

MODUL PENGEMBANGAN KEPERFESIANS BERKELANJUTAN

TEKNIK KELISTRIKAN DAN ELEKTRONIKA

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI BIOMASSA

Program Keahlian : Teknik Energi Terbarukan



KELOMPOK
KOMPETENSI

5



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN
DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN
2015

TEKNIK KELISTRIKAN DAN ELEKTRONIKA

PAKET KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI BIOMASSA

PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK ENERGI TERBARUKAN

Penyusun:

Tim PPPPTK

BMTI



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN

DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN

2015

KATA PENGANTAR

Undang–Undang Republik Indonesia Nomor 14 Tahun 2005 tentang Guru dan Dosen mengamanatkan adanya pembinaan dan pengembangan profesi guru secara berkelanjutan sebagai aktualisasi dari profesi pendidik. Pengembangan Keprofesian Berkelanjutan (PKB) dilaksanakan bagi semua guru, baik yang sudah bersertifikat maupun belum bersertifikat. Untuk melaksanakan PKB bagi guru, pemetaan kompetensi telah dilakukan melalui Uji Kompetensi Guru (UKG) bagi semua guru di Indonesia sehingga dapat diketahui kondisi objektif guru saat ini dan kebutuhan peningkatan kompetensinya.

Modul ini disusun sebagai materi utama dalam program peningkatan kompetensi guru mulai tahun 2016 yang diberi nama diklat PKB sesuai dengan mata pelajaran/paket keahlian yang diampu oleh guru dan kelompok kompetensi yang diindikasi perlu untuk ditingkatkan. Untuk setiap mata pelajaran/paket keahlian telah dikembangkan sepuluh modul kelompok kompetensi yang mengacu pada kebijakan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan tentang pengelompokan kompetensi guru sesuai jabaran Standar Kompetensi Guru (SKG) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang ada di dalamnya. Sebelumnya, soal UKG juga telah dikembangkan dalam sepuluh kelompok kompetensi. Sehingga diklat PKB yang ditujukan bagi guru berdasarkan hasil UKG akan langsung dapat menjawab kebutuhan guru dalam peningkatan kompetensinya.

Sasaran program strategi pencapaian target RPJMN tahun 2015–2019 antara lain adalah meningkatnya kompetensi guru dilihat dari *Subject Knowledge* dan *Pedagogical Knowledge* yang diharapkan akan berdampak pada kualitas hasil belajar siswa. Oleh karena itu, materi yang ada di dalam modul ini meliputi kompetensi pedagogik dan kompetensi profesional. Dengan menyatukan modul kompetensi pedagogik dalam kompetensi profesional diharapkan dapat mendorong peserta diklat agar dapat langsung menerapkan kompetensi pedagogiknya dalam proses pembelajaran sesuai dengan substansi materi yang diajarnya. Selain dalam bentuk *hard-copy*, modul ini dapat diperoleh juga dalam bentuk digital, sehingga guru dapat lebih mudah mengaksesnya kapan saja dan dimana saja meskipun tidak mengikuti diklat secara tatap muka.

Kepada semua pihak yang telah bekerja keras dalam penyusunan modul diklat PKB ini, kami sampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya.

Jakarta, Desember 2015
Direktur Jenderal,

Sumarna Surapranata, Ph.D
NIP: 195908011985031002

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	I
DAFTAR ISI.....	II
DAFTAR GAMBAR.....	IV
DAFTAR TABEL	VI
PENDAHULUAN.....	1
A. LATAR BELAKANG.....	1
B. TUJUAN	2
C. PETA KOMPETENSI/GRADE KOMPETENSI PAKET KEAHLIANTEKNIK ENERGI BIOMASSA ..	2
D. RUANG LINGKUP	3
E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL.....	3
KEGIATAN PEMBELAJARAN.....	5
KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : PEMANFAATAN TIK DALAM PEMBELAJARAN	5
A. TUJUAN PEMBELAJARAN	5
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	5
C. URAIAN MATERI	6
D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN.....	33
LEMBAR KERJA KB 1: PEMANFAATAN TIK DALAM PEMBELAJARAN	42
E. RANGKUMAN.....	47
F. TES FORMATIF	48
G. KUNCI JAWABAN.....	48
KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : TEKNIK KELISTRIKAN BIOMASSA	50
A. TUJUAN PEMBELAJARAN	50
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI	50
C. URAIAN MATERI	50
D. AKTIFITAS PEMBELAJARAN.....	161
E. RANGKUMAN.....	162
F. TES FORMATIF	166
G. KUNCI JAWABAN.....	167

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : KOMPONEN DAN RANGKAIAN KONTROL ELEKTRONIKA	
BIOMASSA.....	168
A. TUJUAN PEMBELAJARAN	168
B. URAIAN MATERI	168
C. AKTIFITAS PEMBELAJARAN.....	194
D. RANGKUMAN.....	201
E. TES FORMATIF	202
F. KUNCI JAWABAN.....	203
PENUTUP.....	204
DAFTAR PUSAKA	205
GLOSSARIUM	207

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Generator lilitan shunt tanpa kutub komutator (CW)	104
Gambar 2 Motor 3 fase hubungan bintang	109
Gambar 3 Skema kontrol pengunci arus (kiri); Diagram fungsional pulsa kontak sambung (kanan).....	114
Gambar 4 Rangkaian pengunci tombol tekan kontaktor membalik	116
Gambar 5 Diagram koneksi sambungan meteran listrik.....	119
Gambar 6 Dua tegangan dalam hubungan Y	121
Gambar 7. Mengukur daya 3 fase dengan 2 meteran.....	123
Gambar 8. Mengukur daya 3 fase dengan 3 meteran 1φ	124
Gambar 9 Mengukur frekuensi 3 fase	124
Gambar 3. 1 Rangkaian Sensor Tegangan.....	168
Gambar 3. 2 Konverter F to V	171
Gambar 3. 3 Sensor tegangan untuk mencari error.....	171
Gambar 3. 4 Rangkaian Zero cross detector	172
Gambar 3. 5 Rangkaian Proporsional Pembalik phasa.....	173
Gambar 3. 6 Rangkaian Proporsional dengan OP-AMP	174
Gambar 3. 7 Rangkaian Pengurangan.....	175
Gambar 3. 8 Differensiator OP-Amp.....	176
Gambar 3. 9 Integrator Amplifier	177
Gambar 3. 10 Rangkaian integrator praktis	178
Gambar 3. 11 rangkaian skematik (kiri) dan bentuk fisik (kanan)	180
Gambar 3. 12 Waktu minimal untuk LED mati menuju batas ke posisi penyebrangan nol.....	180
Gambar 3. 13 Komponen Opto Coupler	181
Gambar 3. 14 Rangkaian integrator praktis	182
Gambar 3. 15 Grafik Pembentukan PWM	182

Gambar 3. 16 Pena-Pena ATMega 8535	184
Gambar 3. 17 Rangkaian Simulasi dengan software Proteus	186
Gambar 3. 18 Gambar MODUL SCR.....	187
Gambar 3. 19 Struktur SCR.....	187
Gambar 3. 20 Karakteristik kurva I-V SCR.....	188
Gambar 3. 21 Pemberian Tegangan Pada <i>Gate</i> SCR.....	189
Gambar 3. 22 Simbol TRIAC	190
Gambar 3. 23 Rangkaian Aplikasi TRIAC (<i>Dimmer</i>)	190
Gambar 3. 24 Bentuk Gelombang pada Beban.....	191
Gambar 3. 25 Beban ballast berupa elemen pemanas udara.....	192
Gambar 3. 26 Kontaktor Magnet	193

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perbedaan Simbol Grafik Listrik antara Standar Amerika dan Jerman	52
Tabel 2. Simbol Grafik Rangkaian Dasar	53
Tabel 3. Simbol Grafik Jenis Arus, Tegangan dan Koneksi	55
Tabel 4. Simbol Grafik Saluran dan Sambungan Saluran.....	57
Tabel 5. Simbol Grafik Resistor.....	59
Tabel 6. Simbol Grafik Kapasitor	61
Tabel 7. Simbol Grafik Induktor dan Transformer	62
Tabel 8. Simbol Grafik Arus Dan Tegangan Transformator	64
Tabel 9. Simbol Grafik Elektromekanik dan Elektrothermal	65
Tabel 10. Simbol Grafik Komponen Tabung.....	66
Tabel 11. Simbol Grafik Mesin listrik	67
Tabel 12. Simbol Grafik Meter Bergerak dan Alat Ukur	68
Tabel 13. Simbol Grafik Elektroakustik	70
Tabel 14. Simbol Grafik untuk Perencanaan Pengkabelan	74
Tabel 15. Simbol Grafik Komponen Saklar dan Kontaktor.....	75
Tabel 16. Simbol Saklar untuk diagram satu garis	89

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kenaikan harga bahan bakar minyak terutama minyak tanah dan gas elpiji untuk rumah tangga maupun industri membawa dampak yang serius terhadap perekonomian keluarga maupun produksi di perusahaan yang mengandalkan bahan bakar minyak. Di sisi lain, meningkatnya kebutuhan BBM juga membuat beberapa tempat di Indonesia mengalami kelangkaan BBM.

Meskipun Indonesia adalah salah satu negara penghasil minyak dan gas, namun berkurangnya cadangan minyak dan penghapusan subsidi yang diterapkan oleh pemerintah menyebabkan harga minyak labil. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil yang berlebihan menyebabkan kualitas lingkungan menurun.

Program konversi minyak tanah ke gas belum diimbangi oleh persediaan yang cukup, sehingga masih banyak dijumpai antrian para pembeli minyak maupun gas dan tidak jarang ditemui harga yang lebih mahal untuk mendapatkannya.

Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat dikembangkan adalah biogas, biodiesel, bioetanol dan biobriket. Bahan bakar biogas dihasilkan dari pengolahan limbah kotoran hewan, salah satunya kotoran sapi. Sementara untuk biodiesel bisa dihasilkan dari berbagai tanaman yang mengandung rendemen minyak dan limbah minyak. Untuk bioetanol bisa dihasilkan dari biomassa yang mengandung pati, dan untuk biobriket bisa dihasilkan dari limbah biomassa yang sangat beragam.

Dengan demikian biogas, biodiesel, bioetanol dan biobriket memiliki peluang yang besar dalam pengembangan di masyarakat karena bahannya dapat diperoleh dari sekitar tempat tinggal masyarakat.

B. Tujuan

Setelah mempelajari modul ini anda mampu melakukan instalasi komponen listrik untuk pembangkit maupun membuat rangkaian pengendalinya.

C. Peta Kompetensi/Grade Kompetensi Paket KeahlianTeknik Energi

Biomassa

GRADE	IPK
GRADE 1	20.01 20.02 20.03 20.04 20.05
GRADE 2	20.06 20.07 20.14
GRADE 3	20.10 20.11
GRADE 4	20.08 20.09
GRADE 5	20.12 20.13
GRADE 6	20.15 20.16 20.17 20.18 20.19
GRADE 7	20.29 20.30 20.31 20.32

	20.33
	20.34
GRADE 8	20.20 20.21 20.22 20.23 20.24
GRADE 9	20.35 20.36 20.37
GRADE 10	20.25 20.26 20.27 20.28

D. Ruang Lingkup

Modul Teknik Kelistrikan dan Elektronika untuk pembangkit Biomassa mempunyai ruang lingkup tentang:

- ✓ Teknik Kelistrikan Dasar
- ✓ Teknik Elektronika Dasar

E. Saran Cara Penggunaan Modul

1. Baca semua isi dan petunjuk pembelajaran modul mulai halaman judul hingga akhir modul ini. Ikuti semua petunjuk pembelajaran yang harus diikuti pada setiap Kegiatan Belajar.
2. Belajar dan bekerjalah dengan penuh tanggung jawab dan sepenuh hati, baik secara kelompok maupun individual sesuai dengan tugas yang diberikan.

