



LAMPIRAN

Lampiran 1. Permohonan Surat Pengambilan Data



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PENDIDIKAN GANESHA
FAKULTAS TEKNIK DAN KEJURUAN
JURUSAN TEKNOLOGI INDUSTRI
Alamat Jalan Udayana Nomor 11, Singaraja 81116
Telepon (0362) 25571 Fax. (0362) 25571
Laman <http://ftk.undiksha.ac.id>

Singaraja, 12 September 2023

Nomor : 239/UN48.11.6/PL/2023
Perihal : Permohonan Surat Pengambilan Data

Yth. Dekan Fakultas Teknik dan Kejuruan
Di Tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan proses penyelesaian Tugas Akhir / Skripsi yang dilaksanakan oleh saudara mahasiswa:

Nama : Muhammad Nur Aras
NIM : 1915061028
Semester : IX
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Jurusan : Teknologi Industri
Fakultas : Teknik dan Kejuruan
Tempat Pengambilan Data : SMK Negeri 3 Singaraja

Bersama ini kami mohonkan kepada Bapak untuk berkenan memfasilitasi kebutuhan data untuk **Tugas Akhir / Skripsi** mahasiswa yang bersangkutan.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ketua Jurusan Teknologi Industri



Ketut Udy Ariawan, S.T., M.T.
NIP 197901232010121001



Catatan :

- UU ITE No. 11 Tahun 2008 Pasal 5 ayat 1 "Informasi Elektronik dan/atau Dokumen Elektronik dan/atau hasil cetaknya merupakan alat bukti hukum yang sah"
 - Dokumen ini tertanda ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan BsrE
 - Surat ini dapat dibuktikan keasliannya dengan menggunakan *qr code* yang telah tersedia
-

Lampiran 2. Surat Keterangan Pelaksanaan Penelitian



SURAT KETERANGAN

Nomor : B.31.400.7.22.1/239/SMKN 3 SGR/DIKPORA

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nyoman Nilon, S.Pd., M.Pd
NIP : 19820312 200902 2 003
Jabatan : Kepala SMK Negeri 3 Singaraja

menerangkan bahwa mahasiswa tersebut di bawah ini :

Nama : Muhammad Nur Aras
N I M : 1915061028
Semester : X
Program Studi : Pendidikan Teknik Elektro
Jurusan/Fakultas : Pendidikan Industri – Universitas Pendidikan Ganesha

Memang benar Mahasiswa tersebut diatas telah melaksanakan Penelitian untuk penyusunan Skripsi yang dilaksanakan pada tanggal 03 Januari s/d 21 Februari 2024 di kelas X TKL 1 SMK Negeri 3 Singaraja.

Demikian surat keterangan ini dibuat dengan sebenarnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Bali, 8 Maret 2024

Ditandatangani secara elektronik oleh :
KEPALA SEKOLAH
Nyoman Nilon, S.Pd., M.Pd.
NIP. 19820312 200902 2 003



Balai Sertifikasi Elektronik

Dokumen ini telah ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat elektronik yang diterbitkan oleh BSrE



Lampiran 3. Capaian Pembelajaran

CAPAIAN PEMBELAJARAN SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN

Bidang Keahlian	: Energi dan Pertambangan
Program Keahlian	: Teknik Ketenagalistrikan
Mata Pelajaran	: Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan
Waktu	: 216 Jam Pelajaran

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. Tujuan

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.

C. Karakteristik

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.

Perencanaan, pelaksanaan dan penilaian pembelajaran harus sesuai dengan karakteristik mata pelajaran dan tujuan yang dicapai. Pelaksanaan pembelajaran dapat menggunakan model pembelajaran berbasis proyek (*project-based learning*), *discovery learning*, pembelajaran berbasis masalah (*problem-based learning*), atau *inquiry learning* serta metode pembelajaran antara lain ceramah, tanya jawab, diskusi, observasi, peragaan atau demonstrasi yang dipilih berdasarkan karakteristik materi dan tujuan yang ingin dicapai. Penilaian meliputi aspek pengetahuan melalui tes dan non-tes, aspek sikap melalui observasi, catatan kejadian menonjol (*anecdotal record*), penilaian antar-teman, dan penilaian diri serta aspek keterampilan melalui penilaian proses, produk, portofolio dan studi kasus. Pembelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan dapat dilakukan dengan sistem blok (*block system*) disesuaikan dengan karakteristik elemen yang dipelajari.

Mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan memiliki elemen-elemen sebagai berikut:

Elemen	Deskripsi
Proses bisnis menyeluruh di bidang industri ketenagalistrikan	Meliputi proses bisnis pada bidang teknik ketenagalistrikan, meliputi perencanaan instalasi, pembuatan panel, pemeliharaan dan perbaikan mesin yang menggunakan arus listrik, termasuk perawatan peralatan ketenagalistrikan, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
Perkembangan teknologi dan isu-isu global terkait industri ketenagalistrikan	Meliputi perkembangan industri ketenagalistrikan yang mengalami transformasi menuju <i>Electricity 4.0</i> , digitalisasi, <i>Internet of Things</i> , dan peralatan-peralatan cerdas seperti <i>smart meter</i> , <i>smart sensor</i> , <i>smart appliances and devices</i> , SCADA dan HMI.
Profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>) serta peluang usaha di bidang ketenagalistrikan	Meliputi profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>), serta peluang usaha di bidang ketenagalistrikan.
Teknik dasar proses kerja dan teknologi pada bidang ketenagalistrikan	Meliputi praktik dasar yang terkait dengan seluruh proses kerja dan teknologi yang diaplikasikan dalam bidang ketenagalistrikan, antara lain instalasi listrik, teknik pengukuran, dan pemeliharaan komponen ketenagalistrikan.
Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup	Meliputi penerapan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-

(K3LH) dan budaya kerja industri	prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).
Teori dasar listrik dan bahan yang digunakan dalam ketenagalistrikan	Meliputi tegangan, arus, tahanan, kapasitansi dan rangkaian dasar kelistrikan, serta jenis-jenis bahan yang digunakan dalam ketenagalistrikan.
Alat tangan dan alat kerja kelistrikan	Meliputi penggunaan alat tangan dan alat kerja kelistrikan, serta pekerjaan dasar penyambungan kabel dan pemasangan konektor.
Alat ukur dan alat uji kelistrikan	Meliputi penggunaan alat ukur dan alat uji kelistrikan, yang menyangkut konsep dasar kelistrikan, sistem tenaga listrik, dasar elektronika, serta teknik digital.
Perangkat lunak gambar teknik listrik	Meliputi perencanaan, pembuatan, dan penginterpretasian gambar kerja dalam pelaksanaan pekerjaan ketenagalistrikan.

D. Capaian Pembelajaran

Pada akhir fase E (kelas X SMK) peserta didik akan mendapatkan gambaran menyeluruh mengenai program keahlian Teknik Ketenagalistrikan, dalam rangka menumbuhkan renjana (*passion*), visi (*vision*), imajinasi, dan kreativitas untuk merencanakan dan melaksanakan aktivitas belajar. Capaian pembelajaran pada elemen-elemen mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan dapat diuraikan sebagai berikut:

Elemen	Capaian Pembelajaran
Proses bisnis menyeluruh di bidang industri ketenagalistrikan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami proses bisnis pada bidang teknik ketenagalistrikan, meliputi perencanaan instalasi, pembuatan panel, pemeliharaan dan perbaikan mesin yang menggunakan arus listrik, termasuk perawatan peralatan ketenagalistrikan, dan pengelolaan sumber daya manusia dengan memperhatikan potensi dan kearifan lokal.
Perkembangan teknologi dan isu-isu global terkait industri ketenagalistrikan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami perkembangan industri ketenagalistrikan yang mengalami transformasi menuju <i>Electricity 4.0</i> , digitalisasi, <i>Internet of Things</i> , dan peralatan-peralatan cerdas seperti <i>smart meter</i> , <i>smart sensor</i> , <i>smart appliances and devices</i> , SCADA dan HMI.
Profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>) serta peluang usaha di bidang ketenagalistrikan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami profesi dan kewirausahaan (<i>job-profile</i> dan <i>technopreneurship</i>), serta peluang usaha di bidang ketenagalistrikan, untuk membangun vision dan passion, dengan melaksanakan pembelajaran berbasis proyek nyata sebagai simulasi proyek kewirausahaan.
Teknik dasar proses kerja dan teknologi pada bidang ketenagalistrikan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami praktik dasar yang terkait dengan seluruh proses kerja dan teknologi yang

	diaplikasikan dalam bidang ketenagalistrikan, antara lain instalasi listrik, teknik pengukuran, dan pemeliharaan komponen ketenagalistrikan.
Keselamatan dan Kesehatan Kerja Lingkungan Hidup (K3LH) dan budaya kerja industri	Pada akhir fase E, peserta didik mampu menerapkan K3LH dan budaya kerja industri, antara lain: praktik-praktik kerja yang aman, bahaya-bahaya di tempat kerja, prosedur-prosedur dalam keadaan darurat, dan penerapan budaya kerja industri (Ringkas, Rapi, Resik, Rawat, Rajin).
Teori dasar listrik dan bahan yang digunakan dalam ketenagalistrikan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu memahami tegangan, arus, tahanan, kapasitansi dan rangkaian dasar kelistrikan, serta jenis-jenis bahan yang digunakan dalam ketenagalistrikan.
Alat tangan dan alat kerja kelistrikan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu menggunakan alat tangan dan alat kerja kelistrikan, serta melakukan pekerjaan dasar penyambungan kabel dan pemasangan konektor.
Alat ukur dan alat uji kelistrikan	Pada akhir fase E, peserta didik mampu menggunakan alat ukur dan alat uji kelistrikan, yang menyangkut konsep dasar kelistrikan, sistem tenaga listrik, dasar elektronika, serta teknik digital.
Perangkat lunak gambar teknik listrik	Pada akhir fase E, peserta didik mampu merencanakan, membuat, dan menginterpretasikan gambar kerja dalam pelaksanaan pekerjaan ketenagalistrikan.

E. Referensi

1. Skema Sertifikasi kualifikasi level II pada kompetensi keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.
2. Skema Sertifikasi kualifikasi level II pada kompetensi keahlian Teknik Jaringan Tenaga Listrik.
3. Skema Sertifikasi kualifikasi level II pada kompetensi keahlian Teknik Pembangkit Tenaga Listrik.
4. Skema Sertifikasi kualifikasi level III pada kompetensi keahlian Teknik Tenaga Listrik.
5. Kepmenaker Nomor 631 Nomor 2016 tentang Penetapan SKKNI Kategori Kategori Industri Pengolahan Golongan Pokok Industri Mesin dan Perlengkapan yang tidak diklasifikasikan di tempat bidang (YTDL) bidang Otomasi Industri.

Pertemuan 1 Menjelaskan Praktik Kerja Yang Aman

BAB 1

PRAKTIK-PRAKTIK KERJA YANG AMAN

A. Penetapan Lingkungan Kerja Yang Aman

Dalam lingkungan tempat kerja tentu terdapat banyak peralatan-peralatan yang menggunakan sumber listrik. Bahkan sumber listrik yang digunakan dengan kapasitas yang besar. Untuk itu pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja harus benar-benar diperhatikan dan dilaksanakan, karena apabila pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja diabaikan akan sangat berbahaya bagi para pekerja, perusahaan dan lingkungan disekitar tempat kerja.

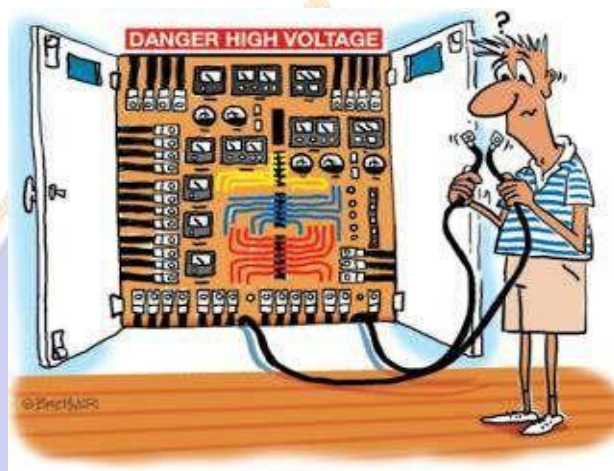
Pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) adalah salah satu upaya untuk menciptakan tempat kerja yang aman, sehat, bebas dari pencemaran lingkungan, sehingga dapat mengurangi bahkan bebas dari kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas kerja. Kecelakaan kerja tidak saja menimbulkan korban jiwa maupun kerugian materi bagi pekerja dan pengusaha, tetapi juga dapat mengganggu proses produksi secara menyeluruh, merusak lingkungan yang akan berdampak pada masyarakat luas. Untuk itu setiap tempat kerja harus melaksanakan upaya kesehatan kerja, agar tidak terjadi gangguan kesehatan pada pekerja, keluarga, masyarakat dan lingkungan disekitarnya. Salah satunya yaitu dengan memasang proteksi untuk keselamatan di tempat kerja. Proteksi untuk keselamatan sangat menentukan sebagai persyaratan terpenting untuk melindungi manusia dan peralatan yang ada di tempat kerja. Proteksi tersebut yaitu:

1. Proteksi dari kejut listrik.
2. Proteksi dari efek termal.
3. Proteksi dari arus lebih.

4. Proteksi dari tegangan lebih, khususnya akibat petir.
5. Proteksi dari tegangan kurang.
6. Pemisahan dan penyakelaran.

Tindakan proteksi ini dapat diterapkan pada seluruh instalasi, pada sebagian instalasi atau pada suatu perlengkapan, khususnya terhadap bahaya kejut listrik. Bahaya kejut listrik dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

1. Sentuhan Secara Langsung, adalah bahaya sentuhan pada bagian konduktif yang secara normal bertegangan.

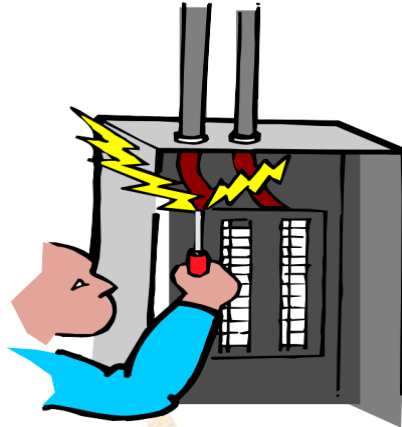


Gambar Perbaikan Instalasi Listrik

Cara mengatasi bahaya sentuh langsung yaitu dengan cara :

- a. Proteksi dengan isolasi bagian aktif.
 - b. Proteksi dengan penghalang atau selungkup.
 - c. Proteksi dengan rintangan.
 - d. Proteksi dengan penempatan di luar jangkauan.
 - e. Proteksi tambahan dengan Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)
2. Sentuhan Tidak Langsung, adalah bahaya sentuhan pada bagian konduktif yang secara normal tidak bertegangan, menjadi bertegangan karena terjadi kegagalan isolasi.

Gambar 5.2. Bahaya Sentuhan Tidak Langsung



Cara mengatasi bahaya sentuhan tak langsung yaitu dengan cara :

- a. Proteksi dengan pemutusan suplai secara otomatis.
- b. Proteksi dengan penggunaan perlengkapan kelas II atau dengan isolasi ekuivalen.
- c. Proteksi dengan lokasi tidak konduktif.
- d. Proteksi dengan ikatan penyama potensial lokal bebas bumi.
- e. Proteksi dengan separasi listrik.

Selain itu bahaya yang ada di tempat kerja adalah kebakaran. Kebakaran dapat terjadikarena disebabkan oleh:

- a. Pembebanan lebih.
- b. Sambungan tidak sempurna.
- c. Perlengkapan tidak standar.
- d. Pembatas arus tidak sesuai.
- e. Kebocoran isolasi.
- f. Listrik statik
- g. Sambaran petir.

B. Tanggung Jawab Pekerja dan Peralatan

Pada saat ini karyawan dipandang sebagai salah satu aset perusahaan yang penting dan harus dikembangkan untuk mendukung kemajuan perusahaan. Ditinjau

dari pemberdayaan dan pengelolaan sumber daya manusia, perusahaan perlu menciptakan lingkungan yang kondusif, imbalan yang layak dan adil, beban kerja yang sesuai dengan keahlian karyawan, sikap dan perilaku dari manajer untuk membentuk kepuasan karyawan.

Kepuasan karyawan menjadi penting karena merupakan salah satu kunci pendorong moral dan disiplin serta kinerja karyawan yang akan berpengaruh terhadap kualitas pelayanan dalam upaya mewujudkan sasaran perusahaan. Untuk itu perusahaan hendaknya memperhatikan kinerja setiap karyawannya. Kinerja yang baik adalah langkah untuk tercapainya tujuan perusahaan itu sendiri. Tetapi itu tidak mudah karena banyak faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kinerja seseorang.



Berikut ini adalah faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kinerja seseorang adalah:

1. Motivasi

Merupakan dasar utama bagi seseorang dalam memuaskan dan memenuhi kebutuhannya atau untuk melakukan kegiatan-kegiatan tertentu untuk mencapai suatu tujuan.

2. Kepuasan kerja karyawan

Kepuasan kerja adalah keadaan emosional yang menyenangkan atau tidak dimana para karyawan memandang pekerjaan mereka. Karyawan yang mendapat kepuasan kerja akan melaksanakan pekerjaan dengan lebih baik.

3. Beban Kerja

Beban kerja adalah sejumlah kegiatan yang harus diselesaikan oleh karyawan dalam jangka waktu tertentu. Beban kerja berpengaruh positif terhadap stres kerja. Semakin berat beban kerja yang ditanggung, maka akan semakin besar resiko terkena stres dan kinerjanya akan semakin menurun.

4. Jam Kerja

Jam kerja yang lebih pendek bisa mendatangkan konsekuensi-konsekuensi positif, misalnya seperti meningkatkan kesehatan hidup karyawan dan keluarganya, mengurangi kecelakaan di tempat kerja dan mempertinggi produktivitas. Tetapi jam kerja yang pendek juga memiliki sisi negatif yaitu terutama bagi negara-negara berkembang dan transisi karena bisa menyebabkan pengangguran dan dengan demikian cenderung meningkatkan kemiskinan.

Sampai saat ini tingkat kecelakaan kerja masih sangat tinggi karena masih banyak perusahaan-perusahaan yang belum menerapkan pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja dan kurangnya pemahaman tentang pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja. Untuk itu pemerintah mewajibkan setiap perusahaan untuk melaksanakan Keselamatan dan Kesehatan Kerja untuk menjaga keselamatan dan kesehatan para pekerja, alat dan lingkungan di sekitar perusahaan.

Pemerintah di dalam menjaga keselamatan dan kesehatan kerja karyawan, perusahaan dan lingkungan sekitar mewajibkan untuk peningkatan pelaksanaan Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta mengaturnya dalam undang-undang. Untuk itu setiap pekerja mempunyai tanggung jawab untuk memelihara dan menjaga kesejahteraan.

Berikut ini adalah tanggung jawab pekerja dan yang harus dilakukan di tempat kerja berdasarkan undang-undang Republik Indonesia adalah:

1. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 3 Tahun 1992

Menyatakan bahwa sudah sewajarnya apabila tenaga kerja juga berperan aktif dan ikut bertanggung jawab atas pelaksanaan program pemeliharaan dan peningkatan kesejahteraan demi terwujudnya perlindungan tenaga kerja dan keluarganya dengan baik. Jadi bukan hanya perusahaan saja yang bertanggung jawab dalam masalah ini, tetapi juga para karyawan harus ikut berperan aktif dalam hal ini agar dapat tercapai kesejahteraan bersama.

2. Undang-Undang No. 13 Tahun 2003

Menyebutkan bahwa setiap pekerja/buruh berhak untuk memperoleh perlindungan atas:

- a. Keselamatan dan kesehatan kerja
- b. Moral dan kesusilaan
- c. Perlakuan yang sesuai dengan harkat dan martabat manusia serta nilai-nilai agama.

Selain itu pemerintah juga mewajibkan bagi para pekerja untuk menggunakan alat pelindung diri saat berada di tempat kerja. Yang menjadi dasar hukum dari alat pelindung diri ini adalah: Undang-Undang Nomor 1 Tahun 1970 Bab IX Pasal 13 tentang Kewajiban Bila Memasuki Tempat kerja yang berbunyi:

“Barangsiapa akan memasuki sesuatu tempat kerja, diwajibkan mentaati semua petunjuk keselamatan kerja dan memakai alat-alat perlindungan diri yang diwajibkan.” Alat pelindung diri adalah kelengkapan yang wajib digunakan saat bekerja sesuai kebutuhan untuk menjaga keselamatan pekerja itu sendiri dan orang lain di sekelilingnya. Yang termasuk alat pelindung diri adalah:

a. Safety Helmet

Alat ini berfungsi sebagai pelindung kepala dari benda yang bisa mengenai kepala secara langsung.

b. Tali Keselamatan (Safety Belt)

Alat ini berfungsi sebagai alat pengaman ketika menggunakan alat transportasi ataupun peralatan lain yang serupa (mobil, pesawat, alat berat atau yang lainnya).

c. Sepatu Karet (Sepatu Boot)

Alat ini berfungsi sebagai alat pengaman saat bekerja di tempat yang becek ataupun berlumpur.

d. Sepatu Pelindung (Safety Shoes)

Alat ini berfungsi untuk mencegah kecelakaan fatal yang menimpa kaki karena tertimpa benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, atau yang lainnya.

e. Sarung Tangan

Alat ini berfungsi sebagai alat pelindung tangan pada saat bekerja di tempat yang dapat mengakibatkan cedera tangan.

f. Tali Pengaman (Safety Harness)

Alat ini berfungsi sebagai pengaman saat bekerja di ketinggian.

g. Penutup Telinga (Ear Plug/ Ear Muff)

Alat ini berfungsi sebagai pelindung telinga pada saat bekerja di tempat yang bising.

h. Kacamata Pengaman (Safety Glasses)

Alat ini berfungsi sebagai pelindung mata ketika bekerja (misal mengelas).

i. Masker (Respirator)

Alat ini berfungsi sebagai penyaring udara yang dihirup saat bekerja di tempat kerja dengan kualitas udara yang buruk (misal berdebu, beracun, berasap, dan sebagainya).

j. Pelindung Wajah (Face Shield)

Alat ini berfungsi sebagai pelindung wajah dari percikan benda asing saat bekerja (misal pada pekerjaan menggerinda).

k. Jas Hujan (Rain Coat)

Berfungsi melindungi diri dari percikan air saat bekerja (misal bekerja pada saat hujan atau sedang mencuci alat).

Untuk menjamin keselamatan para pekerja, alat dan lingkungan sekitar maka perusahaan harus melaksanakan keselamatan dan kesehatan kerja baik itu di tempat kerja ataupun perlengkapan para pekerjanya. Sehingga proses produksi dapat berjalan dengan lancar dan aman.



Pertemuan ke 2 Menjelaskan Bahaya-bahaya di Tempat Kerja

BAB 2

BAHAYA-BAHAYA DI TEMPAT KERJA

A. Arus Listrik Serta Keamanan dan Keselamatan Manusia

Keamanan adalah kebutuhan dasar manusia prioritas kedua berdasarkan kebutuhan fisiologis dalam hirarki Maslow yang harus terpenuhi selama hidupnya, sebab dengan terpenuhinya rasa aman, setiap individu dapat berkarya dengan optimal dalam hidupnya. Mencari lingkungan yang betul-betul aman memang sulit, maka konsekuensinya promosi keamanan berupa kesadaran dan penjagaan adalah hal yang penting.

Dalam rangka usaha menyadarkan pentingnya menjaga keamanan dan menyediakan keamanan bagi anggota keluarga, komunitas dan masyarakat, sangat relevan membahas keamanan dari arus listrik karena arus listrik termasuk penyebab kecelakaan yang cukup dominan yang menyebabkan kebakaran maupun kematian (electrocution), terjadi baik pada perumahan maupun industri. Beberapa penyebab yang berpotensi menyebabkan kecelakaan listrik pada lingkungan kerja maupun rumah tangga:

1. Buruknya kondisi instalasi listrik, antara lain disebabkan oleh:

Pemasangan kabel yang serampangan. Banyak sekali dijumpai kasus instalasi listrik yang serampangan dengan kurang mempertimbangkan kemampuan kabel untuk menyalurkan daya. Demikian juga dengan banyaknya sambungan listrik yang memperbesar impedansi kabel. Kedua hal tersebut dapat meningkatkan suhu kabel sehingga menyebabkan rusaknya isolasi kabel. Rusaknya isolasi kabel berpotensi terjadinya hubung singkat atau kontak dengan manusia.

Rusaknya isolasi kabel karena usia. Seiring dengan bertambahnya usia kabel, kualitas isolasi kabel juga semakin berkurang. Kondisi ini tidak hanya ditemui di rumah tangga, tetapi juga di industri. Tidak mengherankan jika kita

sering menjumpai kabel yang sudah berumur lebih dari 10 tahun masih digunakan dalam instalasi rumah.

Rusaknya isolasi kabel berpotensi menimbulkan kebakaran, dan melalui media lain seperti air atau kayu yang lapuk/basah kontak tidak langsung dengan manusia (kesetrum/electric shock).

2. Kurangnya pemahaman terhadap lingkungan/object kerja

Bekerja dengan alat-alat baru atau alat yang sudah tua, memerlukan perhatian khusus. Analisa yang mendalam (job safety analysis/JSA) perlu dibuat untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak lazim tetapi berpotensi terjadi, semisal asumsi rusaknya isolasi.

3. Penggunaan pemanas listrik

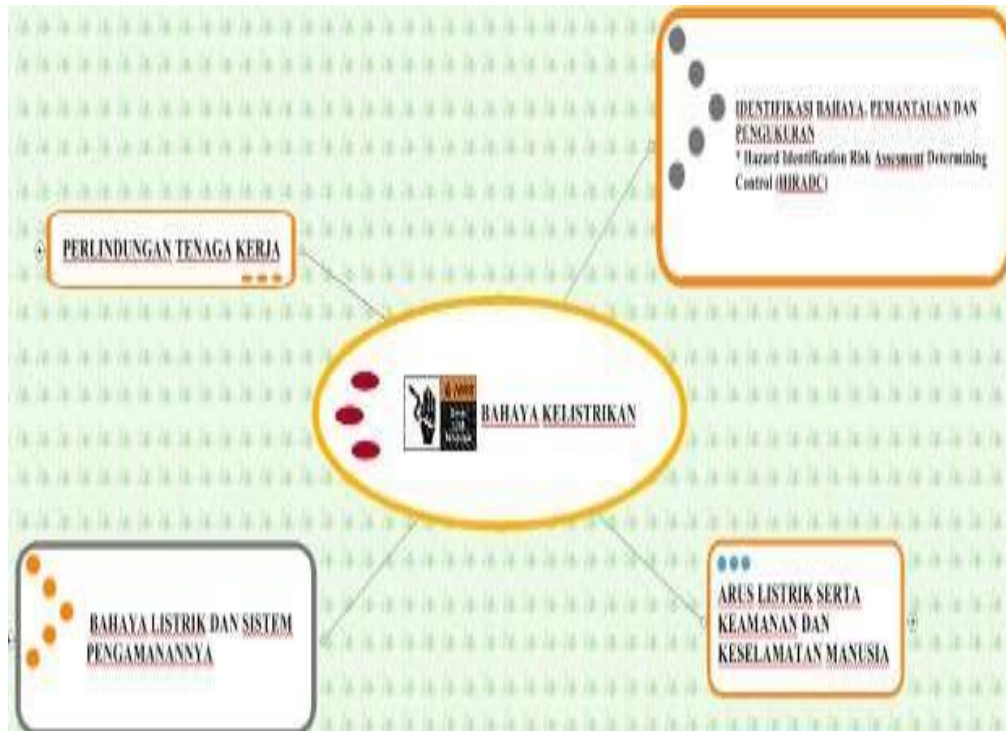
Bahaya rusaknya isolasi pada alat pemanas listrik sangat besar, terutama jika isolasi berhubungan langsung dengan manusia atau media penghantar listrik yang berpotensi kontak dengan manusia. Sebagai contoh water heater. Air mengalir melalui rangkaian pemanas listrik berisolasi. Jika terjadi kebocoran isolasi maka aliran listrik juga akan mengalir melalui air yang dilewatkan. Bisa dibayangkan bahaya yang mengancam jika air tersebut sedang digunakan untuk mandi?

B. Perlindungan Tenaga Kerja

Pasal 3 Ayat 1 UU No. 1 Tahun 1970 tentang keselamatan kerja mengatur tentang syarat-syarat dan sanksi yang diberlakukan bagi perusahaan untuk mengimplementasikan K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) menyatakan dengan

Jelas keharusan untuk memberikan jaminan keselamatan pekerja dalam bentuk pencegahan terkena aliran listrik yang berbahaya. Tindakan pencegahan ini tentunya dapat mengurangi biaya jaminan sosial tenaga kerja (Jamsostek) yang nantinya harus diberikan kepada korban jika terjadi kecelakaan. Pencegahan kecelakaan oleh arus listrik, selain melalui pelatihan, training, informasi, instruksi, safety induction, manual, handbook, maupun buku saku, juga perlu diimplementasikan juga berbagai peralatan pencegahnya, seperti alat yang dapat mencegah terjadinya kecelakaan listrik, baik kesetrum atau kebakaran.

Gambar 4.1. Mind Mapping Bahaya Kelistrikan



C. Bahaya Listrik dan Sistem Pengamanannya

Pada satu sisi, dalam menjalankan aktivitas sehari-hari kita sangat membutuhkan daya listrik. Namun pada sisi lain, listrik sangat membahayakan keselamatan kita kalau tidak dikelola dengan baik. Sebagian besar orang pernah mengalami/merasakan sengatan listrik, dari yang hanya merasa terkejut saja sampai dengan yang merasa sangat menderita. Oleh karena itu, untuk mencegah dari hal-hal yang tidak diinginkan, kita perlu meningkatkan kewaspadaan terhadap bahaya listrik dan jalan yang terbaik adalah melalui peningkatan pemahaman terhadap sifat dasar kelistrikan yang kita gunakan.

1. Bahaya Listrik

Bahaya listrik dibedakan menjadi dua, yaitu bahaya primer dan bahaya sekunder. Bahaya primer adalah bahaya-bahaya yang disebabkan oleh listrik secara langsung, seperti bahaya sengatan listrik dan bahaya kebakaran atau ledakan (Gambar 4.2).

Gambar 4.2. Bahaya Primer Listrik

a) Sengatan listrik

b) Kebakaran dan peledakan



Sedangkan bahaya sekunder adalah bahaya-bahaya yang diakibatkan listrik secara tidak langsung. Namun bukan berarti bahwa akibat yang ditimbulkannya lebih ringan dari yang primer. Contoh bahaya sekunder antara lain adalah tubuh/bagian tubuh terbakar baik langsung maupun tidak langsung, jatuh dari suatu ketinggian, dan lain-lain (Gambar 4.3).

Gambar 4.3. Bahaya Sekunder Listrik



(a) luka terbakar karena kontak langsung



(b) Luka terbakar akibat percikan api



(c) Jatuh

2. Bahaya Listrik bagi Manusia

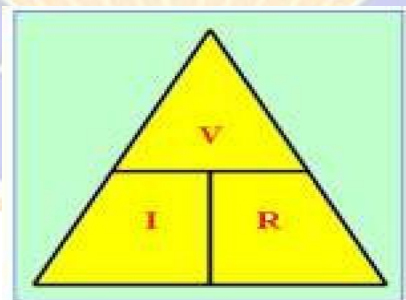
Dampak sengatan listrik antara lain adalah:

- a) Gagal kerja jantung (Ventricular Fibrillation), yaitu berhentinya denyut jantung atau denyutan yang sangat lemah sehingga tidak mampu mensirkulasikan darah dengan baik. Untuk mengembalikannya perlu bantuan dari luar.
- b) Gangguan pernafasan akibat kontraksi hebat (suffocation) yang dialami oleh paru-paru.
 - Kerusakan sel tubuh akibat energi listrik yang mengalir di dalam tubuh,
 - Terbakar akibat efek panas dari listrik.

3. Tiga Faktor Penentu Tingkat Bahaya Listrik

Ada tiga faktor yang menentukan tingkat bahaya listrik bagi manusia, yaitu tegangan (V), arus (I) dan tahanan (R). Ketiga faktor tersebut saling mempengaruhi antara satu dan lainnya yang ditunjukkan dalam hukum Ohm, pada Gambar 4.4).

