatkan perencanaan pemasangan satu buah saklar seri yang masing-masing mengendalikan satu buah lampu pijar L1 dan L2.



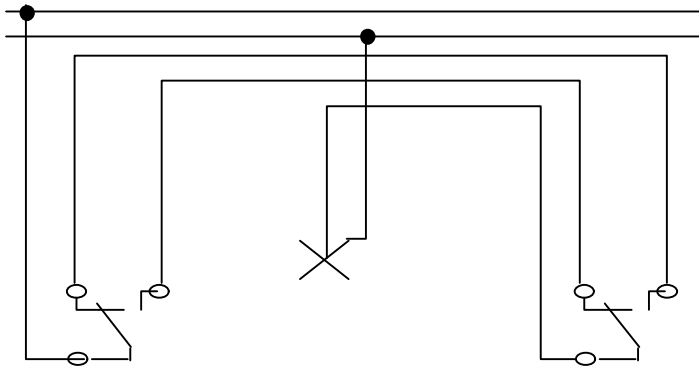
Gambar 4



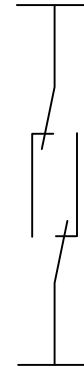
Gambar 5

Gambar 6. menunjukkan instalasi saklar tukar menggunakan diagram garis ganda, biasanya saklar tukar digunakan pada ruang garasi, kamar, tangga, dll. Saklar tukar ini juga disebut saklar hotel.

Gambar 7. memperlihatkan cara kerja saklar tukar dengan menggunakan gambar diagram lingkaran arus.

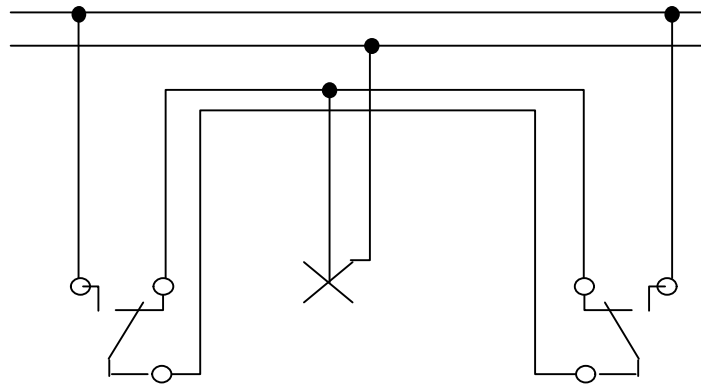


Gambar 6.



Gambar 7.

Gambar 9. memperlihatkan cara lain dari instalasi saklar tukar.



Gambar 9.

Setelah anda merencanakan instalasi listrik melalui gambar, maka langkah selanjutnya adalah menyiapkan bahan dan alat.

Table dibawah ini contoh Daftar Bahan Instalasi.

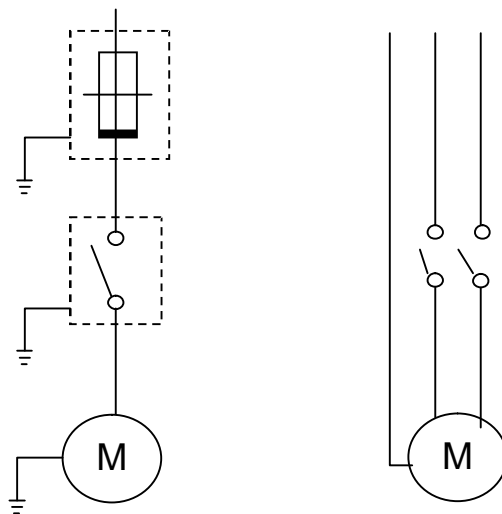
KALKULASI HARGA NETTO BAHAN-BAHAN YANG DIPERLUKAN

Nama Bahan	Harga satuan netto		Jumlah bahan untuk rangkaian akhir							Jumlah bahan			Jumlah harga Rp.
	Per	Rp	1	2	3	4	5	6	7	Jumlah	Tambahan	Jumlah seluruhnya	
Perlengkapan hubungan –bagi untuk 8 rangkaian akhir fasa satu dengan 8 sakelar keluar kutub-dua dan sakelar utama													
Patron lebur 10 A	Bh												
Patron lebur 16 A	Bh												
Tudung sekring KII	bh												
Dst													

Perencanaan Instalasi Tenaga/ industri

Yang dimaksud dengan instalasi tenaga /industri ialah instalasi yang menggunakan tenaga listrik untuk diubah menjadi tenaga mekanik. Yang dapat merubah tenaga listrik menjadi mekanik umumnya ialah *motor listrik*.

Gambar 1. menunjukkan instalasi motor listrik satu fasa. Dalam bentuk diagram garis satu dan diagram garis ganda.



Jumlah alat-alat /mesin pada rumah tangga atau industri yang menggunakan listrik , makin hari makin bertambah. Karena itu kebutuhan akan tenaga listrik untuk keperluan rumah tangga dan industri makin meningkat.

Apabila daya yang digunakan untuk suatu instalasi cukup besar, penggunaan sambungan fasa tiga akan lebih menguntungkan dari pada sambungan fasa satu.

Misalkan untuk suatu instalasi diperlukan 11 kVA. Apabila digunakan sambungan fasa satu dengan tegangan 220 V, arusnya akan sama dengan

$$I = \frac{11000}{220} = 50A$$

apabila digunakan sambungan fasa tiga dengan tegangan 220/380 Volt, arus fasanya akan sama dengan :

$$I = \frac{11000}{380\sqrt{3}} = 16.7A$$

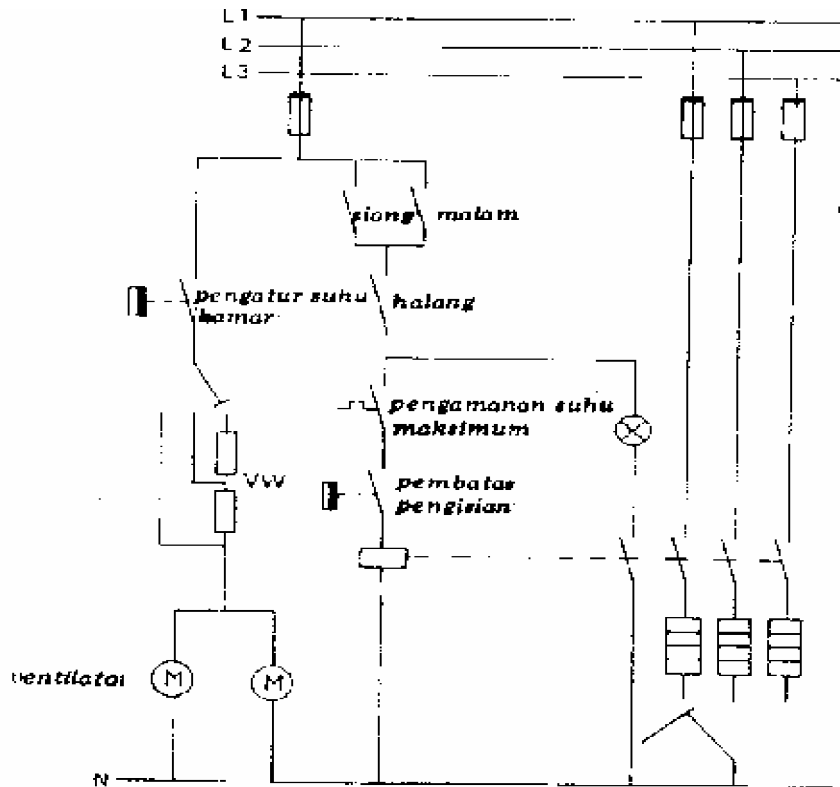
Sambungan fasa satu memerlukan kabel NYA dengan luas penampang 16 mm sedangkan sambungan fasa tiga hanya memerlukan kabel NYA dengan luas penampang 2.5 mm sudah mencukupi.

Ini yang membedakan antara sambungan fasa tiga dengan sambungan fasa satu, sehingga motor listrik di industri yang beraya tinggi seluruhnya menggunakan sambungan fasa tiga.

Instalasi Listrik pada suatu perangkat/ Mesin

Contoh pemakaian sambungan fasa tiga dapat dilihat pada alat pemanasan ruangan yang menggunakan pemanasan fasa tiga.

Perhatikan gambar dibawah ini



Gambar instalasi pemanasan ruangan.

Saklar untuk malam hari dihubungkan dan diputuskan oleh perusahaan listrik, atau dengan sebuah jam hubung (timer). Demikian pula saklar halangnya. Karena itu selama jam-jam terlarang alat pemanasnya tidak bias dihidupkan.