3. Kerjakan semua tugas yang diberikan dan kumpulkan sebanyak mungkin informasi yang dibutuhkan untuk meningkatkan pemahaman Anda terhadap modul ini.
4. Kompetensi yang dipelajari di dalam modul ini merupakan kompetensi minimal. Oleh karena itu disarankan Anda mampu belajar lebih optimal.
5. Laporkan semua pengalaman belajar yang Anda peroleh kepada pengajar baik tertulis maupun lisan sesuai dengan tugas setiap modul.

BAB II

KEGIATAN PEMBELAJARAN

KEGIATAN PEMBELAJARAN 1 : PEMANFAATAN TIK DALAM PEMBELAJARAN

A. TUJUAN PEMBELAJARAN

1. Setelah berdiskusi dan menggali informasi, peserta didik dapat menguraikan pengertian TIK secara tepat dan santun.
2. Setelah berdiskusi dan menggali informasi, peserta didik dapat menguraikan manfaat penggunaan TIK dalam kegiatan pembelajaran secara tepat dan santun.
3. Setelah berdiskusi dan menggali informasi, peserta didik dapat membedakan berbagai jenis teknologi informasi dan komunikasi yang mendukung kegiatan pembelajaran secara tepat dan teliti.
4. Setelah berdiskusi dan menggali informasi, peserta didik dapat menerapkan cara memilih jenis TIK yang sesuai kebutuhan untuk mendukung kegiatan pembelajaran secara tepat, jujur, dan proaktif.
5. Setelah berdiskusi dan menggali informasi, peserta didik dapat menerapkan contoh penggunaan TIK untuk mendukung pembelajaran yang diampu sesuai kebutuhan secara tepat dan inovatif.

B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI

1. Macam-macam teknologi informasi dan komunikasi untuk kepentingan pembelajaran dipilih sesuai dengan kegunaannya
2. Teknologi informasi dan komunikasi diterapkan untuk mendukung pembelajaran yang diampu sesuai kebutuhan

C. URAIAN MATERI

Bahan bacaan 1: Pengertian Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK)

Teknologi informasi adalah seperangkat alat yang membantu pekerjaan berhubungan dengan pemrosesan informasi (Haag & Keen 1996). Komunikasi adalah suatu proses penyampaian informasi dari satu pihak kepada pihak lain agar terjadi hubungan saling mempengaruhi di antara keduanya. Jadi dapat disimpulkan bahwa teknologi informasi dan komunikasi adalah hasil rekayasa manusia terhadap proses penyampaian informasi dan proses penyampaian pesan dari satu pihak kepada pihak lain sehingga lebih cepat, lebih luas sebarannya dan lebih lama penyimpanannya. Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) memuat semua teknologi yang berhubungan dengan penanganan informasi. Penanganan ini meliputi pengambilan, pengumpulan, pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi.

TIK saat ini mengalami perkembangan pesat dan telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang kehidupan termasuk dalam dunia pendidikan untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Perkembangan TIK dalam dunia pendidikan seiring dengan perkembangan *hardware* dan *software* yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran, sehingga saat ini perangkat TIK yang digunakan bukan hanya komputer, tetapi dipadukan dengan perangkat lain seperti *smartphone*, *interactive board* dan sebagainya. Fungsi TIK sebagai pendukung kegiatan pembelajaran antara lain sebagai berikut.

- mempermudah pencarian materi pelajaran sebagai sumber referensi
- membuat tampilan informasi yang interaktif sehingga kegiatan pembelajaran berlangsung dalam suasana menyenangkan
- mempermudah pengolahan dan penyimpanan informasi yang berkaitan dengan kegiatan pembelajaran, misalnya pengolahan nilai siswa

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) bukan merupakan teknologi yang berdiri sendiri, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware* dan *software*. Hal penting

yang harus diperhatikan dalam memanfaatkan TIK sebagai media pembelajaran yaitu *hardware* dan *software* yang tersedia dan jenis metode pembelajaran yang akan digunakan. Beberapa pemanfaatan TIK dalam pembelajaran diantaranya presentasi, demonstrasi, eksperimen virtual, dan kelas virtual.

Pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran setidaknya diharapkan dapat mengubah paradigma dalam proses pembelajaran yang semula *teacher based* menjadi *resource based*, dan yang semula *teacher centered* menjadi *student centered*.

Bahan Bacaan 2: Jenis-Jenis TIK yang digunakan dalam Kegiatan Pembelajaran

Pembelajaran

Sehubungan dengan fungsi TIK dalam kegiatan pembelajaran serta berbagai perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan, maka berbagai jenis TIK dapat dikelompokkan sebagai berikut.

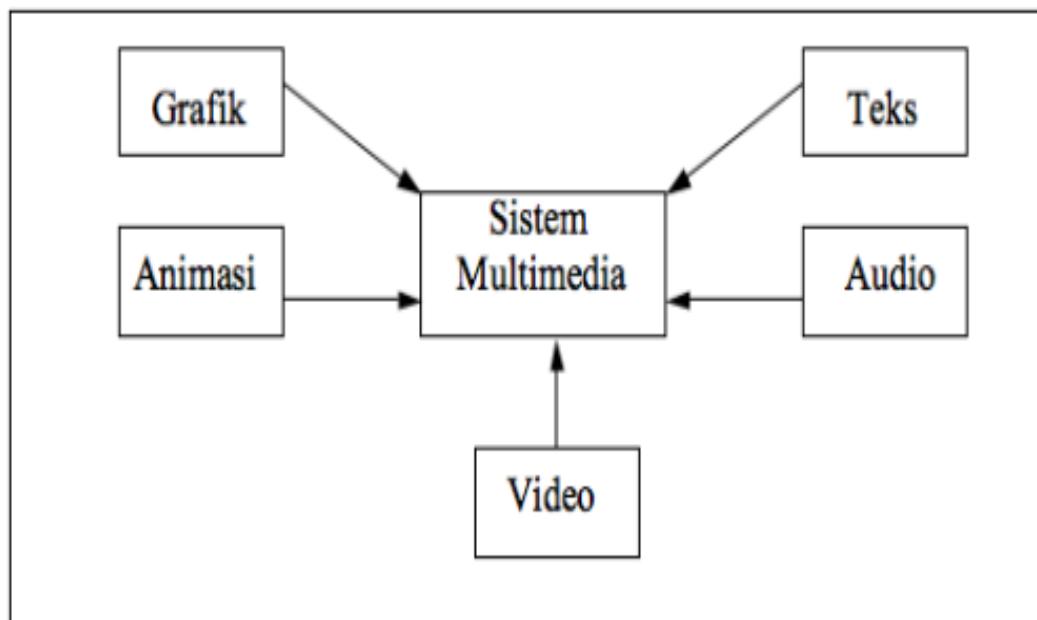
a. Teknologi Multimedia

Multimedia adalah penggunaan komputer untuk menyajikan dan menggabungkan teks, grafik, audio dan video menggunakan link dan alat yang memungkinkan pengguna menavigasi, berinteraksi, membuat dan berkomunikasi (F. Hofstetter 1995).

Teknologi Multimedia adalah perpaduan dari teknologi komputer baik perangkat keras maupun perangkat lunak dengan teknologi elektronik lainnya untuk menyampaikan suatu informasi yang interaktif (Vaughan Tay, 2014). Contoh media penyampaian informasi adalah teks, gambar, foto, video, musik, animasi (gambar bergerak), Teknologi multimedia dapat menggabungkan beberapa media penyampaian informasi, misalnya menggabungkan gambar dengan suara, atau dengan data lainnya dalam satu media. Penggabungan ini menghasilkan sebuah sistem multimedia sehingga penyampaian informasi lebih menarik dan interaktif daripada hanya menggunakan satu media saja, misalnya teks saja.

Gambar 2.1.1

Sistem Multimedia



Saat ini pemanfaatan teknologi multimedia tidak hanya menggunakan komputer saja, tetapi menggunakan berbagai perangkat seperti kamera digital dan smartphone. Perangkat multimedia mencakup perangkat keras dan perangkat lunak. Contoh Perangkat keras multimedia antara lain kamera digital, *webcam*, *speaker*, *graphic card*, *sound card*, *printer*, *headset*, *scanner*, dan sebagainya. Contoh perangkat lunak multimedia antara lain yaitu perangkat lunak pengolah gambar, perangkat lunak pengolah video, perangkat lunak pengolah suara dan sebagainya.

Gambar 2.1.2**Perangkat Keras Multimedia (Vaughtan Tay, 2004)**

Multimedia terbagi menjadi dua kategori yaitu multimedia linier dan multimedia interaktif. Multimedia linier adalah suatu multimedia yang tidak dilengkapi alat pengontrol apapun yang dapat dioperasikan oleh pengguna. Multimedia ini berjalan secara sekuensial atau berurutan, contohnya film, film animasi. Multimedia interaktif adalah suatu multimedia yang dilengkapi dengan alat pengontrol yang dapat dioperasikan oleh pengguna, sehingga pengguna dapat memilih apa yang dikehendaki untuk proses selanjutnya. Contoh multimedia interaktif misalnya tutorial interaktif, game edukasi.

b. Teknologi Internet

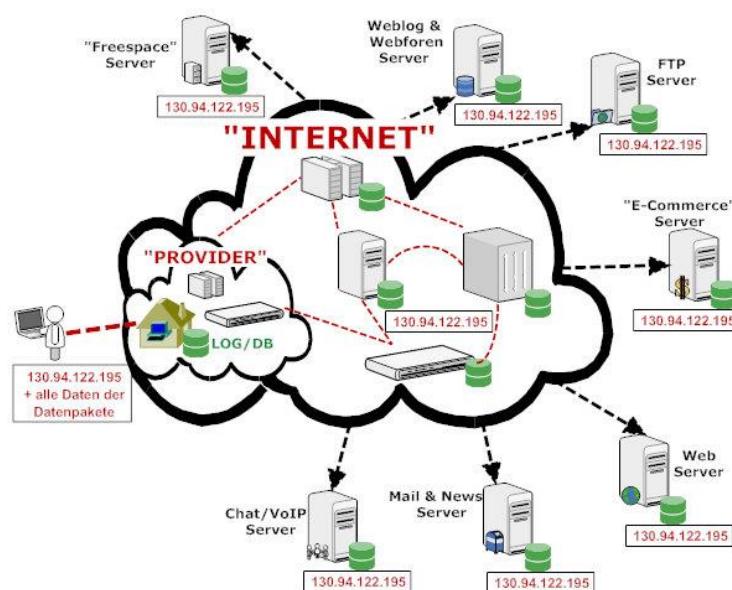
Internet berasal dari kata interconnection-networking, merupakan sistem global dari seluruh jaringan komputer yang saling terhubung menggunakan standar Internet Protocol Suite (TCP/IP) dan memiliki dukungan komunikasi TCP /

Transmission Control Protocol (Greenlaw dan Hepp, 2002). Sejarah internet dimulai ketika dibentuknya Advanced Research Project Agency (ARPA) untuk melakukan penelitian jaringan komputer dan mendemonstrasikan bagaimana komunikasi dalam jarak yang tak terhingga dapat dilakukan menggunakan komputer.