Gambar 4.4. Tingkat Bahaya Listrik Pada Tegangan, Arus dan Tahanan



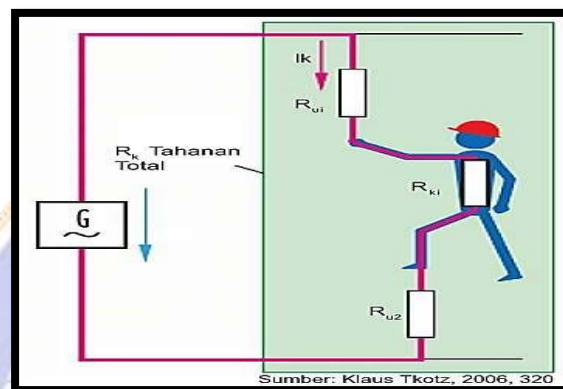
Tegangan (V) dalam satuan volt (V) merupakan tegangan sistem jaringan listrik atau sistem tegangan pada peralatan. Arus (I) dalam satuan ampere (A) atau mili-ampere (mA) adalah arus yang mengalir dalam rangkaian, dan tahanan (R)

Dalam satuan ohm, kilo ohm atau mega ohm adalah nilai tahanan atau resistansi total saluran yang tersambung pada sumber tegangan listrik. Sehingga:

$$I = \frac{V}{R}; \quad R = \frac{V}{I}; \quad V = I \times R$$

Bila dalam hal ini titik perhatiannya pada unsur manusia, maka selain kabel (peng-hantar), sistem pentanahan, dan bagian dari peralatan lain, tubuh kita termasuk bagian dari tahanan rangkaian tersebut (Gambar 4.5).

Gambar 4.5. Tubuh Manusia Bagian Dari Rangkaian



- R_{u1} = Tahanan penghantar
- R_{Ki} = Tahanan tubuh
- R_{u2} = Tahanan penghantar
- R_x = Tahanan total
- $R_x = R_{u1} + R_{Ki} + R_{u2}$

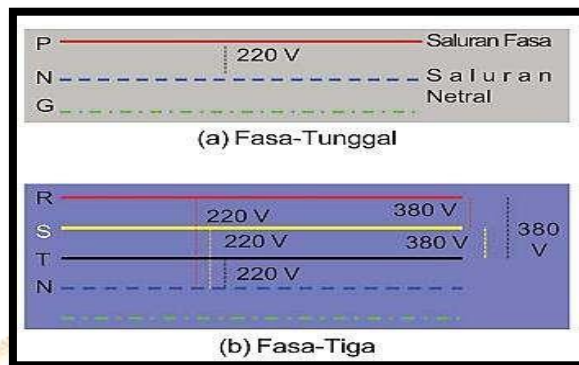
Bila dalam hal ini titik perhatiannya pada unsur manusia, maka selain kabel (peng- hantar), sistem pentanahan, dan bagian dari peralatan lain, tubuh kita termasuk bagian dari tahanan rangkaian tersebut (Gambar 4.5).

Tingkat bahaya listrik bagi manusia, salah satu faktornya ditentukan oleh tinggi rendah arus listrik yang mengalir ke dalam tubuh kita. Sedangkan kuantitas arus akan ditentukan oleh tegangan dan tahanan tubuh manusia serta tahanan lain yang menjadi bagian dari saluran. Berarti peristiwa bahaya listrik berawal dari sistem tegangan yang digunakan untuk mengoperasikan alat.

Semakin tinggi sistem tegangan yang digunakan, semakin tinggi pula tingkat bahayanya. Jaringan listrik tegangan rendah di Indonesia mempunyai

tegangan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.6 dan sistem tegangan yang digunakan di Indonesia adalah: fasa-tunggal 220 V, dan fasa-tiga 220/380 V dengan frekuensi 50 Hz. Sistem tegangan ini sungguh sangat berbahaya bagi keselamatan manusia.

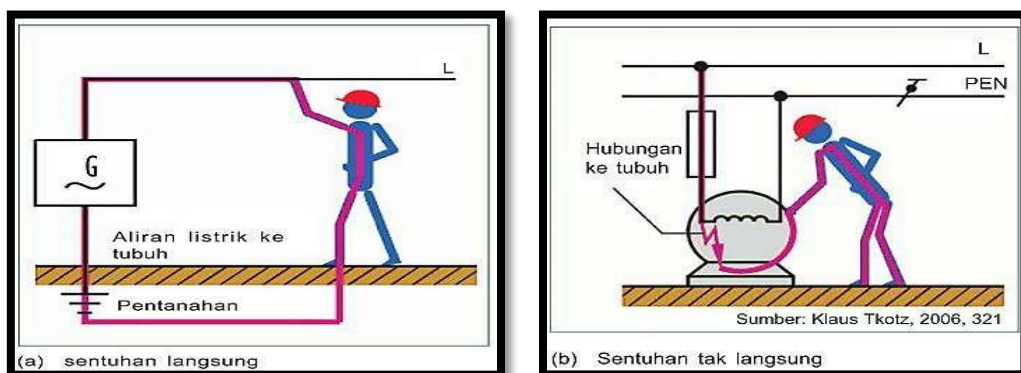
Gambar 4.6 Sistem Tegangan Rendah di Indonesia



4. Proses Terjadinya Sengatan Listrik

Ada dua cara listrik bisa menyengat tubuh kita, yaitu melalui sentuhan langsung dan tidak langsung. Bahaya sentuhan langsung merupakan akibat dari anggota tubuh bersentuhan langsung dengan bagian yang bertegangan sedangkan bahaya sentuhan tidak langsung merupakan akibat dari adanya tegangan liar yang terhubung ke bodi atau selungkup alat yang terbuat dari logam (bukan bagian yang bertegangan) sehingga bila tersentuh akan mengakibatkan sengatan listrik. Gambar 4.7. memberikan ilustrasi tentang kedua bahaya ini:

Gambar 4.7. Jenis Bahaya Listrik



5. Tiga Faktor Penentu Keseriusan Akibat Sengatan Listrik

Ada tiga faktor yang menentukan keseriusan sengatan listrik pada tubuh manusia, yaitu: besar arus, lintasan aliran, dan lama sengatan pada tubuh.

a) Besar arus listrik

Besar arus yang mengalir dalam tubuh akan ditentukan oleh tegangan dan tahanan tubuh. Tegangan tergantung sistem tegangan yang digunakan (Gambar 4.7), sedangkan tahanan tubuh manusia bervariasi tergantung pada jenis, kelembaban/moistur kulit dan faktor-faktor lain seperti ukuran tubuh, berat badan, dan lain sebagainya. Tahanan kontak kulit bervariasi dari 1.000 kOhm (kulit kering) sampai 100 Ohm (kulit basah). Tahanan dalam (internal) tubuh sendiri antara 100-500 Ohm. Contoh: Jika tegangan sistem yang digunakan adalah 220 V, berapakah kemungkinan arus yang mengalir ke dalam tubuh manusia?

1) Kondisi terjelek:

Tahanan tubuh adalah tahanan kontak kulit ditambah tahanan internal tubuh, $(R_k) = 100 \text{ Ohm} + 100 \text{ Ohm} = 200 \text{ Ohm}$

Arus yang mengalir ke tubuh:

$$I = V/R = 220 \text{ V}/200 \text{ Ohm} = 1,1 \text{ A}$$

2) Kondisi terbaik:

$$\text{Tahanan tubuh } R_k = 1.000 \text{ k Ohm} \quad I = 220 \text{ V}/1.000 \text{ kO} = 0,22 \text{ mA}$$

b) Lintasan aliran arus dalam tubuh

Lintasan arus listrik dalam tubuh juga akan sangat menentukan tingkat akibat sengatan listrik. Lintasan yang sangat berbahaya adalah yang melewati jantung dan pusat saraf (otak). Untuk menghindari kemungkinan terburuk adalah apabila kita bekerja pada sistem kelistrikan, khususnya yang bersifat ONLINE sbb:

- 1) Gunakan topi isolasi untuk menghindari kepala dari sentuhan listrik.
- 2) Gunakan sepatu yang berisolasi baik, agar kalau terjadi hubungan listrik dari anggota tubuh yang lain tidak mengalir ke kaki agar jantung tidak dilalui listrik.
- 3) Gunakan sarung tangan isolasi minimal untuk satu tangan untuk menghindari lintasan aliran ke jantung bila terjadi sentuhan listrik

melalui kedua tangan. Bila tidak, satu tangan untuk bekerja sedangkan tangan yang satunya dimasukkan ke dalam saku.

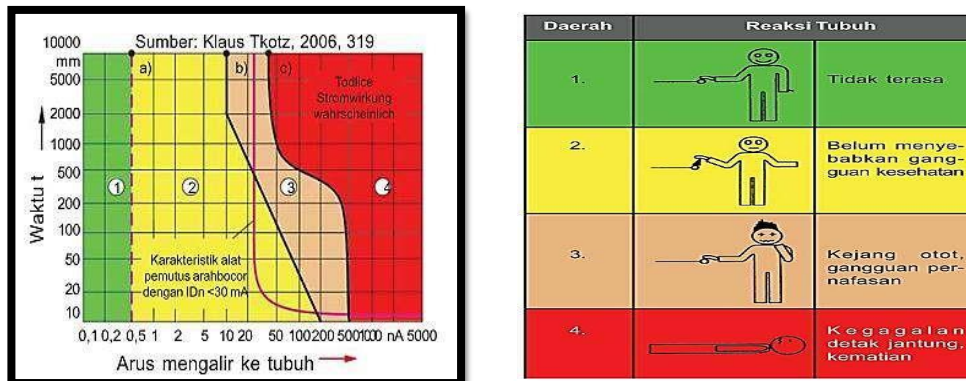
c) Lama waktu sengatan

Lama waktu sengatan listrik ternyata sangat menentukan kefatalan akibat sengatan listrik. Penemuan faktor ini menjadi petunjuk yang sangat berharga bagi pengembangan teknologi proteksi dan keselamatan listrik. Semakin lama waktu tubuh dalam sengatan semakin fatal pengaruh yang diakibatkannya. Oleh karena itu, yang menjadi ekspektasi dalam pengembangan teknologi adalah bagaimana bisa membatasi sengatan agar dalam waktu sependek mungkin.

Untuk mengetahui lebih lanjut tentang pengaruh besar dan lama waktu arus sengatan terhadap tubuh ditunjukkan pada Gambar 6.8. Dalam gambar ini diperlihatkan bagaimana pengaruh sengatan listrik terhadap tubuh, khususnya yang terkait dengan dua faktor, yaitu besar dan lama arus listrik mengalir dalam tubuh. Arus sengatan pada daerah 1 (sampai 0,5 mA) merupakan daerah aman dan belum terasakan oleh tubuh (arus mulai terasa 1–8 mA).

Daerah 2, merupakan daerah yang masih aman walaupun sudah memberikan dampak rasa pada tubuh dari ringan sampai sedang walaupun masih belum menyebabkan gangguan kesehatan. Daerah 3 sudah berbahaya bagi manusia karena akan menimbulkan kejang-kejang/kontraksi otot dan paru-paru sehingga menimbulkan gangguan pernafasan. Daerah 4 merupakan daerah yang sangat memungkinkan menimbulkan kematian si penderita.

Gambar 4.8 A) Karakteristik Sengatan Listrik, B) Reaksi Tubuh Terhadap Sengatan Listrik



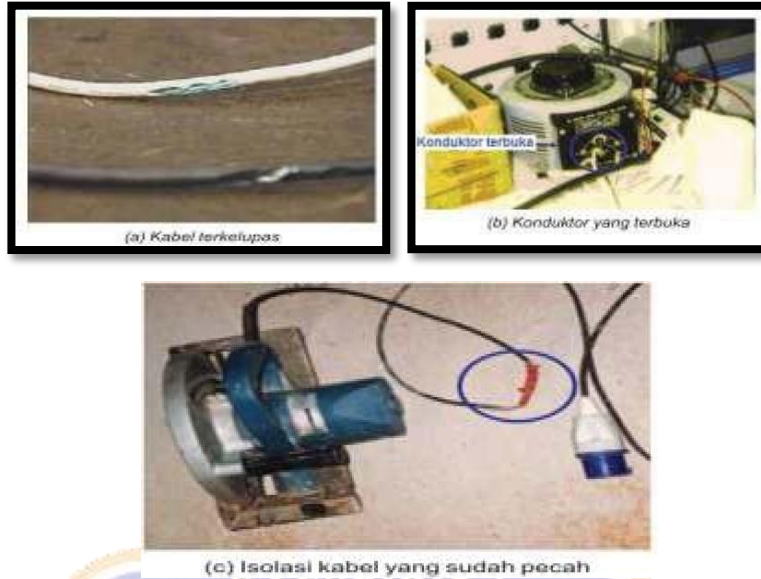
Dalam gambar tersebut juga ditunjukkan karakteristik salah satu pengaman terhadap bahaya sengatan listrik, di mana ada batasan kurang dari 30 mA dan waktu kurang dari 25 ms. Ini akan dibahas lebih lanjut pada bagian proteksi.

6. Kondisi-Kondisi Berbahaya

Banyak penyebab bahaya listrik yang ada dan terjadi di sekitar kita, di antaranya adalah isolasi kabel rusak, bagian penghantar terbuka, sambungan terminal yang tidak kencang dan sambungan kabel yang terlalu banyak. Isolasi kabel yang rusak merupakan akibat dari sudah terlalu tuanya kabel dipakai atau karena sebab-sebab lain (teriris, terpuntir, tergencet oleh benda berat dan lain-lain), sehingga ada bagian yang terbuka dan kelihatan penghantarnya atau bahkan ada serabut hantaran yang menjuntai.

Ini akan sangat berbahaya bagi yang secara tidak sengaja menyentuhnya atau bila terkena ceceran air atau kotoran-kotoran lain bisa menimbulkan kebakaran. Penghantar yang terbuka biasa terjadi pada daerah titik-titik sambungan terminal dan akan sangat membahayakan bagi yang bekerja pada daerah tersebut, khususnya dari bahaya sentuhan langsung.

Gambar 4.9. Contoh-Contoh Penyebab Bahaya Listrik



Sambungan listrik yang kendur atau tidak kencang, walaupun biasanya tidak membahayakan terhadap sentuhan, namun akan menimbulkan efek pengelasan (fonk) bila terjadi gerakan atau goyangan sedikit. Ini kalau dibiarkan akan merusak bagian sambungan dan sangat memungkinkan menimbulkan potensi kebakaran.

7. Sistem Pengamanan terhadap Bahaya Listrik

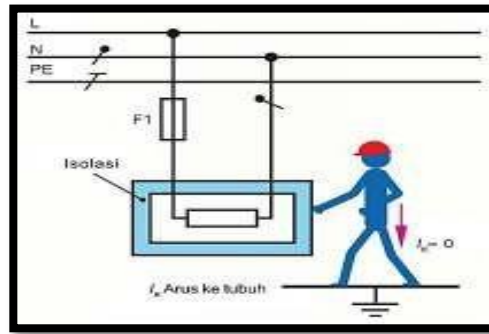
Sistem pengamanan listrik dimaksudkan untuk mencegah orang bersentuhan baik langsung maupun tidak langsung dengan bagian yang beraliran listrik.

a. Pengamanan terhadap Sentuhan Langsung

Ada banyak cara/ metode pengamanan dari sentuhan langsung seperti yang akan dijelaskan berikut ini:

1) Isolasi pengaman yang memadai.

Pastikan bahwa kualitas isolasi pengaman baik, dan dilakukan pemeriksaan dan pemeliharaan dengan baik. Memasang kabel sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku.

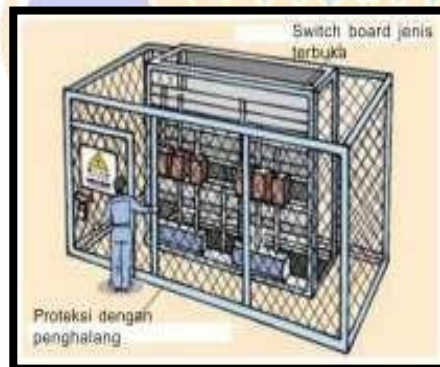


Sumber : Klaus Tkotz, 2006, 328

Gambar 4.10. Pengamanan Dengan Isolasi Pengamanan

- 2) Menghalangi akses atau kontak langsung menggunakan enklosur, pembatas, penghalang. Pembatas dan penghalang alat-alat listrik dapat meminimalisir resiko tersengat listrik akibat sentuhan langsung, sehingga manusia (man) akan lebih terjamin keamanannya.

Gambar 4.11. Pengamanan Dengan Pemagaran



3) Menggunakan peralatan INTERLOCKING. Peralatan ini biasa dipasang pada pintu-pintu pada ruangan yang di dalamnya terdapat peralatan yang berbahaya. Jika pintu dibuka, semua aliran listrik ke peralatan terputus (door switch).

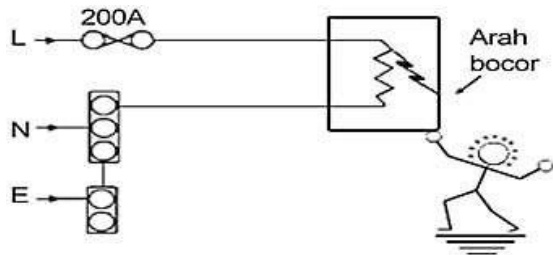
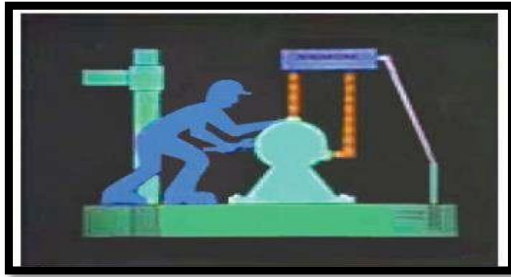
b. Pengamanan terhadap Tegangan Sentuh (Tidak Langsung)

Pentanahan merupakan salah satu cara konvensional untuk



mengatasi bahaya tegangan sentuh tidak langsung yang dimungkinkan terjadi pada bagian peralatan yang terbuat dari logam. Untuk peralatan yang mempunyai selungkup/rumah tidak terbuat dari logam tidak memerlukan sistem ini. Agar sistem ini dapat bekerja secara efektif maka baik dalam pembuatannya maupun hasil yang dicapai harus sesuai dengan standar. Ada dua hal yang dilakukan oleh sistem pentanahan, yaitu (1) menyalurkan arus dari bagian-bagian logam peralatan yang teraliri arus listrik liar ke tanah melalui saluran pentanahan, dan (2) menghilangkan beda potensial antara bagian logam peralatan dan tanah sehingga tidak membahayakan bagi yang menyentuhnya.

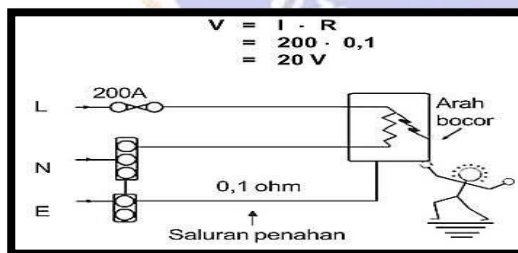
Berikut ini contoh potensi bahaya tegangan sentuh tidak langsung dan pengamanannya. Peralatan yang digunakan menggunakan sistem tegangan satu- fasa, dengan tegangan antara saluran fasa (L) dan netral (N) 220 V. Alat tersebut menggunakan sekering 200 A. Bila terjadi arus bocor pada selungkup/ rumah mesin, maka tegangan/ beda potensial antara selungkup mesin dan tanah sebesar 220 V. Tegangan sentuh ini sangat berbahaya bagi manusia. Bila selungkup yang bertegangan ini tersentuh oleh orang maka akan ada arus yang mengalir ke tubuh orang tersebut.



Gambar 4.12. Kondisi Tegangan Sentuh Pada Mesin

Pengamanan dari tegangan sentuh dilakukan dengan membuat saluran pentanahan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.12. Saluran pentanahan ini harus memenuhi standar keselamatan, yakni mempunyai tahanan pentanahan tidak lebih dari 0,1 Ohm. Jika tahanan saluran pentanahan sebesar 0,1 Ohm, dan arus kesalahan 200 A, maka kondisi tegangan sentuh akan berubah menjadi:

Gambar 4.13. Saluran Pentanahan Sebagai Pengaman Terhadap Tegangan Sentuh



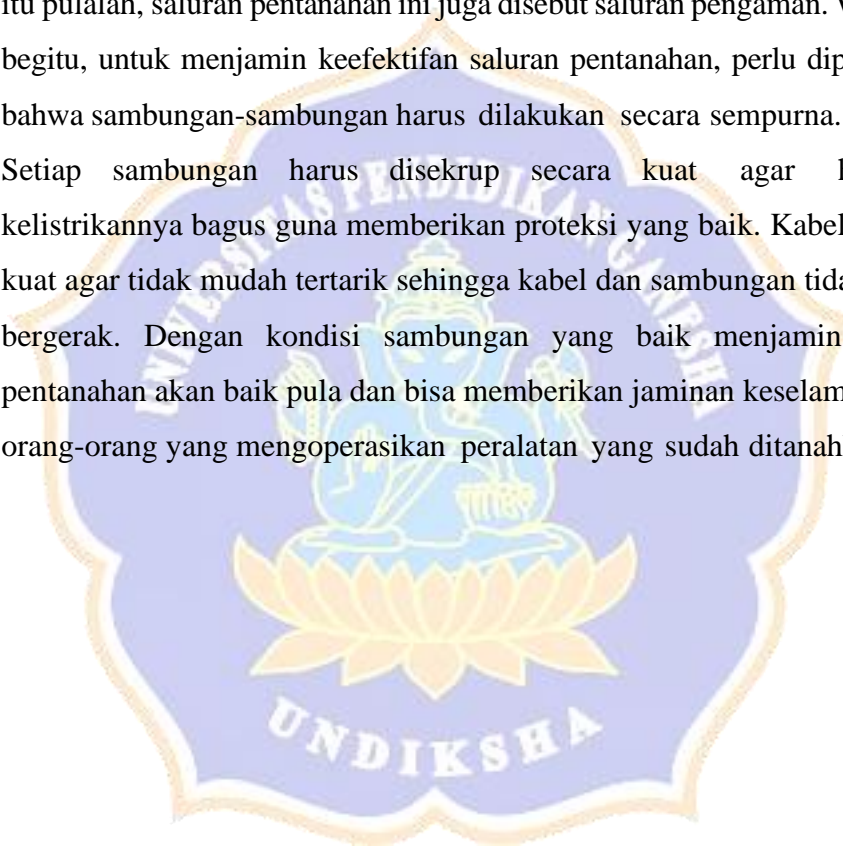
Bila tegangan ini tersentuh oleh orang maka akan mengalir arus ke tubuh orang tersebut maksimum sebesar:

$$I = V / R_k$$

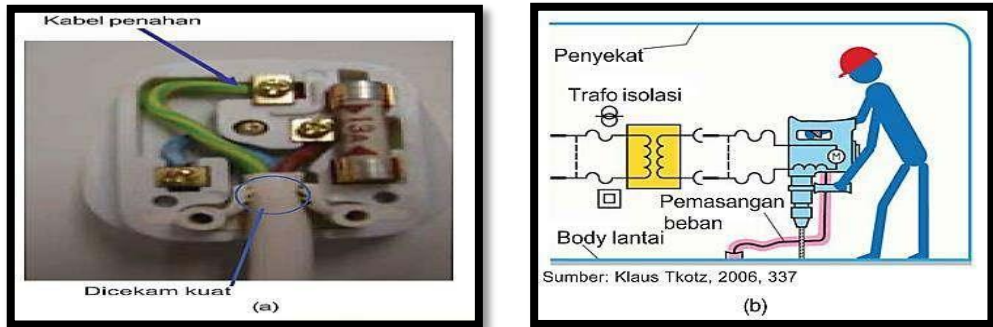
- *Kondisi terjelek, $R_k \text{ min} = 200 \text{ } \Omega$, maka*
 $I = 20/200$
 $= 0,1 \text{ A atau } 100 \text{ mA}$
- *Kondisi terbaik, $R_k \text{ maks} = 1000$
 $\text{k } \Omega$
maka*
 $I = 20 / 1.000.000$
 $= 0,00002 \text{ A atau } 0,02 \text{ mA}$

Berdasarkan hasil perhitungan ini terlihat demikian berbedanya tingkat bahaya tegangan sentuh antara yang tanpa pentanahan dan dengan pentanahan. Dengan saluran pentanahan peralatan jauh lebih aman. Karena itu pulalah, saluran pentanahan ini juga disebut saluran pengaman. Walaupun begitu, untuk menjamin keefektifan saluran pentanahan, perlu diperhatikan bahwa sambungan-sambungan harus dilakukan secara sempurna.

Setiap sambungan harus disekrup secara kuat agar hubungan kelistrikannya bagus guna memberikan proteksi yang baik. Kabel dicekam kuat agar tidak mudah tertarik sehingga kabel dan sambungan tidak mudah bergerak. Dengan kondisi sambungan yang baik menjamin koneksi pentanahan akan baik pula dan bisa memberikan jaminan keselamatan bagi orang-orang yang mengoperasikan peralatan yang sudah ditanahkan.

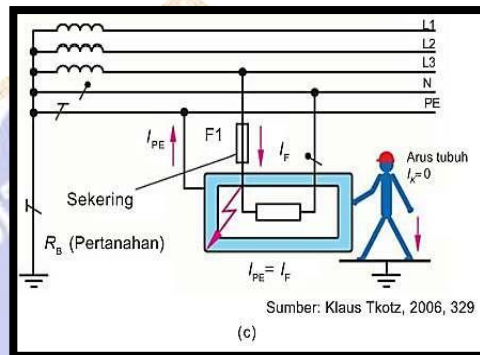


Gambar 4.14. Pengawatan Kabel Pentanahan



Koneksi kabel

Hubungan alat dan pengguna

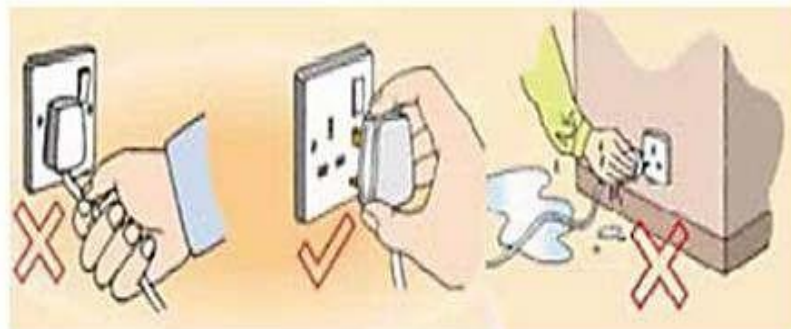


Aliran arus

8. Prosedur Keselamatan Umum

- a. Hanya orang-orang yang berwenang dan berkompeten yang diperbolehkan bekerja pada atau di sekitar peralatan listrik.
- b. Menggunakan peralatan listrik sesuai dengan prosedur (jangan merusak atau membuat tidak berfungsi alat pengaman). Gambar 4.15 contoh penggunaan alat listrik

Gambar 4.15. Contoh Penggunaan Alat Listrik



- c. Jangan menggunakan tangga logam untuk bekerja di daerah instalasi listrik, lihat gambar 4.16.

Gambar 4.16. Penggunaan Tangga Di Daerah Instalasi Listrik



- d. Pelihara alat dan sistem dengan baik seperti contoh gambar 4.17 dibawah.

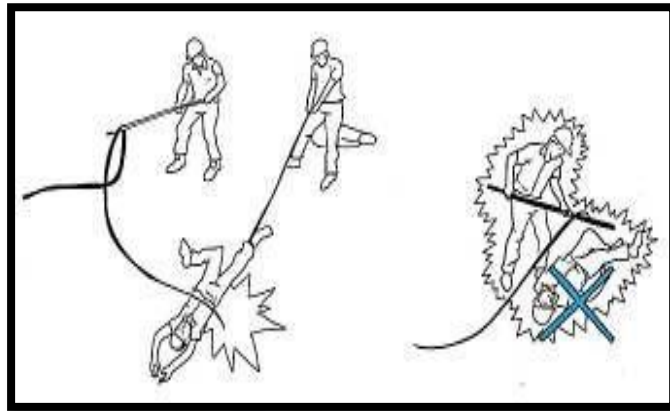
Gambar 4.17. Inspeksi Kondisi Peralatan



- e. Menyiapkan langkah-langkah tindakan darurat ketika terjadi kecelakaan.
- Prosedur shut-down: tombol pemutus aliran listrik (emergency off) harus mudah diraih.
 - Pertolongan pertama pada orang yang tersengat listrik.
- f. Pertolongan pertama pada orang yang tersengat listrik
- 1) Korban harus dipisahkan dari aliran listrik dengan cara yang aman

sebelum dilakukan pertolongan pertama.

Gambar 4.18. Pemisahan Si Korban Dari Aliran Listrik



- 2) Hubungi bagian yang berwenang untuk melakukan pertolongan pertama pada kecelakaan. Pertolongan pertama harus dilakukan oleh orang yang berkompeten.



Pertemuan ke 3 Menjelaskan Prosedur dalam Keadaan Darurat

BAB 3

PROSEDUR-PROSEDUR DALAM KEADAAN DARURAT

Sengatan listrik atau yang sering disebut setrum merupakan bahaya yang sering terjadi akibat kelalaian manusia. Tersengat listrik atau yang biasa disebut kesetrum adalah peristiwa dimana terdapat aliran listrik yang mengalir pada tubuh kita. Hal ini dapat terjadi karena pada dasarnya tubuh manusia merupakan konduktor yang baik, dimana tubuh manusia sebagian besar merupakan cairan sehingga mampu menghantarkan listrik dengan baik. Arus listrik dapat mengalir karena adanya beda potensial antara kedua titik hubung, dimana arus listrik akan mengalir dari titik yang memiliki tegangan tinggi ke tegangan yang lebih rendah.

Pada kasus kesetrum, tubuh kita menjadi penghubung antara peralatan elektronik (tegangan tinggi) dengan tanah/ground (tegangan rendah). Oleh karena itulah arus listrik akan mengalir melalui tubuh kita, hal ini sesuai dengan sifat alami listrik yang akan mencari jalan terdekat menuju bumi (dalam hal ini merupakan tubuh kita). Sebagai contoh saat terjadi petir dimana petir akan menyambar pohon atau bangunan yang lebih tinggi karena itu merupakan jalan terdekat bagi arus listrik untuk sampai ke bumi.



Gambar 6.1. Tersetrum Aliran Listrik

Ketika seseorang tersengat listrik maka terjadi perpindahan elektron secara berantai dari setiap atom yang terpengaruh di tubuhnya. Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur, sedangkan unsur ialah zat tunggal yang tidak dapat diuraikan menjadi zat lain yang lebih sederhana. Atom dalam tubuh manusia berarti bagian terkecil dari unsur-unsur yang menyusun tubuh manusia. Perlu diketahui pula bahwa elektron ialah penyusun atom yang bermuatan negatif. Arus listrik merupakan aliran elektron.

Lampu di rumah-rumah bisa menyala karena ada elektron yang diberi jalan melewati dan memanaskan kawat pijar di dalam bola lampu hingga menyala. Semua arus listrik akan menjalani siklus mulai dari tempat pemberangkatan listrik di pembangkit listrik lalu melewati alat-alat listrik di rumah-rumah, dan kemudian berakhir di tanah/bumi (ground). Seperti yang telah diuraikan pada sub bab sebelumnya bahwa tubuh manusia merupakan konduktor sehingga apabila salah satu anggota tubuh menyentuh listrik dan anggota tubuh lain menyentuh tanah (ground), maka akan mengalir arus listrik melalui tubuh. Tubuh manusia merupakan jalan tercepat bagi arus listrik untuk mencapai ground.

Apabila terdapat hambatan dalam tubuh, maka sebagian energi untuk perpindahan elektron tersebut berubah menjadi energi panas. Rasa sakit yang dialami merupakan akibat perpindahan elektron yang merangsang saraf-saraf secara berlebihan. Untuk mencegah agar kita tidak tersetrum caranya sangat mudah yaitu dengan “memotong” jalur arus listrik dengan menggunakan sandal karet atau alas kaki lainnya yang bersifat isolator saat sedang memegang peralatan listrik/elektronik sehingga tubuh kita tidak akan terhubung langsung dengan tanah (ground).

Tersetrum dapat membahayakan tubuh manusia karena arus listrik yang mengalir dalam tubuh manusia akan menghasilkan panas yang dapat membakar jaringan dan juga menyebabkan terganggunya fungsi organ tubuh, terutama jantung, otot, dan otak. Efek yang ditimbulkan oleh kesetrum antara lain kejang otot, nafas berhenti, denyut jantung tidak teratur, luka bakar tingkat tiga, sampai yang terburuk adalah kematian. Aliran listrik yang mengalir pada tubuh kita dapat menyebabkan cedera dengan 3 cara, yaitu:

1. Henti jantung (cardiac arrest), terjadi akibat efek listrik terhadap jantung.
2. Perusakan otot, saraf, dan jaringan oleh arus listrik yang melewati tubuh.
3. Luka bakar termal akibat kontak dengan arus listrik.

A. Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Perbedaan Efek Sengatan Listrik.

Beberapa faktor yang mengakibatkan beraneka ragam dampak sengatan listrik adalah:

1. Ukuran fisik bidang kontak

Semakin besar dan luas bidang kontak antara tubuh dan perlengkapan listrik, semakin rendah hambatan instalasinya, semakin banyak arus listrik yang mengalir melewati tubuh dan akibatnya semakin parah.