Apabila alat pemanasnya sudah penuh, elemen-elemen pemanasnya dimatikan secara otomatis oleh sebuah saklar pembatas pengisian. Saklar ini distel sebelumnya.

Apabila suhu pemanasnya menjadi terlalu tinggi, elemen pemanasnya dimatikan oleh sebuah pengaman suhu maksimum.

Lampu control akan menyala apabila apabila lat pemanasnya hidup.

Sebuah pengatur suhu kamar mematikan ventilator-ventilatornya apabila suhu kamarnya sudah mencapai nilai yang dikehendaki. Volume udara panas yang ditiupkan kedlam kamar tergantung pada kecepatan putar ventilatornya.

Bahan Listrik.

Bahan listrik untuk instalasi penerangan, Tenaga/Industri dan mesin pada dasarnya sama, yang membedakannya hanyalah bentuknya dan sistim yang digunakan apakah 3 fasa atau 1 fasa. Bahan listrik antara lain :

1. Kabel

Adalah bahan penghantar listrik biasanya digunakan kawat tembaga.

Ada 5 jenis kabel yang digunakan :

d. Kabel NGA

Merupakan kabel tunggal yang bahan isolatornya terbuat dari karet yang dilapisi oleh kain. Digunakan pada instalasi listrik pada tempat yang terlindung.

e. Kabel NYA

Merupakan kabel tunggal yang bahan isolatornya terbuat dari PVC. Digunakan pada instalasi listrik pada tempat yang terlindung. NYA merupakan pengganti dari NGA.

f. Kabel NYM

Merupakan kabel tunggal yang bahan isolatornya terbuat dari PVC yang digabung dalam satu kemasan yang terdiri dari beberapa kabel NYA. Yang dilapisi oleh karet dan dilapisi oleh lapisan luar PVC.

Digunakan pada tempat yang terlindung, dapat ditanam dalam tembok atau beton.

g. Kabel NYY

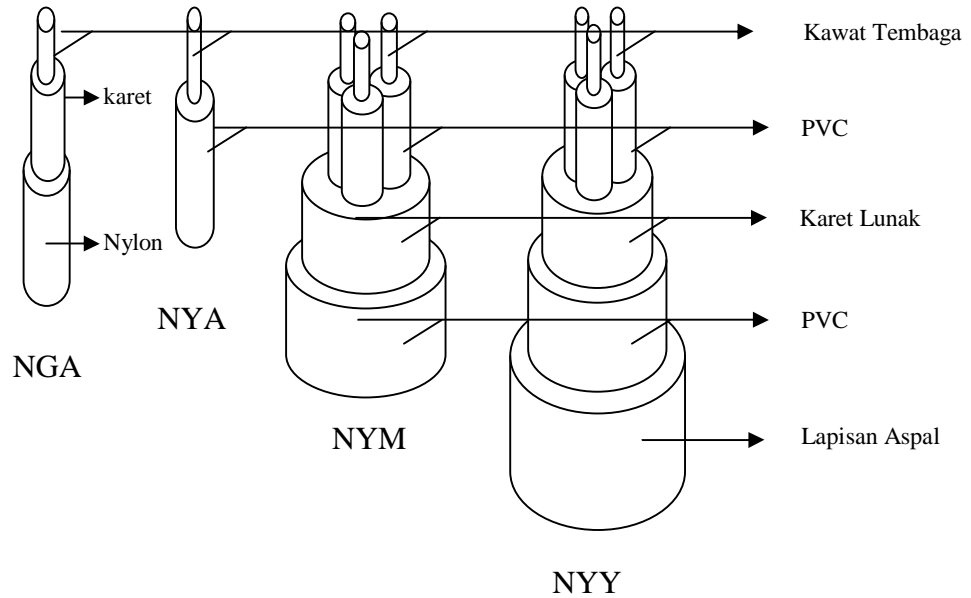
Merupakan kabel tunggal yang bahan isolatornya terbuat dari PVC yang digabung dalam satu kemasan yang terdiri dari beberapa kabel NYA. Yang dilapisi oleh karet dan dilapisi oleh lapisan luar PVC dan lapisan paling luar yang terdiri dari campuran beberapa bahan yang tahan terhadap oksigen.

Digunakan pada tempat yang terlindung, dapat ditanam dalam tembok atau beton, dibentangkan diudara, dan ditanam dalam tanah.

h. Kabel Snur

Kabel serabut yaitu terdiri dari beberapa kabel yang tipis dan halus yang dibungkus oleh bahan PVC yang lentur. Digunakan untuk

menghubungkan antara alat-alat listrik yang portable dengan sumber listrik.



Panggilan untuk jenis kabel NYA atau NYY ialah 3 x 2.5, ini menunjukkan kabel NYA atau NYY isi 3 dengan luas penampang kabel 2.5 mm

Table

KEMAMPUAN HANTAR ARUS TERUS-MENERUS KABEL INSTALASI BERISOLASI PVC TUNGGAL DENGAN PENGHANTAR TEMBAGA (NYA, NYAF DAN SEBAGAINYA) DAN PENGAMANNYA PADA SUHU KELILING 30°C DENGAN SUHU PENGHANTAR MAKSIMUM 70°C

1	2	3	4	5
LUAS PENAMPANG NOMINAL KABEL	UNTUK PEMASANGAN DALAM PIPA INSTALASI		UNTUK PEMASANGAN DI UDARA PADA ISOLATOR	
	KEMAMPUAN HANTAR ARUS MAKSIMUM KABEL	KEMAMPUAN HANTAR ARUS NOMINAL MAKSIMUM PENGAMAN	KEMAMPUAN HANTAR ARUS MAKSIMUM KABEL	KEMAMPUAN HANTAR ARUS NOMINAL MAKSIMUM PENGAMAN
mm ²	A	A	A	A
1	11	10	19	20
1,5	15	16	24	25
2,5	20	20	32	35
4	25	25	42	50
6	33	35	54	63
10	45	50	73	80
16	61	63	98	100
25	83	80	129	125
35	103	100	158	160
50	132	125	197	200
70	165	160	245	250
95	197	200	290	300
120	235	250	345	355
150	-	-	390	425
185	-	-	445	425
240	-	-	525	500
300	-	-	605	600
400	-	-	725	710
500	-	-	825	850

KEMAMPUAN HANTAR ARUS TERUS-MENERUS KABEL INSTALASI BERISOLASI DAN BERSELUBUNG PVC DENGAN PENGHANTAR TEMBAGA (NYA, NYAF DAN SEBAGAINYA) DAN KABEL FLEKSIBEL SERTA PENGAMANNYA PADA SUHU KELILING 30°C DENGAN SUHU PENGHANTAR MAKSIMUM 70°C

1	2	3
LUAS PENAMPANG NOMINAL KABEL	KEMAMPUAN HANTAR MAKSIMUM KABEL	KEMAMPUAN HANTAR ARUS NOMINAL MAKSIMUM PENGAMAN
mm ²	A	A
1,5	19	20
2,5	25	25
4	34	35
6	44	50
10	61	63
16	82	80
25	108	100
35	134	125
50	167	160
70	207	224
95	249	250
120	291	300
150	334	355
185	380	355
240	450	425
300	520	500

2. Saklar

Fungsinya untuk memutus dan menghubungkan hubungan listrik.

Macamnya :

- | | |
|-----------------------|-----------------------------------|
| a. Saklar tunggal | e. Saklar tekan |
| b. Saklar ganda/ seri | f. Saklar tarik |
| c. Saklar komplek | g. Saklar 1 fasa / saklar 3 fasa. |
| d. Saklar putar | |

3. Stop kontak / kotak kontak

Alat untuk menghubungkan instalasi listrik antara sumber listrik (PLN) dengan alat-alat / mesin listrik.

Macamnya :

- a. Stop kontak 1 fasa dengan ground atau tanpa ground

b. stop kontak 3 fasa, dengan ground atau tanpa ground

4. Steker / Kontak tusuk

Merupakan pasangan dari stop kontak biasanya terdapat pada ujung kabel alat-alat / mesin listrik.

Macamnya :

b. Steker 1 fasa, dengan ground atau tanpa ground

c. Steker 3 fasa, dengan ground atau tanpa ground

5. Fitting

Tempat memasang / menempatkan bola lampu.

Sistim fitting ada dua yaitu

a. sistim bayonet. contoh fitting lampu pada mobil / sepeda motor

b. sistim ulir. Contoh fitting lampu pada penerangan di rumah.

Macamnya fitting gantung, fitting plafon, fitting dinding, fitting kedap air, dll

6. Lampu

Bahan listrik yang termasuk bahan jadi yang berfungsi sebagai alat penerangan, alat penunjuk/ isyarat tertentu.