Secara fisik, infrastruktur jaringan internet membentuk struktur pohon hirarkis. Kabel transmisi berkecepatan tinggi (high-speed backbone networks) berfungsi sebagai tulang punggung utama dari sistem komunikasi ini. Contohnya adalah media transmisi yang dibangun dan dimiliki oleh MCI dan AT&T (yang menghubungkan benua Amerika dengan negara-negara di belahan bumi lainnya). Akses kepada infrastruktur berkecepatan tinggi ini dapat dilakukan melalui simpul-simpul komunikasi yang dinamakan sebagai Network Access Points (NPSs), yang dibangun oleh berbagai perusahaan seperti Sprint dan Pacific Bell. Simpul-simpul inilah yang menjadi entry point bagi berbagai jaringan regional semacam CERFnet, Uunet, dan PSInet yang keberadaannya tersebar di berbagai negara di dunia. Jaringan regional ini biasanya akan membagi beban traffic yang dimiliki ke berbagai simpul NAPs agar tidak terjadi proses bottleneck yang menyebabkan berkurangnya kecepatan akses ke main backbone. Di level terendah, Internet Service Providers (ISPs) menyediakan jasanya untuk menghubungkan individu maupun perusahaan ke infrastruktur internet melalui salah satu jaringan regional yang ada. Dengan struktur seperti ini kinerja koneksi internet sangat bergantung dengan kinerja rute yang dilalui, mulai dari pemakai (user) sampai dengan ke internet backbone.

Gambar 2.1.3

Teknologi Internet



Internet menyediakan berbagai fasilitas yang dapat digunakan juga untuk kegiatan pembelajaran, diantaranya adalah sebagai berikut.

- ***World Wide Web (www)***

World Wide Web adalah layanan internet yang paling populer saat ini. Untuk mengaksesnya dapat digunakan web browser seperti Internet Explorer, Netspace, Mozilla, Safari, dan sebagainya. Ketika seorang pengguna internet membuka sebuah *website* menggunakan browser maka artinya pengguna tersebut telah melakukan *browsing*.

- ***Electronic Mail (E-Mail)***

E-Mail (Elektronic Mail) adalah aplikasi yang memungkinkan para pengguna layanan ini saling berkirim pesan melalui alamat elektronik di internet. Protokol yang dipakai untuk mengirimme-mail adalah *Simple Mail Transfer Protocol (SMTP)*. Sedangkan untuk *mendownload* (mengambil *file* di email) digunakan protokol *POP (Post Office Protocol)* atau *IMAP (Internet Message Acces Protocol)*. Layanan yang sangat digemari sekarang ini adalah berbentuk *Web Base E-mail* Yaitu layanan email yang dapat di akses

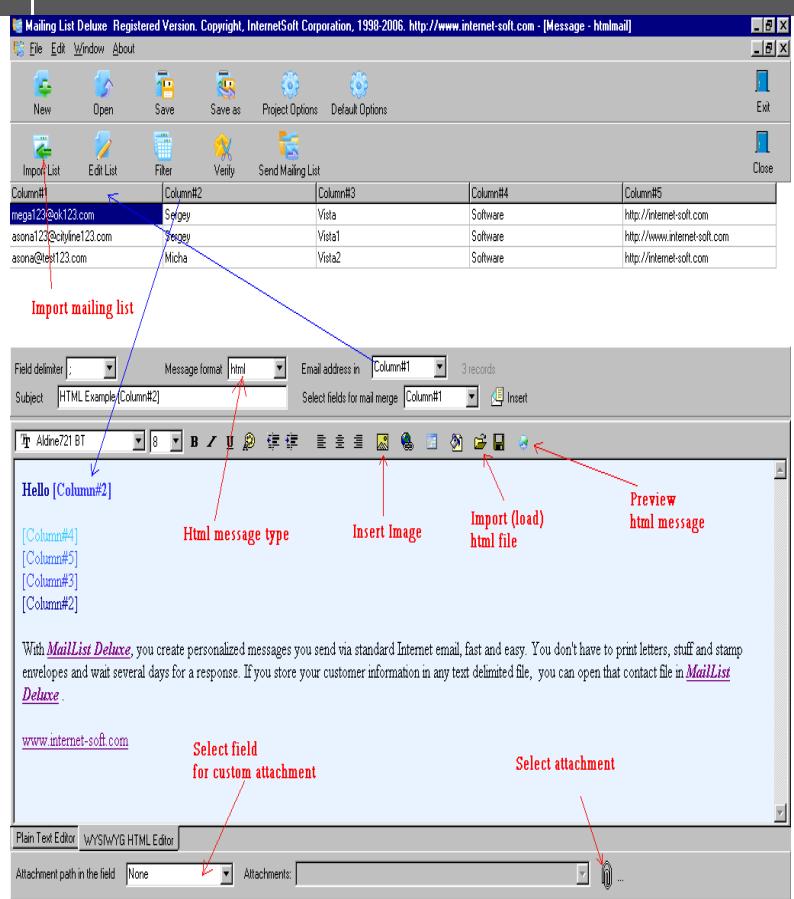
menggunakan web browser. contohnya layanan Web Base E-mail adalah Yahoo , Gmail , Plasa , dan sebagainya.

- **Malling List (Millis)**

Malling List atau yang sering di kenal dengan Millis. yaitu layanan internet sebagai pengembangan dari e-mail yang di fungsikan untuk berdiskusi. Sejumlah orang yang memiliki e-mail membentuk suatu kelompok, dari kelompok ini pengguna email bisa saling bertukar informasi

Gambar 2.1.4

Mailing List



- **Search Engine**

Search engine adalah mesin pencari, yang dapat mencari informasi-informasi yang ada di internet dengan lebih mudah, hanya dengan mengetik kata kunci

(*keyword*). Beberapa *search engine* yang dapat digunakan antar lain Google, Yahoo, Alvista, Wisenut, Alltheweb, Looksmart, HotBot dan lain-lain.

- ***FTP (File Transfer Protocol)***

FTP (File Transfer Protocol) adalah salah satu fasilitas yang dikembangkan pada awal perkembangan internet. FTP memungkinkan para pemakai internet untuk terhubung ke suatu komputer di internet lalu mengakses isi direktori yang ada di dalam komputer tersebut dan dapat memindahkan (*copy file*) ke komputer lokal miliknya.

- ***IRC (Internet Relay Chatting)***

IRC (Internet Relay Chatting) adalah fasilitas di internet yang dikembangkan sekitar 1980 dikenal dengan sebutan *chat saja*, yang sebenarnya merupakan pengembangan dari *Utilitytalk* di sistem UNIX. IRC memungkinkan para pemakai di internet untuk saling berbicara secara langsung dengan menggunakan teks atau dengan menuliskan teks pada komputer.

- ***Teleconference***

Teleconference merupakan fasilitas layanan internet yang dapat digunakan untuk berbincang-bincang dengan cara yang kompleks yaitu mulai dari suara hingga gambar, sehingga seolah-olah pengguna dapat langsung berhadapan dengan lawan bicara. Fasilitas ini merupakan pengembangan dari chatting. Komputer yang digunakan untuk teleconference ini harus dilengkapi dengan *Web Camera (Webcam)*, *Sound card*, *Tv Tunner*, dan *VoIP*.

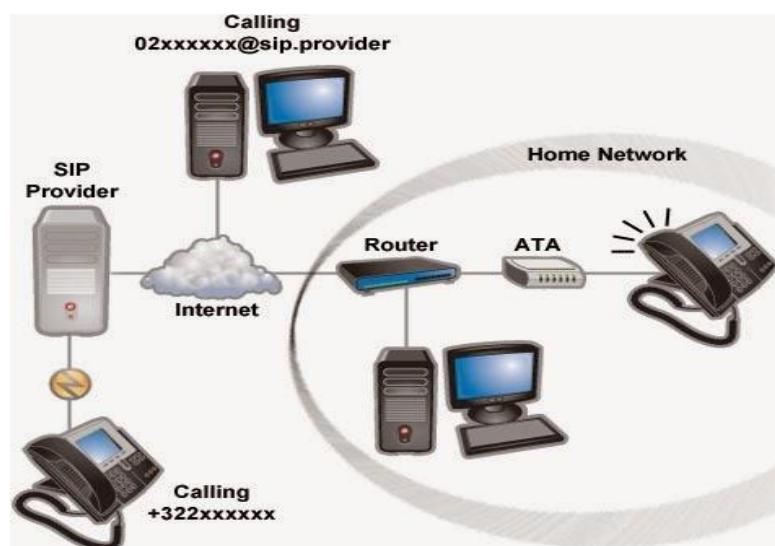
- ***Internet Telephony***

Fasilitas internet ini memungkinkan para pengguna untuk berbicara melalui internet seperti layaknya menggunakan pesawat telepon. Namun, terminal yang digunakan berupa komputer yang dilengkapi alat penerima dan mikrofon, alamat situs yang di menyediakan informasi lebih lanjut tentang Internet Telephony diantaranya www.net2phone.com atau www.buddytalk.com

Pada masa mendatang, arus informasi akan makin meningkat melalui jaringan internet yang bersifat global di seluruh dunia. Dengan kondisi ini, maka pendidikan khususnya kegiatan pembelajaran tidak dapat terlepas dari keberadaan komputer dan internet sebagai alat bantu utama. Internet memungkinkan guru dan siswa menggali informasi tentang materi pelajaran secara mudah. Guru dan Siswa dapat mengunduh materi pelajaran dari berbagai sumber di internet menggunakan search engine misalnya google. Internet juga memungkinkan pembelajaran dilakukan kapanpun dan dimanapun. Secara ilustratif dapat digambarkan pada masa mendatang isi tas siswa sekolah bukan lagi buku, melainkan komputer notebook dengan akses internet tanpa kabel (nirkabel) yang berisi materi-materi pelajaran untuk dilihat dan didengar. Hal itu menunjukkan bahwa perlengkapan siswa sekolah pada masa yang akan datang berupa perlengkapan bernuansa internet sebagai alat bantu belajar.

c. Teknologi Mobile Computing

Mobile Computing adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan



aplikasi pada perangkat berukuran kecil, *portable*, tanpa kabel (nirkabel) serta mendukung komunikasi. *Mobile computing* tidak terlepas dari perkembangan *mobile device*. Contoh *mobile device* misalnya *mobile phone*, PC Tablet, PDA. *Mobile phone* saat ini banyak digunakan semua orang untuk berkomunikasi.

Mobile phone dapat menjangkau masyarakat luas karena memiliki banyak variasi dan harganya terjangkau. *Mobile phone* yang ada saat ini sudah banyak dilengkapi fitur teknologi terkini seperti *wifi*, *bluetooth*, *mobile hotspot*, sehingga pengguna dapat mengakses internet menggunakan *mobile phone*. Dengan demikian siswa dan guru dapat mencari informasi materi pelajaran menggunakan *mobile phone* yang terhubung ke internet.

Gambar 2.1.6

Mobile Device



d. Teknologi Augmented Reality (AR)

Ronald T. Azuma (1997:2) mendefinisikan *augmented reality* sebagai penggabungan benda-benda nyata dan maya di *lingkungan* nyata, berjalan secara interaktif dalam waktu nyata, dan terdapat integrasi antarbenda dalam tiga dimensi, yaitu benda maya terintegrasi dalam dunia nyata. Secara umum untuk membangun aplikasi *augmented reality* dibutuhkan minimal komponen-komponen sebagai berikut:

- *Input Device*

Input device atau alat input berfungsi sebagai sensor untuk menerima input dalam dunia nyata. *Input device* yang biasa digunakan dalam AR adalah kamera, kamera pada *handphone* atau *webcam* saat ini banyak digunakan sebagai *input device* bagi aplikasi AR.