2. Kondisi tubuh

Kondisi tubuh korban maksudnya kondisi kesehatan korban. Apabila yang terkena sengatan listrik tersebut dalam keadaan sakit akibatnya tentu akan lebih parah dari korban yang dalam kondisi prima.

3. Hambatan/tahanan tubuh

Ketika kulit manusia dalam kondisi kering, tahanan tubuh menjadi tinggi dan cukup untuk melindungi bahaya sengatan listrik. Namun, kondisi kulit benar-benar kering sangat jarang dijumpai, kecenderungannya setiap orang akan mengeluarkan keringat walaupun hanya sedikit. Oleh karena itu tubuh dianggap selalu basah sehingga tahanan menjadi rendah dan kemungkinan terkena sengatan menjadi tinggi.

Tahanan tubuh ini dipengaruhi pula oleh jenis kelamin. Wanita dewasa memiliki tahanan tubuh yang berbeda dengan laki-laki dewasa. Tahanan tubuh wanita dewasa lebih rendah dibandingkan tahanan tubuh laki-laki dewasa. Oleh karena itu arus listrik yang mengalir ke tubuh wanita dewasa cenderung lebih besar dan akibatnya tentu lebih parah.

4. Jumlah miliampere

Miliampere adalah satuan yang digunakan untuk mengukur arus listrik. Semakin besar arus listrik yang melewati tubuh manusia, semakin besar pula resiko sengatan yang ditimbulkan bagi tubuh manusia

B. Batas Arus yang Melewati Tubuh Manusia.

Bahaya arus listrik yang mengalir ke dalam tubuh kita dipengaruhi oleh jenis dan kekuatan arus listrik, ketahanan tubuh terhadap arus listrik, jalur arus listrik ketika masuk ke dalam tubuh serta lamanya arus listrik mengalir di dalam tubuh kita. Semakin besar dan lama arus listrik yang mengalir di dalam tubuh kita maka semakin besar juga bahaya yang dapat ditimbulkan terhadap tubuh kita. Berikut ini akan diberikan tabel batas arus dan pengaruhnya terhadap tubuh manusia serta tabel besar dan lamanya tegangan sentuh maksimum.

Tabel 6.1. Batas Arus Yang Melewati Tubuh Manusia

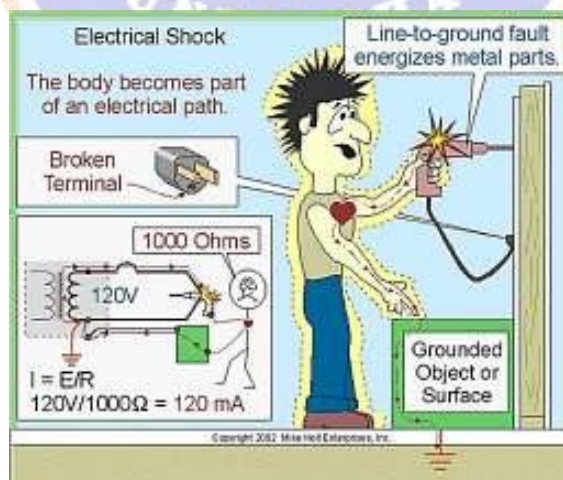
Batas Arus	Pengaruh Pada Tubuh Manusia
0 – 0,9 mA	Belum merasakan pengaruh
0,9 – 1,2 mA	Baru terasa adanya arus listrik tapi tidak menimbulkan kejang
1,2 – 1,6 mA	Mulai terasa seakan-akan ada yang merayap didalam tangan
1,6 – 6,0 mA	Tangan sampai kesiku terasa kesemutan
6,0 – 8,0 mA	Tangan makin kaku, rasa kesemutan makin bertambah
13,0 – 15,0 mA	Rasa sakit tak tertahankan, penghantar masih bisa dilepas
15,0 – 20,0 mA	Otot tidak sanggup lagi melepaskan penghantar
20,0 – 50,0 mA	Dapat mengakibatkan kerusakan pada tubuh manusia
50,0 – 100,0 mA	Batas arus yang dapat menyebabkan kematian

Tabel 6.2. Besar dan Lama Tegangan Sentuh Maksimum

Tegangan sentuh (Volt)	Waktu pemutusan maksimum (detik)
< 50	-
50	1,0
75	0,5
90	0,2
110	0,2
150	0,1
220	0,05
280	0,03

Berapapun aliran listrik yang diterima oleh tubuh tetap menimbulkan sengatan atau getaran. Namun tegangan ini terkadang bisa dirasakan oleh seseorang tapi ada juga yang tak terasa oleh tubuh. Sengatan listrik yang kecil minimal bisa menyebabkan seseorang mengalami sakit kepala, kelelahan atau kejang otot, ketidaksadaran sementara dan sesak napas sementara. Tapi jika berlangsung lama atau dalam tegangan tinggi bisa menyebabkan luka bakar, kehilangan penglihatan, kerusakan otak, serangan jantung, berhenti bernapas dan kematian.

Apabila seseorang mengalami shock sesaat, maka hanya akan menimbulkan rasa sakit. Tapi jika tegangannya cukup tinggi juga bisa berakibat fatal, meskipun hanya beberapa detik saja. Misalnya jika alirannya mencapai 100 mA, kemungkinan bisa menyebabkan kematian hanya dalam waktu 2 detik saja.



Gambar 6.2. Aliran Arus Listrik Di Tubuh Manusia

Seseorang hanya akan bisa bertahan pada aliran listrik yang kurang dari 10 mA, karena masih memiliki kendali terhadap otot-otot lengannya. Jika lebih dari itu, kemungkinan sudah tidak memiliki kendali lagi. Hal inilah yang membuat seseorang tidak bisa melepaskan alat listrik (semakin memperketat cengkeraman alat listrik), sehingga aliran listrik akan semakin kuat melalui tubuh dan menimbulkan luka serius. Aliran listrik yang parah bisa menyebabkan kerusakan yang lebih banyak bagi tubuh, tapi terkadang tidak terlihat oleh mata. Seseorang mungkin akan mengalami perdarahan internal, rusaknya jaringan, saraf dan otot atau bahkan menyebabkan luka yang tersembunyi. Namun jika tegangannya terlalu tinggi, maka kematian tidak bisa dihindari. Jika ada seseorang yang tersetrum listrik, sebaiknya jangan menyentuh orang tersebut karena aliran listrik bisa berpindah dan membuat keduanya tersetrum bersama.

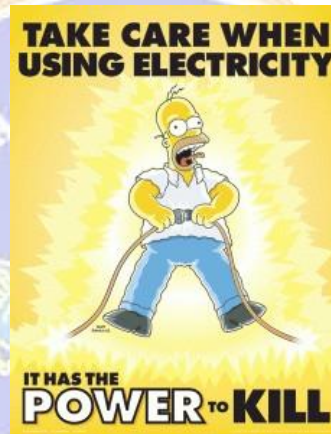
C. Menangani Korban Tersetrum

Berikut ini akan diberikan tips menangani korban kesetrum, mungkin saja anda akan menjadi pahlawan yang dapat menyelamatkan nyawa seseorang. Langkah-langkah yang seharusnya anda lakukan saat menangani korban kesetrum antara lain:

1. Jika tubuh korban masih kontak dengan arus listrik, jangan menyentuhnya dengan tangan telanjang! Bisa-bisa anda ikut kesetrum, segera matikan sumber listrik atau memotong kabelnya, jika tidak berhasil gunakan benda yang tidak dapat mengalirkan listrik (isolator) seperti kayu, karet, atau plastic. Atau kalau anda tidak dapat menemukan benda-benda tersebut segera tendang saja tubuh korban dengan sol sepatu anda.
2. Segera periksa tubuh korban. pastikan sumber listrik sudah tidak menempel di tubuh korban, rebahkan tubuh korban hingga terlentang dan angkat dagunya, segera hubungi ambulans jika memang kondisinya parah.
3. Sambil menunggu datangnya ambulans segera lakukan pertolongan pertama pada korban dengan cara lihat dan dengar nafasnya, jika korban dalam keadaan tidak bernafas, segera beri nafas bantuan. Coba tekan hidungnya

dengan jari anda dan tiupkan udara ke dalam mulutnya dua kali hingga dadanya mengembang. kemudian periksa denyut nadi di lehernya, jika dalam waktu 5 detik tidak ada tanda-tanda, tekan dadanya sebanyak 5 kali dengan kedua telapak tangan anda (telapak tangan kiri berada di atas dada dan tangan kanan berada di atas punggung tangan kiri, posisi tangan anda berada satu garis dengan putingnya) periksa lagi denyut nadinya, jika tetap tidak ada, ulangi dari awal.

4. Jika ada luka terbuka di tubuh korban akibat sengatan listrik, segera tutupi dengan benda yang tidak menghantarkan panas seperti kain atau perban.



Gambar 6.3. Pemutusan Kabel Bertegangan

D. Trauma

Trauma merupakan reaksi fisik dan psikis yang bersifat stress buruk akibat suatu peristiwa, kejadian atau pengalaman spontanitas/ secara mendadak (tiba-tiba), yang membuat individu mengejutkan, kaget, ketakutan, shock, tidak sadarkan diri, dan sebagainya yang tidak mudah hilang begitu saja dalam ingatan manusia. James Drever (1987) mengatakan trauma adalah setiap luka, kesakitan atau shock yang terjadi pada fisik dan mental individu yang berakibat timbulnya gangguan serius. Sarwono (1996), melihat trauma sebagai pengalaman yang tiba-tiba, mengejutkan dan meninggalkan bekas (kesan) yang mendalam pada jiwa seseorang yang mengalaminya. Dari dua pendapat ini, dapat dianalisis bahwa trauma merupakan suatu kondisi yang tidak menyenangkan atau buruk yang datang secara spontanitas

dan merusak seluruh sendi/fungsi pertahanan kejiwaan individu, sehingga membuat individu tidak berdaya dalam mengendalikan dirinya.



Gambar 6.4. Trauma

1. Penyebab terjadinya Trauma

Secara umum, kondisi trauma yang dialami individu (anak) disebabkan oleh berbagai situasi dan kondisi, di antaranya:

- a. Peristiwa atau kejadian alamiah (bencana alam), misalnya tersetrum listrik gempabumi, tsunami, banjir, tanah longsor, angin topan, dsb.
- b. Pengalaman dikehidupan sosial ini (psiko-sosial), seperti pola asuh yang salah, ketidakadilan, penyiksaan (secara fisik atau psikis), teror, kekerasan, perang, dan lain sebagainya.
- c. Pengalaman langsung atau tidak langsung, seperti melihat sendiri, mengalami sendiri (langsung) dan pengalaman orang lain (tidak langsung), dan lain sebagainya.

2. Jenis dan Sifat Trauma

Dalam kajian psikologi dikenal beberapa jenis trauma sesuai dengan penyebab dan sifat terjadinya trauma, yaitu trauma psikologis, trauma neurosis, trauma psikosis, dan trauma diseases.

- a. Trauma Psikologis, trauma ini adalah akibat dari suatu peristiwa atau pengalaman yang luar biasa, yang terjadi secara spontan (mendadak) pada diri individu tanpa berkemampuan untuk mengontrolnya (loss control and loss helpness) dan merusak fungsi ketahanan mental individu secara umum. Ekses dari jenis trauma ini dapat menyerang individu secara

menyeluruh (fisik dan psikis).

- b. Trauma Neurosis, trauma ini merupakan suatu gangguan yang terjadi pada saraf pusat (otak) individu, akibat benturan-benturan benda keras atau pemukulan di kepala. Implikasinya, kondisi otak individu mengalami pendarahan, iritasi, dsb. Penderita trauma ini biasanya saat terjadi tidak sadarkan diri, hilang kesadaran, dsb.
- c. Trauma Psychosis, trauma psikosis merupakan suatu gangguan yang bersumber dari kondisi atau problema fisik individu, seperti cacat tubuh, amputasi salah satu anggota tubuh, dsb, yang menimbulkan shock dan gangguan emosi. Pada saat- saat tertentu gangguan kejiwaan ini biasanya terjadi akibat bayang-bayang pikiran terhadap pengalaman/peristiwa yang pernah dialaminya, yang memicu timbulnya histeris atau fobia.
- d. Trauma Diseases, gangguan kejiwaan jenis ini oleh para ahli ilmu jiwa dan medis dianggap sebagai suatu penyakit yang bersumber dari stimulus-stimulus luar yang dialami individu secara spontan atau berulang-ulang, seperti keracunan, terjadi pemukulan, teror, ancaman, dsb.

3. Deteksi Dini & Upaya Penanganannya

Adalah suatu hal penting yang harus diperhatikan secara komprehensif oleh semua pihak yang terlibat dalam pemberian bantuan pada penderita traumatik bahwa upaya deteksi (teropong, observasi, analisis dan pemahaman) terhadap kasus, masalah atau penyakit secara mendalam merupakan kunci utama dari keberhasilan penanganannya (terapi atau konselingnya).

Bagaimana proses awal terjadinya trauma dan sejauh mana kondisi traumatik menyerang individu? Konteks ini, kiranya akan memudahkan kita dalam hal pencarian solusi akhir untuk mengembalikan kondisi normal bagi penderita gangguan kejiwaan secara bertahap dan berkesinambungan.

Berikut ini adalah beberapa cara atau langkah awal yang perlu diperhatikan dalam rangka diagnosis awal sebagai upaya penanganannya (terapi) selanjutnya:

- a. Planning

Konsep ini merupakan pemikiran dasar dalam rangka menjalankan tugas secara menyeluruh. Tanpa planning yang tepat, kesulitan akan segera menghadang. Dengan adanya planning, maka segala sesuatu yang dibutuhkan dalam aplikasi kerja akan berjalan dengan baik dan terfokus.

b. Action

Setelah perencanaan yang matang, maka langkah kerja selanjutnya adalah aksinya (perbuatan). Dalam aksi, segala hal/masalah yang hendak dianalisis atau dikaji akan menjadi terorganisasi, sistematis dan terintegrasi, sehingga memperjelas metode, pendekatan dan upaya problem solving (pemecahan masalah).

c. Controlling

Konsep ini menjadi penting karena apabila terjadi kekeliruan metode, pendekatan dan konsep sebagaimana yang telah direncanakan dan diaplikasikan dilapangan maka dapat dikontrol, dan memungkinkan konselor untuk mengubah cara-cara lain yang sesuai dengan bobot masalah.

d. Evaluation

Kegunaan konsep evaluasi adalah untuk melihat sejauh mana proses perkembangan kesembuhan traumatik yang diderita oleh individu dalam upaya pemberian bantuan, apakah dilanjutkan atau dihentikan (bila dianggap sudah normal).

E. Rehabilitasi Penyembuhan

Cedera Akibat Listrik adalah kerusakan yang terjadi jika arus listrik mengalir ke dalam tubuh manusia dan membakar jaringan ataupun menyebabkan terganggunya fungsi suatu organ dalam. Tubuh manusia adalah penghantar listrik yang baik. Tubuh manusia lebih dari 60% terdiri dari cairan sehingga sangat memungkinkan untuk menjadi konduktor atau listrik yang cukup bagus.

Akibat tersengat listrik adalah terbakar, kerusakan organ, masalah pada jantung dan peredaran darah dan dapat mengakibatkan kematian. Kontak langsung dengan arus listrik bisa berakibat fatal. Arus listrik yang mengalir ke dalam tubuh manusia akan menghasilkan panas yang dapat membakar dan menghancurkan

jaringan tubuh. Meskipun luka bakar listrik tampak ringan, tetapi mungkin saja telah terjadi kerusakan organ dalam yang serius, terutama pada jantung, otot atau otak.

Cedera listrik bisa terjadi akibat tersambar petir atau menyentuh kabel maupun sesuatu yang menghantarkan listrik dari kabel yang terpasang. Cedera bisa berupa luka bakar ringan sampai kematian. Resistensi adalah kemampuan tubuh untuk menghentikan atau memperlambat aliran arus listrik. Kebanyakan resistensi tubuh terpusat pada kulit dan secara langsung tergantung kepada keadaan kulit. Resistensi kulit yang kering dan sehat rata-rata adalah 40 kali lebih besar dari resistensi kulit yang tipis dan lembab. Resistensi kulit yang tertusuk atau tergores atau resistensi selaput lendir yang lembab (misalnya mulut, rektum atau vagina), hanya separuh dari resistensi kulit utuh yang lembab.

Resistensi dari kulit telapak tangan atau telapak kaki yang tebal adalah 100 kali lebih besar dari kulit yang lebih tipis. Arus listrik banyak yang melewati kulit, karena itu energinya banyak yang dilepaskan di permukaan. Jika resistensi kulit tinggi, maka permukaan luka bakar yang luas dapat terjadi pada titik masuk dan keluarnya arus, disertai dengan hangusnya jaringan diantara titik masuk dan titik keluarnya arus listrik. Tergantung kepada resistensinya, jaringan dalam juga bisa mengalami luka bakar.

Arus listrik paling sering masuk melalui tangan, kemudian kepala; dan paling sering keluar dari kaki. Arus listrik yang mengalir dari lengan ke lengan atau dari lengan ke tungkai bisa melewati jantung, karena itu lebih berbahaya daripada arus listrik yang mengalir dari tungkai ke tanah. Arus yang melewati kepala bisa menyebabkan:

1. Kejang
2. Perdarahan otak
3. Kelumpuhan pernafasan
4. Perubahan psikis (misalnya gangguan ingatan jangka pendek, perubahan kepribadian, mudah tersinggung dan gangguan tidur)
5. Irama jantung yang tidak beraturan.
6. Kerusakan pada mata bisa menyebabkan katarak.

Semakin lama terkena listrik maka semakin banyak jumlah jaringan yang mengalami kerusakan. Seseorang yang terkena arus listrik bisa mengalami luka

bakar yang berat. Tetapi, jika seseorang tersambar petir, jarang mengalami luka bakar yang berat (luar maupun dalam) karena kejadiannya berlangsung sangat cepat sehingga arus listrik cenderung melewati tubuh tanpa menyebabkan kerusakan jaringan dalam yang luas. Meskipun demikian, sambaran petir bisa menimbulkan konslet pada jantung dan paru-paru dan melumpuhkannya serta bisa menyebabkan kerusakan pada saraf atau otak.

Gejalanya tergantung kepada interaksi yang rumit dari semua sifat arus listrik. Suatu kejutan dari sebuah arus listrik bisa mengejutkan korbannya sehingga dia terjatuh atau menyebabkan terjadinya kontraksi otot yang kuat. Kedua hal tersebut bisa mengakibatkan dislokasi, patah tulang dan cedera tumpul.

Kesadaran bisa menurun, pernafasan dan denyut jantung bisa lumpuh. Luka bakar listrik bisa terlihat dengan jelas di kulit dan bisa meluas ke jaringan yang lebih dalam. Arus listrik bertegangan tinggi bisa membunuh jaringan diantara titik masuk dan titik keluarnya, sehingga terjadi luka bakar pada daerah otot yang luas. Akibatnya, sejumlah besar cairan dan garam (elektrolit) akan hilang dan kadang menyebabkan tekanan darah yang sangat rendah. Serat-serat otot yang rusak akan melepaskan mioglobin, yang bisa melukai ginjal dan menyebabkan terjadinya gagal ginjal.

Dalam keadaan basah, kita dapat mengalami kontak dengan arus listrik. Pada keadaan tersebut, resistensi kulit mungkin sedemikian rendah sehingga tidak terjadi luka bakar tetapi terjadi henti jantung (cardiac arrest) dan jika tidak segera mendapatkan pertolongan, korban akan meninggal. Petir jarang menyebabkan luka bakar di titik masuk dan titik keluarnya, serta jarang menyebabkan kerusakan otot ataupun pelepasan mioglobin ke dalam air kemih. Pada awalnya bisa terjadi penurunan kesadaran yang kadang diikuti dengan koma atau kebingungan yang sifatnya sementara, yang biasanya akan menghilang dalam beberapa jam atau beberapa hari. Penyebab utama dari kematian akibat petir adalah kelumpuhan jantung dan paru-paru (henti jantung dan paru-paru).

F. Pengobatan

Pengobatan terdiri dari:

1. Menjauhkan/memisahkan korban dari sumber listrik

2. Memulihkan denyut jantung dan fungsi pernafasan melalui resusitasi jantung paru (jika diperlukan)
3. Mengobati luka bakar dan cedera lainnya.



Gambar 6.5. Penanganan Korban

Cara paling aman untuk memisahkan korban dari sumber listrik adalah segera mematikan sumber arus listrik. Sebelum sumber listrik dimatikan, penolong sebaiknya jangan dulu menyentuh korban, apalagi jika sumber listrik memiliki tegangan tinggi. Jika sumber arus tidak dapat dimatikan, gunakan benda-benda non-konduktor (tidak bersifat menghantarkan listrik; misalnya sapu, kursi, karpet atau keset yang terbuat dari karet) untuk mendorong korban dari sumber listrik. Jangan menggunakan benda-benda yang basah atau terbuat dari logam.

Jika memungkinkan, berdirilah di atas sesuatu yang kering dan bersifat non-konduktor (misalnya keset atau kertas koran yang dilipat). Jangan coba-coba menolong korban yang berada dekat arus listrik bertegangan tinggi. Jika korban mengalami luka bakar, buka semua pakaian yang mudah dilepaskan dan siram bagian yang terbakar dengan air dingin yang mengalir untuk mengurangi nyeri.

Jika korban pingsan, tampak pucat atau menunjukkan tanda-tanda syok, korban dibaringkan dengan kepala pada posisi yang lebih rendah dari badan dan kedua tungkainya terangkat, selimuti korban dengan selimut atau jaket hangat. Cedera listrik seringkali disertai dengan terlontarnya atau terjatuhnya korban sehingga terjadi cedera traumatik tambahan, baik berupa luka luar yang tampak

nyata maupun luka dalam yang tersembunyi. Jangan memindahkan kepala atau leher korban jika diduga telah terjadi cedera tulang belakang.

Setelah aman dari sumber listrik, segera dilakukan pemeriksaan terhadap fungsi pernafasan dan denyut nadi. Jika terjadi gangguan fungsi pernafasan dan nadinya tidak teraba, segera lakukan resusitasi. Sebaiknya dicari tanda-tanda patah tulang, dislokasi dan cedera tumpul maupun cedera tulang belakang. Jika terjadi kerusakan otot yang luas, mungkin akan diikuti dengan kerusakan ginjal, karena itu untuk mencegah kerusakan ginjal, berikan banyak cairan kepada korban. Korban sambaran petir seringkali bisa disadarkan dengan resusitasi jantung paru.

G. Pentingnya Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Terdapat beberapa alasan mengenai penerapan Manajemen K3 pada suatu pekerjaan maupun perusahaan, hal tersebut dapat kita tinjau dari aspek manusiawi, ekonomi, UU dan nama baik suatu instansi (adrian 2009). Berikut ini merupakan beberapa argumentasi mengenai pentingnya sistem Manajemen K3.

1. Alasan Manusiawi

Membiarkan terjadinya kecelakaan kerja, tanpa berusaha melakukan sesuatu untuk memperbaiki keadaan, merupakan suatu tindakan yang tidak manusiawi. Hal ini dikarenakan kecelakaan yang terjadi tidak hanya menimbulkan penderitaan bagi korbannya (misalnya kematian, cacat/luka berat, luka ringan), melainkan juga penderitaan bagi keluarganya dan merugikan suatu element organisasi, apabila pekerjaan tersebut pada suatu lembaga organisasi. Oleh karena itu pengusaha atau institut harus mempunyai kewajiban untuk melindungi pekerja atau rekan kerjanya dengan cara menyediakan lapangan kerja yang aman.

2. Alasan Ekonomi

Setiap kecelakaan kerja yang terjadi akan menimbulkan kerugian ekonomi, seperti kerusakan mesin, peralatan, bahan dan bangunan, biaya pengobatan, dan biaya santunan kecelakaan. Oleh karena itu, dengan melakukan langkah-langkah pencegahan kecelakaan, maka selain dapat mencegah terjadinya cedera pada pekerja, kontraktor juga dapat menghemat biaya yang harus dikeluarkan.

3. Alasan UU dan Peraturan

UU dan peraturan dikeluarkan oleh pemerintah atau suatu organisasi bidang keselamatan kerja dengan pertimbangan bahwa masih banyak kecelakaan yang terjadi, makin meningkatnya pembangunan dengan menggunakan teknologi modern, sedangkan kesadaran mengenai keselamatan kerja sendiri kurang diperhatikan dapat dicontohkan pekerjaan konstruksi merupakan kompleksitas kerja yang dapat merupakan sumber terjadinya kecelakaan kerja dan pentingnya arti tenaga kerja di bidang konstruksi.

Tetapi terkadang mereka malah mengabaikan itu dengan tidak menggunakan pengaman yang sudah ditentukan ataupun yang harus di gunakan. Berdasarkan UUD 1945 Pasal 27 ayat (2) tersebut, kemudian ditetapkan UU RI No. 14 Tahun 1969 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Ketenagakerjaan. Dalam UU Pokok Ketenagakerjaan tersebut diatur tentang perlindungan keselamatan dan kesehatan kerja, yaitu:

- a. Pasal 9 yang menyatakan bahwa setiap tenaga kerja berhak mendapatkan perlindungan atas keselamatan, kesehatan, pemeliharaan moral kerja serta perlakuan sesuai dengan harkat dan martabat serta moral agama.
- b. Pasal 10 yang menyatakan bahwa pemerintah membina perlindungan kerja yang mencakup:
 - 1) Norma keselamatan kerja
 - 2) Norma kesehatan kerja dan hygiene perusahaan
 - 3) Norma kerja
 - 4) Pemberian ganti kerugian, perawatan, dan rehabilitasi dalam hal kecelakaan kerja

Seiring berjalannya waktu, UU RI No. 14 Tahun 1969 tidak lagi sesuai dengan perkembangan dan tuntutan zaman sehingga diganti dengan UU RI No. 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan. UU tersebut mempertegas perlindungan tenaga kerja terhadap aspek K3 sebagaimana termaktup dalam Pasa 86 dan 87 UU RI No. 13 Tahun 2003.

- a. Pasal 86
 - 1) Ayat (1): Setiap pekerja/buruh mempunyai hak untuk memperoleh perlindungan atas keselamatan dan kesehatan kerja; moral dan

kesusilaan; dan perlakuan yang sesuai dengan harkat dan martabat manusia serta nilai-nilai agama.

2) Ayat (2): Untuk melindungi keselamatan pekerja/buruh guna mewujudkan produktivitas kerja yang optimal diselenggarakan upaya keselamatan dan kesehatan kerja.

3) Pasal 87 Ayat (1): Setiap perusahaan wajib menerapkan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) yang terintegrasi dengan sistem manajemen perusahaan.

4. Nama Baik Institusi

Suatu perusahaan yang mempunyai reputasi yang baik dapat mempengaruhi kemampuannya dalam bersaing dengan perusahaan lain. Reputasi atau citra perusahaan juga merupakan sumber daya penting terutama bagi industri jasa, termasuk jasa konstruksi, karena berhubungan dengan kepercayaan dari pemberi tugas/pemilik proyek. Prestasi keselamatan kerja perusahaan mendukung reputasi perusahaan itu, sehingga dapat dikatakan bahwa prestasi keselamatan kerja yang baik akan memberikan keuntungan kepada perusahaan secara tidak langsung.

H. Identifikasi kecelakaan kerja.

Alasan yang menjadi dasar dilakukannya analisa dan pelaporan penyebab terjadinya kejadian kecelakaan adalah agar dapat diidentifikasi dan dapat dilakukan tindakan perbaikan yang memadai untuk mencegah agar tidak terulangnya kembali kejadian kecelakaan sehingga dapat melindungi pekerja dan lingkungan. Analisa Root Cause (akar penyebab) dan proses pelaporan dari suatu kejadian mencakup lima tahapan, yaitu:

1. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap penting untuk memulai analisa akar penyebab suatu kejadian. Pengumpulan data dilakukan setelah kejadian itu terjadi untuk memastikan agar tidak ada data yang hilang, sehingga data yang kita dapat masih murni belum ada rekayasa, dan kita dapat lebih mudah melakukan analisis mengenai apa yang terjadi. Tanpa mengorbankan

keselamatan atau pemulihan, data harus dikumpulkan bahkan selama kejadian kecelakaan. Informasi yang harus dikumpulkan meliputi kondisi sebelum, selama dan setelah kejadian, personel yang terlibat (termasuk tindakan yang diambil), faktor lingkungan serta informasi lainnya yang berkaitan dengan kejadian kecelakaan.

2. Tahap Penilaian

Tahap penilaian meliputi:

- a. Identifikasi masalah.
- b. Penentuan pentingnya masalah.
- c. Identifikasi penyebab, kondisi dan tindakan sebelum dan selama kejadian.
- d. Identifikasi alasan mengapa penyebab kejadian dan menganalisa akar penyebabnya.

3. Tahap Tindakan Korektif

Tindakan korektif dilakukan untuk mengurangi penyebab kemungkinan kejadian dan meningkatkan kehandalan sistem keselamatan dan keamanan. Perencanaan tindakan korektif harus berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan sebelumnya, dengan mempertimbangkan tiga faktor utama penyebab kecelakaan, yaitu: working condition, sistem manajemen dan human factor.

Penyebab dasar kecelakaan dapat dikelompokkan menjadi tiga kelompok yang saling berhubungan, yaitu (Heinrich, 1980)

- a. Kebijakan dan Keputusan Manajemen, merupakan kebijakan dan keputusan manajemen, misalnya target produksi dan keselamatan; prosedur kerja; pencatatan; penugasan tanggung jawab dan otoritas; kepercayaan; pemilihan karyawan, pelatihan, penempatan, pengawasan dan pengarahan; prosedur komunikasi; prosedur inspeksi; peralatan suplai, dan desain fasilitas; pembelian dan perawatan; prosedur pekerjaan standar dan darurat; serta kebersihan dan kerapian.
- b. Faktor Personal (Pekerja), merupakan faktor personal atau pekerja, misalnya motivasi; keadaan fisik dan mental; waktu reaksi; kepedulian pribadi; serta kesadaran diri.

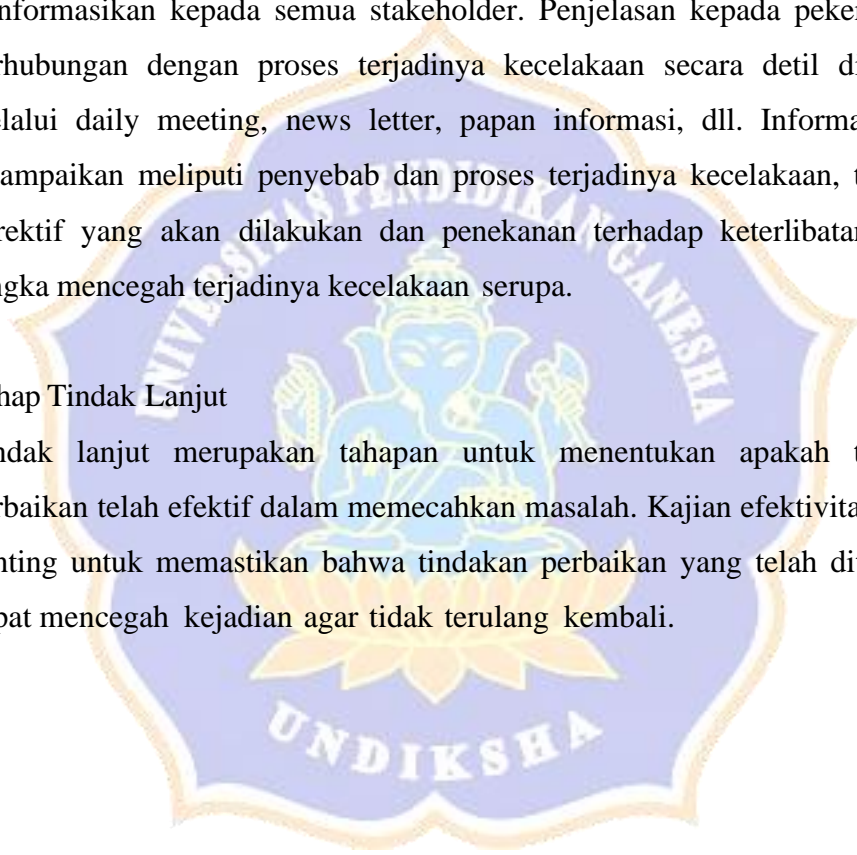
- c. Faktor Lingkungan, misalnya kondisi yang terdapat pada lingkungan sekitar kerja meliputi temperatur; tekanan; kelembaban; debu; gas; uap; aliran udara; kebisingan; pencahayaan; kondisi gedung (bangunan); kondisi alami lingkungan (permukaan yang licin, hambatan, penopang yang tidak baik, benda berbahaya).

4. Tahap Menginformasikan

Hasil analisis penyebab kecelakaan harus dikomunikasikan dan diinformasikan kepada semua stakeholder. Penjelasan kepada pekerja yang berhubungan dengan proses terjadinya kecelakaan secara detil dilakukan melalui daily meeting, news letter, papan informasi, dll. Informasi yang disampaikan meliputi penyebab dan proses terjadinya kecelakaan, tindakan korektif yang akan dilakukan dan penekanan terhadap keterlibatan dalam rangka mencegah terjadinya kecelakaan serupa.