Macamnya :

1. lampu pijar

2. lampu TL

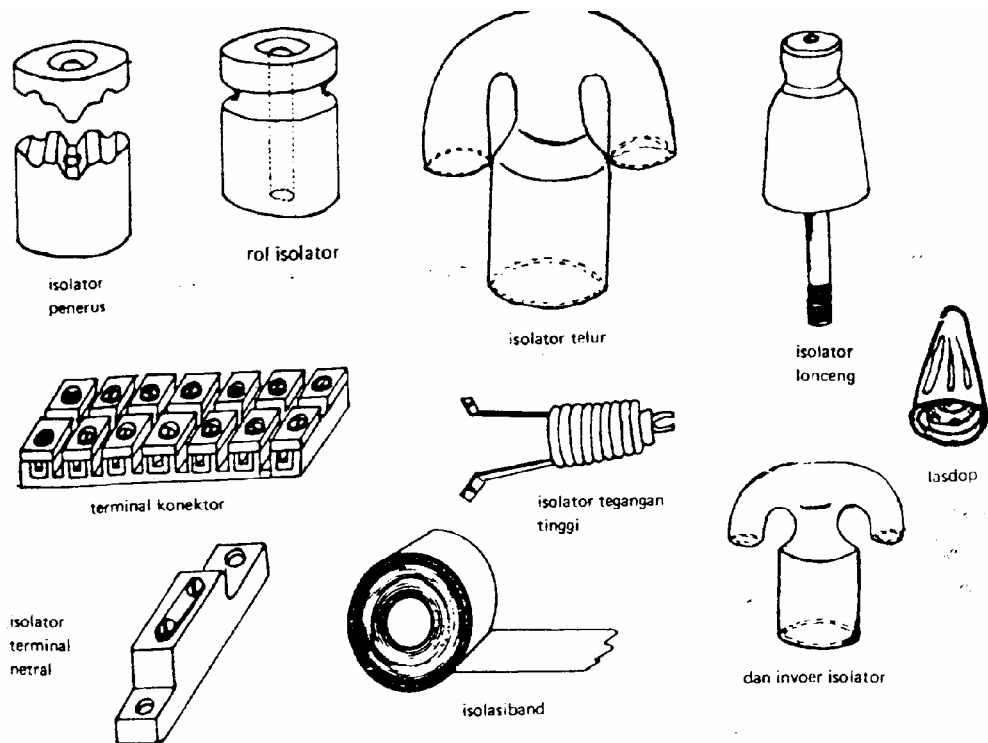
3. lampu Halogen

4. lampu Neon

7. Isolator

Adalah bahan penyekat listrik, fungsinya untuk memisahkan, melindungi, kawat kabel listrik terhadap benda / kabel yang lain yang dianggap membahayakan.

Gambar dibawah ini memperlihatkan macam-macam bentuk isolator.



8. Pengaman (sikering)

Untuk mengamankan hantaran dan aparatur digunakan pengaman lebur dan sakelar arus maksimal (*kotak sikering*). Alat-alat ini umumnya digunakan untuk :

1. mengamankan hantaran, aparatur dan motor listrik terhadap beban lebih.
2. mengamankan terhadap hubungan singkat antar fasa atau fasa dan netral dan terhadap hubungan singkat aparatur dan motor listrik.
3. pengamanan terhadap hubungan singkat dengan badan mesin atau aparat.

Pengaman lebur (sikering) harus memutuskan rangkaian yang diamankan kalau arusnya menjadi terlalu besar. Bagian pengaman yang memutuskan arus tersebut adalah *patron lebur*. Untuk arus nominal 25 A atau kurang harus digunakan patron lebur jenis D. patron ini jenis ulir yang biasanya digunakan sampai dengan 63 A.

Sebuah kotak sikering terdiri dari :

1. rumah sikering (gambar 1)
2. tudung sikering (gambar 2)
3. pengepas patron lebur (gambar 3)
4. sakelar arus maksimal.



Pemeliharaan dan perbaikan Instalasi Listrik

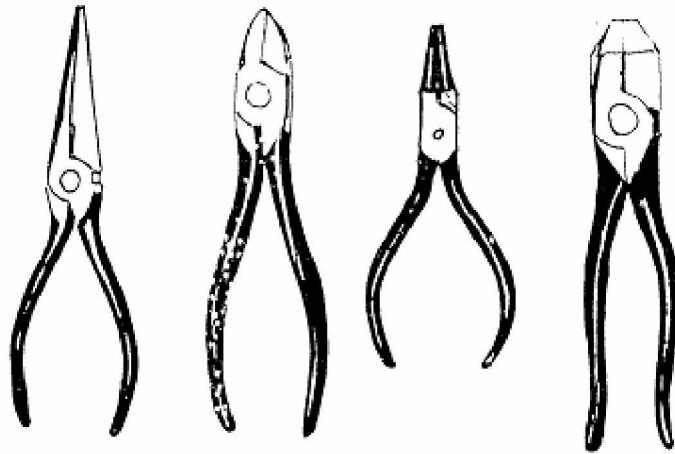
Alat Perawatan dan perbaikan listrik

1. Tespen
2. Alat Ukur Listrik
 - Ø Ampere meter
 - Ø Volt meter
 - Ø Multi meter (AVO Meter)
3. Macam-macam Tang

fungsi dasar dari tang adalah sebagai pemegng benda kerja. Tetapi pada perkembangannya tang menjadi bermacam-macam disesuaikan dengan kebutuhan. Beberapa jenia tang antara lain :

 - Ø Tang lancip berfungsi untuk memegang benda yang kecil, mengambil benda kecil yang jatuh pada bagian mesin yang sempit, dan lain-lain.
 - Ø Tang pemotong (Cuting tang) berfungsi untuk memotong kawat kabel.
 - Ø Tang pembulat berfungsi untuk membulatkan ujung kabel yang akan di pasang pada terminal.

- Ø Tang kombinasi berfungsi untuk memegang, memuntir dan memotong kabel.
 - Ø Tang Kakatua berfungsi untuk mencabut paku
- Perhatikan gambar dibawah ini :

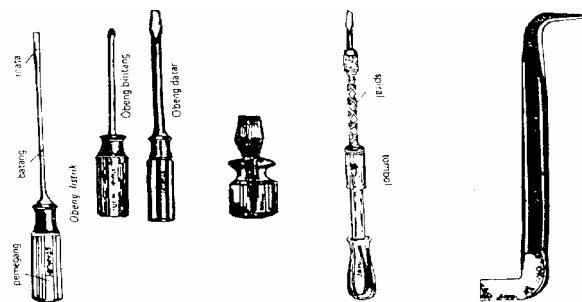


4. Macam-macam Obeng

Obeng berfungsi untuk membuka dan memasang sekrup atau bauld Philips.

- Ø Obeng listrik bentuk batangnya panjang dan dibalut dengan bahan isolator, digunakan pada pekerjaan listrik
- Ø Obeng mekanik obeng yang umum kita gunakan biasanya digunakan pada pekerjaan mekanik
- Ø Obeng kayu digunakan pada pekerjaan perkayuan.
- Ø Obeng genjot spiral digunakan pada pekerjaan mekanik untuk membuka dan memasang baut/sekrup yang kuat
- Ø Obeng offset digunakan pada pekerjaan pecetakan.

Beberapa gambar bentuk obeng



5. Solder

Alat ini digunakan untuk menghubungkan dua buah logam dengan timah, dengan cara dipanaskan. Pada pekerjaan listrik digunakan untuk menyambung dua kabel listrik agar lebih kuat.

Solder pada pekerjaan instalasi listrik biasanya mempunyai daya yang lebih besar yaitu minimal 150 Watt, bila dibandingkan dengan solder untuk elektronika yang hanya 30-60 Watt.

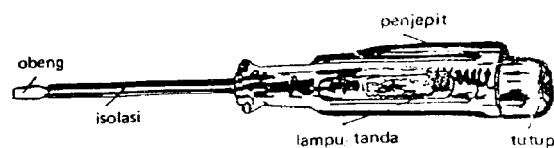
6. Tracker

Ada dua jenis tracker :

- Ø Tracker penarik kabel/kawat digunakan untuk menarik tiang listrik agar tidak miring pada satu sisi.
- Ø Tracker pembuka bearing untuk membuka bearing pada motor listrik atau generator.

1. Tespen

Alat pengetes yang paling populer, murah dan sederhana tetapi efektif untuk melaukan pemeriksaan suatu bahan penghantar dilalui arus listrik atau tidak. Namun pemeriksaan ini akan efektif apabila tegangannya berada di atas 70 Volt. Dan tidak dapat mengukur tegangan atau kuat arus listrik yang mengalir pada penghantar tersebut.