- *Output Device*

Output device atau alat output berfungsi sebagai *display* hasil AR. *Output device* yang biasa digunakan adalah monitor dan *Head Mounted Display* (HMD). *Head Mounted Display* adalah alat yang digunakan di kepala, mirip kacamata, untuk menampilkan hasil AR. *Head Mounted Display* biasanya sudah terintegrasi dengan kamera di bagian atasnya, sehingga selain sebagai alat *output* juga sebagai alat *input*. Gambar *Head Mounted Display* (HMD) dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.7

Head Mounted Display (Broll W dan Lindt, 2004)



- *Tracker*

Tracker adalah alat pelacak agar benda maya tambahan yang dihasilkan berjalan secara realtime dan interaktif walaupun benda nyata yang jadi induknya digeser-geser, benda maya tambahannya tetap mengikuti benda nyata yang jadi induknya. Biasanya tracker ini berupa marker atau penanda semacam striker serupa QR Code yang bisa ditempel/dipasang di benda nyata. Contoh marker dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.8

Contoh Marker (Gustavo Rovelo, 2011)



- Komputer

Komputer berfungsi sebagai alat pemroses agar program AR bisa berjalan.

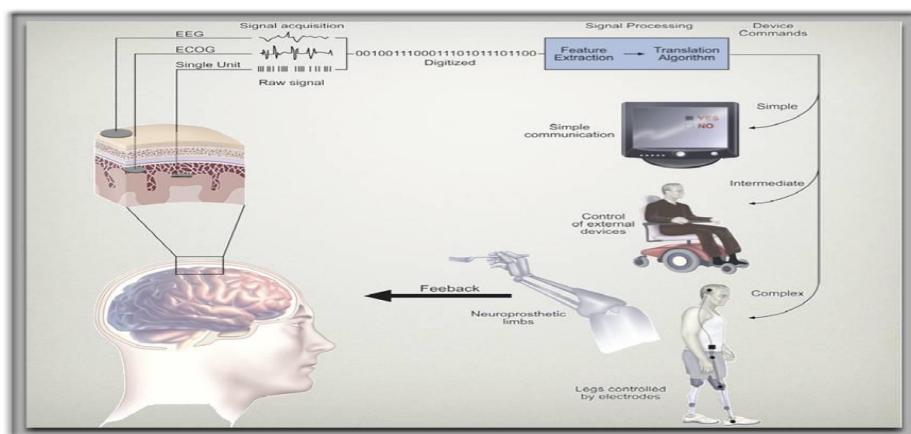
Komputer disini bisa berupa PC atau *embedded system* yang dipasang pada alat (contohnya dipasang di *Head Mounted Display*).

e. **Teknologi *Brain Computer Interface***

Brain computer interface (BCI) adalah jalur komunikasi langsung antara otak dan perangkat eksternal (Jonathan R. Wolpaw, Niels Birbaumer, Dennis J. McFarland, Gert Pfurtscheller, Theresa M. Vaughan. 2002. "Brain-computer interfaces for communication and control". *Clinical Neurophysiology*. Ireland: Elsevier. Vol. 113, pp 767-791). BCI sering diarahkan untuk membantu, menambah, atau memperbaiki fungsi kognitif atau sensorik-motorik manusia. Sinyal gelombang Alpha yang dihasilkan otak ketika bereaksi terhadap suatu kondisi dibaca oleh teknologi *Brain Computer Interface*. Sinyal gelombang analog ini kemudian dikonversi ke bilangan biner untuk mengendalikan suatu objek di komputer. Pemrosesan sinyal gelombang otak sehingga dapat dihubungkan dengan aplikasi BCI dapat dilihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.9

Sistem Brain Computer Interface (Eric Seller, 2010)



Simulasi pembacaan perintah otak ini diuji coba dengan memasangkan suatu alat pendekripsi gelombang alpha pada kepala manusia. Alat yang menggunakan sumber arus DC yang terukur, dikoneksikan ke komputer, dimana pengguna mencoba untuk menggerakkan suatu balok dari suatu tempat ke tempat lainnya hanya dengan memikirkannya dalam otak, objek-objek tersebut bergerak menurut keinginan manusia. Alat ini sebenarnya memiliki konsep awal untuk mengendalikan robot melalui pikiran, hanya dengan berkonsentrasi terhadap suatu objek dan perintah yang ingin manusia berikan maka robot akan bereaksi sesuai dengan keinginan manusia. *Brain Computer Interface* sekarang pengembangannya lebih ditujukan pada *Human Computer Interaction* (HCI) untuk membantu para penyandang cacat yang tidak dapat melihat, berbicara, bahkan tidak dapat menggunakan mouse dan keyboard karena lumpuh, sehingga para penyandang cacat ini dapat berinteraksi dengan komputer dan mempelajari apapun yang diinginkan.

Bahan Bacaan 3: Contoh Penerapan TIK dalam Kegiatan Pembelajaran

Integrasi berbagai teknologi informasi dan komunikasi misalnya integrasi teknologi internet dan teknologi multimedia dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda bagi peserta didik, sehingga pembelajaran menjadi menyenangkan. Penggunaan TIK dalam kegiatan pembelajaran bahkan dapat membantu peserta didik berkebutuhan khusus (penyandang cacat) sehingga mempunyai kesempatan belajar yang sama dengan peserta didik lain. Itulah beberapa hal yang menjadi alasan perlunya penerapan TIK dalam kegiatan pembelajaran. Contoh penerapan TIK yang memadukan berbagai *hardware* dan *software* dalam kegiatan pembelajaran akan dijelaskan secara terperinci berikut ini.

a. Multimedia Interaktif

Multimedia interaktif merupakan media yang terdiri dari banyak komponen (text, gambar, animasi, audio, video) yang saling terintegrasi dan mampu untuk berinteraksi dengan penggunanya. Karakteristik terpenting dari multimedia interaktif adalah siswa tidak hanya memperhatikan media atau objek saja, melainkan juga dituntut untuk berinteraksi selama mengikuti pembelajaran.

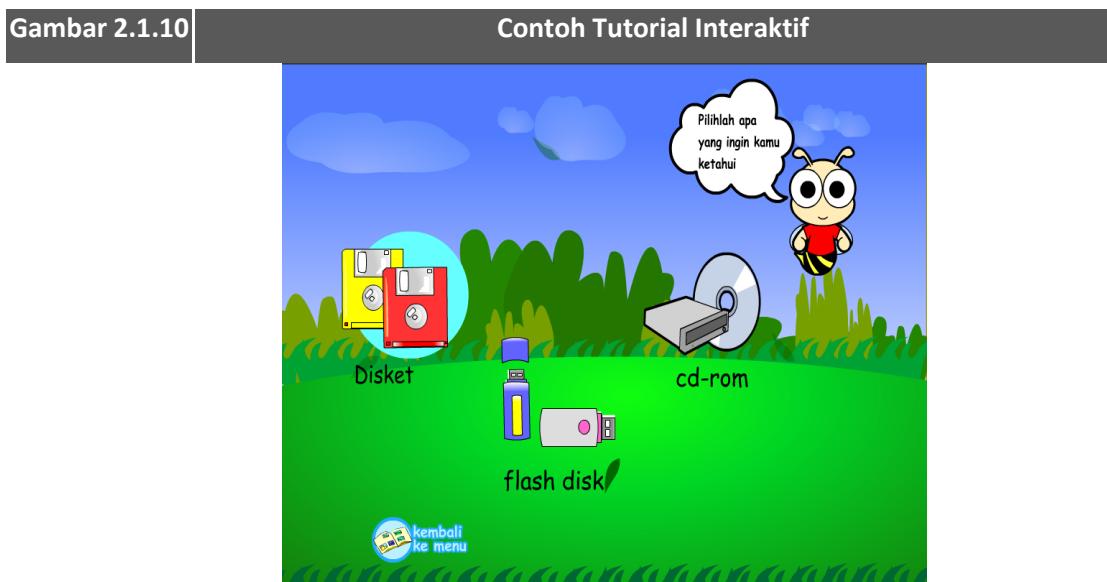
Multimedia interaktif terdiri dari berbagai model, diantaranya yaitu:

- Tutorial interaktif

Model tutorial interaktif (biasa dikenal dengan nama CD interaktif) adalah multimedia interaktif yang didesain untuk berperan sebagai tutor bagi siswa. Artinya bahwa model tutorial ini disajikan dalam format dialog dengan siswa. Model tutorial berisi konsep, penjelasan, rumus-rumus, prinsip, bagan, tabel, definisi, istilah dan latihan. Model ini, selain menyajikan informasi isi bahan pelajaran, juga memuat beberapa pertanyaan sebagai berikut.

- apakah akan melanjutkan kegiatan belajar berdasarkan pemahaman dan penguasaan siswa;
- apakah siswa meneruskan untuk mempelajari bahan dan informasi baru;
- apakah akan mereview bahan pelajaran sebelumnya;
- apakah akan mengikuti pembelajaran remedial.

Tujuan utama model tutorial adalah menyediakan dukungan terhadap pembelajaran dengan buku teks dan memberikan pemahaman secara tuntas (mastery) kepada siswa mengenai materi atau bahan pelajaran yang sedang dipelajarinya. Siswa dapat diberi kesempatan untuk memilih topik-topik pembelajaran yang ingin dipelajari dalam suatu mata pelajaran. Dalam interaksi pembelajaran berbentuk tutorial interaktif ini, informasi dan pengetahuan dikomunikasikan sedemikian rupa seperti situasi di kelas pada waktu guru menyampaikan materi pelajaran. Model tutorial interaktif ini dapat dibuat menggunakan berbagai software diantaranya yaitu Power Point, Adobe Flash, dan sebagainya. Contoh tutorial interaktif terlihat pada gambar berikut ini.