5. Tahap Tindak Lanjut

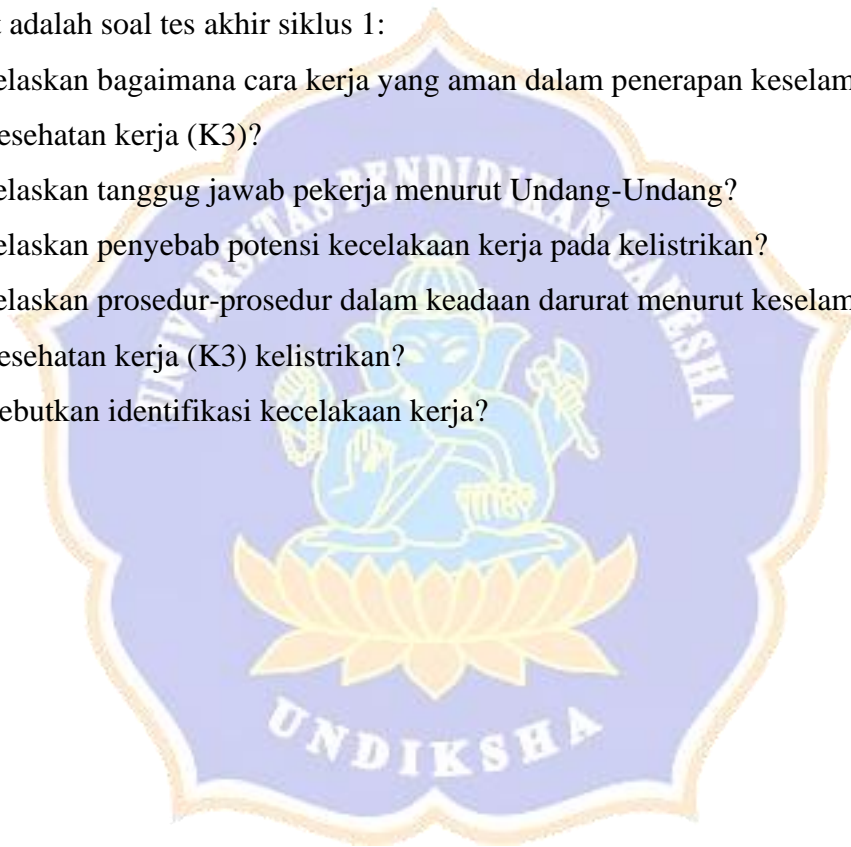
Tindak lanjut merupakan tahapan untuk menentukan apakah tindakan perbaikan telah efektif dalam memecahkan masalah. Kajian efektivitas sangat penting untuk memastikan bahwa tindakan perbaikan yang telah ditetapkan dapat mencegah kejadian agar tidak terulang kembali.



Pertemuan ke 4 Melakukan Tes Akhir Siklus 1

Berdasarkan materi yang sudah dijelaskan, maka pada pertemuan ke empat atau pertemuan akhir siklus dilakukan tes akhir siklus 1 guna untuk menilai hasil belajar peserta didik selama mengikuti pembelajaran menggunakan penerapan model pembelajaran kooperatif tipe STAD berbantuan media pembelajaran berbasis website dan setelah itu diadakan refleksi untuk mengetahui apa saja yang kurang maksimal pada saat dilaksanakan penelitian tindakan kelas pada siklus 1. Berikut adalah soal tes akhir siklus 1:

1. Jelaskan bagaimana cara kerja yang aman dalam penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3)?
2. Jelaskan tanggung jawab pekerja menurut Undang-Undang?
3. Jelaskan penyebab potensi kecelakaan kerja pada kelistrikan?
4. Jelaskan prosedur-prosedur dalam keadaan darurat menurut keselamatan dan kesehatan kerja (K3) kelistrikan?
5. Sebutkan identifikasi kecelakaan kerja?



Lembar Jawaban Peserta Didik pada Siklus 1

Nama : Muhammad Reza Fahleyu
 Mata Pelajaran : Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan

Jawaban

1. a) penggunaan alat pelindung diri
 Sarung tangan isolasi sarung tangan yang dirancang khusus untuk bekerja dengan listrik harus selalu digunakan. Setiap keselamatan yaitu sepatu yang memiliki isolasi listrik dan safety slip. Kacamata pelindung yaitu melindungi mata dari percikan atau cahaya terang yang mungkin timbul. Helm keselamatan yaitu untuk melindungi kepala dari paku-paku banturan atau arus listrik.

b) Pemeliharaan dan Peralihan Perawatan.
 Inspeksi rutin yaitu melakukan pemeliharaan rutin terhadap semua peralatan listrik untuk memastikan tidak ada kerusakan atau keausan yang dapat menyebabkan kecelakaan. Pemawatan berkala yaitu memastikan semua peralatan dalam kondisi baik melalui perawatan yg teratur dan segera perbaikan atau mengganti peralatan yang rusak.

c) Penggunaan Alat yang tepat
 Peralatan isolasi yaitu peralatan yang dirancang khusus untuk bekerja dgn listrik seperti obeng isolasi dan pengukur tegangan. Alat pemadam api yaitu alat yang sesuai untuk kebakaran listrik.

d) Lingkungan kerja yang aman
 kebersihan yaitu menjaga area kerja tetap bersih dan bebas dari benda yang tidak perlu. pencahayaan yaitu pastikan area kerja cukup terang untuk mencegah kesalahan akibat kurangnya pencahayaan. Tanda peringatan yaitu pasang tanda peringatan di area sekitar yang berisiko tinggi.

The future starts today.

2. 1) Undang-undang Republik Indonesia nomor 3 tahun 1992 menyatakan bahwa sudah sewajarnya apabila tenaga kerja juga berperan aktif dan ikut bertanggung jawab atas pelaksanaan program pemeliharaan dan peningkatan kesejahteraan demi terwujudnya perlindungan tenaga kerja dan keluarganya dengan baik. Jadi bukan hanya perusahaan saja yang bertanggung jawab dalam masalah ini, tetapi juga para karyawan harus ikut berperan aktif dalam hal ini agar dapat tercapai kesejahteraan bersama.

2) Undang-undang no.13 tahun 2003 menyebutkan bahwa setiap pekerja/buruh berhak untuk memperoleh perlindungan atas:
 a. keselamatan dan kesehatan kerja
 b. moral dan kesusilaan
 c. perlakuan yang sesuai dengan harkat dan martabat manusia serta nilai-nilai agama.
 Selain itu Pemerintah juga mewajibkan bagi para pekerja untuk menggunakan alat pelindung diri di tempat kerja. Yang menjadi dasar hukum dari alat pelindung diri ini adalah: undang-undang nomor 1 tahun 1970 bab IX pasal 13 tentang kewajiban bila memasuki tempat kerja yang berbunyi:
 "Barangsiapa akan memasuki suatu tempat kerja, diwajibkan memakai semua pemunuk keselamatan kerja dan memakai alat-alat pelindung diri yang diwajibkan."

3. a) Buruknya kondisi instalasi listrik yaitu pemadaman kabel yang serampangan. Kesediaan ini sangat skal dijumpai yaitu kurang memperimbangan kemampuan kabel untuk mengalirkan daya. Akibatnya isolasi kabel berpotensi terjadinya hubung singkat atau korsak dan manusia allow your dreams.

b) kurangnya pemahaman terhadap lingkungan/objek kerja
 Bekerja dengan alat-alat baru atau alat-alat yang sudah tua, memerlukan perhatian khusus. Analisa yang mendalam perlu dibuat untuk mengantisipasi hal-hal yang tidak lazim tetapi berpotensi terjadi, seperti awam rusaknya isolasi.

c) Penggunaan Pemasangan Listrik
 Betanya rusaknya isolasi pada alat pemadam listrik yang sangat besar, terutama jika isolasi berhubungan langsung dengan manusia atau media penghantar listrik yang berpotensi kontak dengan manusia.

4. Langkah-langkah yang harus dilakukan pada saat menangani korban kesetrum antara lain:
 1. Jika tubuh korban masih kontak dengan arus listrik, jangan menyentuhkan dengan tangan telanjang, segera matikan sumber listrik atau pemutus tenaga. Jika tidak berhasil gunakan benda yang tidak dapat mengalirkan arus listrik seperti kayu, karet, dan plastik.
 2. Segera periksa tubuh korban, pastikan sumber listrik sudah tidak menempel ditubuh korban, rebahkan tubuh korban hingga telentang dan angkat dagunya, segera hubungi ambulans jika kondisinya memang parah.
 3. Sambil menunggu datangnya ambulans segera lakukan pertolongan pertama pada korban dgn cara lihat dan dengar napasnya, jika korban dalam keadaan tidak bernafas, segera beri nafas buhan. coba tekan hidungnya dgn jari dan tiupkan udara kedalam mulutnya dua kali hingga dadanya mengembang, kemudian periksa denyut nadi di lehernya. Jika dalam waktu 5 detik tidak ada tanda-tanda, tekan dadanya sebanyak 5 kali dengan kedua telapak tangan periksa lagi, jika tetap tidak ada ulangi dari awal.

The future starts today.

4. Jika ada luka terbuka ditubuh korban akibat sengatan listrik, segera tutupi dengan benda yang tidak menghantarkan konduktivitas seperti kain atau perban.

5. 1) Tahap Pengumpulan Data
 2) Tahap Penilaian
 3) Tahap tindakan korektif
 4) Tahap Menginformasikan
 5) Tahap tindak lanjut.

Pertemuan ke 1 Menjelaskan Alat Ukur Multimeter

BAB 1

MULTIMETER

A. Konfigurasi Multimeter

Multimeter yang diuraikan pada buku ini adalah Multimeter Analog yang menggunakan kumparan putar untuk menggerakkan jarum penunjuk papan skala. Multimeter ini yang banyak dipakai karena harganya relatif terjangkau. Jika pada Multimeter Digital hasil pengukuran langsung dapat dibaca dalam bentuk angka yang tampil pada layar display, pada Multimeter analog hasil pengukuran dibaca lewat penunjukan jarum pada papan skala. Lihat gambar 1 dan gambar 2.

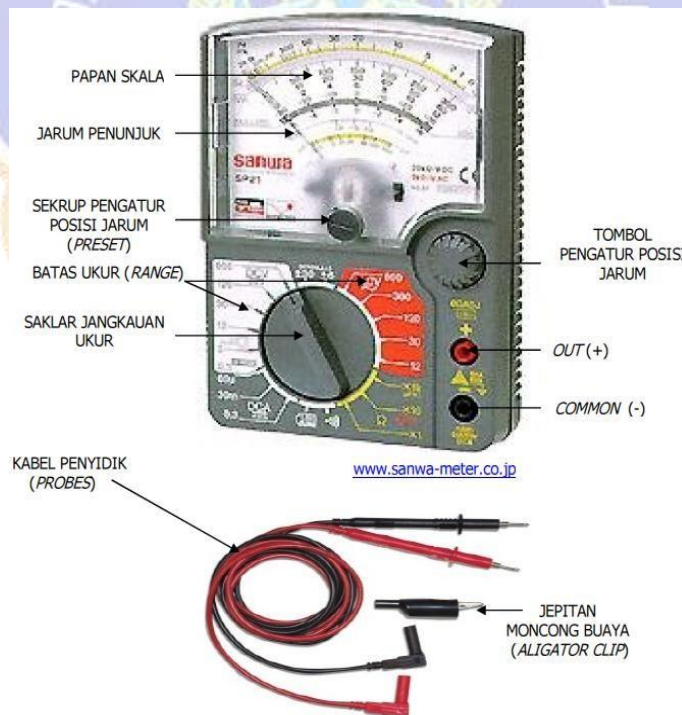


Gambar 1. Multimeter Analog



Gambar 2. Multimeter Digital

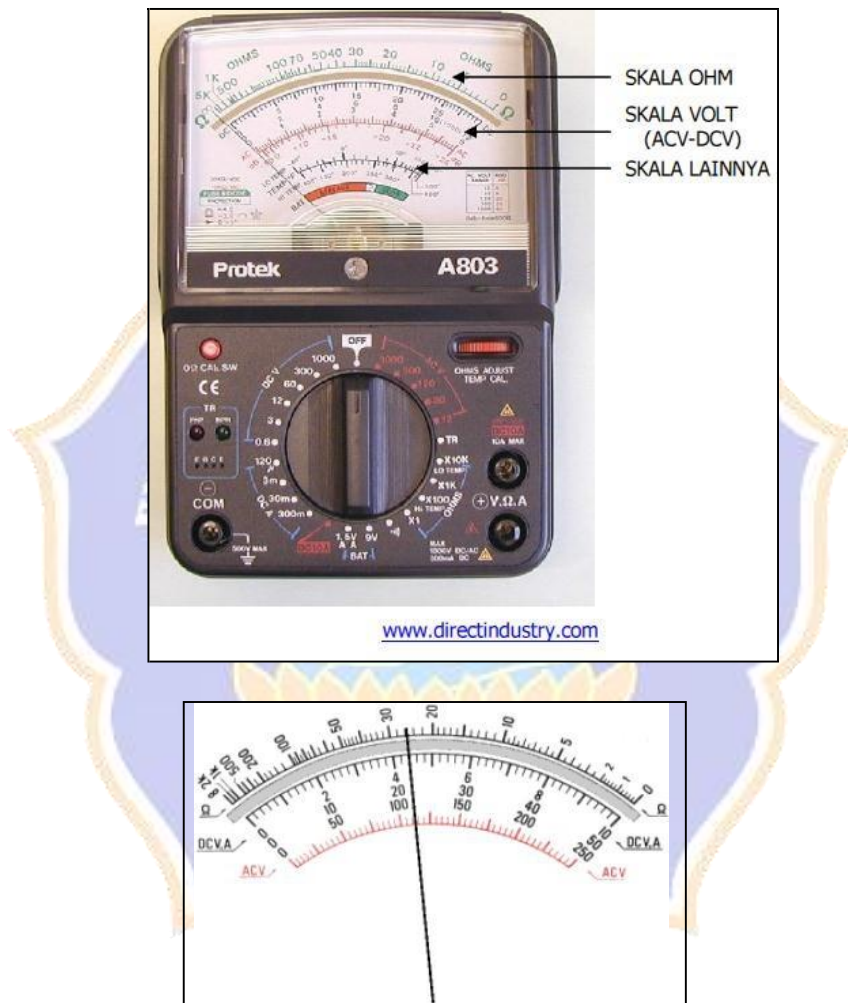
Konfigurasi Multimeter dan kontrol indikator yang terdapat pada sebuah Multimeter diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Konfigurasi Multimeter

1. Papan Skala

Digunakan untuk membaca hasil pengukuran. Pada papan skala terdapat skala-skala; tahanan/resistan (resistance) dalam satuan Ohm (Ω), tegangan (ACV dan DCV), kuat arus (DCmA), dan skala-skala lainnya.



Gambar 4. Papan Skala

2. Saklar Jangkauan Ukur

Saklar Jangkauan Ukur digunakan untuk menentukan posisi kerja Multimeter, dan batas ukur (range). Jika digunakan untuk mengukur nilai satuan tahanan (dalam Ω), saklar ditempatkan pada posisi Ω , demikian juga jika digunakan untuk mengukur tegangan (ACV-DCV), dan kuat arus (mA- μ A). Satu hal yang perlu diingat, dalam mengukur tegangan listrik, posisi saklar harus berada pada batas ukur yang lebih tinggi dari tegangan yang akan diukur. Misal, tegangan yang akan diukur 220 ACV, saklar harus berada pada posisi batas ukur 250 ACV. Demikian juga jika hendak mengukur DCV.

3. Sekrup Pengatur Posisi Jarum (preset)

Digunakan untuk menera jarum penunjuk pada angka nol (sebelah kiri papan skala).

4. Tombol Pengatur Jarum Pada Posisi Nol (Zero Adjustment)

Digunakan untuk menera jarum penunjuk pada angka nol sebelum Multimeter digunakan untuk mengukur nilai tahanan/resistan. Dalam praktek, kedua ujung kabel penyidik (probes) dipertemukan, tombol diputar untuk memosisikan jarum pada angka nol.

5. Lubang Kabel Penyidik

Tempat untuk menghubungkan kabel penyidik dengan Multimeter. Ditandai dengan tanda (+) atau out dan (-) atau common. Pada Multimeter yang lebih lengkap terdapat juga lubang untuk mengukur h_{fe} transistor (penguatan

arus searah/DCmA oleh transistor berdasarkan fungsi dan jenisnya), dan lubang untuk mengukur kapasitas kapasitor.

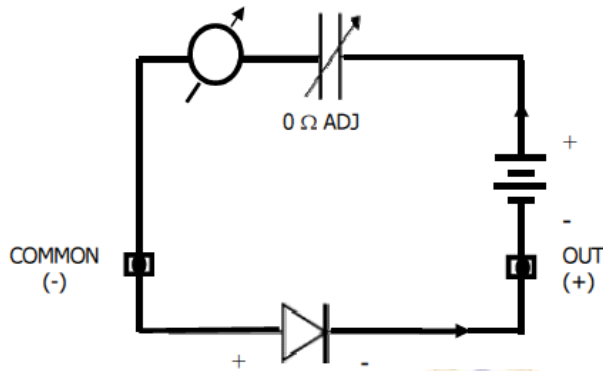
6. Batas Ukur (Range)

- a. Batas Ukur (Range) Kuat Arus : biasanya terdiri dari angka-angka; 0,25-25-500 mA. Untuk batas ukur (range) 0,25, kuat arus yang dapat diukur berkisar dari 0-0,25 mA. Untuk batas ukur (range) 25, kuat arus yang dapat diukur berkisar dari 0-25 mA. Untuk batas ukur (range) 500, kuat arus yang dapat diukur berkisar dari 0-500 mA.
- b. Batas Ukur (Range) Tegangan (ACV-DCV) : terdiri dari angka; 10-50-250-500-1000 ACV/DCV. Batas ukur (range) 10, berarti tegangan maksimal yang dapat diukur adalah 10 Volt. Batas ukur (range) 50, berarti tegangan maksimal yang dapat diukur adalah 50 Volt, demikian seterusnya.
- c. Batas Ukur (Range) Ohm : terdiri dari angka; x1, x10 dan kilo Ohm ($k\Omega$). Untuk batas ukur (range) x1, semua hasil pengukuran dapat langsung dibaca pada papan skala (pada satuan Ω). Untuk batas ukur (range) x10, semua hasil pengukuran dibaca pada papan skala dan dikali dengan 10 (pada satuan Ω). Untuk batas ukur (range) kilo Ohm ($k\Omega$), semua hasil pengukuran dapat langsung dibaca pada papan skala (pada satuan $k\Omega$), Untuk batas ukur (range) x10k ($10k\Omega$), semua hasil pengukuran dibaca pada papan skala dan dikali dengan $10k\Omega$.

7. Baterai

Pada Multimeter dipakai baterai kering (*dry cell*) tipe UM-3, digunakan untuk mencatu/mengalirkan arus ke kumparan putar pada saat Multimeter digunakan untuk mengukur komponen (minus komponen terintegrasi/*Integrated Circuit/IC*). Baterai dihubungkan secara seri dengan lubang kabel penyidik/*probes (+/out)* dimana kutub negatif baterai

dihubungkan dengan terminal positif dari lubang kabel penyidik. Lihat gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian baterai pencatu *circuit*.

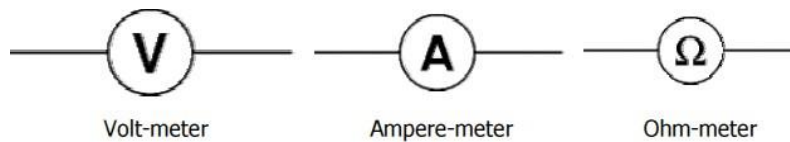
8. Kriteria Multimeter

Kekhususan kepekaan, ditentukan oleh tahanan/resistan (*resistance*) dibagi dengan tegangan, misalnya 20 k Ω /v untuk DCV dan 8 k Ω /v untuk ACV. (20 k Ω /v \rightarrow $I = E/R = 1/20.000 = \frac{1}{2} \times 10^{-4} \text{ A} = 0,05\text{mA} = 50 \mu\text{A}$). Multimeter menggunakan arus sebesar 50 mikro- Ampere (50 μA) untuk alat pengukur (meter) dan akan menarik arus maksimal 50 μA dari rangkaian yang diukur. Fungsi tambahannya sebagai penguji (*tester*) transistor untuk menentukan hfe transistor (kemampuan transistor menguatkan arus listrik searah sampai beberapa kali), penguji dioda, dan kapasitas kapasitor dalam hubungannya dengan pekerjaan perbaikan (*repair*) alat-alat elektronik.

9. Simbol-simbol

Untuk mempermudah pembelajaran, pengukur tegangan (Voltmeter), pengukur kuat arus (Ampere-meter), dan pengukur nilai tahanan/*resistance*

(Ohm-meter) ditampilkan dengan simbol-simbol seperti yang terdapat pada gambar 6.



10. Langkah-langkah menggunakan Multimeter

- a. Baca dengan teliti buku petunjuk penggunaan (manual instruction) Multimeter yang dikeluarkan oleh pabrik pembuatnya.
- b. Multimeter adalah alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur tegangan (Multimeter sebagai Volt-meter), mengukur Arus (Multimeter sebagai Ampere-meter), mengukur Resistans/Tahanan (Multimeter sebagai Ohm-meter).
- c. Sebelum dan sesudah Multimeter digunakan, posisi saklar jangkauan ukur harus selalu berada pada posisi ACV dengan batas ukur (range) 250ACV atau lebih.
- d. Kabel penyidik (probes) Multimeter selalu berwarna merah dan hitam. Masukkanlah kabel yang berwarna merah ke lubang penyidik yang bertanda (+) atau out, dan kabel yang berwarna hitam ke lubang penyidik yang bertanda (-) atau common.
- e. Pada saat akan melakukan pengukuran dengan Perhatikan apakah jarum penunjuk sudah berada pada posisi angka nol. Jika belum lakukanlah peneraan dengan cara memutar sekrup pengatur posisi jarum (preset) dengan obeng minus (-).
- f. Posisi saklar jangkauan ukur harus pada posisi yang sesuai dengan besaran yang akan diukur. Jika akan mengukur tegangan listrik bolak balik (ACV) letakkan saklar pada posisi batas ukur (*range*) yang lebih tinggi dari tegangan yang akan diukur. Jika mengukur tegangan bolak balik 220V/220 ACV, letakkan saklar pada posisi batas ukur (range) 250 ACV. Hal yang

sama juga berlaku untuk pengukuran tegangan listrik searah (DCV), kuat arus (DCmA-DC μ A), dan tahanan/resistan (*resistance*).

- g. Pada pengukuran DCV, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada kutub positif, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kutub negatif dari tegangan yang akan diukur.
- h. Jangan sekali-kali mengukur kuat arus listrik, kecuali kita sudah dapat memperkirakan besarnya kuat arus yang mengalir.
- i. Untuk mengukur tahanan/resistan (*resistance*), letakkan saklar jangkauan ukur pada batas ukur (*range*) Ω atau k Ω (kilo Ohm), pertemukan ujung kedua kabel penyidik (*probes*), tera jarum penunjuk agar berada pada posisi angka nol dengan cara memutar-mutar tombol pengatur jarum pada posisi angka nol (*zero adjustment*).
- j. Berhati-hatilah jika akan mengukur tegangan listrik setinggi 220 ACV.

B. Fungsi Volt-Meter

Salah satu fungsi Multimeter adalah kegunaannya sebagai Volt- meter dalam mengukur tegangan listrik, baik Tegangan Arus Searah/*Direct Current Voltage* (DCV), maupun Tegangan Arus Bolak Balik/*Alternating Current Voltage* (ACV).

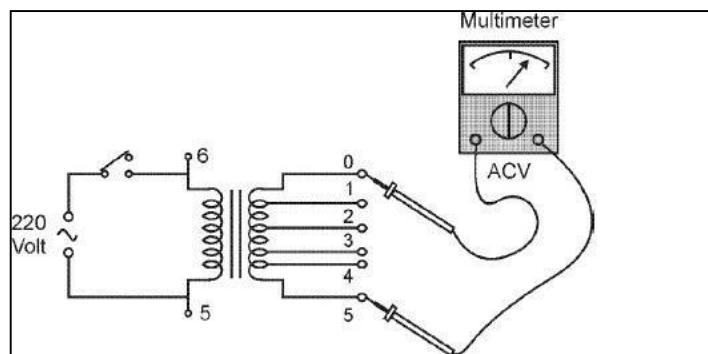
Pada Multimeter analog, hasil pengukuran tegangan dibaca pada papan skala tegangan (ACV-DCV). Kemampuan mengukur tegangan dari Multimeter tergantung spesifikasi Multimeter dan batas ukur (*range*) yang dimiliki oleh saklar jangkauan ukur. Multimeter analog tipe CX506 merk SANWA memiliki batas ukur tegangan (ACV-DCV); 3V/12V/30V/120V/300V/1200V/30kV. (Khusus untuk pengukuran tegangan 30 kilo Volt harus menggunakan kabel penyidik/*probes* "HV 50").

Pada Multimeter analog tipe CX506, batas ukur (*range*) terendah adalah 3 Volt, dengan demikian, jika batas ukur (*range*) diletakkan pada posisi 3 DCV Multimeter mampu mengukur tegangan dari baterai kering/dry cell (dengan tinggi tegangan 1,5V) lebih akurat ketimbang pada batas ukur (*range*) 10 DCV. Multimeter analog tipe SP 10D merk SANWA atau yang sejenis, memiliki batas ukur (*range*) tegangan (ACV-DC); 10V/50V/250V/500V/1000V.

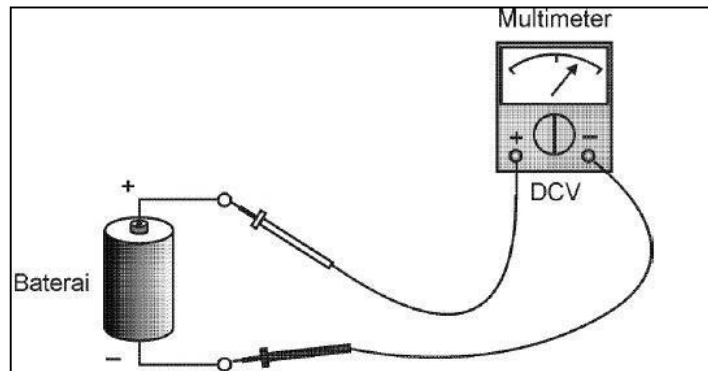
Hal yang perlu diperhatikan dalam mengukur tegangan adalah posisi saklar jangkauan ukur dan batas ukur (*range*). Jika akan mengukur 220 ACV, saklar jangkauan ukur harus berada pada posisi ACV, dan batas ukur (*range*) pada angka 250 ACV. Hal yang sama berlaku untuk pengukuran tegangan DC (DCV). Tak kalah penting untuk diperhatikan adalah faktor keselamatan. Perhatikan apakah isolasi pembungkus kabel penyidik (*probes*). Apakah ada yang terkelupas?

Dalam mengukur DCV, posisi kabel penyidik (*probes*) warna merah (+/out) diletakkan pada titik positif (+) dari sumber tegangan yang akan diukur, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-/common) diletakkan pada titik negatif (-).

Untuk mengukur Tegangan Arus Bolak Balik (ACV) posisi kabel penyidik (*probes*) boleh bolak balik, karena pada ACV setiap detik terjadi 50 x perubahan kutub positif menjadi kutub negatif dan sebaliknya. Lihat gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Mengukur Tegangan Listrik Arus Bolak-balik (ACV)



Gambar 8. Mengukur Tegangan Listrik Arus Searah (DCV)

C. Fungsi Ohm-Meter

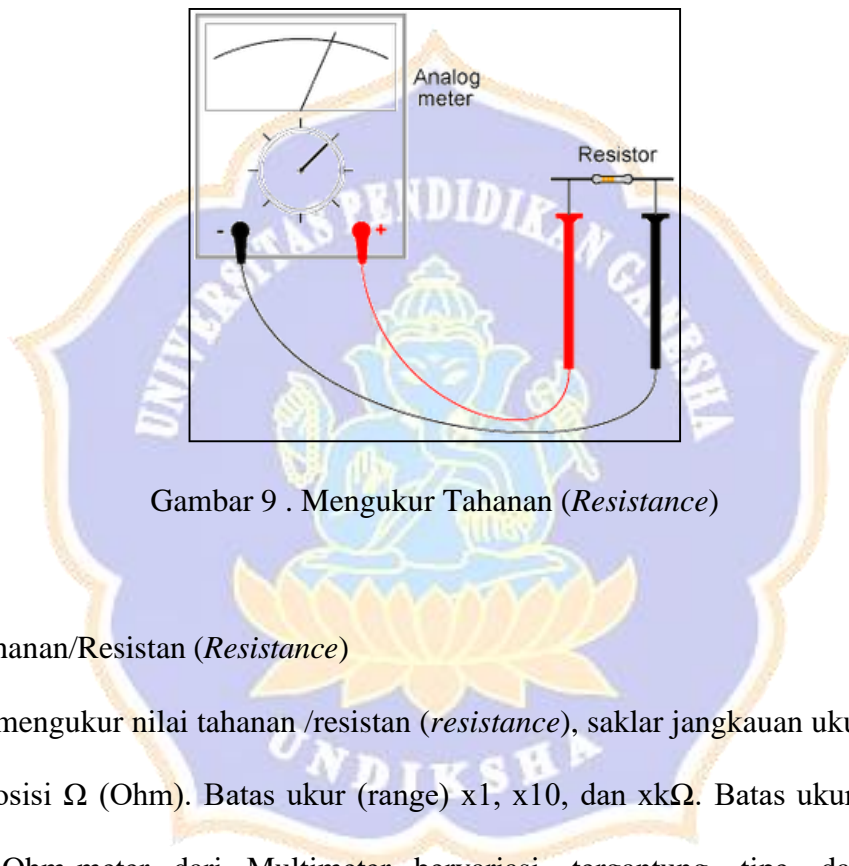
Ohm-meter untuk berfungsi mengukur tahanan/resistan (*resistance*). Di dalam tehnik elektronika, tahanan/resistan (*resistance*) mengandung dua pengertian, Pertama, tahanan (*resistance*) sebagai sebuah nama untuk salah satu komponen elektronika yaitu resistan atau resistor, dan Kedua, perlawanan yang diberikan oleh bahan penghantar (konduktor) dan/atau bahan setengah penghantar (semikonduktor) yang terdapat dalam komponen elektronik terhadap arus listrik searah yang mengalir. Kedua-duanya memiliki satuan yang dinyatakan dalam Ohm (Ω).

Berdasarkan butir kedua, kita dapat mengatakan bahwa : pada komponen elektronika yang terbuat dari bahan penghantar (konduktor) seperti; resistor, kapasitor, transformator, dan gulungan (*coil*) dan bahan setengah penghantar (semikonduktor), seperti; transistor, dioda, terdapat tahanan/resistan (*resistance*).

Melalui pengukuran nilai tahanan/resistan (*resistance*) yang terdapat pada komponen yang berada di luar rangkaian, kita dapat mengetahui apakah sebuah

komponen masih dapat berfungsi dengan baik dan masih dapat digunakan atau sudah rusak.

Pada Multimeter Digital, hasil pengukuran dapat dibaca langsung pada layar display, pada Multimeter Analog, hasil pengukuran tahanan/resistan (*resistance*) dibaca pada papan skala Ohm (Ω -k Ω). Lihat gambar 9.



Gambar 9 . Mengukur Tahanan (*Resistance*)

R = Tahanan/Resistan (*Resistance*)

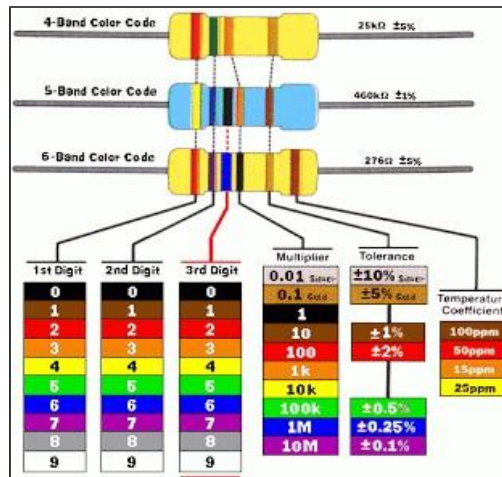
Untuk mengukur nilai tahanan /resistan (*resistance*), saklar jangkauan ukur berada pada posisi Ω (Ohm). Batas ukur (*range*) x1, x10, dan xk Ω . Batas ukur (*range*) untuk Ohm-meter dari Multimeter bervariasi, tergantung tipe dan merk Multimeter. Sebagai contoh, Multimeter merk Sanwa tipe SP10D memiliki batas ukur (*range*) x1, x10, dan xk Ω . Multimeter merk Protek A803 memiliki batas ukur (*range*) x1, x10, x100, xk Ω , dan x10k Ω .