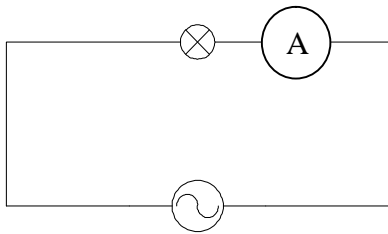
Gambar Tespen

2. Alat Ukur Listrik

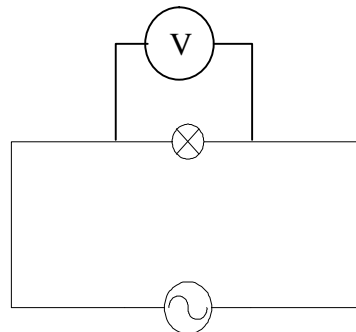
- Lambang Alat Ukur Listrik :

- A = Ampere meter \underline{A} = Ampere meter DC
- V = Volt meter \underline{V} = Volt meter DC
- Ω = Ohm meter
- \tilde{A} = Ampere meter AC \underline{A} = Ampere meter AC/DC
- \tilde{V} = Volt meter AC \underline{V} = Volt meter AC/DC

- Pemasangan Ampere meter pada saat pengukuran harus seri dengan rangkaian yang di ukur, sedangkan untuk Volt meter dipasang paralel dengan rangkaian yang diukur.
Contoh :



Gambar 1.

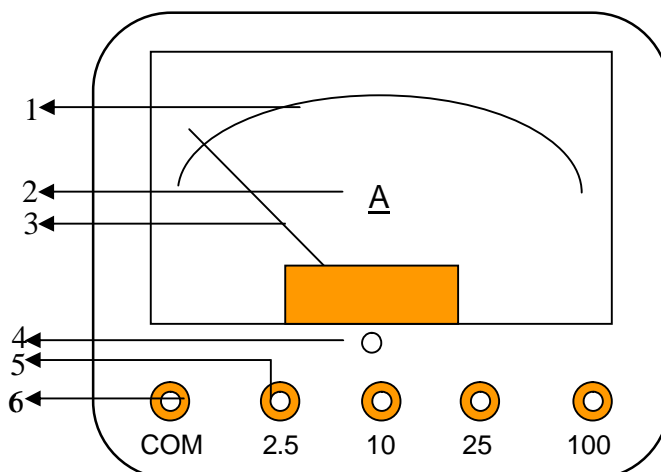


Gambar 2

Gambar 1 menunjukkan pengukuran Kuat Arus Listrik dengan menggunakan Ampere meter. Posisi Ampere meter seri terhadap rangkaian. Gambar 2. memperlihatkan pengukuran tegangan listrik pada lampu dengan menggunakan Volt meter. Posisi Volt meter paralel terhadap rangkaian.

- **Gambar Alat ukur listrik**

1. Volt Meter dan Ampere meter.



Keterangan :

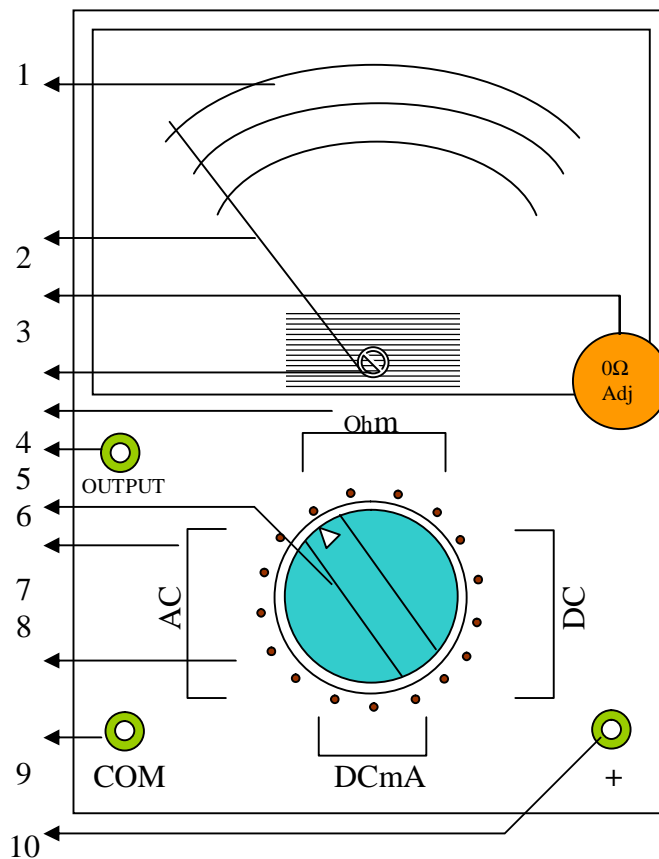
1. Skala meter
2. Fungsi meter
3. Jarum meter
4. Sekrup untuk menepatkan jarum pada posisi 0
5. Terminal dengan batas ukur 2.5 Volt (terminal lain mempunyai batas ukur yang tercantum sampingnya).
6. Terminal COM (-) untuk test lead hitam.

Bentuk alat ukur Ampere meter seperti pada gambar diatas sama dengan bentuk Volt meter dan Ohm meter. Yang membedakannya adalah lambang yang berada ditengah meter tersebut.

Langkah menggunakannya.

1. langkah persiapan
 - Ø Pilih meter yang sesuai dengan besaran yang diukur
 - Ø Masukkan testlead merah pada teminal batas ukur missal 2,5, 10, dll sesuai dengan besar besaran yang akan diukur
 - Ø Tepatkan posisi jarum pada angka nol
2. langkah pengukuran
 - Ø Pastikan titik yang akan diukur sudah benar
 - Ø Perhatikan batas ukur yang digunakan dan pilih skala yang digunakan.
 - Ø Tempelkan test lead pada titik pengukuran. Pastikan polaritas-nya sudah benar, Penempelan harus tepat dan kuat, dan tangan kita tidak memegang bahan konduktor test lead.
3. langkah pembacaan
 - Ø Pastikan kembali batas ukur dan skala yang digunakan.
 - Ø Mata harus tepat pada jarum. Hal ini untuk menghindarkan dari kesalaha paralax.
 - Ø Membaca penunjukkan jarum pada skala.

2. Multi meter /AVO meter



Keterangan :

1. Skala, tiap skala mempunyai fungsi yang terlihat pada keterangan disamping skala tersebut.
2. Jarum meter
3. 0Ω Adjustment untuk menepatkan jarum pada posisi 0 Ohm.
4. Sekrup nol, untuk menepatkan jarum pada posisi 0 (Volt,Ampere)
5. Daerah ukur Ohm
6. Output (+) untuk pengukuran DCmA
7. Saklar Rotari
8. Daerah ukur ACV
9. Batas Ukur (pada Ohm = kalibrasi)
10. Terminal COM atau (-) untuk polaritas negatif (test lead hitam)
11. Terminal Positif (+) untuk polaritas positif (+) atau test lead warna merah.

- Langkah-langkah pengoperasian Alat Ukur Listrik (AVO Meter)
 1. Langkah Persiapan
 - *Memasukkan test lead pada terminal yang tersedia.* terminal (+) untuk test lead warna merah dan terminal com atau (-) untuk warna hitam.
 - *Putar saklar rotari daerah ukur sesuai dengan besaran yang diukur*
 - *Apabila titik yang akan diukur tidak diketahui besarnya, letakan posisi saklar rotari pada batas ukur yang paling besar.*
 2. Langkah Pengukuran
 - *Pastikan titik yang akan diukur sudah benar*
 - *Perhatikan batas ukur yang digunakan dan pilih skala yang digunakan.*
 - *Tepatkan jarum meter pada posisi nol.* Untuk Ampere dan Volt meter letak posisi skala nol (0) berada di sebelah kiri dan memutar meter plastik yang berada ditengah tepat dibawah meter. Untuk Ohm meter posisi skala nol (0) berada disebelah kanan. Cara menepatkannya : tempelkan test lead merah dengan hitam, maka jarum akan bergerak ke arah kanan atau nol (0), apabila tidak tepat nol (0), putar tombol *0 Ohm Adj* sampai jarum tepat pada angka nol.
 - *Tempelkan test lead pada titik pengukuran.* Pastikan polaritas-nya sudah benar, Penempelan harus tepat dan kuat, dan tangan kita tidak memegang bahan konduktor test lead.
 3. Langkah Pembacaan
 - *Pastikan kembali batas ukur dan skala yang digunakan.*
 - *Mata harus tepat pada jarum.* Hal ini untuk menghindarkan dari kesalahan paralax.
 - *Membaca penunjukkan jarum pada skala.*

Trouble shooting Instalasi Listrik

Gangguan-gangguan yang terjadi pada instalasi listrik mulai dari yang ringan sampai kebakaran, banyak disebabkan karena dua factor.