Saat ini tutorial interaktif juga sudah banyak dikembangkan pada mobile device misalnya smartphone android, yang memiliki kelebihan dalam hal portabilitas dan ukuran yang lebih kecil sehingga mudah dibawa kemana saja dibandingkan dengan personal computer. Contoh tutorial interaktif yang dikembangkan pada smartphone terlihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.11

Contoh Tutorial Interaktif pada Mobile Device

Fisika SMP

PEMBELAJARAN
FISIKA KELAS
8 DAN 9

Berbasis Android

Menu Utama

Materi

Latihan Soal

Bantuan

Keluar

6. Perhatikan Gambar!
Yang termasuk gaya kontak adalah...

① ② ③ ④

A. 1 dan 2
B. 1, 2, dan 3
C. 2 dan 4
D. 4 saja

7. Berikut ini yang merupakan sifat cahaya adalah...

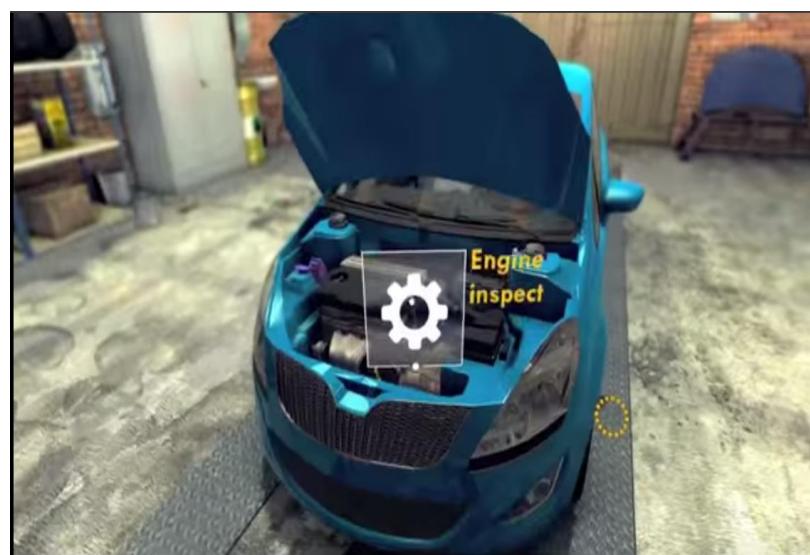
- Simulator

Model simulator pada dasarnya merupakan salah satu strategi pembelajaran yang bertujuan memberikan pengalaman belajar yang lebih konkret melalui penciptaan tiruan-tiruan bentuk pengalaman yang mendekati suasana yang sebenarnya (Erik, 2009:21). Tujuan dari pembelajaran melalui model simulasi berorientasi pada upaya dalam memberikan pengalaman nyata

kepada siswa melalui peniruan suasana. Misalnya simulator penjadwalan proses pada CPU sebuah komputer, dimana pengguna dapat melihat urutan proses yang terjadi ketika CPU komputer memproses beberapa instruksi yang diberikan, simulator perbaikan dan perawatan mobil, dimana pengguna seolah-olah melakukan aktifitas memperbaiki dan merawat mobil seperti keadaan nyata di bengkel mobil. Contoh simulator dapat terlihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.12

Simulator *Car Engine*



Gambar 2.1.13

Simulator Car Engine



- Game Edukasi

Model game edukasi merupakan salah satu bentuk model multimedia interaktif yang didesain untuk membangkitkan kegembiraan pada siswa sehingga dapat meningkatkan kemungkinan tersimpannya lebih lama konsep, pengetahuan ataupun keterampilan yang diharapkan dapat diperoleh siswa dari game tersebut. Tujuan dari model game edukasi adalah untuk menyediakan suasana (lingkungan) yang memberikan fasilitas belajar yang menambah kemampuan siswa. Model permainan tidak perlu menirukan realita namun dapat memiliki karakter yang menyediakan tantangan bagi siswa. Keseluruhan model game ini memiliki komponen dasar sebagai pembangkit motivasi dengan memunculkan cara berkompetisi untuk mencapai sesuatu.

Interaksi berbentuk permainan akan bersifat instruksional apabila pengetahuan dan keterampilan yang terdapat di dalamnya bersifat akademik dan mengandung unsur pelatihan. Sama halnya dengan model lain, game edukasi harus mengandung tingkat kesulitan tertentu dan memberikan

umpan balik terhadap tanggapan yang dikemukakan oleh siswa. Dalam model pemainan, umpan balik diberikan dalam bentuk skor atau nilai standar yang dicapai setelah melakukan serangkaian permainan. Dalam program berbentuk permainan harus ada aturan yang dapat dipakai sebagai acuan untuk menentukan pengguna yang keluar sebagai pemenang. Penentuan pemenang dalam permainan ditentukan berdasarkan skor yang dicapai kemudian dibandingkan dengan prestasi belajar standar yang harus dicapai. Bentuk game edukasi yang disajikan tetap mengacu pada proses belajar-mengajar dan dengan model game edukasi ini diharapkan terjadi aktifitas belajar sambil bermain. Dengan demikian siswa tidak merasa bahwa mereka sesungguhnya sedang belajar. Contoh game edukasi terlihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.14

Contoh Game Edukasi



Seiring perkembangan TIK, game edukasi juga sudah diterapkan pada mobile device, misalnya game edukasi yang dapat dijalankan pada smartphone android.

b. Interactive board

Interactive board adalah papan tulis digital yang memiliki layar sensitif bila disentuh dan bekerja mirip dengan sistem komputer, karena papan tulis ini dapat menyimpan informasi yang pernah ditulis diatasnya. Papan tulis interaktif adalah salah satu aplikasi teknologi layar sentuh (touchscreen).Papan tulis interaktif banyak digunakan sebagai media presentasi. Teknologi papan tulis interaktif memungkinkan terjadinya perekaman presentasi dan pemeriksaan apabila terjadi kesalahan.

Papan tulis interaktif bekerja layaknya komputer. Papan tulis akan dihubungkan ke suatu layar/LCD yang lebih besar (proyektor). Cara mengoperasikan dengan alat yang dikenal sebagai pena tanpa tinta. Pena tanpa tinta sebagai mouse (dalam laptop) dan LCD pada papan tulis interaktif sebagai layar monitor. Pena tanpa tinta sebagai alat tulis ini memiliki dua fungsi. Pertama, pena diprogram dapat menampilkan warna yang berbeda (layaknya pena biasa), antara lain biru, hitam, merah, dan hijau. Kedua, pena juga berfungsi sebagai penghapus. Ketika telah tersambung dengan komputer dan proyektor, papan tulis ini dapat langsung bekerja.

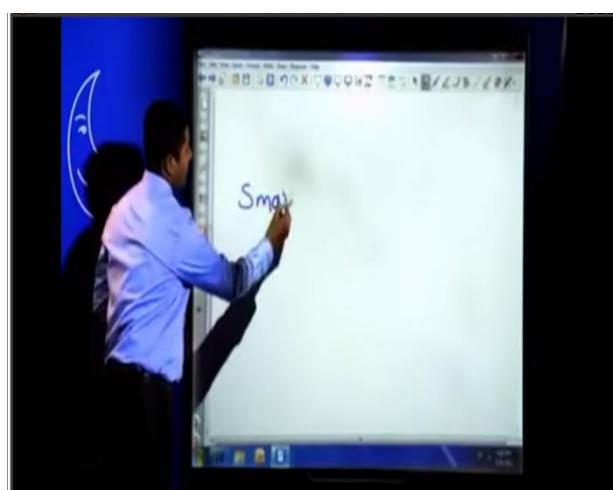
Papan Tulis Interaktif, merupakan sebuah papan tulis besar yang menggunakan teknologi sentuh untuk mendeteksi input pengguna (misalnya interaksi bergulir) yang setara dengan perangkat input PC biasa, seperti mouse atau keyboard. Sebuah proyektor digunakan untuk menampilkan video output komputer ke papan tulis, yang kemudian bertindak sebagai layar sentuh besar. Papan tulis interaktif biasanya telah disediakan pula alat-alat tulis digital yang menggunakan pena tanpa tinta atau pena digital, menggantikan alat tulis papan tulis tradisional, spidol. Pena tanpa tinta ini bekerja dengan menggunakan digitizer aktif yang

mengontrol komputer guna masukan informasi untuk kemampuan menulis seperti menggambar atau tulisan tangan.

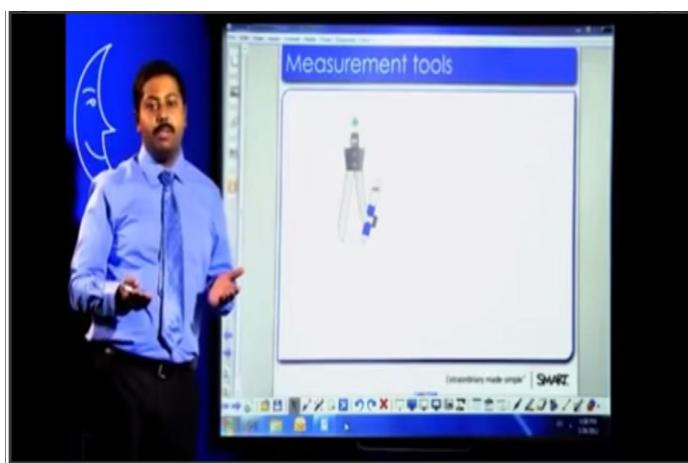
Gambar 2.1.15 Perangkat Interactive Board (Smartboard 480, Smarttech, 2010)



Gambar 2.1.16 Menulis pada Interactive Board (Smartboard 480, Smarttech, 2010)



Gambar 2.1.17 Alat Pengukur pada *Interactive Board* (Smartboard 480, Smarttech, 2010)



c. E-Learning

E-Learning adalah salah satu contoh pemanfaatan TIK dalam pembelajaran yang memadukan penggunaan teknologi internet, teknologi web, dan teknologi multimedia. Banyak pakar yang menguraikan pengertian e-learning dari berbagai sudut pandang. Definisi yang sering digunakan banyak pihak adalah sebagai berikut:

- E-learning merupakan suatu jenis belajar mengajar yang memungkinkan tersampaiannya bahan ajar ke siswa dengan menggunakan media internet, intranet atau media jaringan komputer (Hartley 2001 dan Romi Wahono,2003);
- E-learning adalah sistem pendidikan yang menggunakan aplikasi elektronik untuk mendukung belajar mengajar dengan menggunakan media, jaringan komputer, maupun komputer standalone (Learn Frame.com, 2003 dan Romi Wahono,2003);

Sistem e-Learning berbasis web dapat diakses menggunakan jaringan intranet dan jaringan internet. Kemudahan akses internet saat ini mendukung penggunaan e-Learning berbasis web. Sebuah sistem e-Learningberbasis web belum tentu melengkapi seluruh kebutuhan pengguna. Demikian juga belum

tentu sebuah sistem e-Learning harus memasukkan semua fitur-fitur. Pengembangan system e-Learning berbasis web didasarkan kepada kebutuhan pengguna yang sebenarnya (user needs). Contoh e-Learning berbasis web terlihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.18

Contoh e-Learning Berbasis Web

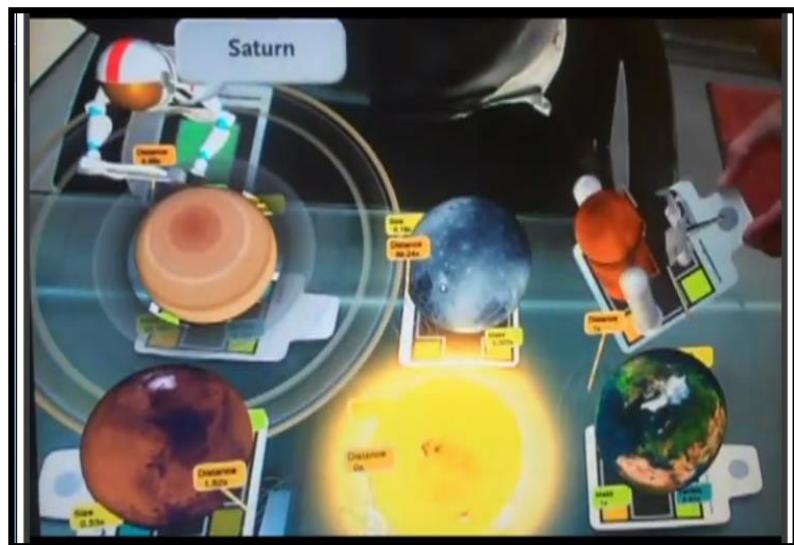
The screenshot shows a web-based e-learning platform. At the top, there's a banner with the text 'e-Training PPPPTK BMTI' and a background image of a traditional Balinese temple (Pura) overlooking a body of water. Below the banner, the page title is 'e-Training PPPPTK BMTI' and the subtitle is 'Web Design'. On the left side, there's a vertical navigation menu with sections: 'People', 'Activities', 'Search Forums', and 'Administration'. The main content area has several sections: 'Topic outline' (with a detailed description of the course), 'Latest News' (which is currently empty), 'Upcoming Events' (also empty), and 'Recent Activity' (which also shows no recent activity). The overall design is clean and modern, typical of a corporate or educational website.

d. Magic Book

Penerapan augmented reality sebagai media pembelajaran bisa dalam berbagai bentuk, misalnya berupa magic book, AR comic book, dan sebagainya. Penerapan teknologi ini digunakan pada berbagai jenjang pendidikan, baik dasar, menengah, maupun pendidikan tinggi. Berbagai bidang studi seperti Fisika, Biologi, Geografi bahkan bidang studi yang berhubungan dengan kompetensi keterampilan psikomotorik seperti otomotif, arsitek, elektronika, dan sebagainya dapat menerapkan teknologi ini sebagai alat bantu dalam kegiatan pembelajaran. Saat ini di Indonesia memang masih jarang penggunaan teknologi ini dalam kegiatan pembelajaran di sekolah, tetapi di luar negeri teknologi ini telah banyak diterapkan, hal ini terkait dengan penggunaan peralatan serta sumber daya manusia untuk pengembangan media pembelajaran berbasis augmented reality.