1. Mengukur komponen dengan Ohm-meter
 - a. Mengukur resistor

Resistor adalah suatu komponen yang banyak dipakai di dalam rangkaian kompo input (v_i). Kemampuan resistor membatasi kecilnya nilai satuan Ohm (Ω) yang dimiliki elektronika. Fungsi utamanya adalah membatasi (*restrict*) aliran arus listrik. Fungsi lainnya sebagai Resistor (R) pembagi tegangan (*voltage divider*), yang menghasilkan tegangan panjar maju (*forward bias*) dan tegangan panjar mundur (*reverse bias*), sebagai pembangkit potensial output (v_o), dan potensial.

Merujuk pada hukum Ohm : $I = V/R$, semakin besar nilai tahanan/resistan (R), semakin kecil arus (I) yang dapat mengalir. Besar kecilnya nilai satuan Ohm yang dimiliki oleh resistor dapat dihitung dengan melihat pita (*band*) warna yang terdapat pada badan resistor. Mengikuti gambar 10, jika pita pertama berwarna kuning, pita kedua berwarna ungu, pita ketiga berwarna coklat, pita keempat berwarna emas, nilai satuan Ohm dari resistor tersebut adalah $47 \times 10^1 = 470$ dengan toleransi 5%.

Harap diingat, warna kuning menunjukkan angka 4, warna ungu menunjukkan angka 7, warna coklat menunjukkan angka 1, dengan demikian faktor pengali = 10^1 , jika pita ketiga berwarna merah, faktor pengali = 10^2 , demikian seterusnya. (Lihat kembali modul tentang komponen elektronika). Untuk lebih jelas, pelajari gambar 10.



Gambar 10. Nilai Ohm Resistor Berdasar Pita Warna

b. Mengukur Variabel Resistor

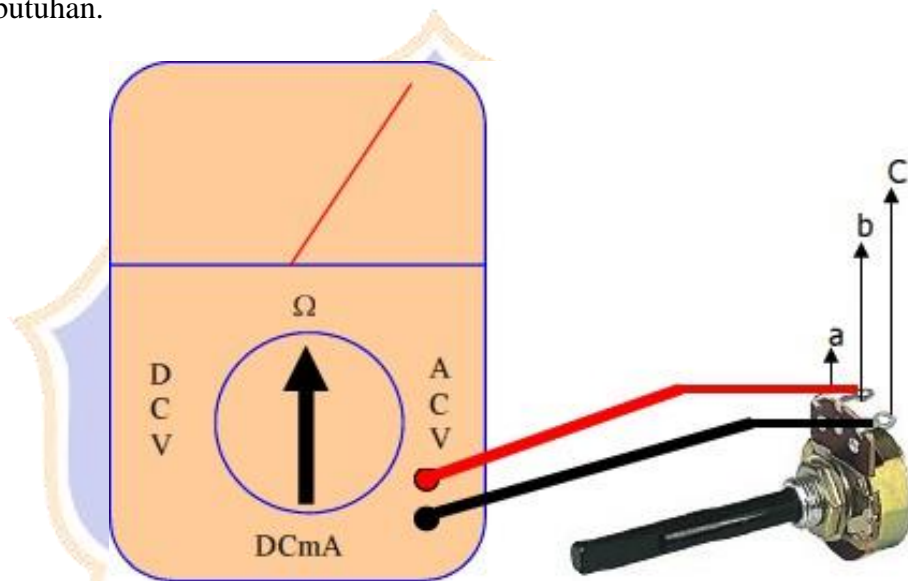
Variabel resistor adalah resistor yang dapat berubah nilai satuan Ohm-nya dengan cara memutar-mutar tuas pemutar atau sekrup yang menggerakkan kontak geser/penyapu (*wiper*) yang terdapat di dalam resistor tersebut. Lihat gambar 11.



Gambar 11. Variable Resistor

Variabel resistor yang memiliki tuas pemutar biasanya disebut potensio meter (*potentiometer*), dan yang memiliki sekrup pengatur disebut preset atau trimpot.

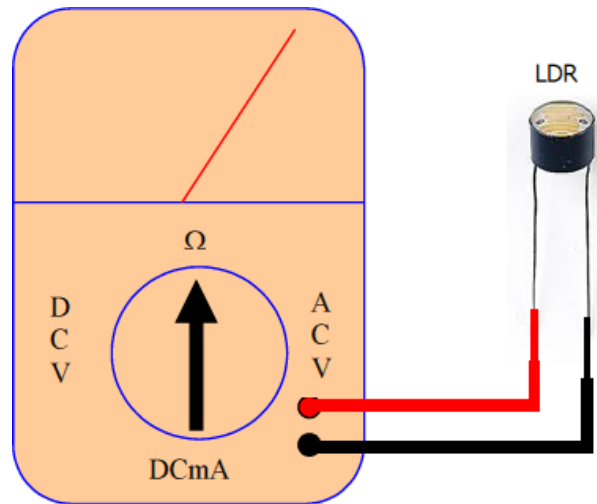
Mengukur nilai satuan Ohm dari variabel resistor dengan Multimeter adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 12. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω , batas ukur (*range*) berada pada posisi x1, x10 atau $k\Omega$, sesuai kebutuhan.



Gambar 12. Mengukur Variable Resistor

- 1) Mengukur Resistor Peka Cahaya/*Light Dependence Resistor* (LDR) Resistor Peka Cahaya/*Light Dependence Resistor* (LDR) adalah sebuah resistor yang berfungsi sebagai input transducer (sensor) dimana nilai satuan Ohm-nya dipengaruhi oleh cahaya yang jatuh di permukaan LDR tersebut.

Mengukur nilai satuan Ohm dari LDR dengan menggunakan Multimeter adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 13. Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω , batas ukur (*range*) berada pada posisi x1, x10 atau $k\Omega$, sesuai kebutuhan.

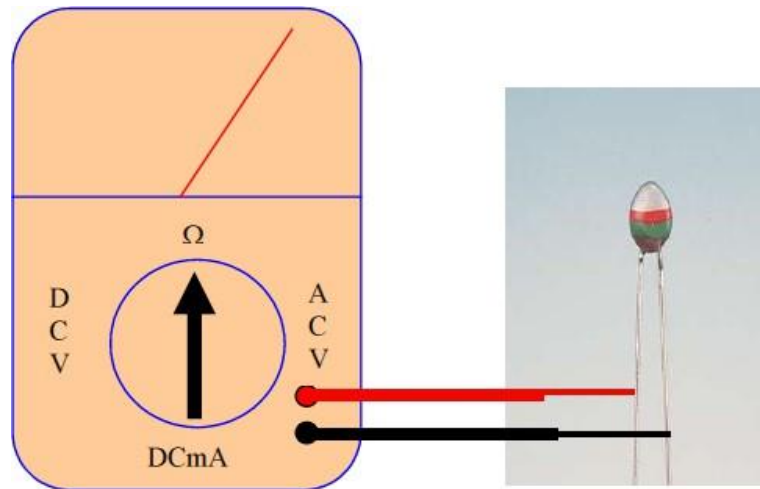


Gambar 13. Mengukur Light Depence Resistor (LDR)

Sebagai acuan, ditempat gelap, nilai satuan Ohm dari LDR = 1MO (1 Mega Ohm/1000.000Ω). Ditempat terang nilai satuan Ohm dari LDR = 100Ω.

- 2) Thermistor (*Thermally sensitive resistor*) adalah sebuah resistor yang dirancang khusus untuk peka terhadap suhu. Thermistor terbagi dalam dua jenis. Pertama, yang disebut dengan *Negative Temperature Coefficient Resistor* (NTCR), jika mendapat panas, nilai satuan Ohm-nya berkurang, misal pada suhu 250 °C nilai satuan Ohm-nya = 47 kilo Ohm (47kΩ). Kedua, yang disebut dengan *Positive Temperature Coefficient Resistor* (PTCR), jika mendapat panas, nilai satuan Ohm-nya bertambah.

Mengukur nilai satuan Ohm dari thermistor dengan menggunakan Multimeter adalah seperti yang ditunjukkan oleh gambar 14.



Gambar 14. Mengukur Thermistor

c. Mengukur Kapasitor

Kapasitor adalah komponen elektronik yang dirancang untuk dapat menyimpan dan membuang Tegangan Arus Listrik Searah (*Direct Current Voltage/DCV*).

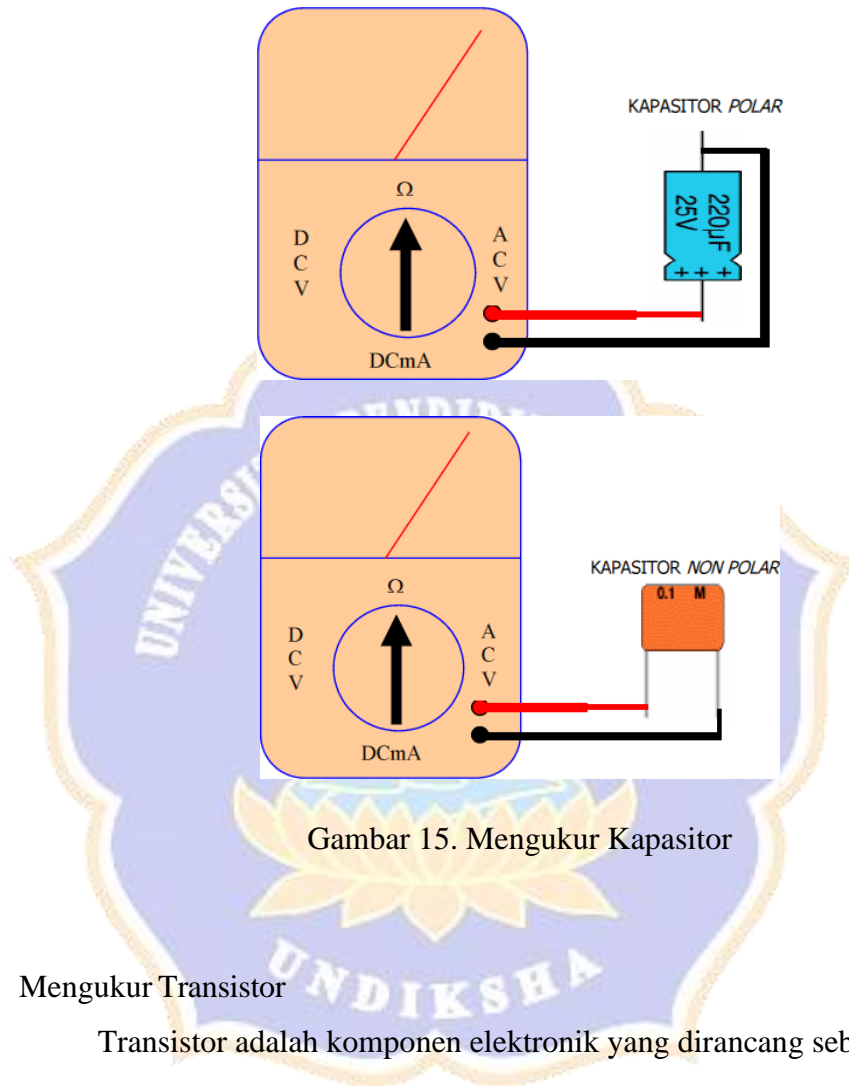
Kapasitor terbagi dalam dua jenis. Pertama, kapasitor yang memiliki kutub positif (+) dan negatif (-). Dalam teknik elektronika disebut kapasitor polar (*polarised capacitor*). Kedua, kapasitor yang tidak memiliki kutub positif (+) dan negatif (-). Disebut kapasitor non polar (*unpolarised capacitor*).

Hal penting yang perlu diperhatikan dalam mengukur kapasitor polar adalah ;

- 1) Kabel penyidik (probes) *positip* (+) yang berwarna merah diletakkan pada kaki kapasitor yang bertanda *positip* (+).
- 2) Kabel penyidik (probes) *negatip* (-) yang berwarna hitam diletakkan pada kaki kapasitor yang bertanda *negatip* (-).
- 3) Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω , batas ukur (*range*) berada pada

posisi x1, x10 atau k Ω , sesuai kebutuhan.

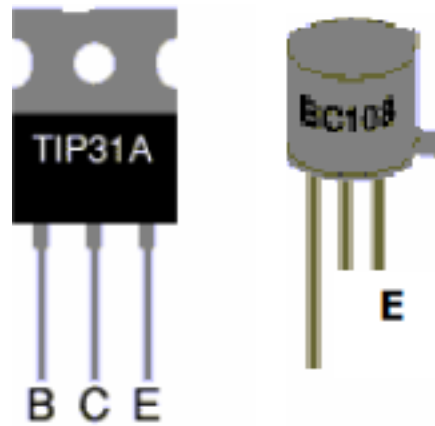
- 4) Untuk kapasitor non polar (*unpolarised*) kedua kabel penyidik (*probes*) dapat diletakkan secara sembarang (acak) ke kaki kapasitor. Lihat gambar 15.



Gambar 15. Mengukur Kapasitor

d. Mengukur Transistor

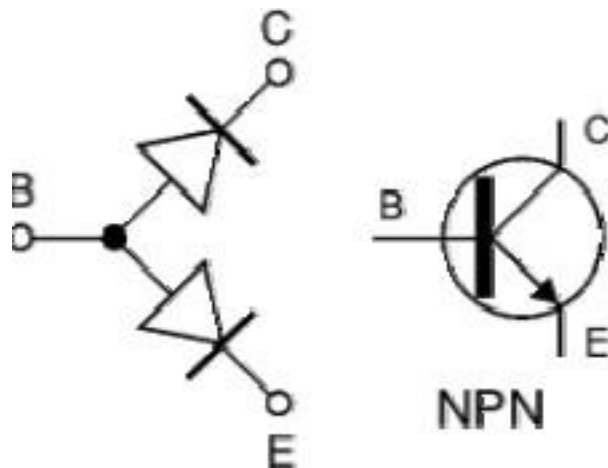
Transistor adalah komponen elektronik yang dirancang sebagai penguat arus, karenanya transistor disebut juga piranti (*device*) yang menangani arus (*current handling device*). Lihat gambar 16.



Gambar 16. Transistor

Dilihat dari tipenya, transistor terbagi dua, yaitu tipe PNP (*Positip-Negatip- Positip*) dan tipe NPN (*Negatip-Positip-Negatip*). Saluran masuk (*leads*) ke transistor (lazimnya disebut kaki transistor) dinamai dengan: Basis (*Base*), Kolektor (*Collector*), dan Emitor (*Emitter*).

Transistor pada dasarnya adalah dua buah dioda yang disambung secara berbalikan. Dioda yang pertama dibentuk oleh Emitor-Basis, dioda yang kedua dibentuk oleh Basis-Kolektor. Pada transistor tipe PNP, Emitor dan Kolektor berfungsi sebagai Anoda (+) terhadap Basis, sementara Basis berfungsi sebagai Katoda (-) terhadap Emitor dan Emitor. Pada transistor tipe NPN, Basis berfungsi sebagai Anoda (+) terhadap Emitor dan Kolektor, sementara Emitor dan Kolektor berfungsi sebagai Katoda (-) terhadap Basis. Cermati gambar 17 dengan seksama.

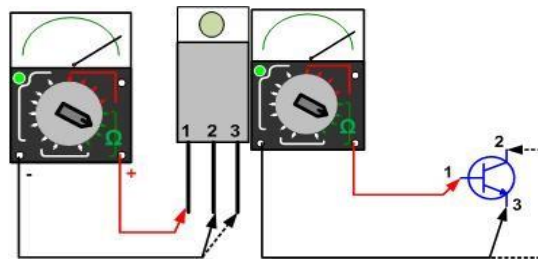


Gambar 17. Konfigurasi dan Simbol Transistor

Konsep dioda pada transistor penting untuk dipahami dengan baik, karena erat kaitannya dengan penggunaan Multimeter dalam mengukur nilai satuan Ohm dari transistor (baca kembali uraian materi tentang baterai pada Multimeter).

Hal yang perlu diingat ketika mengukur transistor dengan Multimeter adalah:

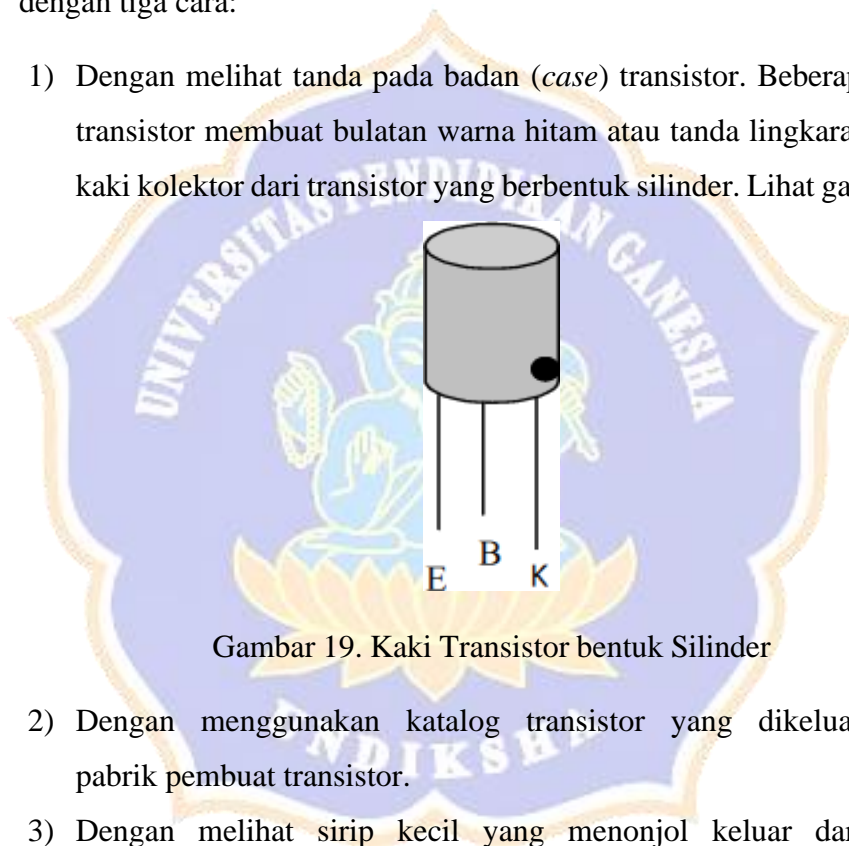
- 1) Pada transistor tipe PNP kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) selalu diletakkan pada kaki Basis, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan secara bergantian di kaki Emitor dan Kolektor.
- 2) Pada transistor tipe NPN kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) selalu diletakkan pada kaki Basis, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan secara bergantian di kaki Emitor dan Kolektor.
- 3) Saklar jangkauan ukur berada pada posisi Ohm (Ω) dan batas ukur (*range*) berada pada posisi x1, x10, atau x1k Ω , sesuai kebutuhan. Lihat gambar 18.



Gambar 18. Pengukuran Transistor

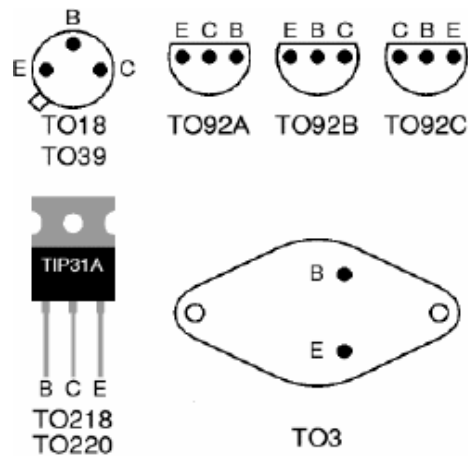
Kaki-kaki Emitor, Basis, dan Kolektor dari transistor dapat ditentukan dengan tiga cara:

- 1) Dengan melihat tanda pada badan (*case*) transistor. Beberapa pabrik transistor membuat bulatan warna hitam atau tanda lingkaran di atas kaki kolektor dari transistor yang berbentuk silinder. Lihat gambar 19.



Gambar 19. Kaki Transistor bentuk Silinder

- 2) Dengan menggunakan katalog transistor yang dikeluarkan oleh pabrik pembuat transistor.
- 3) Dengan melihat sirip kecil yang menonjol keluar dari badan transistor. Lihat kembali gambar 16.
- 4) Dengan menggunakan Multimeter.
- 5) Untuk transistor daya (*power transistors*) badan transistor berfungsi sebagai kolektor. Lihat gambar 20.

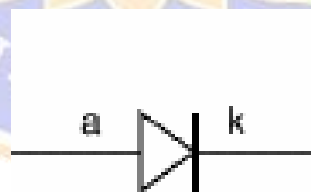


Gambar 20. Kaki-kaki Transistor dilihat dari bawah

e. Mengukur Dioda

Dioda adalah komponen elektronik yang memiliki dua elektroda yaitu; (1) Anoda (a), dan (2) Katoda (k). Mengikuti anak panah pada simbol dioda (gambar 21), arus listrik mengalir hanya satu arah yaitu dari Anoda ke Katoda.

Arus listrik tidak akan mengalir dari Katoda ke Anoda. Hal yang perlu diingat ketika mengukur dioda dengan Multimeter adalah:

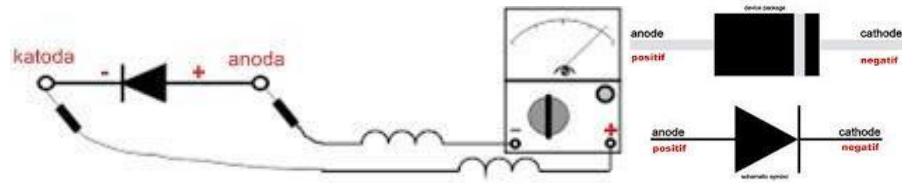


Gambar 21. Simbol Dioda

- 1) Kabel penyidik (probes) warna merah (+) diletakkan pada kaki Anoda, kabel penyidik (probes) warna hitam (-) diletakkan pada kaki

Katoda.

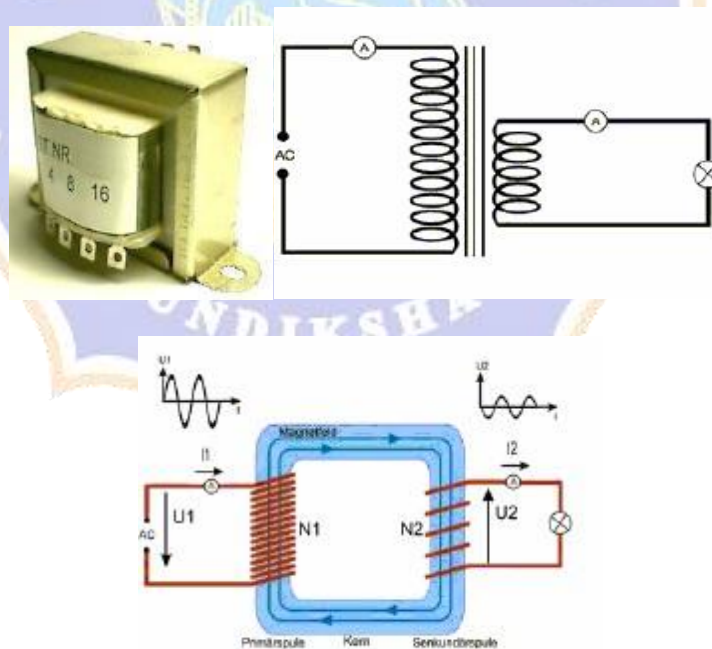
- 2) Saklar jangkauan ukur pada posisi Ohm (Ω) dan batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, atau x1k Ω , sesuai kebutuhan. Lihat gambar 22.



Gambar 22. Pengukuran Dioda

- f. Mengukur Transformator.

Transformator adalah komponen elektronik yang dirancang untuk dapat memindahkan Tegangan Arus Listrik Bolak Balik/*Alternating Current Voltage (ACV)* dari gulungan primer (P) ke gulungan skunder (S) tanpa ada hubungan langsung antara kedua gulungan tersebut. Lihat gambar 23.



Gambar 23. Transformator

Sebuah transformator masih baik dan dapat digunakan, atau sudah rusak dapat dibuktikan dengan cara mengukurnya dengan Multimeter. Hal yang perlu diingat ketika menggunakan Multimeter untuk mengukur transformator adalah:

- 1) Kedua kabel penyidik (*probes*) diletakkan secara sembarang (acak) pada titik-titik terminal pada gulungan primer.
- 2) Kedua kabel penyidik (*probes*) diletakkan secara sembarang (acak) pada titik-titik terminal pada gulungan skunder.
- 3) Kedua kabel penyidik (*probes*) diletakkan secara sembarang (acak) pada titik terminal primer dan skunder.
- 4) Saklar jangkauan ukur pada posisi batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10 atau k Ω sesuai kebutuhan. Lihat gambar 24.



Gambar 24. Mengukur Transformator

g. Mengukur Gulungan (Coil/Winding)

Gulungan atau Coil atau winding adalah komponen elektronik yang dirancang khusus untuk menghasilkan induksi magnetik. Jika gulungan kawat dialiri arus, pada gulungan tersebut akan dihasilkan induksi magnetik. Dalam teknik elektronika, gulungan atau coil ini diterapkan di dalam pembuatan transformator dalam bentuk gulungan primer (P) dan skunder

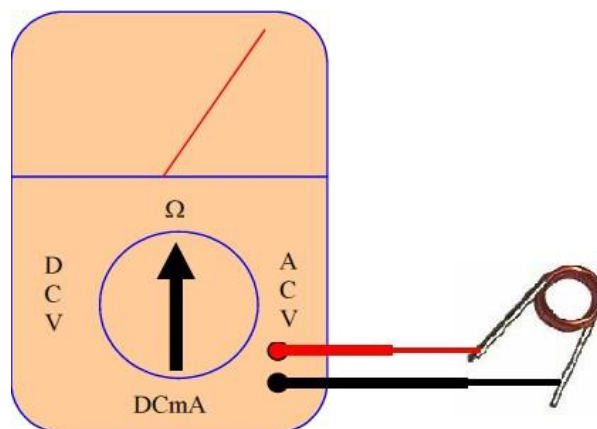
(S), namun ada juga yang dibuat terpisah untuk keperluan khusus. Lihat gambar 25.



Gambar 25. Berbagai jenis Gulungan (Coil/Winding) untuk berbagai keperluan

Kondisi sebuah gulungan (*coil/winding*), apakah masih baik dan dapat digunakan, atau sudah rusak dapat dibuktikan dengan cara mengukurnya dengan Multimeter. Hal yang perlu diingat ketika menggunakan Multimeter untuk mengukur gulungan (*coil/winding*) adalah:

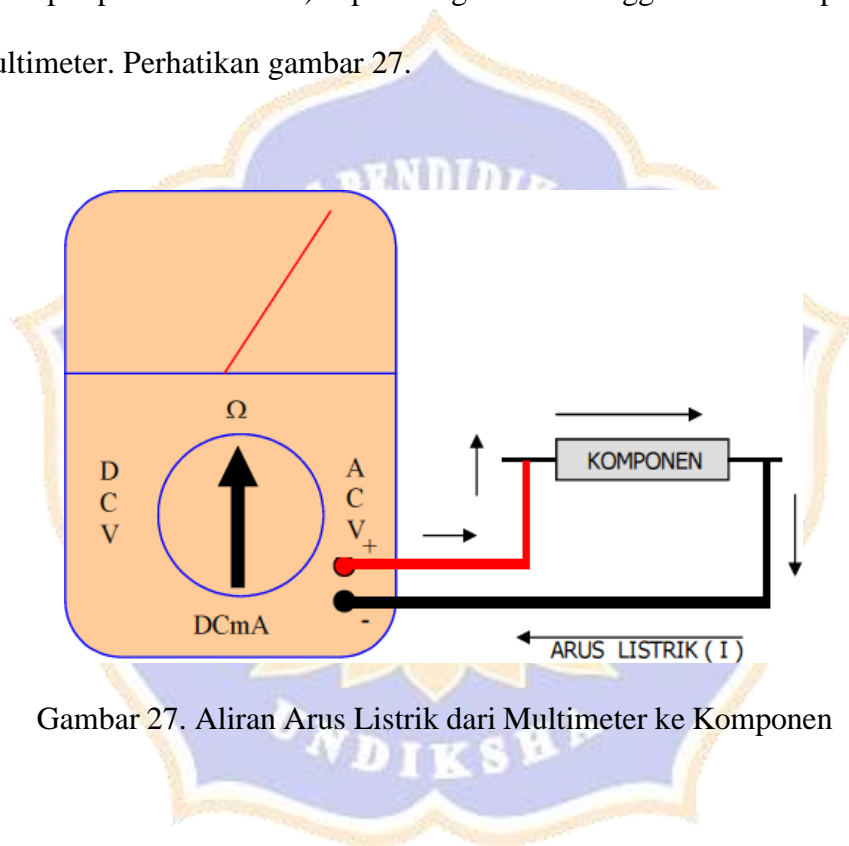
- 1) Kedua kabel penyidik (*probes*) dapat diletakkan secara sembarang (acak) pada terminal yang terdapat pada gulungan.
- 2) Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω , batas ukur (range) pada posisi x1, x10, atau k Ω , sesuai kebutuhan. Lihat gambar 26.



Gambar 26. Mengukur Gulungan (Coil/Winding)

2. Langkah-langkah pengukuran dan hasil pengukuran

Menggunakan Ohm-meter yang terdapat pada Multimeter untuk mengukur komponen elektronik di luar rangkaian, pada dasarnya adalah merangkai Multimeter dengan komponen yang diukur sehingga arus listrik dari baterai (yang terdapat pada Multimeter) dapat mengalir dan menggerakkan kumparan putar dari Multimeter. Perhatikan gambar 27.



Gambar 27. Aliran Arus Listrik dari Multimeter ke Komponen

Aliran arus yang menggerakkan kumparan putar tergantung pada karakteristik komponen yang diukur. Jika komponen tersebut bersifat menyimpan dan membuang arus (seperti kapasitor), jarum pada papan skala akan bergerak ke arah kanan papan skala untuk kemudian segera kembali lagi ke kiri, atau tidak bergerak sama sekali (tergantung kapasitas dari kapasitor). Jika komponen tersebut

bersifat membatasi arus, jarum akan bergerak sesuai dengan nilai satuan Ohm yang dimiliki komponen tersebut.

a. Langkah-langkah pengukuran Resistor

- 1) Perhatikan kembali gambar 9.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi $\times 1$, $\times 10$ atau ke nilai resistor tergantung dari yang akan diukur
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Mengacu pada gambar 9, letakkan secara sembarang (*acak*) kedua ujung kabel penyidik (*probes*) pada kaki komponen yang akan diukur.
- 9) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjukkan nilai satuan Ohm yang sama (atau mendekati) dengan nilai satuan Ohm dari resistor berdasarkan pita warna, artinya: resistor masih baik dan dapat digunakan.
- 10) Bandingkan hasil pengukuran dengan nilai resistor berdasarkan pita warna yang ada di badan resistor tersebut.

b. Langkah-langkah pengukuran Variable Resistor

- 1) Perhatikan kembali gambar 12.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).

- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω
- 5) Batas ukur (range) pada posisi x1, x10 atau k nilai resistor tergantung dari yang akan diukur.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (probes) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Mengacu pada gambar 12, letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) pada terminal a dan b dari variabel resistor.
- 9) Putar tuas pemutar searah jarum jam (untuk preset gunakan obeng minus).
- 10) Jarum pada papan skala ikut bergerak ke kanan, artinya : variabel resistor masih baik dan dapat digunakan.
- 11) Letakkan kedua ujung kabel penyidik (probes) pada terminal b dan c dari variabel resistor.
- 12) Putar tuas pemutar searah jarum jam (untuk preset gunakan obeng minus).
- 13) Jarum pada papan skala ikut bergerak ke kiri, artinya: variabel resistor masih baik dan dapat digunakan.

c. Langkah-langkah pengukuran Resistor Peka Cahaya/Light Dependence Resistor (LDR)

- 1) Perhatikan kembali gambar 13.
- 2) Masukkan kabel penyidik (probes) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (probes) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka

nol.

- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi $\times 1$, $\times 10$ atau k sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Mengacu pada gambar 15, letakkan kedua ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (*acak*) pada kedua kaki LDR.
- 9) Menggunakan lampu senter (*flashlight*) sinari permukaan LDR, jarum bergerak ke kanan, menunjukkan nilai satuan Ohm yang kecil, artinya: LDR masih baik dan dapat digunakan.
- 10) Tutuplah permukaan LDR, jarum pada papan skala bergerak ke kiri, artinya: LDR masih dapat digunakan.

Catatan, ditempat gelap, nilai satuan Ohm dari LDR = 1M (1 Mega Ohm), ditempat terang nilai satuan Ohm dari LDR = 100 Ohm.

d. Langkah-langkah pengukuran Thermistor

- 1) Perhatikan kembali gambar 14.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi $\times 1$, $\times 10$, atau $k\Omega$ sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan

angka nol.