1. factor manusia
gangguan yang diakibatkan oleh pengguna :
kelalaian dalam menggunakan perangkat listrik, pemasangan komponen pada instalasi.
2. factor teknis
kemasalahan akibat tidak mematuhi bahan, alat, dan aturan instalasi listrik yang telah disitratkan secara teknis.
3. factor non teknik
kesalahan akibat factor pendukung yang rusak.

Dibawah ini table troubleshooting pada instalasi listrik

No	Jenis gangguan / Kerusakan	Penyebab	Pencegahan /perawatan dan perbaikan.
1.	Kebakaran	<ul style="list-style-type: none"> • Bagian pengaman (sekring) tidak berfungsi • Luas penampang Kabel listrik terlalu kecil. • Kelalaian pengguna peralatan listrik (pemanas yang ditinggal poperator) • 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidak merubah bagian pengaman (sekring) • Tidak mengganti patron lebur dengan kawat sembarangan. • Periksa seluruh bagian instalasi kemungkinan ada kabel yang tidak memenuhi standar. Apabila ada ganti dengan yang baru dan memenuhi standar • Untuk ruangan yang selalu digunakan oleh alat pemanas atau alat-alat yang berdaya besar hendaknya dipasang pengaman tersendiri.
2.	Panas pada salah satu komponen; saklar, stop kontak, fitting, sikering.	<ul style="list-style-type: none"> • Luas penampang Kabel listrik terlalu kecil tidak sesuai dengan daya yang terpasang. • Ada sambungan tidak bagus nempelnya, pada saluran dekat komponen tersebut • 	<ul style="list-style-type: none"> • Jangan melakukan penyambungan diluar kotak sambung. Apalagi sambungan pada pipa. • Periksa seluruh kabel yang masuk pada komponen yang panas, termasuk membuka kabel yang masuk pada pipa. • Ganti kabel yang terdapat sambungan diutamakan dekat komponen yang panas • Apabila tidak diketemukan sambungan periksa luas penampang kabel yang masuk pada komponen yang panas apakah memenuhi syarat.
3.	Turun tegangan / spaning	<ul style="list-style-type: none"> • Penggunaan kabel yang luas penampangnya kecil dan panjang. • Sambungan yang tidak kuat 	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan kabel yang secara teknis sesuai standar. Terutama untuk instalasi yang jaraknya jauh perhitungkan kehilangan daya akibat resistansi kabel tersebut. • Pastikan sambungannya dalam keadaan baik dan kuat. Apabila memungkinkan sebaiknya di solder.
4.	Steker/kotak kontak meleleh	<ul style="list-style-type: none"> • Hubungn antara steker dan stopkontak kotor atau longgar. • Daya pada alat yang terpasang terlalu besar dan tidak sesuai dengan 	<ul style="list-style-type: none"> • Gunakan stop kontak yang secara teknis memnuhi standar. • Buka stop kontak, bersihkan penghantar pada stop kontak, rapatkan posisi penghantar

No	Jenis gangguan / Kerusakan	Penyebab	Pencegahan /perawatan dan perbaikan.
		kapasitas kabel	<p>tersebut. Putar sekrup kemungkinan juga kendur.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apabila tidak memungkinkan lagi digunakan, ganti dengan yang baru. • Perhatikan besar luas penampang kabel apakah sesuai dengan daya pada alat tersebut, missal untuk alat dengan daya 1 ½ PK digunakan kabel snur 0.5 mm. Ganti kabel snur pada alat tersebut.
5.	NCB turun / sekring putus.	<ul style="list-style-type: none"> • Terjadi hubung singkat antara fasa dengan fasa atau fasa dengan netral. • Penggunaan daya listrik melampaui daya listrik terpasang • Terjadi kenaikan daya apabila motor listrik tidak berputar, sehingga walaupun pada spesifikasi dayanya kecil tapi kenyatanya terjadi penambahan daya. 	<ul style="list-style-type: none"> • Matikan saklar seluruh ruangan dan cabut semua alat yang terhubung pada instalasi listrik. Satu-satu saklar dinyalakan sampai pada salah satu saklar yang apabila dinyalakan NCB turun.Lampu pijar / lampu XL yang rusak sehingga terjadi short circuit. Fitting yang terkena air hujan sehingga terhubung singkat. Mungkin juga TV atau alat lainnya ada yang short circuit. • Perhatikan kondisi dan spesifikasi alat sebelum dimasukan pada instalasi listrik. Apabila tidak memungkinkan (kondisinya rusak atau dayanya terlalu besar) jangan coba-coba di hubungkan.
6.	NCB turun terus meskipun seluruh jaringan dimatikan.	<ul style="list-style-type: none"> • NCB rusak 	<ul style="list-style-type: none"> • Akibat dari NCB yang sering turun, sehingga bagian per dan penahannya rusak. • Ganti dengan yang baru
7.	Mati total tetapi apabila dites dengan tespen pada stop kontak di kedua kutubnya tespen nyala.	<ul style="list-style-type: none"> • Kabel netral putus. 	<ul style="list-style-type: none"> • Periksa pada bagian kotak sikring. Apabila tidak ditemukan kemungkinan pada sambungan antara rumah dengan tiang.

Lembar kerja siswa 1

Lembar kerja ini merupakan kegiatan praktek yang dilakukan untuk memperoleh penjelasan dari hasil bacaan diatas tentang teori dasar listrik, hukum Ohm dan Kirchoff dan sekaligus dapat Alat ukur listrik dan cara mengopeasikannya.

Tujuan praktek

1. mendeskripsikan teori dasar listrik
2. mengenal alat ukur listrik
3. mengoperasikan alat ukur listrik (Multi meter)

Alat dan bahan

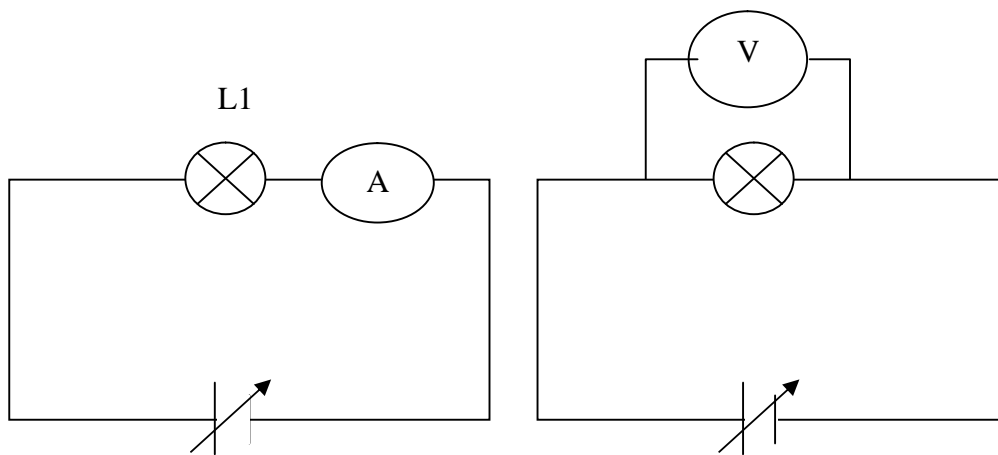
No.	Nama alat/bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Multi tester /AVO Meter		12
2.	Power supply	DC 3- 12 Volt	12
3.	Lampu pijar	3,6, 12 volt	36
4.	Fitting		36
5.	Papan percobaan		12
6.	Kabel penghubung	30 cm	72
7.	Resistor	18 K Ohm	24

Keselamatan dan Keamanan Kerja

1. Gunakan pakaian kerja yang sesuai dengan jenis pekerjaan
2. Hati-hati dalam menggunakan menggunakan AVO meter jangan sampai batas ukur kurang dari apa yang diukur.
3. Ikuti langkah kerja sesuai dengan urutannya.

Langkah kerja :

1. Tulis pada bon alat dan bahan dan serahkan pada toolman
2. Pisahkan antara alat dan bahan sambil diperiksa kemungkinan ada alat atau bahan yang tidak sesuai atau rusak.
3. Rangkaikan sesuai dengan gambar 1. pada percobaan di bawah ini



Gambar 1.