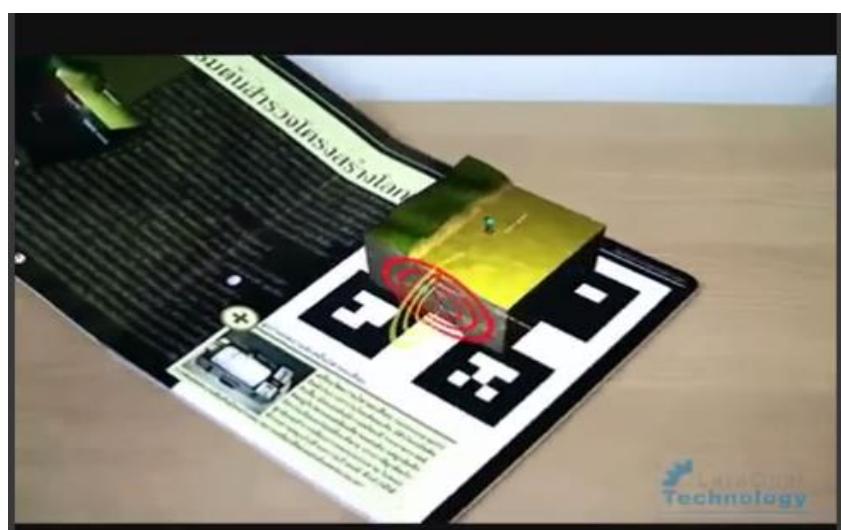
Contoh Media pembelajaran yang menggunakan teknologi augmented reality dapat dilihat pada beberapa gambar berikut ini.

Gambar 2.1.19 AR Magic Book Planet (Popar Books, 2009)



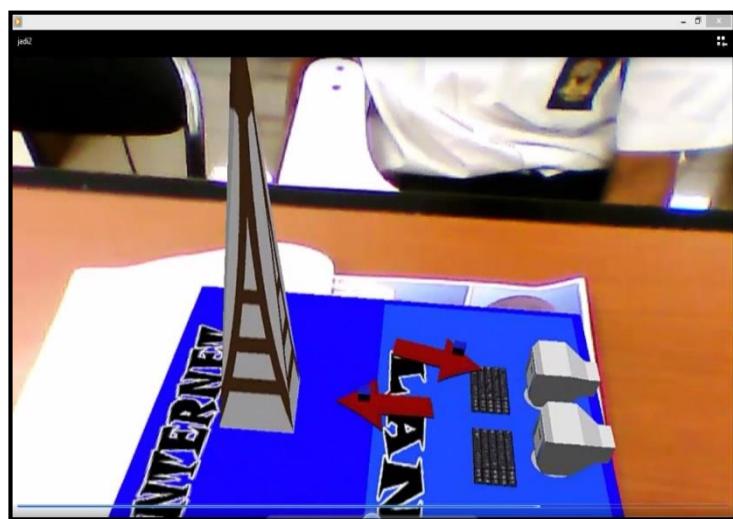
Gambar 2.1.20

AR Magic Book Earth (Learn Gear Technology, 2008)



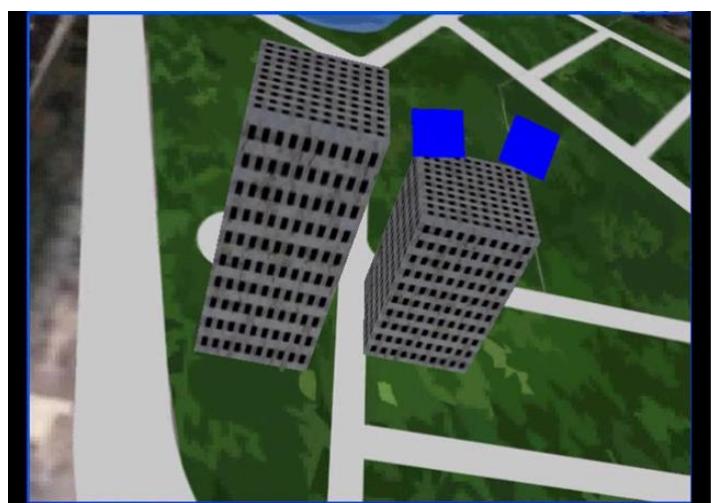
Gambar 2.1.21

AR Comic Book Cara Kerja Web (AR Comic Book Web Design, Dwi Wahyu Widiastuti, 2013)



Gambar 2.1.22

AR Residential Area Design (Tim ARAD STEI ITB, 2008)



Augmented reality yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran di kelas dapat dilihat pada beberapa gambar berikut ini.

Gambar 2.1.23***Augmented Reality in Classroom (Learn Gear Technology, 2008)***

Penerapan teknologi augmented reality dalam bidang pendidikan mengalami perkembangan pesat. Saat ini teknologi augmented reality sudah dapat diterapkan pada mobile device seperti tablet dan smartphone. Berikut ini adalah beberapa contoh penerapan augmented reality sebagai media pembelajaran yang menggunakan mobile device.

Gambar 2.1.24**AR Based ABC Learning Book (Shidiquii A, 2012)**

Gambar 2.1.25**AR Interactive Flash Card (Cyber Kids 2012)**

Media pembelajaran yang menerapkan augmented reality dapat mengakomodasi berbagai gaya belajar peserta didik (Learn Gear Technology, 2008). Media pembelajaran yang menggunakan teknologi ini dilengkapi visualisasi benda 3D sehingga mengakomodasi visual learner, adanya suara juga mengakomodasi audio learner, serta interaksi pengguna menggunakan virtual hand mengakomodasi kinesthetic learner (Learn Gear Technology, 2008). Berikut adalah contoh aplikasi augmented reality yang mengakomodasi berbagai learning style menggunakan peralatan berupa Head Mounted Display.

Gambar 2.1.26**AR For Multiple Intelligence (Learn Gear Technology 2008)**

D. AKTIVITAS PEMBELAJARAN

Aktivitas Pengantar Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran (Diskusi Kelompok)

Pemanfaatan TIK dalam pembelajaran dapat menggunakan berbagai jenis TIK diantaranya teknologi internet, teknologi multimedia, teknologi augmented reality, teknologi mobile, teknologi Brain Computer Interface. Pemilihan jenis TIK yang akan digunakan disesuaikan dengan kebutuhan serta hardware dan software yang tersedia di sekolah masing-masing.

Sebelum melakukan kegiatan pembelajaran, berdiskusilah dengan sesama peserta diklat di kelompok Anda untuk mengidentifikasi hal-hal berikut:

- Sebutkan peralatan yang harus Anda siapkan sebelum mempelajari materi pembelajaran ini !
- Jelaskan kompetensi apa saja yang harus Anda capai dalam mempelajari materi pembelajaran ini !
- Sebutkan bahan bacaan apa saja yang ada di materi pembelajaran ini !
- Jelaskan cara Anda mempelajari materi pembelajaran ini !

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di atas dengan menggunakan LK- 00.Jika Andadapat menjawab pertanyaan-pertanyaan di atas dengan baik, maka Anda bisa melanjutkan pembelajaran dengan melakukan Aktivitas Pembelajaran 1 berikut ini.

Aktivitas 1 Diskusi dan menggali informasi perlunya pemanfaatan TIK dalam pembelajaran

Siapkan komputer Anda untuk terhubung ke internet, jika komputer Anda belum terhubung ke internet, mintalah bantuan kepada fasilitator/widyaiswara. Pelajari bahan bacaan 1, lalu diskusikan dan gali informasi melalui internet tentang beberapa permasalahan berikut ini dalam kelompok Anda.

- Jelaskan, mengapa TIK diperlukan dalam kegiatan pembelajaran di kelas?
- Jelaskan apa keuntungan yang diperoleh jika menggunakan TIK dalam kegiatan pembelajaran !

- Bagaimana cara memilih jenis TIK yang sesuai dengan kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu !

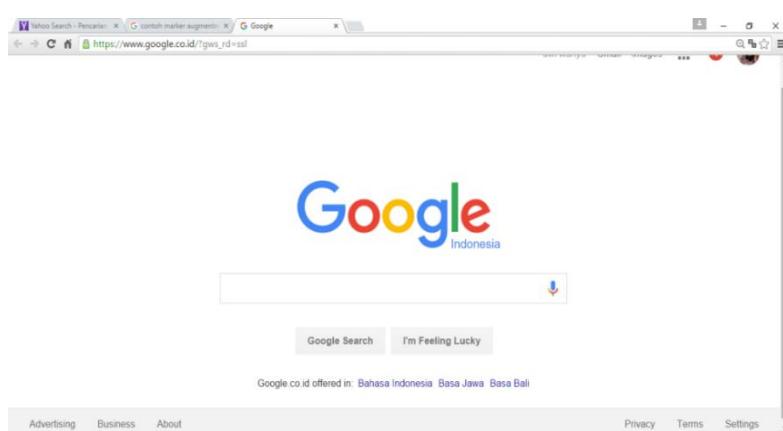
Jawablah permasalahan tersebut dalam kelompok dan tuliskan jawabannya pada LK 1.0. Selanjutnya salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusinya dan kelompok lain memberi tanggapan, dan widyaiswara/fasilitator bersama peserta didik memberi kesimpulan untuk penguatan materi.

Aktivitas 2 Mengamati gambar dan menggali informasi jenis-jenis TIK yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran

TIK bukanlah teknologi yang berdiri sendiri, tetapi merupakan perpaduan hardware dan software. Terkait dengan pemanfaatan TIK dalam pembelajaran, ada berbagai jenis TIK yang dapat dimanfaatkan untuk mendukung kegiatan pembelajaran. Pelajari bahan bacaan 2, amati semua gambar yang ada pada bahan bacaan 2 dan beberapa gambar berikut ini.

Gambar 2.1.27

Search Engine Google



Gambar 2.1.28

Augmented Reality In Classroom (Learn Gear Technology, 2008)



Selanjutnya diskusikan dalam kelompok Anda dan gali informasi melalui internet tentang beberapa permasalahan berikut ini.