- 8) Mengacu pada gambar 14, letakkan kedua ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) pada kedua kaki thermistor (NTCR atau PTCR).
- 9) Pada pengukuran NTCR; dengan korek api, panasi NTCR, jarum pada papan skala menunjukkan nilai satuan Ohm yang kecil, artinya : NTCR masih baik dan dapat digunakan.
- 10) Pada pengukuran PTCR; dengan korek api, panasi PTCR, jarum pada papan skala menunjukkan nilai satuan Ohm yang besar, artinya : NTCR masih baik dan dapat digunakan (baca kembali uraian tentang *thermistor*).

e. Langkah-langkah pengukuran Kapasitor

- 1) Perhatikan kembali gambar 15.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10 atau $k\Omega$ sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Mengacu pada gambar 15, letakkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki positif (+) kapasitor non polar (kaki positif biasanya berukuran lebih panjang ketimbang kaki negatif), kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) ke kaki negatif.
- 9) Jarum pada papan skala bergerak jauh ke kanan untuk kemudian

kembali ke kiri, artinya : kapasitor polar masih baik dan dapat digunakan. (Jika jarum pada papan skala bergerak ke kanan dan tidak kembali lagi ke kiri, artinya: kapasitor polar sudah rusak dan tidak dapat digunakan).

10) Perhatikan kembali gambar 15. letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) dan kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) secara sembarang (acak) ke kaki kapasitor non polar.

11) Jarum pada papan skala tidak bergerak (atau bergerak sedikit), artinya : kapasitor non polar masih baik dan dapat digunakan. (Jika jarum pada papan skala bergerak jauh ke kanan, artinya : kapasitor non polar sudah rusak dan tidak dapat digunakan).

f. Langkah-langkah pengukuran Transistor

- 1) Perhatikan kembali gambar 18.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (preset), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (range) pada posisi x1, x10, atau k Ω sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (zero adjustment), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Untuk transistor tipe PNP : mengikuti gambar 18, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Emitor.
- 9) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjuk angka (misalnya 16,5 Ω), artinya : Dioda Basis-Emitor masih baik, transistor masih

dapat digunakan.

- 10) Letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Kolektor.
- 11) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, menunjuk angka (misalnya $16,5\Omega$), artinya : Dioda Basis-Kolektor masih baik, transistor masih dapat digunakan.
- 12) Untuk transistor tipe NPN : mengikuti gambar 20, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada kaki Emitor.
- 13) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjuk angka (misalnya 21Ω), artinya : Dioda Emitor-Basis masih baik, transistor masih dapat digunakan.
- 14) Letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) pada kaki Basis, ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada kaki Kolektor.
- 15) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan menunjuk angka (misalnya 20Ω), artinya : Dioda Kolektor-Basis masih baik, transistor masih dapat digunakan.

Langkah-langkah pengukuran transistor di atas, pada dasarnya adalah suatu langkah memberikan "dioda" Emitor-Basis dan "dioda" Kolektor-Basis (pada transistor tipe PNP) tegangan panjar maju (*forward bias*). Dalam kondisi ini, Emitor dan Kolektor (berfungsi sebagai Anoda) mendapat tegangan positif dari baterai yang terdapat di dalam Multimeter, dan Basis (berfungsi sebagai Katoda) mendapat tegangan negatif dari baterai yang terdapat di dalam Multimeter.

Hal yang sama berlaku untuk transistor jenis NPN. Karena itulah hasil pengukuran "dioda" Emitor-Basis, dan Kolektor Basis menunjukkan nilai

tahanan resistance) yang hampir sama (baca kembali uraian tentang transistor dan Multimeter).

Tabel Berikut adalah contoh nilai tahanan (resistance) dari beberapa transistor dimana "dioda" Emitor-Basis dan "dioda" Kolektor-Basis (untuk transistor jenis PNP) dan "dioda" Basis-Emitor dan "dioda" Basis-Kolektor (untuk transistor jenis NPN) mendapatkan tegangan panjar maju (*forward bias*).

KODE	TIPE	"DIODA"	NILAI TAHANAN (RESISTANCE)	KONDISI
2SA671	PNP	EMITOR-BASIS	16,5Ω	BAIK
		KOLEKTOR-BASIS	16Ω	BAIK
2SB54	PNP	EMITOR-BASIS	8Ω	BAIK
		KOLEKTOR-BASIS	7Ω	BAIK
2SA101	PNP	EMITOR-BASIS	12Ω	BAIK
		KOLEKTOR-BASIS	11,5Ω	BAIK
BC547B	NPN	BASIS-EMITOR	21Ω	BAIK
		BASIS-KOLEKTOR	20Ω	BAIK
BC108	NPN	BASIS-EMITOR	22Ω	BAIK
		BASIS-KOLEKTOR	21Ω	BAIK
FCS9014B	NPN	BASIS-EMITOR	20Ω	BAIK
		BASIS-KOLEKTOR	19,5Ω	BAIK



g. Langkah-langkah pengukuran Dioda

- 1) Perhatikan kembali gambar 22.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, atau $k\Omega$, sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Mengacu pada gambar 22, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Anoda dari dioda, ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Katoda dari dioda.
- 9) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : dioda masih baik dan dapat digunakan.
- 10) Perhatikan kembali gambar 22, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) pada kaki Katoda dari dioda, ujung kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada kaki Anoda dari dioda.
- 11) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : dioda sudah rusak dan tidak dapat digunakan.

h. Langkah-langkah pengukuran Transformator

- 1) Perhatikan kembali gambar 24.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).

- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi $\times 1$, $\times 10$, atau $k\Omega$, sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Mengacu pada gambar 24, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) ke titik-titik terminal dari gulungan primer (P).
- 9) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : gulungan primer (P) transformator masih baik dan dapat digunakan.
- 10) Letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) ke titik-titik terminal dari gulungan skunder (S).
- 11) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : gulungan skunder (S) transformator masih baik dan dapat digunakan.
- 12) Letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) ke titik-titik terminal dari gulungan primer (P) dan gulungan titik terminal gulungan skunder (S).
- 13) Jarum pada papan skala tidak bergerak, artinya : isolator yang mengisolasi gulungan primer (P) dari gulungan skunder (S) masih berfungsi, transformator masih baik dan dapat digunakan.

i. Langkah-langkah pengukuran Gulungan (Coil/Winding)

- 1) Perhatikan kembali gambar 26.
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*),

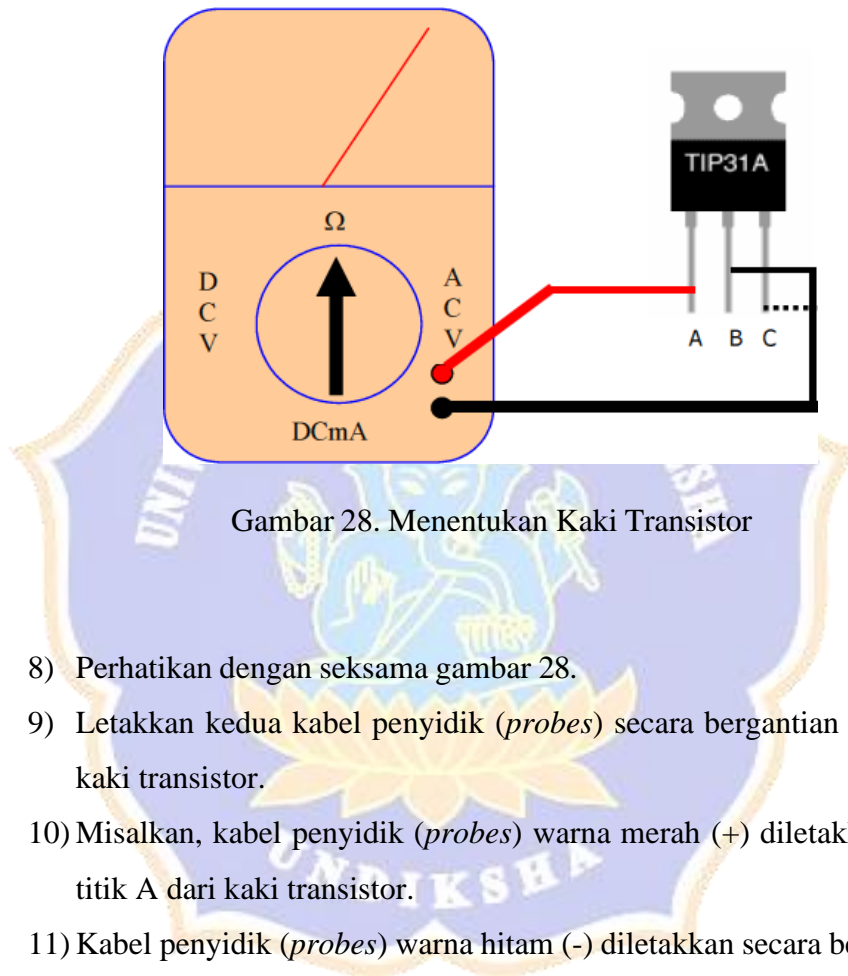
atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.

- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi $\times 1$, $\times 10$, atau $k\Omega$, sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Mengacu pada gambar 28, letakkan ujung kabel penyidik (*probes*) secara sembarang (acak) terminal dari gulungan (*coil/winding*).
- 9) Jarum pada papan skala bergerak ke kanan, artinya : gulungan (*coil/winding*) masih baik dan dapat digunakan.
- 10) Jarum pada papan skala tidak bergerak ke kanan, artinya : gulungan (*coil/winding*) sudah rusak dan tidak dapat digunakan.

3. Menetapkan Kaki Emitor-Basis-Kolektor dari Transistor dengan Multimeter
Dalam situasi tertentu, Anda mungkin kesulitan menetapkan kaki- kaki dari transistor, (yang mana kaki Emitor, kaki Basis, dan kaki Kolektor). Dengan menggunakan Multimeter, kesulitan ini dapat diatasi, caranya adalah sebagai berikut:

- a. Untuk Transistor Tipe PNP
 - 1) Gunakan Multimeter yang memiliki batas ukur (*range*) $\times 1$, $\times 10$, $\times 1k\Omega$, dan $\times 10k\Omega$.
 - 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
 - 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
 - 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .

- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, k Ω , atau x10k Ω , sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.



Gambar 28. Menentukan Kaki Transistor

- 8) Perhatikan dengan seksama gambar 28.
- 9) Letakkan kedua kabel penyidik (*probes*) secara bergantian di ketiga kaki transistor.
- 10) Misalkan, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada titik A dari kaki transistor.
- 11) Kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan secara bergantian di titik B dan C, jarum pada papan skala menunjukkan nilai tahanan (*resistance*) yang hampir sama (lihat kembali tabel), berarti kaki transistor pada titik A = kaki Basis.
- 12) Menentukan kaki emitor, caranya:
 - Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
 - Batas ukur (*range*) pada posisi x10k Ω .
 - Dengan menggunakan sekrup pengatur posisi jarum, atur jarum pada posisi angka nol.

- Letakkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) di titik C, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
- Letakkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) di titik B, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
- Jika nilai tahanan (*resistance*) dari hasil pengukuran pada butir d, lebih kecil dibanding dengan nilai resistansi dari hasil pengukuran pada butir e, kaki transistor pada titik C adalah kaki Emitor, dengan sendirinya kaki transistor pada titik B adalah kaki Kolektor.

b. Untuk Transistor Tipe NPN

- 1) Gunakan Multimeter yang memiliki batas ukur (*range*) x1, 10, x1k Ω , dan x10k Ω .
- 2) Masukkan kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) ke lubang kabel penyidik yang bertanda positif (+), kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) ke lubang kabel penyidik yang bertanda negatif (-).
- 3) Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- 4) Atur saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- 5) Batas ukur (*range*) pada posisi x1, x10, k Ω , atau x10k Ω , sesuai kebutuhan.
- 6) Ujung dari kedua kabel penyidik (*probes*) dipertemukan.
- 7) Menggunakan tombol pengatur posisi jarum pada angka nol (*zero adjustment*), atur posisi jarum pada papan skala hingga menunjukkan angka nol.
- 8) Letakkan kedua kabel penyidik (*probes*) secara bergantian di ketiga kaki transistor.
- 9) Misalkan, kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada

titik A dari kaki transistor.

10) Kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan secara bergantian di titik B dan C, jarum pada papan skala menunjukkan nilai tahanan (*resistance*) yang hampir sama (lihat kembali tabel), berarti kaki transistor pada titik A = kaki Basis.

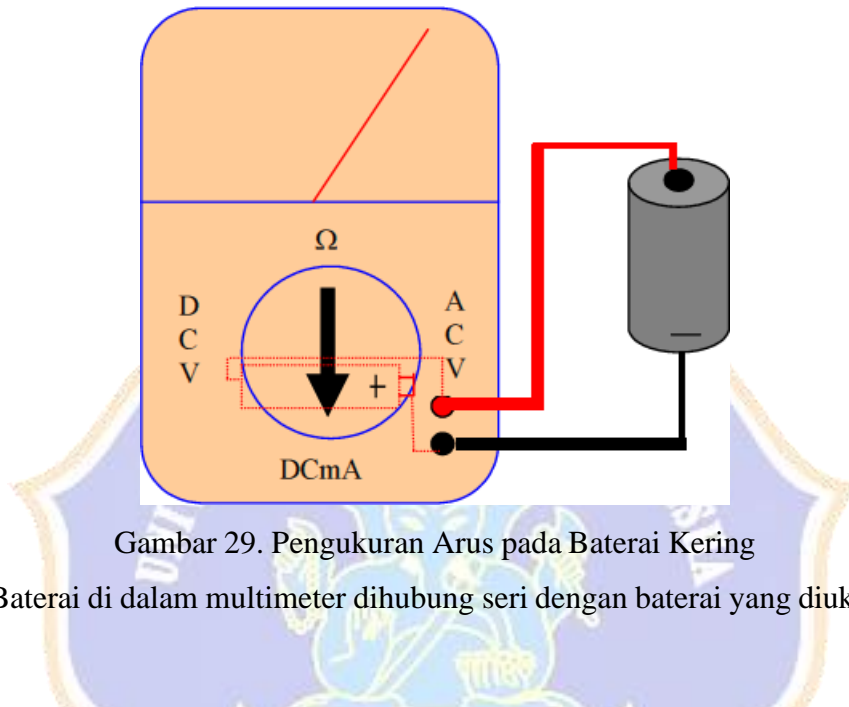
11) Tetapkan kaki emitor, caranya:

- Saklar jangkauan ukur pada posisi Ω .
- Batas ukur (*range*) pada posisi $\times 10k\Omega$.
- Dengan menggunakan sekrup pengatur posisi jarum, atur jarum pada posisi angka nol.
- Letakkan kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di titik C, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
- Letakkan kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) di titik B, kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) di kaki Basis (yang telah diketahui), catatlah nilai tahanan (*resistance*) yang ditunjukkan oleh jarum.
- Jika nilai tahanan (*resistance*) dari hasil pengukuran pada butir d, LEBIH KECIL dibanding dengan nilai tahanan (*resistance*) dari hasil pengukuran pada butir e, kaki transistor pada titik C adalah kaki Emitor, dengan sendirinya kaki transistor pada titik B adalah kaki Kolektor.

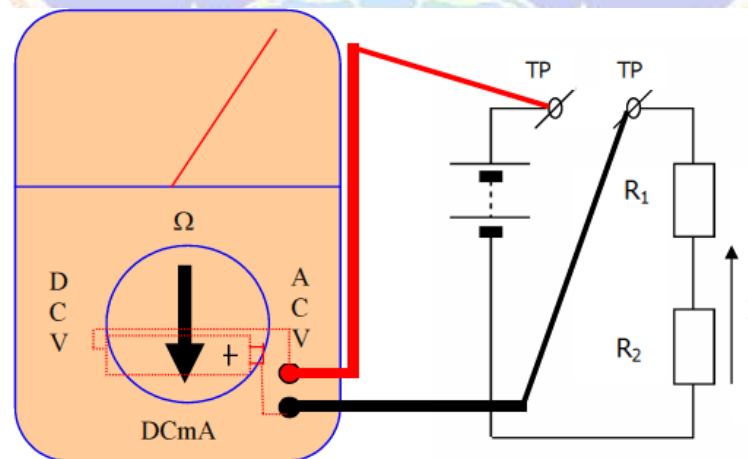
D. Fungsi Ampere-Meter

Salah satu fungsi Multimeter adalah kegunaannya sebagai Ampere-meter dalam mengukur kuat arus listrik antara 0 – 1000 mili-Ampere (mA) atau lebih tergantung spesifikasi Multimeter. Saklar jangkauan ukur berada pada posisi DcmA, batas ukur (*range*) pada angka 0,25, 25, atau 500 DcmA, sesuai kebutuhan. Hasil pengukuran dibaca pada papan skala 0- 250 DCV, A.

Pada posisi mengukur kuat arus, Multimeter diletakkan secara seri/deret dengan baterai kering (*dry cell*) dan/atau rangkaian elektronik (*electronics circuit*) yang akan diukur. Perhatikan gambar 29 dan gambar 30.



Gambar 29. Pengukuran Arus pada Baterai Kering
(Baterai di dalam multimeter dihubungkan seri dengan baterai yang diukur)



Gambar 30. Pengukuran Arus pada Rangkaian
(Pada titik tertentu rangkaian diputus untuk kemudian arusnya diukur)

1. Mengukur Kapasitas Baterai Kering (Dry Cell)

Kapasitas baterai adalah kemampuan baterai kering (*dry cell*) menyimpan arus listrik searah untuk kemudian di-catukan/dialirkan ke rangkaian elektronik yang membutuhkan.

Tegangan baterai satu sel (*single cell battery*) umumnya 1,5 Volt. Sebuah baterai jika diukur dengan Multimeter pada saklar jangkauan ukur 10VDC misalnya dapat saja memperlihatkan hasil pengukuran sebesar 1,5 Volt. Tetapi jika dihubungkan ke beban (rangkaiannya elektronik) yang membutuhkan tegangan 1,5 Volt, baterai tidak dapat mengalirkan arus listrik ke rangkaian elektronik dimaksud (ini karena tahanan dalam/Rd baterai sangat besar). Cara yang paling efektif untuk memeriksa apakah sebuah baterai kering (*dry cell*) masih sanggup mencatu/mengalirkan arus adalah dengan cara mengukur arusnya.

2. Mengukur Arus Pada Rangkaian

- a. Jika diperlukan, menggunakan sekrup pengatur posisi jarum (*preset*), atur posisi jarum pada papan skala sehingga berada pada posisi angka nol.
- b. Saklar jangkauan ukur diletakkan pada posisi Dc mA, batas ukur (*range*) pada angka 500.
- c. Perhatikan gambar 32. Kabel penyidik (*probes*) warna merah (+) diletakkan pada titik uji (*test point/TP*) rangkaian yang ter-koneksi dengan titik positif catu daya/baterai.
- d. Kabel penyidik (*probes*) warna hitam (-) diletakkan pada titik uji (*test point/TP*) rangkaian yang ter-koneksi dengan titik negatif catu daya/baterai.
- e. Jarum penunjuk pada papan skala akan bergerak ke kanan menunjuk angka antara 0-250 DCV, A (pada beberapa alat ukur, pada papan skala tertulis DCV, A artinya skala tersebut untuk DCV, DCA dan DCmA, atau VmA

artinya skala tersebut untuk DCV, ACV dan DcmA).

- f. Jika pada pada batas ukur (*range*) 500, hasil pengukuran kurang terbaca, batas ukur (*range*) dapat dipindahkan posisinya pada angka 25 atau 0,25.

3. Membaca Hasil Pengukuran

Ada dua cara membaca hasil pengukuran kuat arus pada papan skala,

Pertama, menggunakan rumus:

$$\text{Kuat Arus (I)} = \text{Penunjukan jarum} \times \frac{\text{batas ukur}}{\text{skala}}$$

Dan Kedua, membacanya secara langsung.

Untuk cara pertama, misalkan batas ukur (*range*) diletakkan pada posisi angka 25, skala yang digunakan adalah penunjukan skala penuh (0-250). Jarum menunjuk angka 175, kuat arus yang mengalir adalah : $I = 175 \times \frac{25}{250} = 17,5 \text{ mA}$.

Cara kedua, untuk batas ukur (*range*) 0,25, hasil pengukuran dibaca pada skala 0-250. Jarum pada papan skala menunjuk angka 250, hasil pengukuran = 0,25 mA. Jarum pada papan skala menunjuk angka 200, hasil pengukuran = 0,20 mA dan seterusnya. Untuk batas ukur (*range*) 25, hasil pengukuran dibaca pada skala 0-250. Jarum pada papan skala menunjuk angka 250, hasil pengukuran = 25 mA. Jarum pada papan skala menunjuk angka 200, hasil pengukuran = 20 mA dan seterusnya.

Pertemuan ke 2 Menjelaskan Alat Ukur Oscilloscope

BAB 2

OSCILLOSCOPE

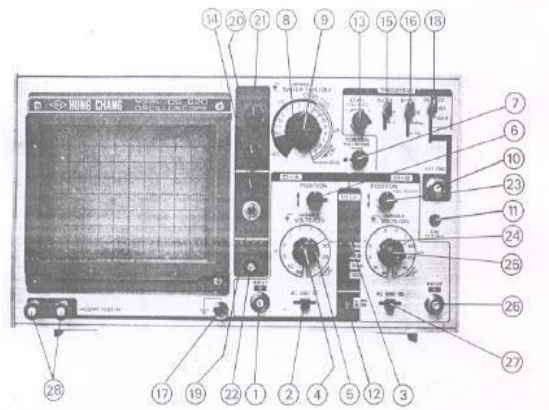
A. Konfigurasi Oscilloscope

Oscilloscope adalah alat ukur elektronik, digunakan untuk melihat bentuk gelombang dari tegangan, harga-harga momen tegangan dalam bentuk sinus maupun bukan sinus.

Dengan *Oscilloscope* dapat dilihat bentuk gelombang sinyal audio dan video, bentuk gelombang Tegangan Listrik Arus Bolak Balik yang berasal dari generator pembangkit tenaga listrik, maupun Tegangan Listrik Arus Searah yang berasal dari catu daya/baterai. Gambar 32 memperlihatkan satu bentuk *Oscilloscope* yang dimaksud.



Gambar 32. Oscilloscope



Gambar 33. Tampilan depan *Oscilloscope*

Kontrol dan Indikator *Oscilloscope*

1. VERTICAL INPUT, berfungsi sebagai input terminal untuk *channel-A*/saluran A.
2. AC-GND-DC
 Penghubung input vertikal untuk saluran A. Jika tombol AC-GND-DC diletakkan pada posisi AC, sinyal input yang mengandung komponen DC akan ditahan/di-blokir oleh sebuah kapasitor. Jika tombol AC- GND-DC diletakkan pada posisi GND, terminal input akan terbuka, input yang bersumber dari penguatan internal di dalam *Oscilloscope* akan di-*grounded*. Jika tombol AC-GND-DC diletakkan pada posisi DC, input terminal akan terhubung langsung dengan penguat yang ada di dalam *Oscilloscope* dan seluruh sinyal input akan ditampilkan pada layar monitor.
3. MODE
 CH-A: untuk tampilan bentuk gelombang *channel-A*/saluran A.
 CH-B : untuk tampilan bentuk gelombang *channel-B*/saluran B.
 DUAL: pada batas ukur (*range*) antara 0,5 sec/DIV-1 msec (*milli second*)/DIV, kedua frekuensi dari kedua saluran (CH-A dan CH-B) akan saling berpotongan pada frekuensi sekitar 200k Hz.

Pada batas ukur (*range*) antara 0,5 msec/DIV-0,2 μ sec/DIV saklar jangkauan ukur kedua saluran (*channel/CH*) dipakai bergantian.

ADD: CH-A dan CH-B saling dijumlahkan. Dengan menekan tombol PULL.

INVERT akan diperoleh SUB MODE.

4. VOLTS/DIV variabel untuk saluran (*channel*)/CH-A.
5. VOLTS/DIV pelemah vertikal (*vertical attenuator*) untuk saluran (*channel*)/CH-A. Jika tombol “VARIABLE” diputar ke kanan (searah jarum jam), pada layar monitor akan tergambar tergambar tegangan per “DIV”. Pilihan per “DIV” tersedia dari 5 mV/DIV – 20V/DIV.
6. Pengatur posisi vertikal untuk saluran (*channel*)/CH-A.
7. Pengatur posisi horisontal.
8. SWEEP TIME/DIV.
9. SWEEP TIME/DIV VARIABLE.
10. EXT.TRIG untuk men-trigger sinyal input dari luar.
11. CAL untuk kalibrasi tegangan pada 0,5 V p-p (*peak to peak*) atau tegangan dari puncak ke puncak. COMP.TEST saklar untuk merubah fungsi *Oscilloscope* sebagai penguji komponen (*component tester*). Untuk menguji komponen, tombol SWEEP TIME/DIV di “set” pada posisi CH-B untuk mode X-Y. tombol AC-GND-DC pada posisi GND.
12. TRIGGERING LEVEL.
13. LAMPU INDIKATOR.
14. SLOPE (+), (-) penyesuai polaritas slope (bentuk gelombang).
15. SYNC untuk mode pilihan posisi saklar pada; AC, HF REJ, dan TV.
16. GND terminal ground/arde/tanah.
17. SOURCE penyesuai pemilihan sinyal (*synchronize signal selector*). Jika tombol SOURCE pada posisi:
INT: sinyal dari channel A (CH-A) dan channel B (CH-B) untuk keperluan pen-trigger-an/penyulutan saling dijumlahkan,

CH-A: sinyal untuk pen-*trigger*-an hanya berasal dari CH-A,

CH-B: sinyal untuk pen-*trigger*-an hanya berasal dari CH-B,

AC: bentuk gelombang AC akan sesuai dengan sumber sinyal AC itu sendiri,

EXT: sinyal yang masuk ke EXT TRIG dibelokkan/dibengkokkan disesuaikan dengan sumber sinyal.

18. POWER ON-OFF.

19. FOCUS digunakan untuk menghasilkan tampilan bentuk gelombang yang optimal.

20. INTENSITY pengatur kecerahan tampilan bentuk gelombang agar mudah dilihat.

21. TRACE ROTATOR digunakan untuk memposisikan tampilan garis pada layar agar tetap berada pada posisi horisontal. Sebuah obeng dibutuhkan untuk memutar trace rotator ini.

CH-B POSITION tombol pengatur untuk penggunaan CH-B/channel (saluran) B.

22. VOLTS/DIV pelemah vertikal untuk CH-B.

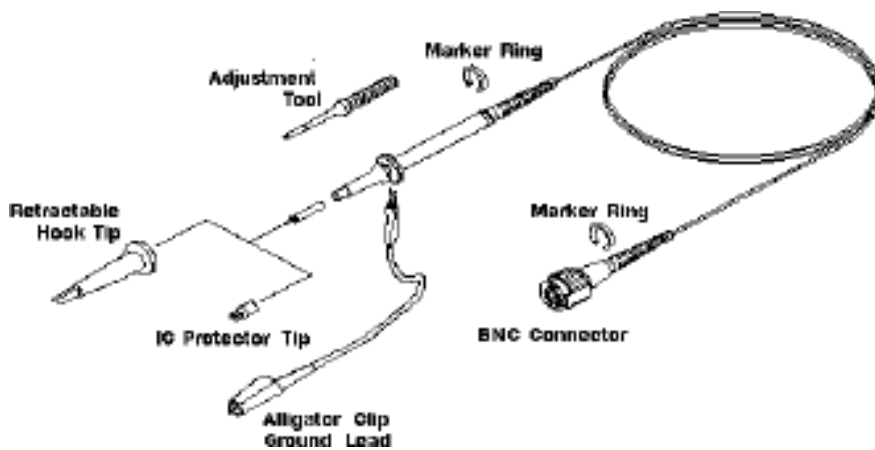
23. VARIABLE.

24. VERTICAL INPUT input vertikal untuk CH-B.

25. AC-GND-DC untuk CH-B kegunaannya sama seperti penjelasan yang terdapat pada nomor 2.

26. COMPONENT TEST IN terminal untuk komponen yang akan diuji.

Oscilloscope dilengkapi dengan kabel penyidik (*probe*) seperti yang terlihat pada gambar 34.



Gambar 34. Kabel Penyidik (*Probe*) dan Kelengkapannya

Dilihat dari zat fosfor yang digunakan, *Oscilloscope* dapat dibagi menjadi:

1. Storage Oscilloscope

Pada *Oscilloscope* jenis ini lapisan fosfor yang digunakan mempunyai sifat simpan (*store*), artinya cahaya yang timbul pada fosfor bersinar beberapa saat setelah berkas elektron yang “ditembakkan” dihilangkan.

2. Regulator Oscilloscope

Pada *Oscilloscope* jenis ini sinar fosfor akan menghilang seketika apabila berkas elektron apabila berkas elektron yang “ditembakkan” dihilangkan.

Dilihat dari *HORIZONTAL TIME BASE* – nya dapat dibagi menjadi:

1. Sweep Range

Pada *Oscilloscope* jenis ini pada setiap posisi tombol pengatur frekuensi horizontalnya tertera skala penunjuk jangkauan frekuensi (*frekuensi range*) nya. Sebagai misal pada posisi pertama; 10 – 100 (10 Hz – 100 Hz), posisi kedua; 10k – 100k (10k Hz – 100k Hz).

Dengan Oscilloscope jenis ini akan dijumpai kesulitan ketika *Oscilloscope* akan digunakan sebagai penghitung frekuensi (*Oscilloscope* sebagai frekuensi meter). Untuk mengatasinya digunakan cara membandingkan frekuensi yang akan dihitung dengan frekuensi yang telah diketahui.

2. Sweep Time

Pada *Oscilloscope* jenis ini pada setiap posisi tombol pengatur frekuensi horizontalnya tertera skala yang menunjukkan beam (sorotan sinar) *Oscilloscope*. *Oscilloscope* jenis ini dapat langsung digunakan sebagai Frekuensi meter.

B. Fungsi Oscilloscope

Oscilloscope adalah alat ukur elektronik yang kerap digunakan untuk menghitung perbedaan fasa dari beberapa gelombang listrik.

Kemampuan ini tergantung dari banyaknya *trace* (garis) pada layar monitor. *Oscilloscope* dengan single trace (satu garis) hanya dapat menghitung perbedaan fasa dari satu gelombang listrik. *Oscilloscope* dengan dual trace (dua garis) dapat menghitung perbedaan fasa dua buah gelombang listrik sekaligus. Disamping itu *Oscilloscope* juga digunakan untuk keperluan:

1. Mengukur tegangan dan menghitung frekuensi
2. Melihat bentuk gelombang
3. Mengukur Amplitudo Modulasi yang dihasilkan oleh pemancar radio dan generator pembangkit sinyal
4. Mengukur keadaan perubahan aliran (*phase*) dari sinyal input
5. Mengukur frekuensi yang tidak diketahui.

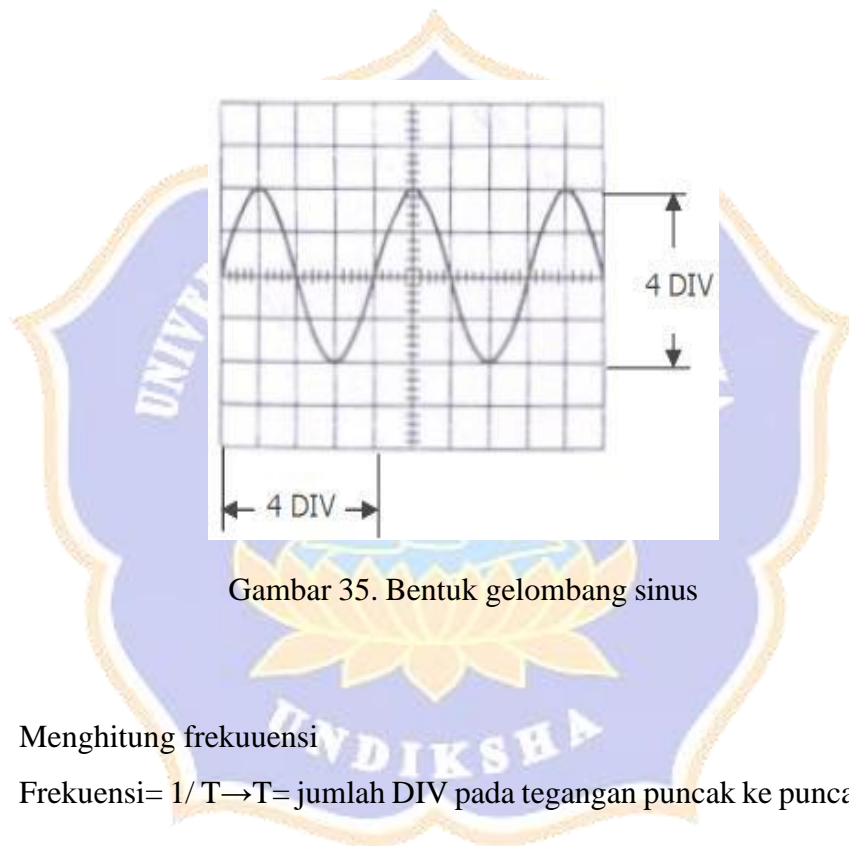
1. Langkah-langkah pengoperasian Oscilloscope
 - a. Tombol ON-OFF pada posisi OFF
 - b. Posisikan semua tombol yang memiliki tiga posisi pada posisi tengah
 - c. Putar tombol INTENSITY pada posisi tengah
 - d. Dorong tombol PULL 5X MAG ke dalam untuk memperoleh posisi normal
 - e. Dorong tombol TRIGGERING LEVEL pada posisi AUTO
 - f. Sambungkan kabel saluran listrik bolak balik ke stop-kontak ACV
 - g. Putar tombol ON-OFF pada posisi ON. Kira-kira 20 detik kemudian satu jalur garis akan tergambar pada layar CRT. Jika garis ini belum terlihat, putar tombol
 - h. INTENSITY searah jarum jam.
 - i. Atur tombol FOCUS dan INTENSITY untuk memperjelas jalur garis.
 - j. Atur ulang posisi vertikal dan horisontal sesuai dengan kebutuhan.
 - k. Sambungkan probe ke input saluran-A/channel-A (CH-A) atau ke input saluran B/channel-B (CH-B) sesuai kebutuhan.
 - l. Sambungkan probes ke terminal CAL untuk memperoleh kalibrasi 0,5Vp-p.
 - m. Putar pelemah vertikal (*vertical attenuator*), saklar VOLTS/DIV pada posisi 10 mV, dan putar tombol VARIABLE searah jarum jam. Putar TRIGGERING SOURCE ke CH-A, gelombang persegi empat (*square-wave*) akan terlihat di layar.
 - n. Jika tampilan gelombang persegi empat kurang sempurna, atur trimmer yang ada pada probe sehingga bentuk gelombang terlihat nyata.
 - o. Pindahkan probe dari terminal CAL 0,5Vp-p. Oscilloscope sudah dapat digunakan.