Gambar 2

4. Ukur Kuat Arus Listrik yang mengalir pada rangkaian tersebut dengan mengubah tegangan yang di berikan power supply mulai dari 3 Volt sampai 12 volt
5. Masukkan pada tabel percobaan dibawah ini :

No.	Tegangan Power Supply	Hasil pengukuran Ampere meter	Keterangan
1	3		
2	4.5		
3	6		
4	7.5		
5	9		
6	12		

6. Rubah rangkaian diatas dengan menambahkan lampu L2 paralel dengan lampu L1.
7. Hasil pengukuran Kuat arus Listriknya masukkan pada tabel dibawah ini:

No.	Tegangan Power Supply	Hasil pengukuran Ampere meter	Keterangan
1	3		
2	4.5		
3	6		
4	7.5		
5	9		
6	12		

8. Rangkaikan sesuai dengan gambar 2. pada percobaan di atas

9. Ukur Tegangan yang mengalir pada rangkaian tersebut dengan mengubah tegangan yang di berikan power supply mulai dari 3 Volt sampai 12 volt
10. Masukkan hasil pengukuran pada tabel di bawah ini :

Tegangan DC

No.	Tegangan Power Supply	Hasil pengukuran pada L1	Keterangan
1	3		
2	4.5		
3	6		
4	7.5		
5	9		
6	12		

11. Rubah rangkaian diatas dengan menambahkan lampu L2 seri dengan lampu L1.
12. Ukur Tegangan yang mengalir pada L1 dan L2 tersebut dengan mengubah tegangan yang di berikan power supply mulai dari 3 Volt sampai 12 volt
13. Masukkan hasil pengukuran pada tabel di bawah ini :

Tegangan DC

No.	Tegangan Power Supply	Hasil pengukuran tegangan pada L1	Hasil pengukuran tegangan pada L2
1	3		
2	4.5		
3	6		
4	7.5		
5	9		
6	12		

Evaluasi Kemampuan :

1. Sebutkan pengertian Alat Ukur Listrik
2. Sebutkan prinsip kerja dari Alat Ukur Listrik
3. Jelaskan pemasangan Ampere meter dan Volt meter dalam melakukan pengukuran pada rangkaian listrik
4. Jelaskan langkah-langkah pengukuran beda potensial listrik/tegangan listrik 9 Volt DC. Yang anda lakukan dengan AVO meter

5. Dari hasil pengukuran yang anda lakukan apakah sesuai dengan hukum Ohm dan Kirchoff. Beri tanggapan.

Kunci Jawaban :

1. Alat Ukur Listrik adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur besaran listrik
2. Prinsip kerja dari Alat Ukur Listrik ialah mentransfer besaran-besaran listrik menjadi besaran skala atau besaran angka.
3. Ampere meter harus terpasang seri dengan rangkaian pada saat pengukuran. Sedangkan Volt meter harus terpasang paralel.
4. Langkah pengukurannya sbb:

A. Langkah Persiapan

- *Memasukkan test lead pada terminal yang tersedia. terminal (+) untuk test lead warna merah dan terminal com atau (-) untuk warna hitam.*
- *Putar saklar rotari daerah ukur VDC*
- *posisi saklar rotari pada batas ukur 10 Volt.*

B. Langkah Pengukuran

- *Pastikan titik yang akan diukur sudah benar*
- *Perhatikan batas ukur yang digunakan dan pilih skala yang digunakan.*
- *Tepatkan jarum meter pada posisi nol.*
- *Tempelkan test lead pada titik pengukuran.*

C. Langkah Pembacaan

- *Pastikan kembali batas ukur dan skala yang digunakan.*
- *Mata harus tepat pada jarum.*
- *Membaca penunjukkan jarum pada skala.*

5. Ya.

Ø Sesuai dengan hukum Ohm yaitu resistansi pada suatu rangkaian loop tertutup berbanding lurus dengan beda potensial listrik dan berbanding terbalik dengan Kuat Arus Listrik.

Ø Sesuai dengan hukum Kirchoff I dan II tentang arus dan tegangan

Lembar kerja siswa 2

Lembar kerja ini merupakan kegiatan praktek yang dilakukan untuk memperoleh penjelasan dari hasil bacaan di atas dan sekaligus dapat memahami listrik, rangkaian listrik dan instalasinya.

Tujuan praktek

- Ø Merencanakan gambar pemasangan instalasi listrik penerangan
- Ø Menghitung bahan dan alat yang dipergunakan sesuai dengan gambar instalasi listrik yang direncanakan
- Ø Mengenal bahan/komponen instalasi listrik penerangan
- Ø Dapat memasang bahan /komponen listrik, pada instalasi penerangan sesuai dengan gambar perencanaan
- Ø Menguji instalasi listrik dengan menggunakan alat ukur listrik.
- Ø Mengantisipasi kemungkinan trouble pada instalasi penerangan.

Soal Praktek

Gambar dengan diagram garis satu dan garis ganda rencana pemasangan instalasi listrik penerangan pada sebuah ruangan yang terdiri dari :

- Ø Sebuah saklar seri masing-masing mengendalikan sebuah lampu pijar
- Ø Dua buah stop kontak tanpa pertanahan yang dipasang pada tempat yang berbeda.

Buatlah instalasinya pada papan yang telah disediakan sesuai dengan gambar perencanaan tersebut.

Alat dan bahan

No.	Nama alat/bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Tang kombinasi		1
2.	Tang pemotong		1
3.	Tang pemegang		1
4.	Tang pembulat		1
5.	Obeng mekanik		1
6.	Tespen		1
7.	Palu		1
8.	Pisau / cutter		1
9.	Saklar seri	Out bow	1

No.	Nama alat/bahan	Spesifikasi	Jumlah
10.	Papan percobaan	120 x 80 cm	1
11.	Fitting	langit-langit	2
12.	Lampu pijar	25 Watt 220V	2
13.	Stop kontak Tanpa ground	Out bow	2
14.	Roset		5
15.	Benang kasur		25 meter
16.	Kabel NYA merah	2,5 mm	3 meter
17.	Kabel NYA hitam	2,5 mm	6 meter
18.	Paku ulir	4 cm	50
19.	Multi meter		1

Keselamatan dan Keamanan Kerja

1. Gunakan pakaian kerja yang sesuai dengan jenis pekerjaan
2. hati-hati dalam menggunakan cutter dalam mengupas isolator kabel. Perhatikan prosedur.
3. Ikuti langkah kerja sesuai dengan urutannya.

Langkah kerja

1. Gambar perencanaan dengan menggunakan diagram garis satu dan garis ganda sesuai soal diatas.
2. Hitung kebutuhan alat dan bahan sesuai gambar yang anda rencanakan.
3. Tulis pada bon alat dan bahan dan serahkan pada toolman
4. Pisahkan antara alat dan bahan sambil diperiksa kemungkinan ada alat atau bahan yang tidak sesuai atau rusak.
5. Pasang roll isolator sesuai dengan gambar perencanaan
6. Pasang kabel NYA dan ikat dengan benang
7. Kupas bagian ujung kabel dan beri bulatan dedngan menggunakan tang pembulat, tempelkan pada terminal komponen.
8. Lakukan pemeriksaan instalasi yang anda buat dengan menggunakan multi meter.

Lembar Latihan

Setelah anda melakukan praktek diatas jawab latihan

1. Sebutkan kesulitan pada saat anda menggambar perencanaan pemasangan instalasi listrik penerangan, dan bagaimana cara mengatasinya.

2. Sebutkan cara kerja saklar seri
3. Jelaskan cara memasang saklar seri untuk tiap tiap lampu
4. Jelaskan bagaimana cara menguji instalasi listrik, sehingga anda memutuskan bahwa itu baik.
5. Dengan melihat komponen/bahan yang dipasangkan pada Instalasi listrik, kemungkinan akan terjadi masalah/ gangguan pada

Kunci jawaban

1. kesulitan biasanya terjadi pada menentukan perbandingan gambar dengan instalasi yang sebenarnya. Mengatasinya dengan melakukan pengukuran antara bidang benda kerja dengan kertas, lalu di bandingkan.
2. Cara kerja saklar seri : saklar seri merupakan dua saklar (S1 dan S2) yang dipasang sejajar pada satu kotak, salah satu terminalnya saling dihubungkan. Apabila ujung-ujung terminal dihubungkan dengan kawat penghantar, seolaholah dua saklar yang dirangkaikan secara seri.
3. Pemasangan saklar seri: terminal yang saling dihubungkan akan masuk pada fasa, sedangkan kedua terminal yang tidak saling dihubungkan akan dihubungkan untuk mengendalikan lampu L1 dan lampu L2.
4. Pengujian Instalasi Listrik :
 - Ø Buka semua lampu yang terpasang pada Instalasi listrik atau letakkan pada posisi off semua saklar yang terpasang, buka semua perangkat yang terpasang pada stop kontak.
 - Ø Ukur dengan Ohm meter pada stop kontak dengan kalibrasi yang paling besar.
 - Ø Hasil pengukuran yang baik pada stop kontak tersebut tidak terdapat hambatan listrik atau jarum meter tidak bergerak/diam.
5. Biasanya pemasangan fitting, disebabkan ulir pada lampu tidak semuanya cocok dengan fitting.