- Setelah mempelajari bahan bacaan 2 dan mengamati semua gambar yang ada, bagaimana pengelompokan jenis TIK yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran ?
- Bagaimana cara yang tepat untuk memilih jenis TIK yang sesuai kebutuhan sehingga teknologi yang sudah ada tepat guna dan mendukung tercapainya kompetensi dalam pembelajaran ?

Jawablah permasalahan tersebut dalam kelompok dan tuliskan jawabannya pada LK 2.0. Selanjutnya salah satu kelompok mempresentasikan hasil diskusinya dan kelompok lain memberi tanggapan, dan widyaiswara/fasilitator bersama peserta didik memberi kesimpulan untuk penguatan materi.

Aktivitas 3 Diskusi dan menggali informasi penerapan TIK dalam pembelajaran

Siapkan komputer Anda untuk terhubung ke internet, jika komputer Anda belum terhubung ke internet, mintalah bantuan kepada fasilitator/widyaiswara. Pelajari bahan bacaan 3, lalu diskusikan dan gali informasi melalui internet tentang beberapa permasalahan berikut ini dalam kelompok Anda.

- Setelah mempelajari bahan bacaan 3, dari beberapa contoh penerapan TIK yang diberikan, contoh mana yang memungkinkan dan sesuai untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah Anda !
- Mengapa contoh tersebut dipilih?
- Bagaimana langkah yang dilakukan untuk menerapkan TIK tersebut dalam kegiatan pembelajaran di kelas ?

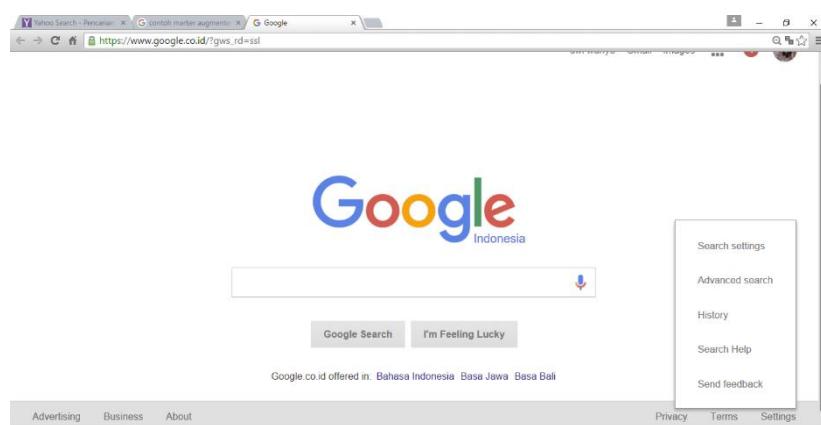
Jawablah permasalahan tersebut dalam kelompok dan tuliskan jawabannya pada LK 3.0. Jika semua permasalahan telah terjawab lanjutkan untuk melakukan aktivitas 4 praktik pemanfaatan TIK berikut ini.

Aktivitas 4 Praktek pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran

- a. Pemanfaatan teknologi internet dalam pembelajaran dimungkinkan dengan mencari informasi mengenai materi pelajaran melalui Search Engine Google. Anda diminta untuk memanfaatkan teknologi internet dalam mencari materi pelajaran yang diampu. Lakukan langkah-langkah berikut ini.
 - Siapkan komputer Anda terhubung ke internet, jika belum terhubung mintalah bantuan fasilitator/pengajar atau teknisi.
 - Amati beberapa gambar berikut ini.

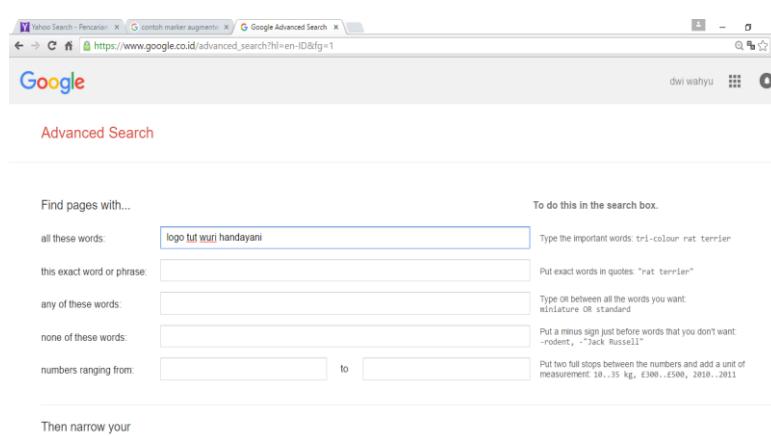
Gambar 2.1.29

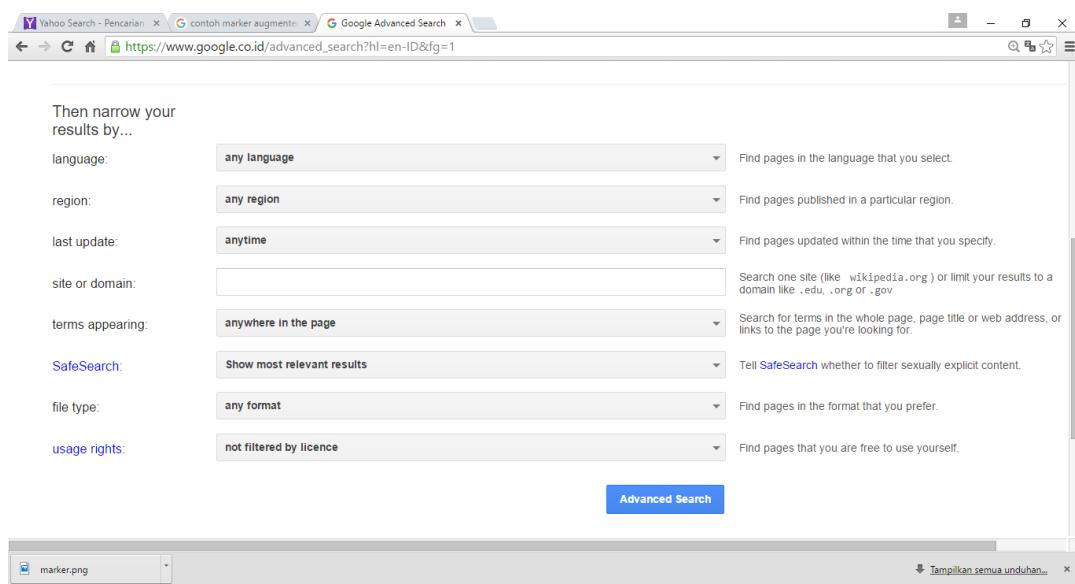
Advance Search pada Google



Gambar 2.1.30

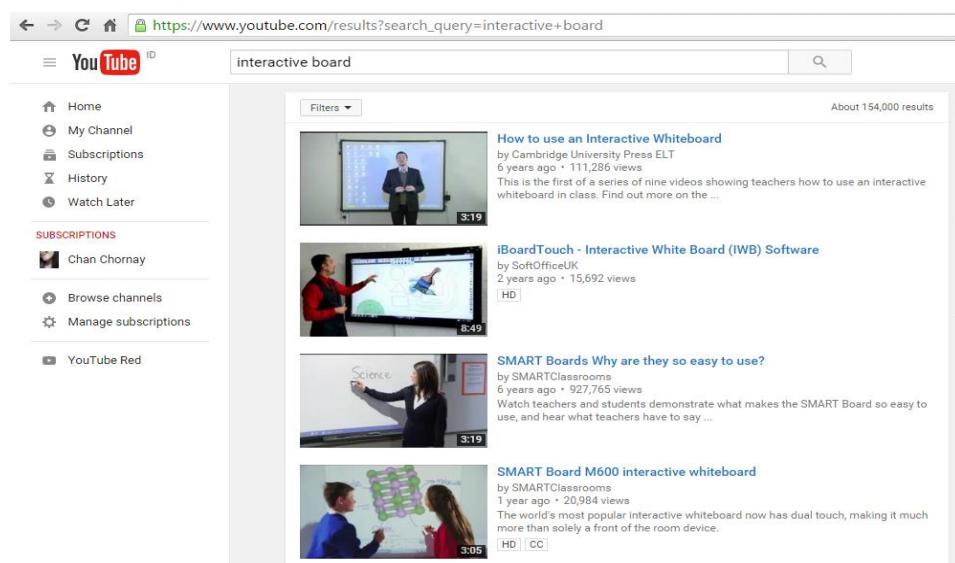
Penulisan kata kunci Advance Search



Gambar 2.1.31**Pemilihan tipe file pada Advance Search**

- Bukalah website www.google.com, lalu gunakan teknik Advance Search untuk mencari logo Tut Wuri Handayani dengan format file png. Caranya setelah website google terbuka, klik menu images, lalu klik setting, pilih advancesearch, tulis logo tut wuri handayani, typeof image pilih png pada kotak pencarian, seperti terlihat pada gambar point b. Simpan file hasil pencarian tersebut dengan cara klik kanan pada gambar logo tut wuri handayani, lalu pilih save image as (simpan gambar sebagai) dan simpan file tersebut pada folder yang tersedia.
- Carilah materi pelajaran yang diampu dengan cara yang sama pada point c, tetapi untuk kata kunci pada kotak pencarian tuliskan kata atau kalimat yang menunjukkan materi yang akan dicari, sebagai contoh tuliskan definisi gerak lurus melingkar beraturan dengan tipe file pdf pada kotak pencarian, lalu simpan file yang ditemukan dalam folder yang tersedia.

- b. Mengoperasikan fasilitas e-mail. Pilih salah satu layanan Email yang free diantaranya Gmail. Gunakan browser untuk membuka www.gmail.com, lalu lakukan hal berikut ini.
- Daftarkan alamat e-mail yang baru, dengan cara klik tombol Sign Up, lalu isilah data sesuai permintaan Gmail.
 - Lakukan pengiriman file gambar logo Tut wuri handayani yang sudah dilakukan pada point 1 ke email duniakertasku@gmail.com
- c. E-learning adalah salah satu contoh penerapan TIK yang memadukan teknologi multimedia dan teknologi internet. E-learning memungkinkan belajar dilakukan kapan saja dan dimana saja. Carilah informasi melalui internet tentang fitur-fitur minimal yang harus ada dalam sebuah system e-Learning berbasis web dan kerjakan hasil pencarian informasi tersebut pada LK 4.0.
- d. Perkembangan TIK dalam bidang *hardware* dan *software* memungkinkan munculnya jenis TIK terkini yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran, diantaranya pemanfaatan *interactive board*, *teknologi augmented reality* dan *teknologi brain computer interface*. Selanjutnyacarilah file video tentang *interactive board*, *augmented reality* dan *brain computer interface* pada www.youtube.com, dengan cara berikut ini.
- Buka lah website www.youtube.com, lalu tuliskan interactive board pada kotak pencari seperti terlihat pada gambar berikut ini.

Gambar 2.1.32**Pencarian contoh video pembelajaran di www.youtube.com**

Klik dua kali pada salah satu video yang ingindilihat. Setelah melihat video tersebut, tuliskan hasil pengamatan Anda tentang Interactive Board pada LK 4.0.