2. Mengukur Tegangan dan Menghitung Frekuensi
 - a. Mengukur Tegangan AC

Gambar 35 berikut memperlihatkan suatu bentuk sinyal dari luar dalam bentuk gelombang sinus.

Posisi kontrol dan indikasi Oscilloscope:

- 1) Tombol SWEEP TIME/DIV berada pada posisi 5 msec (5 *mili second*).
- 2) Tombol VOLTS/DIV pada posisi 2V (dengan demikian 1 kotak/1 DIV pada layar CRT = 2 Volt).
- 3) Tegangan puncak (*peak voltage*) = 2 DIV x 2V = 4 Volt.
- 4) Tegangan dari puncak ke puncak (*peak to peak voltage*) = 4 DIV... (a) = 4 DIV x 2 Volt = 8 Volt.



Gambar 35. Bentuk gelombang sinus

b. Menghitung frekuensi

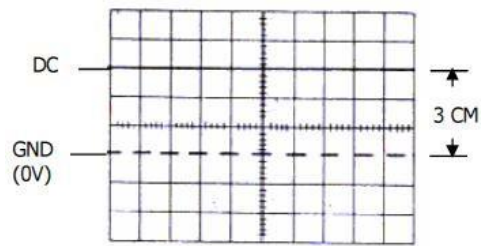
Frekuensi = $1/T \rightarrow T =$ jumlah DIV pada tegangan puncak ke puncak X nilai waktu (dalam second) yang ditunjuk oleh SWEEP TIME/DIV.

Mengikuti uraian di atas:

$$\text{Frekuensi} = 1 / (5 \text{ mS} \times 4 \text{ DIV}) = 1 / (20 \times 10^{-3})$$

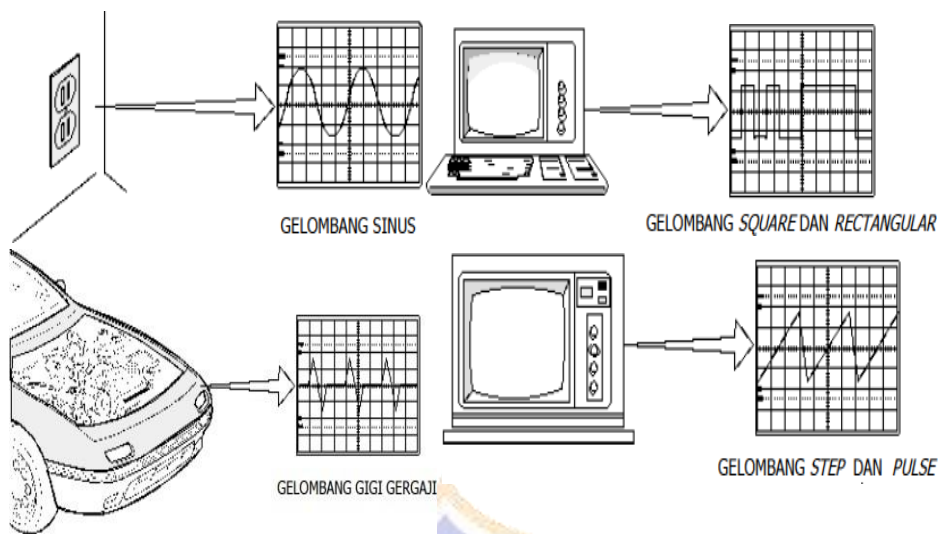
$$= 50 \text{ Hz}$$

c. Mengukur tegangan DC



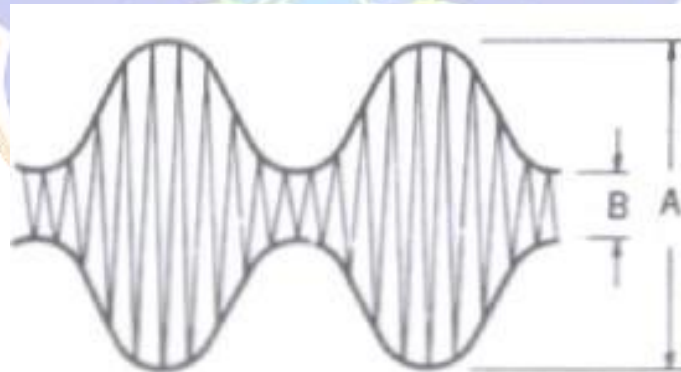
Gambar 36. Mengukur tegangan DC

- 1) Set tombol AC-GND-DC pada posisi DC.
 - 2) Set tombol MODE pada CH-A.
 - 3) Pasang kabel penyidik (probe) ke VERTICAL INPUT CH-A/INPUT Y.
 - 4) Sambungkan ujung kabel penyidik (probe) ke sumber tegangan DC yang akan diukur.
 - 5) Untuk tegangan positip, trace pada layar akan bergerak ke atas, untuk tegangan negatip, trace pada layar akan bergerak ke bawah.
 - 6) Posisi kalibrasi (CAL) pada tombol VOLTS/DIV = 10 mV, hasil pengukuran seperti yang ditampilkan pada gambar 35 = 30 mV.
- d. Melihat Gelombang dari Input Luar
- Bentuk-bentuk gelombang dari input luar (external input) yang dapat dilihat dengan menggunakan Oscilloscope adalah seperti yang ditampilkan pada gambar 37.



Gambar 37. Bentuk Gelombang dari Input Luar (Jaringan Listrik, TV, dan Mobil)

- e. Mengukur Amplitudo Modulasi
 Oscilloscope juga dapat dipakai untuk mengukur amplitudo modulasi yang dihasilkan oleh pemancar radio. Perhatikan gambar 38.



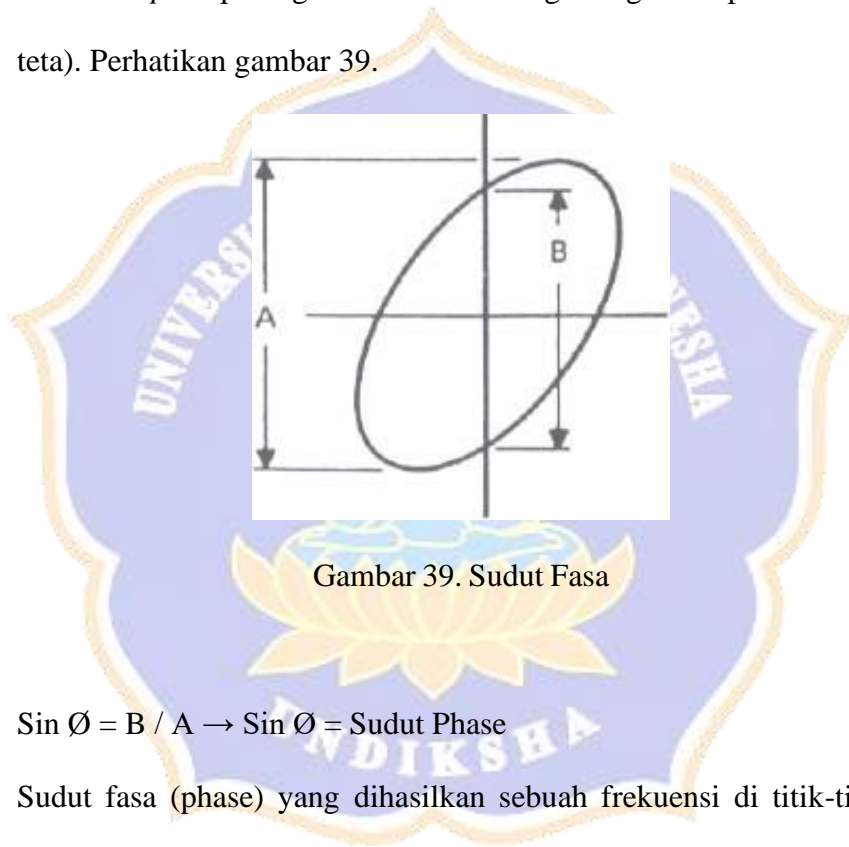
Gambar 38. Amplitudo Modulasi

Metoda yang sering digunakan untuk mengukur Amplitudo Modulasi adalah metoda amplop (*envelope methode*)

$$\text{Modulasi (dalam \%)} = ((A - B) / (A + B)) \times 100 \%$$

Untuk keperluan ini putar tombol SWEEP TIME untuk peragaan gelombang AC. Tombol SYNC pada posisi AC. Sinyal dari sumber audio luar masuk melalui Z AXIS (pada *Oscilloscope* yang menjadi acuan dalam penulisan modul ini, Z AXIS terdapat di belakang *Oscilloscope*).

- f. Mengukur Keadaan Perubahan Aliran (Phase) dari Sinyal Input
Oscilloscope dapat digunakan untuk menghitung sudut phase/sin \emptyset (sinus teta). Perhatikan gambar 39.



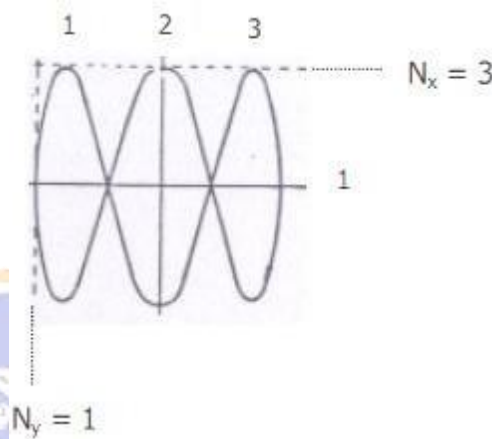
Gambar 39. Sudut Fasa

$$\sin \emptyset = B / A \rightarrow \sin \emptyset = \text{Sudut Phase}$$

Sudut fasa (phase) yang dihasilkan sebuah frekuensi di titik-titik yang berbeda dari sebuah rangkaian, dapat ditentukan. Tombol AC-GND-DC (pada CH-A dan CH-B) pada posisi GND. Input masuk lewat saluran input X dan Y.

g. Mengukur Frekuensi yang Tidak Diketahui

Frekuensi yang belum diketahui dapat diukur dengan cara membandingkannya dengan frekuensi yang telah diketahui nilainya (frekuensi standar). Untuk ini digunakan apa yang disebut Lissajous Patern Methode. Perhatikan gambar 40.



Gambar 40. Lissajous Patern Methode

Untuk keperluan ini diperlukan langkah sebagai berikut :

- 1) Putar tombol *SWEEP TIME/DIV* (no. 8) ke CH-B
- 2) Hubungkan frekuensi yang diketahui ke INPUT X/ CH-B
- 3) Setel kontrol vertikal untuk mencocokkan amplitudonya.
- 4) Hubungkan frekuensi yang tidak diketahui ke INPUT Y/CH-A.
- 5) Tombol *SOURCE* pada posisi EXT.
- 6) Frekuensi dapat dihitung dengan rumus:

$$F_u = F_s \times (N_x / N_y)$$

Dimana:

F_s = Frekuensi yang diketahui (frekuensi standar)

F_u = Frekuensi yang tidak diketahui

N_x = Nomor simpul di atas jalur N_y = Nomor simpul di kiri jalur.

Contoh Penggunaan,

- 1) Letakkan tombol *SOURCE* pada posisi *LINE*.
- 2) Tombol AC-GND-DC pada posisi AC.
- 3) Hubungkan sebuah *Audio Variabel Oscillator* ke ke INPUT Y/CH-A
- 4) Hubungkan *RF Generator* ke INPUT X/ CH-B
- 5) Gerakkan kontrol *RF Generator* pada frekuensi 50, 100, 150 Hz (atau dapat juga pada posisi 60, 120, 180 Hz dan seterusnya).
- 6) Pola dengan simpul 1,2,3 akan tergambar ganda di jalur frekuensi.



Pertemuan ke 3 Menjelaskan Alat Ukur Watt-Meter dan KWH-Meter

BAB 3

WATT-METER DAN KWH-METER

A. Konfigurasi Watt-Meter

Watt-meter merupakan suatu alat ukur yang digunakan untuk mengetahui berapa besarnya daya listrik nyata pada beban yang sedang beroperasi dalam suatu sistem kelistrikan dengan beberapa kondisi beban, seperti beban DC, beban AC satu fasa serta beban AC tiga fasa. Dalam pengoperasiannya harus memperhatikan petunjuk yang ada pada manual book atau tabel yang tertera pada watt-meter.

Demikian juga dalam hal pembacaannya harus mengacu pada manual book yang ada.

Daya listrik dalam pengertiannya dapat dikelompokkan dalam dua kelompok sesuai dengan catu tenaga listriknya, yaitu daya listrik DC dan daya listrik AC.

Daya listrik DC dirumuskan sebagai:

$$P = V \cdot I$$

Dimana :

$$P = \text{Daya (Watt),}$$

Sedangkan Daya listrik AC terdapat dua macam yaitu: daya untuk satu fasa dan daya untuk tiga fasa, dimana dapat dirumuskan sebagai berikut:

Pada sistem satu fasa :

$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$ Dimana :

V = Tegangan kerja (Volt),

I = Arus yang mengalir ke beban (Ampere)

Pada sistem tiga fasa :

$P = 3 \cdot V \cdot I \cdot \cos \phi$ Dimana :

V = Tegangan fasa netral (volt),

I = Arus yang mengalir ke beban (Ampere)

Secara umum daya listrik mengandung unsur resistansi dan reaktansi atau impedansi kompleks sehingga daya yang diserap tergantung pada sifat beban. Hal tersebut dikarenakan yang menyerap daya adalah beban yang bersifat resistif, sedang beban yang bersifat reaktif tidak menyerap daya. Dengan demikian perkalian antara tegangan efektif dengan arus efektif adalah merupakan daya semu (S).

$$S = V \cdot I$$

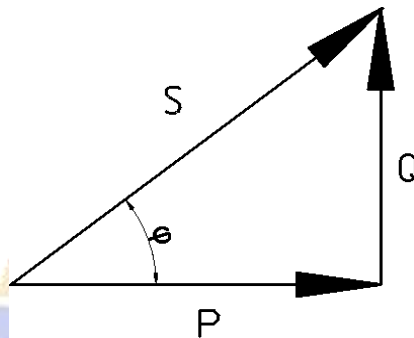
Sedangkan besarnya daya nyata (P) adalah :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \phi$$

Juga daya yang disebabkan oleh beban reaktif (Q), besarnya adalah :

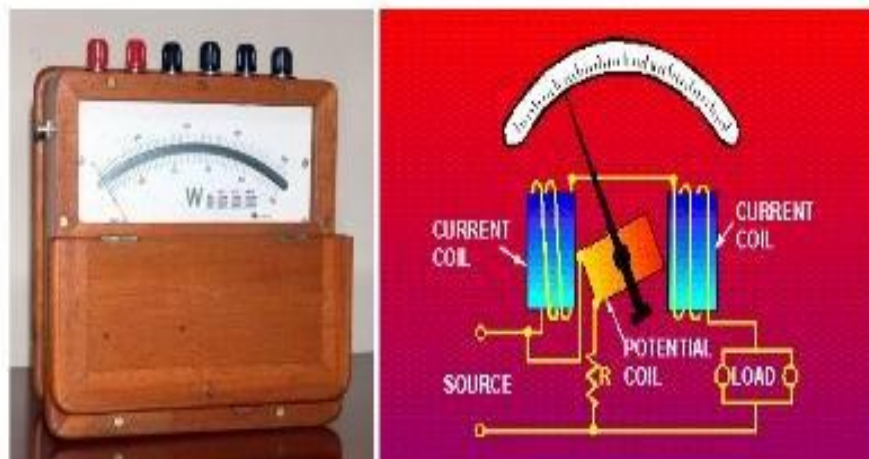
$$Q = V \cdot I \cdot \sin \phi$$

Hubungan antara ketiga daya nyata, daya semu dan daya reaktif dapat dilukiskan dengan segitiga daya berikut:



Gambar 45. Segitiga Daya

Di bawah ini diperlihatkan gambar watt-meter analog berikut konstruksi rangkaian dasarnya.

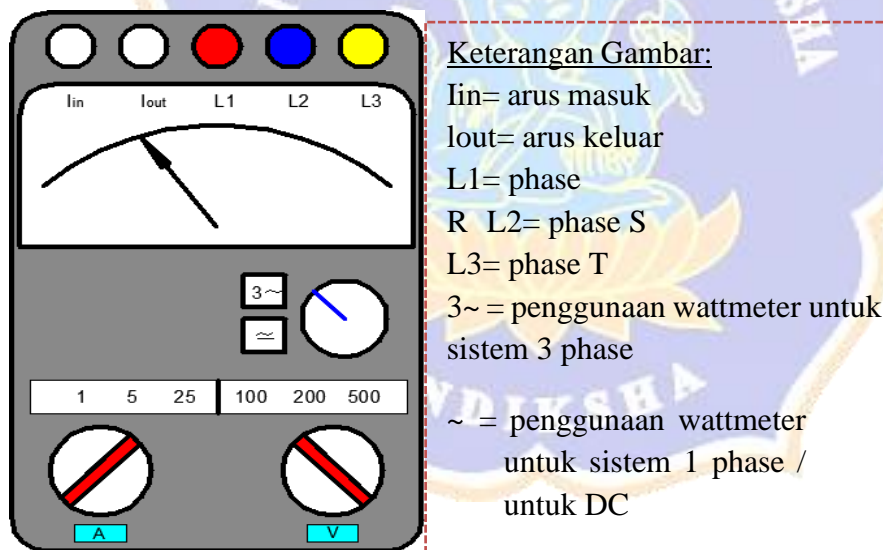


Gambar 46. Watt-meter

Pada rangkaian dasar Wattmeter, kumparan arus dari Wattmeter dihubungkan secara seri dengan rangkaian (beban), dan kumparan tegangan

dihubungkan parallel dengan line. Jika arus line mengalir melewati kumparan arus dari Wattmeter, maka akan membangkitkan medan di sekitar kumparan. Kuat medan ini sebanding dengan besarnya arus line kumparan tegangan dari wattmeter yang dipasang seri dengan resisitor dengan nilai resistansi sangat tinggi. Tujuannya adalah untuk membuat rangkaian kumparan tegangan dari meter mempunyai ketelitian tinggi. Jika tegangan dipasangkan ke kumparan tegangan, arus akan sebanding dengan tegangan line.

Dibawah ini diperlihatkan gambar kerja konstruksi Wattmeter agar mempermudah dalam menggunakan dan mengukur beban, baik yang bersumber arus DC maupun arus AC.



Gambar 47. Konstruksi Wattmeter

Pembacaan dari nilai didasarkan pada rumusan sebagai berikut:

$$P = U \cdot I \cdot C$$

Dimana :

U = pembacaan pada jarum penunjuk wattmeter

I = pemilihan arus (dari switch jarum menunjuk pada skala tertentu)

C = faktor koreksi dapat dilihat pada tabel di Wattmeter.

Adapun tabel pada wattmeter yang merupakan faktor koreksi, adalah sebagai berikut:

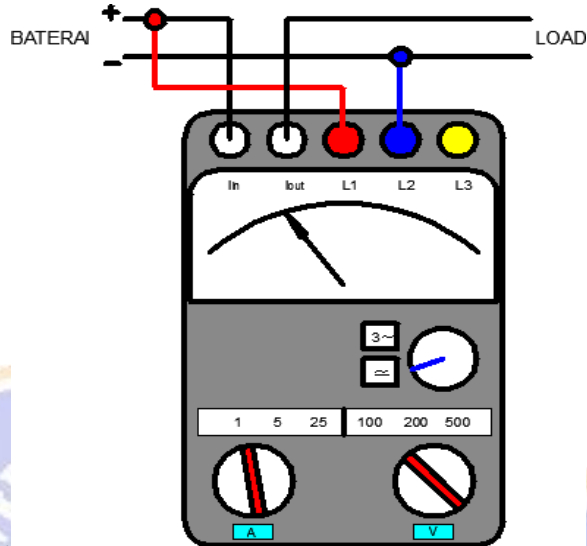
Tabel 1. Faktor Koreksi

I	U	P= U . I . C			
		C1ph		C3ph	
I_{max} =1.2 * I	U_{max}=1.2* U	0...100	0...250	0...100	0...250
1 A	100 V	1	–	2	–
	200 V	2	–	4	–
	500 V	5	–	10	–
5 A	100 V	5	–	10	–
	200 V	10	–	20	–
	500 V	–	10	–	20
25 A	100 V	–	10	–	20
	200 V	–	20	100	–
	500 V	–	50	–	100

B. Fungsi Watt-Meter

1. Pengukuran daya arus searah

Di bawah ini diperlihatkan gambar Bagan hubungan watt-meter untuk pengukuran daya DC



Gambar 48. Bagan hubungan watt-meter untuk pengukuran daya DC

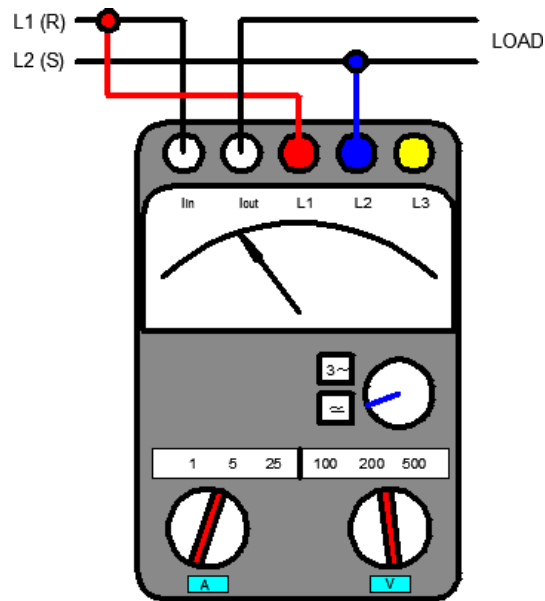
Wattmeter adalah instrumen pengukur daya listrik yang merupakan kombinasi voltmeter dan ampermeter.

Pengukuran daya arus searah dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur Wattmeter. Didalam instrument ini terdapat dua macam kumparan yaitu kumparan arus dan kumparan tegangan.

Kopel yang dikalikan oleh kedua macam kumparan tersebut berbanding lurus dari hasil perkalian arus dan tegangan.

2. Pengukuran Daya Arus Bolak-Balik Satu Phase

Dibawah ini diperlihatkan gambar Bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya satu phase.



Gambar 49. Bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya satu phase

Pengukuran daya arus bolak-balik dapat dilakukan dengan menggunakan alat ukur Watt-meter. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa dalam menghubungkan ke beban dan saluran supply daya listrik wattmeter untuk pengukuran daya satu phase ada kesamaan dengan pengukuran daya DC, terminal input output pada Wattmeter mempunyai kesamaan dengan saat mengukur daya DC.

Pada pengukuran daya listrik beban arus bolak balik satu phase dilaksanakan dengan menggunakan 4 titik terminal I/O pada Wattmeter yaitu terminal iin, iout, L1 dan L2. Perhitungan perlu dilakukan seperti yang tertera pada tabel yang tersedia di atas.

3. Pengukuran Daya Arus Bolak-Balik Tiga Phase

Contoh :

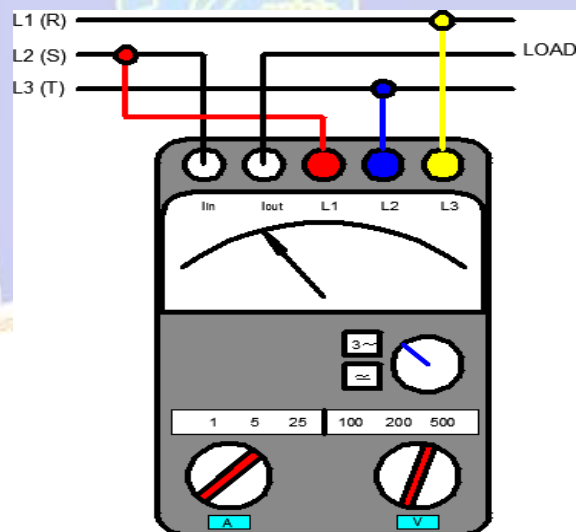
Pada pengukuran beban 1 phase switch arus (I) pada posisi angka 5 selanjutnya switch tegangan (V) pada posisi 100 maka $C = 5$ (sesuai tabel di atas), selanjutnya apabila jarum menunjukkan angka 30 maka pembacaan daya dirumuskan sebagai berikut :

$$P = U.I.C$$

$$P = 30 . 5 . 5$$

$$P = 750 \text{ watt}$$

Dibawah ini diperlihatkan gambar bagan hubungan wattmeter untuk pengukuran daya satu phase.



Gambar 50. Bagan hubungan watt-meter untuk pengukuran daya tiga phase

C. Konfigurasi Alat Ukur KWH-Meter

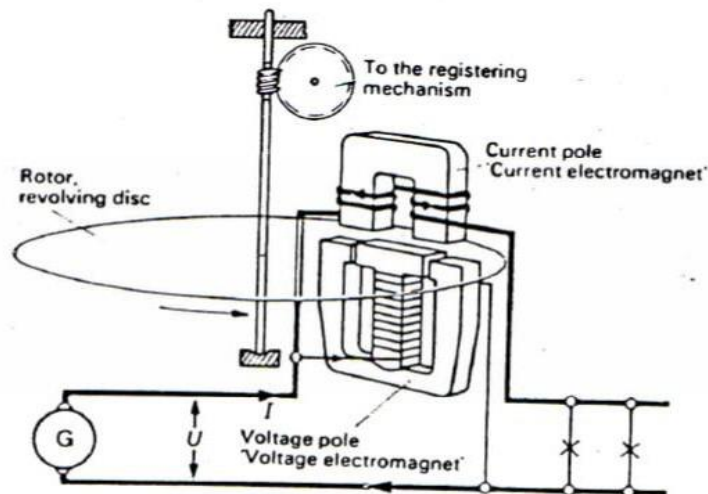
KWH Meter digunakan untuk mencatat besarnya energi listrik yang dipakai oleh suatu beban listrik baik itu resistif, induktif, kapasitif. Semuanya akan dicatat oleh alat KWH Meter tersebut.

Berdasarkan cara kerjanya (rancangannya) KWH Meter dibagi menjadi dua bagian yaitu ialah:

1. KWH meter dengan prinsip motor,
2. KWH meter dengan meter statik.

Sedangkan meter statik digunakan untuk meter-meter arus searah. Sedangkan KWH meter dengan prinsip motor digunakan untuk meter-meter induksi arus bolak balik (alternating current).

KWH meter dengan prinsip motor mempunyai rotor tanpa kumparan yang terbuat dari piringan aluminium, yang ditempatkan diantara dua buah kutub magnet listrik. Yaitu kutub kumparan arus dan kutub kumparan tegangan



Gambar 55 KWH Meter dengan Prinsip Motor

Jumlah putaran rotor dalam per KWH dinamakan konstanta meter atau (C), dimana biasanya sudah tercantum pada plat nama meter KWH itu sendiri. Misalnya kita ambil contoh : 600U/KWH (artinya 600 putaran per KWH); atau 1200U/KWH (artinya 1200 putaran per KWH) Dan sebagainya. Dalam hal ini KWH meter digunakan sebagai alat untuk mengukur daya aktif (daya watt) dari suatu beban listrik . oleh karenanya KWH meter dapat juga digunakan untuk menentukan besarnya daya (watt) dari beban adapun rumus rumus yang dipakai dalam teori KWH meter adalah sebagai berikut:

$$P = \frac{n \cdot 60}{C} \text{ (KW)}$$

Dimana:

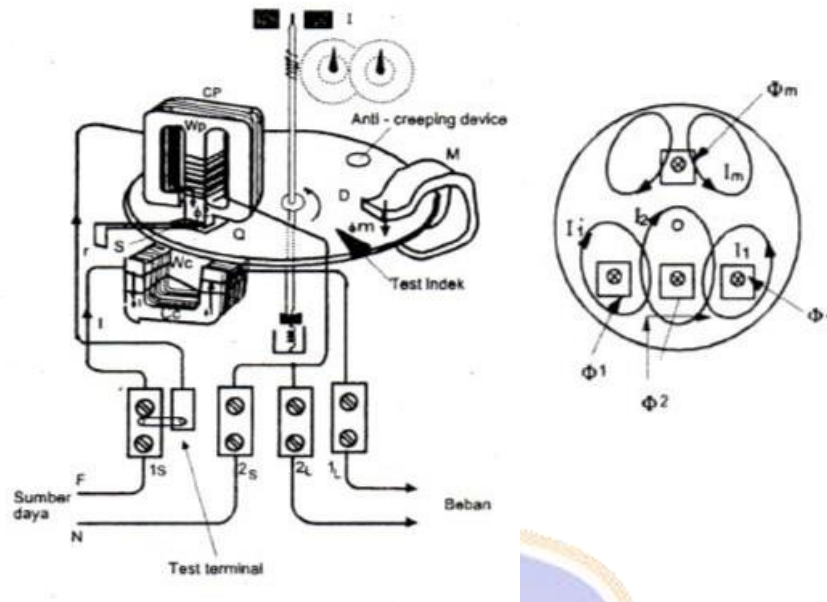
P = Daya Aktif (Watt)

n = Jumlah putaran permenit dari piringan

C = Konstanta meter

1. Prinsip kerja KWH-Meter

Dibawah ini diperlihatkan gambar prinsip suatu meter penunjuk energi listrik arus bolak balik.



Gambar 56. Prinsip Suatu Meter Penunjuk Energi Listrik Arus Bolak balik.

Keterangan:

Cp = Inti besi kumparan tegangan

Cc = Inti besi kumparan arus

Wp = Kumparan tegangan

Wc = Kumparan arus

D = Kepingan roda aluminium

J = Roda roda pencatat

M = Magnet permanen sebagai pengerem keeping aluminium Saat beban kosong.

S = Kumparan penyesuai beda fase arus dan tegangan.

Pada saat arus beban mengalir pada kumparan arus akan menimbulkan flux magnet Φ_1 sedangkan pada kumparan tegangan terjadi perbedaan fase antara arus dan tegangan sebesar 90° , hal ini, karena kumparan tegangan bersifat induktor.

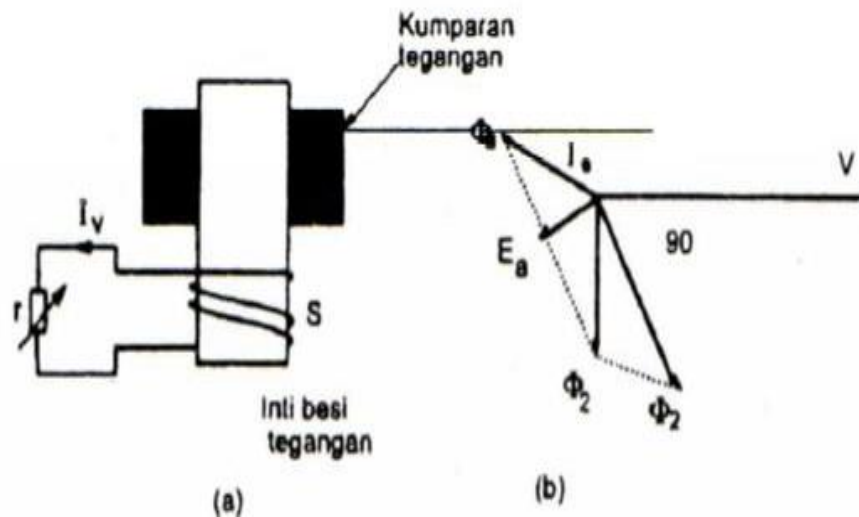
Sedangkan arus yang melalui kumparan tegangan akan menimbulkan flux magnet Φ_2 yang berbeda fase 90° dengan Φ_1 .