Lembar kerja siswa 3

Lembar kerja ini merupakan kegiatan praktek yang dilakukan untuk memperoleh penjelasan dari hasil bacaan di atas dan sekaligus dapat memahami listrik, rangkaian listrik dan instalasi tenaga.

Tujuan praktek

- Ø Merencanakan gambar pemasangan instalasi listrik tenaga
- Ø Menghitung bahan dan alat yang dipergunakan sesuai dengan gambar instalasi listrik yang direncanakan
- Ø Mengenal bahan/komponen instalasi listrik tenaga
- Ø Dapat memasang bahan /komponen listrik, pada instalasi tenaga sesuai dengan gambar perencanaan
- Ø Menguji instalasi listrik dengan menggunakan alat ukur listrik.

Soal Praktek

Gambar dengan diagram garis satu dan garis ganda rencana pemasangan instalasi listrik tenaga pada sebuah ruangan unit proses yang terdiri dari :

- Ø Sebuah sikring berkutub tiga
- Ø Sebuah saklar truas sebagai saklar control berkutub tiga untuk mengendalikan stop kontak yang akan berhubungan dengan mesin/motor listrik

Buatlah instalasinya pada papan yang telah disediakan sesuai dengan gambar perencanaan tersebut.

Alat dan bahan

No.	Nama alat/bahan	Spesifikasi	Jumlah
1.	Tang kombinasi		1
2.	Tang pemotong		1
3.	Tang pemegang		1
4.	Tang pembulat		1
5.	Obeng mekanik		1
6.	Multi meter		
7.	Palu		1
8.	Pisau / cutter		1
9.	Papan percobaan	120 x 80 cm	
10.	Kotak sikring	3 fasa	

No.	Nama alat/bahan	Spesifikasi	Jumlah
11.	Saklar tuas	3 fasa	
12.	Stop kontak	3 fasa	
13.	Pipa union	5/8"	3 m
14.	Tule	5/8"	
15.	Paku sekrup		
16.	Mur baud	1/4 x 2	
17.	Kawat NYA merah, hitam, kuning, biru	2,5 mm	3 m
18.	Tali rami		

Keselamatan dan Keamanan Kerja

1. Gunakan pakaian kerja yang sesuai dengan jenis pekerjaan
2. hati-hati dalam menggunakan cutter dalam mengupas isolator kabel. Perhatikan prosedur.
3. Hati-hati dalam pemasangan kabel fasa R,S dan T pada stop kontak, jangan sampai tertukar.
4. Ikuti langkah kerja sesuai dengan urutannya.

Langkah kerja

1. Gambar perencanaan dengan menggunakan diagram garis satu dan garis ganda sesuai soal diatas.
2. Hitung kebutuhan alat dan bahan sesuai gambar yang anda rencanakan.
3. Tulis pada bon alat dan bahan dan serahkan pada toolman
4. Pisahkan antara alat dan bahan sambil diperiksa kemungkinan ada alat atau bahan yang tidak sesuai atau rusak.
5. Pasang sekering, saklar tuas dan stop kontak pada tempat yang telah ditentukan
6. Potonglah pipa union sesuai dengan jarak antara sekering, saklar dan stop kontak
7. Dengan menggunakan pembengkok pipa, lengkungkan bagian dari ujung pipa yang menuju ke kotak sekering, saklar tuas maupun yang ke stop kontak
8. Berilah tule pada ujung-ujung pipa, selanjutnya pasanglah pipa tersebut dengan memasang sengkang-sengkang.

9. Masukkan kabel NYA kedalam pipa yang jumlahnya sesuai dengan gambar. Untuk memasukan kabel pada pipa gunakan alat penarik kawat.
10. Potonglah bagian ujung kabel secukupnya dan kupaslah bagian ujung-ujungnya.
11. Sambungkan hantaran tersebut pada sekrup-sekrup sekring saklar tuas, begiti juga yang ke stop kontak
12. Untuk kawat hantaran tanah, sekrupkan pada badan-badan sekring, saklar tuas dan pada stop kontak.
13. poeriksa kembali sambungan-sambungan kabel serta uji dengan AVO meter, kemungkinan ada sambungan kurang sempurna atau bahkan hubung singkat.
14. Tutuplah kotak sekring, kotak saklar tuas maupun tutup stop kontak
15. Pasangkan motor listrik pada stop kontak
16. Pasangkan pada sumber tegangan, saklar tuas digerakan ke atas motor harus jalan. Dan apabila digerakan ke bawah motor berhenti.

Lembar Latihan

Setelah anda melakukan praktek diatas jawab latihan

1. Jelaskan fungsi saklar tuas fasa tiga pada rangkaian
2. Jelaskan fungsi pengaman (sekring)
3. Jelaskan langkah pengujian instalasi listrik tenaga
4. Jelaskan cara memasang kabel Fasa R, S, T dan 0 pada stop kontak.

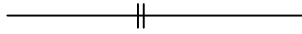
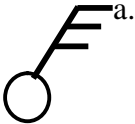
Kunci jawaban

1. Fungsi saklar tuas adalah untuk memutuskan dan menyambung penghantar listrik pada instalasi listrik yang mwemerlukan arus besar.
2. Fungsi pengaman listrik (sekring)
 - a. mengamankan hantaran, aparatur dan motor listrik terhadap beban lebih.
 - b. mengamankan terhadap hubungan singkat antar fasa atau fasa dan netral dan terhadap hubungan singkat aparatur dan motor listrik.
 - c. pengamanan terhadap hubungan singkat dengan badan mesin atau aparat.

3. Pengujian Instalasi Listrik :
 - a. buka semua perangkat yang terpasang pada stop kontak.
 - b. Ukur dengan Ohm meter pada stop kontak dengan kalibrasi yang paling besar.
 - c. Hasil pengukuran yang baik pada stop kontak tersebut tidak terdapat hambatan listrik atau jarum meter tidak bergerak/diam.
4. Pada Stop kontak yang baik biasanya terdapat tanda 0, R,S dan T atau 0,1,2,dan 3

III. EVALUASI

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini, apabila anda masih belum dapat menjawabnya, ulangi mempelajari materi dalam modul ini!

1. Sebutkan pengertian listrik!
2. Sebutkan 3 syarat rangkaian listrik!
3. Pada unit proses instalasi listrik terbagi menjadi 3, sebutkan !
4. Ada dua sistim dalam instalasi listrik. Tuliskan kedua sistim tersebut dan jelaskan pemakaiannya!.
5. Tujuan gambar elektro teknik ialah
6. Pada gambar elektro teknik sebuah gambar dapat dilihat dari 2 sisi yaitu dan
7.  gambar di samping merupakan gambar diagram garis satu, keterangan gambar tersebut menunjukkan
- a.  gambar bagan di samping ini menunjukkan gambar dari
8. Jelaskan yang dimaksud dengan Instalasi listrik tenaga/industri!
9. Jelaskan keuntungan penggunaan sistim fasa tiga dibandingkan dengan sistim fasa satu pada instalasi listrik tenaga / industri!
10. Sebutkan 5 macam kabel Instalasi listrik yang biasa digunakan!
11. Jelaskan perbedaan antara kabel NYM dengan NYY!
12. Sebutkan fungsi saklar dan sebutkan 5 macam saklar pada instalasi listrik!
13. Sebutkan fungsi isolator pada instalasi listrik!
14. Jelaskan fungsi pengaman sikring!!
15. Sebuah kotak sikring terdiri dari
16. Jelaskan fungsi tespen!
17. Sebutkan fungsi multi meter!
18. Jelaskan langkah pengoperasian Volt meter!
19. Yang membedakan antara Volt meter, Ohm meter dan Ampere meter secara fisis adalah
20. Sebutkan fungsi tang lancip

21. Sebutkan fungsi tang pembulat
22. Sebutkan 5 macam obeng yang sesuai dengan kegunaannya
23. Sebutkan fungsi dari solder
24. Sebutkan 2 jenis tracker dan fungsinya
25. Bagaimana kedudukan Volt meter dalam melakukan pengukuran lampu L1 pada suatu rangkaian listrik
26. Bagaimana kedudukan Ampere meter dalam melakukan pengukuran lampu L1 pada suatu rangkaian listrik
27. Sebutkan penyebab terjadinya spaning/ tegangan turun dan bagaimana mengatasinya.
28. Sebutkan penyebab terjadinya Steker atau kotak kontak meleleh/panas dan bagaimana mengatasinya.
29. Sebutkan penyebab terjadinya NCB turun terus meskipun seluruh jaringan dimatikan dan bagaimana mengatasinya.

Kunci Jawaban

1. Listrik ialah peristiwa Bergeraknya electron pada suatu penghantar listrik
2. Syarat rangkaian listrik :
 - ✓ adanya sumber daya listrik
 - ✓ adanya bahan penghantar listrik (kabel)
 - ✓ adanya resistansi (beban) R
3. Instalasi listrik dibedakan menjadi :
 - ✓ Instalasi Listrik Penerangan
 - ✓ Instalasi Listrik Tenaga/Industri
 - ✓ Instalasi Listrik pada mesin.
4. Dua macam sistim instalasi listrik :
 - sistim fasa satu 220 Volt
hanya menggunakan dua kawat yaitu 1 nol dan 1 fasa, biasanya digunakan pada instalasi listrik penerangan dan alat rumah tangga.
 - sistim fasa tiga 380 Volt

sistem delta ∇ menggunakan 3 kawat fasa dan Ground (pemanahan), sistem bintang Y menggunakan 3 kawat fasa, 1 nol. Biasanya digunakan pada instalasi listrik tenaga/industri untuk mensuplai kebutuhan motor listrik sebagai penggerak mesin (tenaga).

5. Tujuan Gambar elektro teknik memberi keterangan tentang pelaksanaan instalasi listrik dan pembuatan peralatan listrik
6. Tujuan dan cara menggambarinya.
7. Dua buah hantaran yang sama
8. Saklar tunggal berkutub tiga
9. Yang dimaksud dengan instalasi tenaga /industri ialah instalasi yang menggunakan tenaga listrik untuk diubah menjadi tenaga mekanik. Yang dapat merubah tenaga listrik menjadi mekanik umumnya ialah motor listrik
10. Sistem fasa tiga menggunakan tegangan yang besar sehingga menekan kebutuhan arusnya apabila dibandingkan dengan sistem fasa satu. Akibatnya pemakaian luas penampang kabel akan jauh lebih kecil sehingga alat lainnya pun akan disesuaikan dengan kapasitas arus yang terpakai. Akibatnya sistem fasa tiga akan menghemat pengeluaran sampai dengan 67 % dibandingkan dengan sistem fasa satu.
11. NGA, NTA, NYM, NYY, SNUR
12. Kabel NYM

Merupakan kabel tunggal yang bahan isolatornya terbuat dari PVC yang digabung dalam satu kemasan yang terdiri dari beberapa kabel NYA. Yang dilapisi oleh karet dan dilapisi oleh lapisan luar PVC.

Digunakan pada tempat yang terlindung, dapat ditanam dalam tembok atau beton.

Kabel NYY

Merupakan kabel tunggal yang bahan isolatornya terbuat dari PVC yang digabung dalam satu kemasan yang terdiri dari beberapa kabel NYA. Yang dilapisi oleh karet dan dilapisi oleh lapisan luar PVC dan lapisan paling luar yang terdiri dari campuran beberapa bahan yang tahan terhadap oksigen.

Digunakan pada tempat yang terlindung, dapat ditanam dalam tembok atau beton, dibentangkan diudara, dan ditanam dalam tanah.

13. Saklar fungsinya untuk memutuskan dan menghubungkan hubungan listrik.
Macamnya (1). Saklar tunggal (2). Saklar seri (3). Saklar tarik (4) saklar putar (5). Saklar tekan
14. Isolator adalah bahan penyekat listrik, fungsinya untuk memisahkan, melindungi, kawat kabel listrik terhadap benda / kabel yang lain yang dianggap membahayakan.
15. Fungsi pengaman (sekring)
- mengamankan hantaran, aparatur dan motor listrik terhadap beban lebih.
 - mengamankan terhadap hubungan singkat antar fasa atau fasa dan netral dan terhadap hubungan singkat aparatur dan motor listrik.
 - pengamanan terhadap hubungan singkat dengan badan mesin atau aparat.
16. Sebuah kotak sikering terdiri dari :
- rumah sikering (gambar 1)
 - tudung sikering (gambar 2)
 - pengepas patron lebur (gambar 3)
 - sakelar arus maksimal.
17. fungsi tespen untuk melakukan pemeriksaan suatu bahan penghantar dilalui arus listrik atau tidak. tegangannya berada di atas 70 Volt
18. Untuk mengukur Kuat Arus listrik DC, Tegangan Listrik AC /DC dan Hambatan Listrik
19. Langkah menggunakannya Volt meter.
- ✓ langkah persiapan
 - Ø Pilih meter yang sesuai dengan besaran yang diukur
 - Ø Masukkan testlead merah pada terminal batas ukur misal 2,5, 10, dll sesuai dengan besaran yang akan diukur
 - Ø Tepatkan posisi jarum pada angka nol
 - ✓ langkah pengukuran
 - Ø Pastikan titik yang akan diukur sudah benar
 - Ø Perhatikan batas ukur yang digunakan dan pilih skala yang digunakan.
 - Ø Tempelkan test lead pada titik pengukuran. Pastikan polaritas-nya sudah benar, Penempelan harus tepat dan kuat, dan tangan kita tidak memegang bahan konduktor test lead.
 - ✓ langkah pembacaan

- Ø Pastikan kembali batas ukur dan skala yang digunakan.
 - Ø Mata harus tepat pada jarum. Hal ini untuk menghindarkan dari kesalahan paralax.
 - Ø Membaca penunjukkan jarum pada skala.
20. Lambang A, V atau Ω yang berada tepat ditengah meter tersebut.
21. Tang lancip berfungsi untuk memegang benda yang kecil, mengambil benda kecil yang jatuh pada bagian mesin yang sempit, dan lain-lain.
22. Tang pembulat berfungsi untuk membulatkan ujung kabel yang akan di pasang pada terminal
23. Macam-macam Obeng; (1). obeng listrik (2). Obeng mekanik (3). Obeng kayu (4). Obeng spiral (genjot) (5). Obeng offset
24. fungsi solder untuk menghubungkan dua buah logam dengan timah, dengan cara dipanaskan. Pada pekerjaan listrik digunakan untuk menyambung dua kabel listrik agar lebih kuat
25. Ada dua jenis tracker :
- Ø Tracker penarik kabel/kawat digunakan untuk menarik tiang listrik agar tidak miring pada satu sisi.
 - Ø Tracker pembuka bearing untuk membuka bearing pada motor listrik atau generator.
26. Kedudukan Volt meter parallel dengan lampu yang diukur
27. Kedudukan Ampere meter seri dengan lampu yang diukur
28. Gejala kerusakan : Turun tegangan / spaning
- Penyebab :
- ✓ Penggunaan kabel yang luas penampangnya kecil dan panjang.
 - ✓ Sambungan yang tidak kuat
- Pencegahan /perawatan dan perbaikan :
- ✓ Gunakan kabel yang secara teknis sesuai standar. Terutama untuk instalasi yang jaraknya jauh perhitungkan kehilangan daya akibat resistansi kabel tesebut.
 - ✓ Pastikan sambungannya dalam keadaan baik dan kuat. Apabila memungkinkan sebaiknya di solder.
29. Gejala kerusakan : Steker/kotak kontak meleleh
- Penyebab :
- ✓ Hubungn antara steker dan stopkontak kotor atau longgar.

- ✓ Daya pada alat yang terpasang terlalu besar dan tidak sesuai dengan kapasitas kabel

Pencegahan /perawatan dan perbaikan :

- ✓ Gunakan stop kontak yang secara teknis memnuhi standar.
- ✓ Buka stop kontak, bersihkan penghantar pada stop kontak, rapatkan posisi penghantar tersebut. Putar sekrup kemungkinan juga kendur.
- ✓ Apabila tidak memungkinkan lagi digunakan, ganti dengan yang baru.
- ✓ Perhatikan besar luas penampang kabel apakah sesuai dengan daya pada alat tersebut, missal untuk alat dengan daya 1 ½ PK digunakan kabel snur 0.5 mm.
Ganti kabel snur pada alat tersebut

30. Gejala kerusakan : NCB turun terus meskipun seluruh jaringan dimatikan.

Penyebab : NCB rusak

Pencegahan /perawatan dan perbaikan :

- ✓ Akibat dari NCB yang sering turun, sehingga bagian per dan penahannya rusak.
- ✓ Ganti dengan yang baru

Daftar Pustaka

- Darsono B.Sc, Agus Pinidjo, B.Sc, (1979) Teori dan Praktek Dasar Listrik 1, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Haroen Mujono, Ir. Broto Sugondo, B.Sc. (1979), Petunjuk Praktek Listrik Tenaga. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- P. Van Harten, E. Setiawan, Ir. (1986). Instalasi Listrik Arus Kuat 1, Bina Cipta. Jakarta.
- Rubini, Hadisaswanto, Drs. (1982). Alat Rumah Tangga Listrik. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Direktorat Pendidikan Menengah Kejuruan. Jakarta.
- Widagdo Mangunwiyoto, Suharyo, Ir. (1990). Pelajaran Fisika untuk SMA. Erlangga Jakarta.