Perbedaan fase antara Φ_1 dan Φ_2 akan menyebabkan momen gerak pada keeping aluminium (D) sehingga berputar. Putaran keeping aluminium (piringan) dan ditransfer pada roda-roda pencatat besarnya momen gerak ini akan sebanding dengan arus I dan tegangan V yaitu:

$$T = k \cdot V \cdot I \cdot \cos \varphi$$

2. Penyesuaian fase

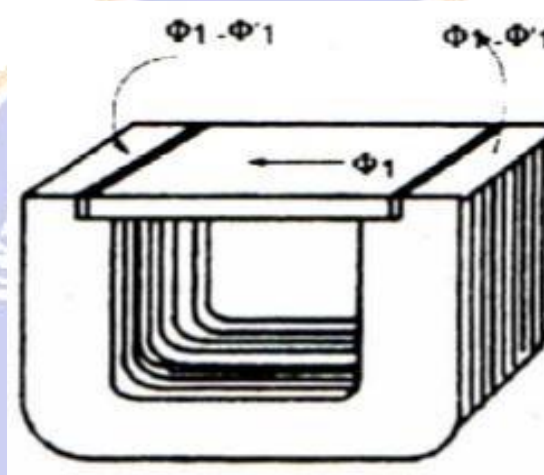
Pada kenyataannya beda fase antara Φ_1 dan Φ_2 tidak betul-betul 90° , karena adanya kerugian inti dan tekanan pada kumparan tegangan. Untuk mengatasi ini, caranya adalah dengan memasang kumparan penyesuai fase pada inti kumparan tegangan lihat pada gambar prinsip pengatur fase.



Gambar 57. Prinsip Pengatur Fase

3. Penyesuaian pada beban berat

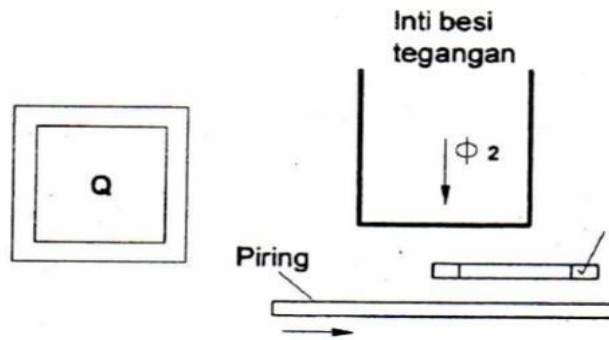
Pada saat beban berat Φ_1 akan bertambah besar pertambahan ini akan mengakibatkan arus pusar (Arus Eddy) pada kepingan alumunium juga bertambah besar sedangkan arus eddy ini menimbulkan momen lawan pada keping alumunium dan akan menghambat putran keping alumunium. Untuk mengatasinya pada kumparan arus dipasang shunt magnetis dimana pada saat beban penuh atau berat flux tidak sepenuhnya dapat menimbulkan momen lawan. Lihat gambar prinsip suatu pengatur beban berat.



Gambar 58. Prinsip Pengatur Beban Berat

4. Penyesuaian pada beban ringan

Kesalahan putaran akibat adanya gaya gesek pada piringan terutama pada saat beban kecil (ringan). Untuk mengatasi hal ini dibuat cincin tembaga yang ditempatkan diantara kumparan tegangan dengan piringan dengan pemasangan condong ke arah gerak putar. Lihat gambar. Prinsip pengatur beban ringan.



Gambar 59. Prinsip Pengatur Beban Ringan

Dengan adanya cincin tembaga ini, akan menimbulkan perbedaan fase dibanding dengan flux magnet $\phi 2$, yang tidak melalui cincin tembaga. Sehingga terjadi pergeseran flux ke arah gerak piringan dan menimbulkan momen dengan arah sesuai gerak putar piringan. (keping aluminium).

5. Putaran pada beban kosong

Pada saat beban kosong kumparan tetap dialiri arus yang bisa menggerakkan piringan agar piringan tidak akan tergerak oleh flux magnet $\phi 2$ maka pada piringan dipasang lubang dimana pada saat lubang piringan berada dibawah tepat kumparan arus eddy akan terganggu dan momen yang ditimbulkan oleh flux magnet $\phi 2$ berkurang dan akibatnya piringan terhenti.

6. Cara penyambungan KWH-Meter satu fasa

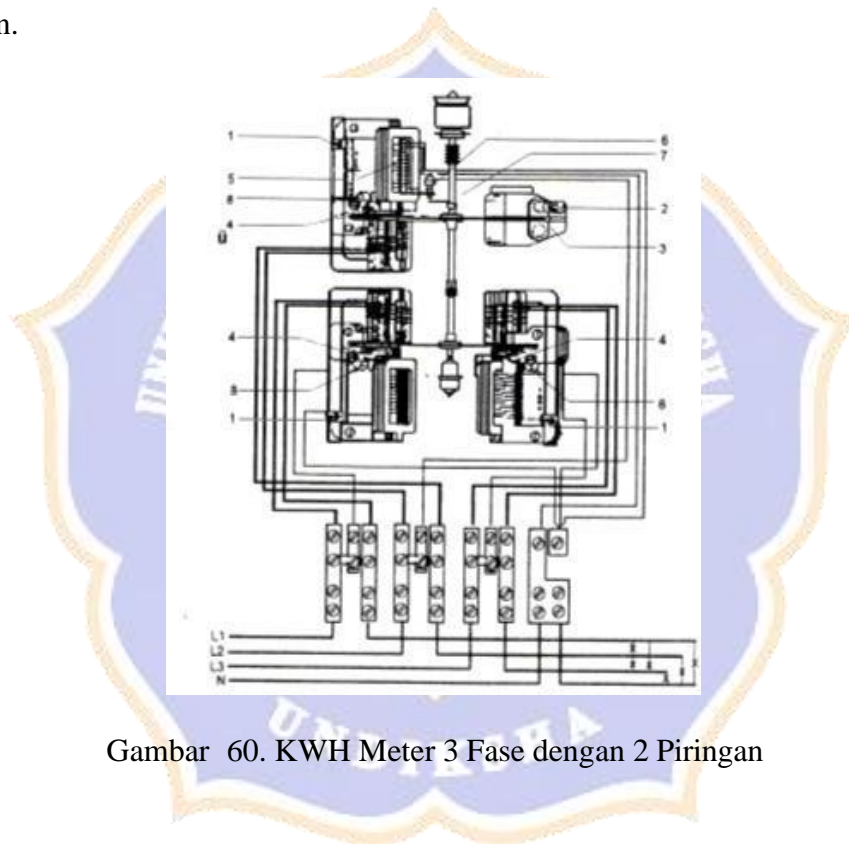
Pada KWH Meter ini, pada dasarnya sama seperti watt meter yaitu mempunyai kumparan tegangan dan kumparan arus. Adapun cara menggunakannya adalah sebagai berikut:

- a. Kumparan arus diseri dengan beban ujung awal mendapat fase dan ujung akhir dihubungkan ke beban.

- b. Kumparan tegangan awal digabung dengan ujung awal kumparan arus dan ujung akhir dihubungkan dengan netral sumber bersama sama dengan ujung lain dari beban.
- c. Jika rangkaian sudah benar kemudian sumber kita kita masukan pada rangkaian.

7. KWH-Meter tiga fasa

Berikut ini adalah diperlihatkan gambar KWH meter 3 phase dengan 2 piringan.



Gambar 60. KWH Meter 3 Fase dengan 2 Piringan

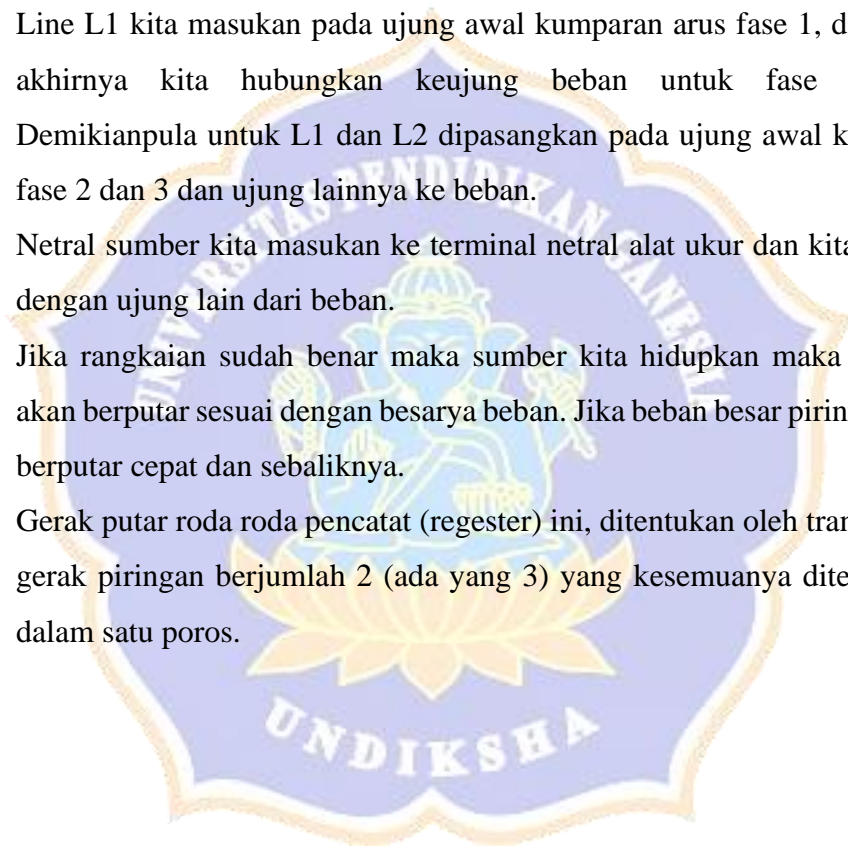
Keterangan:

- a. Skrup penahan plat pengikat kumparan tegangan dan arus
- b. Skrup pengatur gerak pengerem magnet
- c. Rem magnetik.
- d. Skrup pengatur pada inti kumparan tegangan.
- e. Alur/jalan kosong gerak inti utama kumparan tegangan untuk penyesuai fase (arus dan tegangan).

- f. Skrup pengatur posisi inti utama kumparan tegangan.
- g. Penahan/ pembatas gerak skrup pengatur inti utama tegangan.
- h. Tuts (tangkai) pengatur (penyelubang) momen puser.

8. Cara menggunakan KWH-Meter tiga fasa

- a. KWH Meter 3 fasa pada dasarnya adalah KWH Meter 1 fasa yang disusun sedemikian rupa sehingga menjadi KWH Meter 3 fasa dengan prinsip kerja seperti KWH Meter 1 fasa.
- b. Line L1 kita masukan pada ujung awal kumparan arus fase 1, dan ujung akhirnya kita hubungkan keujung beban untuk fase pertama. Demikianpula untuk L1 dan L2 dipasangkan pada ujung awal kumparan fase 2 dan 3 dan ujung lainnya ke beban.
- c. Netral sumber kita masukan ke terminal netral alat ukur dan kita gabung dengan ujung lain dari beban.
- d. Jika rangkaian sudah benar maka sumber kita hidupkan maka piringan akan berputar sesuai dengan besarnya beban. Jika beban besar piringan akan berputar cepat dan sebaliknya.
- e. Gerak putar roda roda pencatat (register) ini, ditentukan oleh transfer dari gerak piringan berjumlah 2 (ada yang 3) yang kesemuanya ditempatkan dalam satu poros.



Pertemuan Ke 4 Melakukan Tes Akhir Siklus 2

Berdasarkan materi yang sudah dijelaskan, maka pada pertemuan ke empat atau pertemuan akhir siklus dilakukan tes akhir siklus 2 guna untuk menilai hasil belajar peserta didik selama mengikuti pembelajaran menggunakan penerapan model pembelajaran kooperatif tipe STAD berbantuan media pembelajaran berbasis website dan setelah itu dilakukan refleksi. Berikut adalah soal tes akhir siklus 2:

Soal Essay Siklus 2:

1. Bagaimana posisi Multimeter (yang berfungsi sebagai Ampere-meter) dalam mengukur kuat arus?
2. Uraikan langkah kerja dalam mengukur sebuah dioda?
3. Tuliskan langkah-langkah penggunaan Oscilloscope untuk mengukur tegangan DC?
4. Sebutkan range apa saja yang terdapat sebagai fungsi dari penggunaan dan pembacaan pada Watt-meter untuk pengukuran daya AC satu phase?
5. Apakah yang menyebabkan piringan alat ukur KWH Meter berputar?
6. Apa manfaat yang Anda dapatkan jika menguasai dalam menggunakan alat ukur dengan baik?

Lembar Jawaban Peserta Didik pada Siklus 2

3.

- Set tombol AC-DC pada posisi DC
- Set tombol MODE pada CH-A
- Pasang kabel pengidik (Probe) ke VERTICAL INPUT CH-A / INPUT Y
- Sambungkan ujung kabel pengidik (Probe) ke sumber tegangan DC yang akan diukur
- Untuk tegangan positif, trace pada layar akan bergerak ke atas; untuk tegangan negatif, trace pada layar akan bergerak ke bawah.
- Posisi kalibrasi (CAL) pada tombol VOLTS/DIV = 10 mV, hasil pengukuran seperti yang ditunjukkan pada gambar 35 ± 30 mV.

4. KWH meter dengan Prinsip motor merupakan motor tanpa komporan yang terbuat dari piringan aluminium yang ditempatkan pada diantara dua buah kutub magnet listrik. Jaita kutub komporan arus dan kutub komporan tegangan.

Jumlah putaran rotor selama per kWh dinamakan konstanta meter atau Cf, dimana konstanta sudah tercantum pada plat nama meter kWh itu sendiri. Misalnya ~~100~~ diambil contoh: 6000/kWh artinya 600 putaran per kWh; atau 1200/kWh artinya 1200 putaran per kWh dan sebagainya.

Dalam hal ini kWh meter digunakan sebagai alat untuk mengukur daya aktif (daya nyata) dari suatu beban listrik oleh kawatnya kWh meter dapat juga digunakan untuk menentukan besarnya daya (watt) dari beban.

5. Menguasai penggunaan alat ukur elektronik dengan baik memberikan sejumlah manfaat signifikan, yaitu:

- Akurasi yang tinggi yaitu alat ukur elektronik memberikan hasil yang lebih tepat dan konsisten, yang sangat penting dalam pekerjaan yang memerlukan ketelitian tinggi.
- Efisiensi waktu yaitu alat ukur elektronik biasanya lebih cepat dalam melakukan pengukuran dibandingkan alat manual, menghemat waktu dalam proses kerja.
- Kemudahan penggunaan yaitu alat ini sering kali dirancang dengan antarmuka yang mudah digunakan, sehingga mempermudah pengguna dalam melakukan pengukuran tanpa memerlukan pengetahuan teknis yang mendalam.
- Kemampuan Pencacatan Data yaitu banyak alat ukur elektronik dapat menyimpan data pengukuran, yang memudahkan proses dokumentasi dan analisis data.
- Fleksibilitas dan multipungsi yaitu alat ukur elektronik sering kali dapat digunakan untuk berbagai jenis pengukuran, sehingga lebih fleksibel dan mengurangi kebutuhan akan berbagai alat yang berbeda.
- Kendalian dan Konsistensi yaitu pengukuran dengan alat elektronik cenderung lebih akurat dan konsisten, mengurangi risiko kesalahan manusia yang biasa terjadi pada pengukuran manual.
- Peningkatan kualitas kerja yaitu penggunaan alat ini dapat meningkatkan kualitas kerja hasil dan meningkatkan kepercayaan diri dalam melakukan pengukuran yang kompleks.
- Pengembangan profesional yaitu menguasai teknologi alat ukur elektronik dapat meningkatkan keterampilan profesional dan daya saing di pasar kerja.

Follow your dreams.



Lampiran 6. Nilai Hasil Belajar Pra Siklus

**DAFTAR NILAI HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK PRA SIKLUS
PADA MATA PELAJARAN DASAR-DASAR KETENAGALISTRIKAN
SMK NEGERI 3 SINGARAJA**

No	Nama Peserta Didik	Nilai
1.	Gede Budi Darma Yasa	75
2.	Gede Erwin Esa Saputra	75
3.	Gede Juni Arimbawa	65
4.	Gede Mahesa Putra Pande	75
5.	Gede Putra Martadita	62
6.	Gede Ratanca	55
7.	Gede Ristaya	50
8.	Gede Yuda Dharma Putra	82
9.	Hendrik Ramadhan	70
10.	I Made Arya Putra Pradnyana	62
11.	I Nyoman Arya Suta Arjawa	62
12.	Kadek Budi Andika Putra	37
13.	Kadek Diva Merta Jaya	47
14.	Kadek Duika Putra	65
15.	Kadek Galang Budiana	57
16.	Kadek Hendra Permana Putra	80
17.	Kadek Minggu Arianta	35
18.	Kadek Restu Wibawa	65
19.	Kadek Satriana	65
20.	Kadek Sukra Widiarta	75
21.	Kadek Wira Santosa	62
22.	Ketut Sumertayasa	75
23.	Ketut Yudi Dharma Putra	64
24.	Komang Febriana	65

25.	Komang Ngurah Rizki Aditya Kusuma Wardana	75
26.	Komang Teguh Hadi Darmawan	80
27.	Komang Windu Ardana	77
28.	Muhammad Reza Fahlevy	60
29.	Pande Kadek Putra Dana	75
30.	Paulus Abia Etek	75
31.	Putu Adi Pradnyana	64
32.	Putu Arya Setiawan Wiguna	75
33.	Putu Teguh Indradinata	85
34.	Rian Indrawan	60
35.	Tyo Albany	72

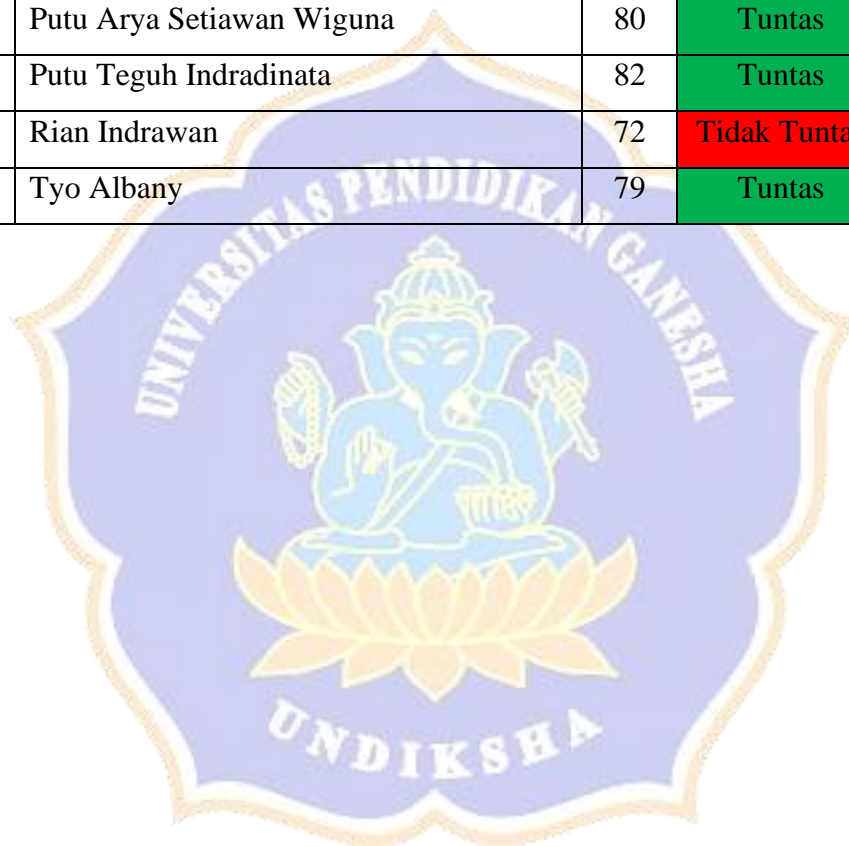


Lampiran 7. Nilai Hasil Belajar Siklus 1

**DAFTAR NILAI HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK SIKLUS 1
PADA MATA PELAJARAN DASAR-DASAR KETENAGALISTRIKAN
SMK NEGERI 3 SINGARAJA**

No	Nama Peserta Didik	Nilai	keterangan
1.	Gede Budi Darma Yasa	85	Tuntas
2.	Gede Erwin Esa Saputra	54	Tidak Tuntas
3.	Gede Juni Arimbawa	77	Tuntas
4.	Gede Mahesa Putra Pande	60	Tidak Tuntas
5.	Gede Putra Martadita	75	Tuntas
6.	Gede Ratanca	65	Tidak Tuntas
7.	Gede Ristaya	75	Tuntas
8.	Gede Yuda Dharma Putra	58	Tidak Tuntas
9.	Hendrik Ramadhan	67	Tidak Tuntas
10.	I Made Arya Putra Pradnyana	75	Tuntas
11.	I Nyoman Arya Suta Arjawa	80	Tuntas
12.	Kadek Budi Andika Putra	69	Tidak Tuntas
13.	Kadek Diva Merta Jaya	77	Tuntas
14.	Kadek Duika Putra	69	Tidak Tuntas
15.	Kadek Galang Budiana	77	Tuntas
16.	Kadek Hendra Permana Putra	70	Tidak Tuntas
17.	Kadek Minggu Arianta	70	Tidak Tuntas
18.	Kadek Restu Wibawa	75	Tuntas
19.	Kadek Satriana	70	Tidak Tuntas
20.	Kadek Sukra Widiarta	78	Tuntas
21.	Kadek Wira Santosa	70	Tidak Tuntas
22.	Ketut Sumertayasa	78	Tuntas
23.	Ketut Yudi Dharma Putra	79	Tuntas
24.	Komang Febriana	78	Tuntas

25.	Komang Ngurah Rizki Aditya Kusuma Wardana	79	Tuntas
26.	Komang Teguh Hadi Darmawan	80	Tuntas
27.	Komang Windu Ardana	80	Tuntas
28.	Muhammad Reza Fahlevy	82	Tuntas
29.	Pande Kadek Putra Dana	85	Tuntas
30.	Paulus Abia Etek	70	Tidak Tuntas
31.	Putu Adi Pradnyana	85	Tuntas
32.	Putu Arya Setiawan Wiguna	80	Tuntas
33.	Putu Teguh Indradinata	82	Tuntas
34.	Rian Indrawan	72	Tidak Tuntas
35.	Tyo Albany	79	Tuntas



Lampiran 8. Nilai Hasil Belajar Siklus 2

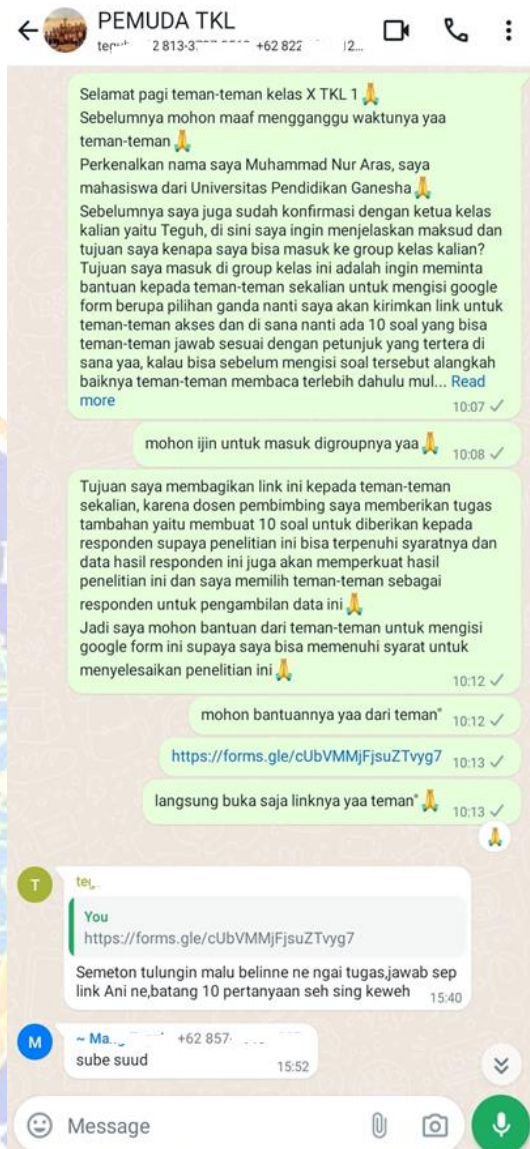
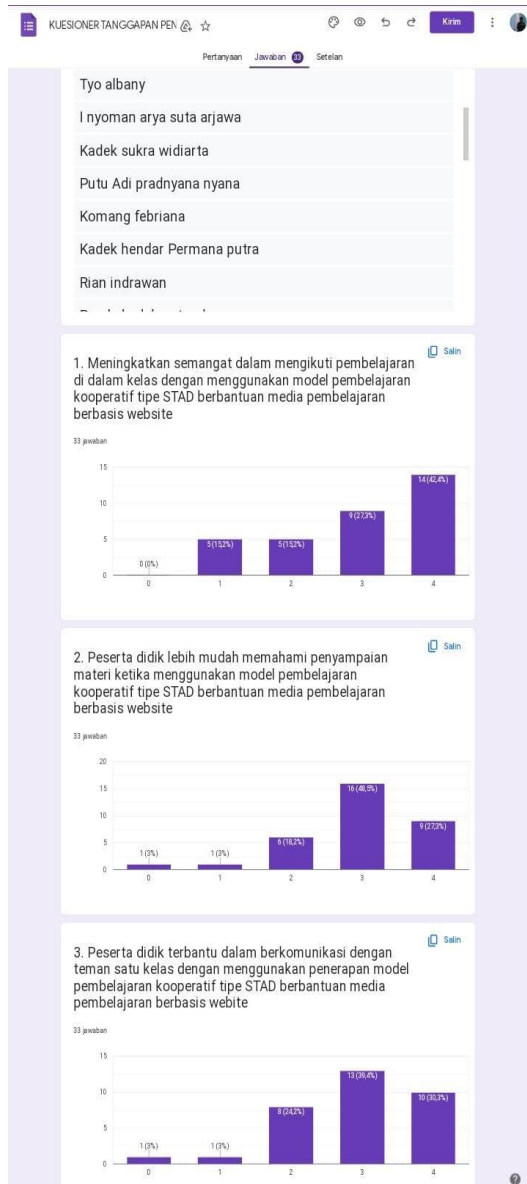
**DAFTAR NILAI HASIL BELAJAR PESERTA DIDIK SIKLUS 2
PADA MATA PELAJARAN DASAR-DASAR KETENAGALISTRIKAN
SMK NEGERI 3 SINGARAJA**

No	Nama Peserta Didik	Nilai	Keterangan
1.	Gede Budi Darma Yasa	87	Tuntas
2.	Gede Erwin Esa Saputra	64	Tidak Tuntas
3.	Gede Juni Arimbawa	80	Tuntas
4.	Gede Mahesa Putra Pande	60	Tidak Tuntas
5.	Gede Putra Martadita	78	Tuntas
6.	Gede Ratanca	78	Tuntas
7.	Gede Ristaya	72	Tidak Tuntas
8.	Gede Yuda Dharma Putra	70	Tidak Tuntas
9.	Hendrik Ramadhan	75	Tuntas
10.	I Made Arya Putra Pradnyana	77	Tuntas
11.	I Nyoman Arya Suta Arjawa	80	Tuntas
12.	Kadek Budi Andika Putra	77	Tuntas
13.	Kadek Diva Merta Jaya	79	Tuntas
14.	Kadek Duika Putra	68	Tidak Tuntas
15.	Kadek Galang Budiana	80	Tuntas
16.	Kadek Hendra Permana Putra	75	Tuntas
17.	Kadek Minggu Arianta	75	Tuntas
18.	Kadek Restu Wibawa	82	Tuntas
19.	Kadek Satriana	64	Tidak Tuntas
20.	Kadek Sukra Widiarta	88	Tuntas
21.	Kadek Wira Santosa	79	Tuntas
22.	Ketut Sumertayasa	79	Tuntas
23.	Ketut Yudi Dharma Putra	85	Tuntas
24.	Komang Febriana	79	Tuntas

25.	Komang Ngurah Rizki Aditya Kusuma Wardana	82	Tuntas
26.	Komang Teguh Hadi Darmawan	87	Tuntas
27.	Komang Windu Ardana	85	Tuntas
28.	Muhammad Reza Fahlevy	85	Tuntas
29.	Pande Kadek Putra Dana	70	Tidak Tuntas
30.	Paulus Abia Etek	82	Tuntas
31.	Putu Adi Pradnyana	89	Tuntas
32.	Putu Arya Setiawan Wiguna	84	Tuntas
33.	Putu Teguh Indradinata	90	Tuntas
34.	Rian Indrawan	92	Tuntas
35.	Tyo Albany	84	Tuntas



Lampiran 9. Kuesioner Tanggapan



Lampiran 10. Hasil Klasifikasi Rentang Skor Uji Coba Respons

Tabel Hasil Klasifikasi Rentang Skor Uji Coba Respons

Kode Responden	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	X (Skor Total)	klasifikasi
A1	3	3	4	4	3	4	4	4	4	4	37	SB
A2	2	3	2	4	4	2	2	3	3	1	26	B
A3	4	3	2	4	3	4	4	4	3	3	34	SB
A4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	SB
A5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	STB
A6	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	30	SB
A7	1	2	3	2	3	4	2	3	3	2	25	B
A8	1	2	3	4	0	4	2	1	4	3	24	B
A9	3	3	3	2	3	3	2	3	3	3	28	B
A10	1	2	3	4	3	2	1	2	3	4	25	B
A11	2	2	2	3	2	2	3	2	3	2	24	B
A12	4	3	2	2	1	2	2	1	4	3	24	B
A13	2	3	3	3	3	2	3	2	3	4	28	B
A14	4	3	2	3	3	3	3	3	3	2	29	B
A15	3	3	4	4	4	3	2	2	3	4	32	SB
A16	4	3	3	3	3	4	3	3	4	4	34	SB
A17	4	3	2	3	4	4	3	4	2	3	32	SB
A18	4	4	3	4	2	4	2	3	2	3	30	SB
A19	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	39	SB
A20	3	2	2	3	2	3	3	4	4	4	30	SB
A21	4	4	4	4	3	3	3	4	2	4	35	SB
A22	4	3	4	3	4	3	4	4	3	3	35	SB

A23	4	4	4	3	3	4	3	3	3	4	35	SB
A24	4	3	3	3	3	3	3	3	4	4	33	SB
A25	3	3	3	4	4	4	3	4	3	3	34	SB
A26	3	3	3	3	4	3	3	3	4	3	32	SB
A27	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	40	SB
A28	2	4	4	3	3	3	4	3	3	4	33	SB
A29	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	34	SB
A30	2	1	3	3	1	2	1	1	2	3	19	C
A31	3	4	3	2	2	2	4	3	2	4	29	B
A32	1	2	1	2	2	1	3	2	1	3	18	C
A33	4	3	2	3	1	3	3	3	2	3	27	B
Jumlah Butir	98	97	96	103	91	100	94	95	98	106	976	-

Tabel Jumlah Responden

No	Kriteria	Jumlah	Persentase (100%)
1	Sangat Baik	19 Orang	57,57%
2	Baik	11 Orang	33,33 %
3	Cukup	2 Orang	6,06 %
4	Tidak Baik	Orang	0 %
5	Sangat Tidak Baik	1 Orang	3,03 %
Jumlah		33 Orang	100 %

Lampiran 11. Dokumentasi

DASAR-DASAR TEKNIK KETENAGALISTRIKAN

Definisi Umum Dasar-Dasar Teknik Ketenagalistrikan

Teknik ketenagalistrikan adalah bidang ilmu dan teknologi yang berkaitan dengan produksi, distribusi, penggunaan, dan pemeliharaan tenaga listrik.

Mari Kita memulai Pembelajaran Dengan Membuka "Mulai Kelas" Di Bawah ini Untuk Melihat Topik Pembelajaran Pada Pertemuan Kita Kali Ini

[Mulai Kelas](#)

Tinggalkan Balasan

Alamat email Anda tidak akan dipublikasikan. Ruas yang wajib ditandai *

Komentar *

Nama* Surep* Situs web

Simpan nama, email, dan situs web saya pada peramban ini untuk komentar saya berikutnya.

[Bikin Komentar](#)

Dasar-Dasar Teknik Ketenagalistrikan

Muhammad Nur Aras

Lifetime Access All Levels 8 Lessons

0 Quizzes 2 Students

Mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Ketenagalistrikan adalah bagian dari kurikulum pendidikan teknik dan kejuruan yang memberikan...

Free [View More](#)

Kelas

Search courses...

[View More](#)