- Lakukan hal yang sama untuk melihat video tentang augmented reality dengan menuliskan augmented reality in classroom pada kotak pencarian, lalu klik dua kali salah satu video yang ingin dilihat. Setelah melihat video tersebut, tuliskan hasil pengamatan Anda tentang video Augmented reality pada LK 4.0.
- e. Salah satu jenis TIK yang dapat digunakan untuk mendukung kegiatan pembelajaran adalah teknologi multimedia. Teknologi multimedia dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti yang telah dijelaskan pada bahan bacaan 3, diantaranya dengan membuat laporan menggunakan software power point. Buatlah laporan hasil pengajaran kelompok Anda menggunakan software power point dengan memperhatikan beberapa aspek berikut ini.
- Internet sebagai sumber informasi dan referensi
 - Manfaat dan keuntungan menggunakan E-Mail

- Cara melakukan pencarian materi pelajaran dengan teknik Advance search pada www.google.com
- Cara mengirim email yang memuat file lampiran (attachment)
- Hasil pengamatan tentang video interactive board
- Hasil pengamatan tentang video augmented reality

Aktivitas praktik ini dilakukan secara kelompok sesuai arahan fasilitator/widyaaiswara. Hasil diskusi kelompok dipresentasikan sehingga terjadi pertukaran informasi antara satu kelompok dengan kelompok yang lain. Aktivitas pembelajaran ini diharapkan dapat menguatkan pemahaman peserta didik akan pemanfaatan TIK dalam pembelajaran.

LEMBAR KERJA KB 1: PEMANFAATAN TIK DALAM PEMBELAJARAN

LK 0.0 Mengidentifikasi Isi Materi Pembelajaran

1. Sebutkan peralatan yang harus disiapkan sebelum mempelajari materi pembelajaran ini !

2. Jelaskan kompetensi apa saja yang harus dicapai dalam mempelajari materi pembelajaran ini !

3. Sebutkan bahan bacaan apa saja yang ada di materi pembelajaran ini !

4. Jelaskan cara Anda mempelajari materi pembelajaran ini !

LK 1.0 Diskusi dan Menggali Informasi perlunya pemanfaatan TIK dalam pembelajaran

1. Jelaskan mengapa TIK diperlukan dalam kegiatan pembelajaran di kelas?

2. Jelaskan apa keuntungan yang diperoleh jika menggunakan TIK dalam kegiatan pembelajaran !

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana cara memilih jenis TIK yang sesuai dengan kegiatan pembelajaran sesuai dengan mata pelajaran yang diampu !

.....

.....

.....

.....

.....

LK 2.0 Mengamati gambar dan menggali informasi jenis-jenis TIK yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran

1. Setelah mempelajari bahan bacaan 2 dan mengamati semua gambar yang ada, bagaimana pengelompokan jenis TIK yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Bagaimana cara yang tepat untuk memilih jenis TIK yang sesuai kebutuhan sehingga teknologi yang sudah ada tepat guna dan mendukung tercapainya kompetensi dalam pembelajaran ?

LK 3.0 Diskusi dan menggali informasi penerapan TIK dalam pembelajaran

- Setelah Anda mempelajari bahan bacaan 3, dari beberapa contoh penerapan TIK yang diberikan, contoh mana yang memungkinkan dan sesuai untuk diterapkan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah Anda !

2. Mengapa Anda memilih contoh tersebut ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana langkah yang Anda lakukan untuk menerapkan TIK tersebut dalam kegiatan pembelajaran di kelas ?

.....

.....

.....

.....

LK 4.0 Pemanfaatan TIK dalam pembelajaran

1. Carilah informasi melalui internet tentang fitur-fitur minimal yang harus ada dalam sebuah system e-Learning berbasis web !

.....

.....

.....

2. Tuliskan hasil pengamatan Anda tentang video Interactive Board hasil pencarian kelompok Anda pada Aktivitas Belajar 4!

.....

.....

.....

3. Tuliskan hasil pengamatan Anda tentang video Augmented reality hasil pencarian kelompok Anda pada Aktivitas Belajar 4!

-
-
-
4. Buatlah laporan hasil praktik Aktivitas Belajar 4 menggunakan software power point dengan memperhatikan beberapa aspek berikut ini.
 - Internet sebagai sumber informasi dan referensi
 - Manfaat dan keuntungan menggunakan E-Mail
 - Cara melakukan pencarian materi pelajaran dengan teknik Advance search pada www.google.com
 - Cara mengirim email yang memuat file lampiran (attachment)
 - Hasil pengamatan tentang video interactive board
 - Hasil pengamatan tentang video augmented reality

E. Rangkuman

Teknologi informasi dan komunikasi adalah hasil rekayasa manusia terhadap proses penyampaian informasi dan proses penyampaian pesan dari satu pihak kepada pihak lain sehingga lebih cepat, lebih luas sebarannya dan lebih lama penyimpanannya. Teknologi informasi dan komunikasi (TIK) memuat semua teknologi yang berhubungan dengan penanganan informasi. Penanganan ini meliputi pengambilan, pengumpulan, pengolahan, penyimpanan, penyebaran, dan penyajian informasi.

Teknologi Informasi dan Komunikasi (TIK) bukan merupakan teknologi yang berdiri sendiri, tetapi merupakan kombinasi dari *hardware* dan *software*. Hal penting yang harus diperhatikan dalam memanfaatkan TIK sebagai media pembelajaran yaitu *hardware* dan *software* yang tersedia dan jenis metode pembelajaran yang akan digunakan. Saat ini banyak hardware dan software yang dapat digunakan untuk pengembangan media pembelajaran diantaranya smartphone yang

memiliki portabilitas dan ukuran kecil sehingga mudah dibawa kemana saja. Pemanfaatan software untuk pengembangan media pembelajaran berbasis TIK diantaranya penggunaan Power Point untuk membuat presentasi, Adobe Flash untuk membuat game edukasi dan tutorial interaktif serta masih banyak software lain yang dipadukan dengan hardware yang ada dan digunakan sebagai alat bantu belajar.

Jenis-jenis TIK yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran diantaranya yaitu teknologi multimedia, teknologi internet, teknologi augmented reality, dan sebagainya. Contoh penerapan TIK dalam pembelajaran misalnya e-Learning yang memadukan teknologi multimedia dan teknologi internet, sehingga belajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja. Pemanfaatan teknologi augmented reality misalnya dalam bentuk *magic book*, yang memungkinkan peserta didik mengalami pengalaman yang berbeda sehingga pembelajaran berlangsung dalam suasana menyenangkan. Pemanfaatan TIK dalam kegiatan pembelajaran diharapkan dapat mengubah paradigma dalam proses pembelajaran yang semula *teacher based* menjadi *resource based*, dan yang semula *teacher centered* menjadi *student centered*.

F. Tes Formatif

1. Jelaskan pengertian teknologi informasi dan komunikasi!
2. Jelaskan manfaat penggunaan TIK dalam kegiatan pembelajaran !
3. Jelaskan jenis-jenis TIK yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran!
4. Berikan contoh pemanfaatan teknologi internet dalam kegiatan pembelajaran!
5. Berikan contoh pemanfaatan teknologi multimedia dalam kegiatan pembelajaran !

G. Kunci Jawaban

1. Pengertian TIK adalah hasil rekayasa manusia terhadap proses penyampaian informasi dan proses penyampaian pesan dari satu pihak kepada pihak lain sehingga lebih cepat, lebih luas sebarannya dan lebih lama penyimpanannya
2. Manfaat penggunaan TIK yaitu TIK sebagai alat bantu belajar, TIK sebagai media pembelajaran, dan TIK sebagai ilmu pengetahuan.

3. Jenis-jenis TIK yang dapat digunakan dalam kegiatan pembelajaran yaitu teknologi internet, teknologi multimedia, teknologi augmented reality, teknologi brain computer interface.
4. Contoh pemanfaatan teknologi internet dalam kegiatan pembelajaran yaitu pencarian informasi materi pelajaran dengan search engine google, penerapan e-Learning di sekolah.
5. Contoh pemanfaatan teknologi multimedia dalam kegiatan pembelajaran yaitu penggunaan tutorial interaktif dalam pembelajaran, pembuatan presentasi multimedia, penggunaan interactive board.

KEGIATAN PEMBELAJARAN 2 : TEKNIK KELISTRIKAN BIOMASSA

A. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti materi pembelajaran ini anda dapat :

- Menyebutkan standar simbol grafik yang ada
- Membaca simbol grafik komponen listrik
- Menggambar simbol grafik komponen listrik.
- Menggambar rangkaian listrik
- Menggambar skematik diagram rangkaian Listrik
- Membaca gambar rangkaian listrik
- Membaca skema diagram rangkaian listrik

B. Indikator Pencapaian Kompetensi

Setelah mempelajari materi kelistrikan ini, anda diharapkan memiliki kompetensi sebagai berikut :

1. Menganalisis jenis dan prinsip kerja generator.
2. Merangkai jaringan kelistrikan, generator dan beban.
3. Merangkai jaringan kelistrikan, generator dan beban.
4. Membuat rangkaian kontrol kelistrikan
5. Menyajikan hasil praktik dasar kelistrikan untuk kontrol pembangkit listrik
6. Menyajikan hasil praktik dasar elektronika untuk instrumen kontrol pembangkit listrik.

C. Uraian Materi

1. Simbol Komponen Listrik

Coba Anda amati Jalur listrik yang ada diruangan sekolah Anda!. Dapatkah Anda menggambarkan instalasi listrik di ruangan tersebut.

Tentunya anda mendapat kesulitan, dalam menggambar sebuah lampu pun perlu waktu lama. Coba diskusikan, mengapa perlu membuat simbol grafik dari sebuah rangkaian instalasi listrik?.

Bagaimanapula simbol-simbol tersebut dibuat?. Presentasikan hasil diskusi Anda?

Simbol teknik listrik bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik sangat penting untuk dipelajari dipahami karena hampir semua rangkaian listrik menggunakan simbol-simbol.

Gambar simbol untuk teknik telah diatur oleh lembaga normalisasi atau standarisasi.

Beberapa lembaga yang menormalisasi simbol-simbol listrik antara lain :

- ANSI : *American National Standard Institute*
- JIC : *Joint International Electrical Association*
- NMEA : *National Manufacturer Electrical Assotiation*
- DIN : *Deutche Industrial Norm*
- VDE : *Verband Deutcher Elektrotechniker*
- NEC : *National Electrical Code*
- IEC : *International Electrical Commission*.

Meskipun banyak lembaga yang mengeluarkan simbol listrik, namun dalam normalisasinya telah diatur sedemikian rupa sehingga suatu simbol tidak mungkin mempunyai dua maksud atau dua arti, begitu sebaliknya dua gambar simbol mempunyai satu maksud (interpretasi).

Tabel 1. Perbedaan Simbol Grafik Listrik antara Standar Amerika dan Jerman

S I M B O L		K E T E R A N G A N
AMERIKA	J E R M A N	
		Kondensator Elektrolit
		Tahanan yang dapat diubah
		Kumparan berinti besi
		Transformator berinti besi
		Transformator berinti udara
		Transformator 3 fasa segitiga bintang
		Motor listrik kompon

Negara-negara yang sudah maju industri kelistrikannya menentukan normalisasi sendiri, bahkan diikuti oleh dunia teknik pada umumnya. Contohnya negara yang mempunyai normalisasi sendiri adalah Amerika dan Jerman.

Simbol listrik dari kedua negara tersebut agak berlainan bentuk maupun interpretasinya, namun semua itu dapat dipahami karena sama-sama bertujuan untuk memudahkan dan membuat lancar kegiatan teknik yang dihadapi. Tabel 1 memperlihatkan sebagian perbedaan simbol listrik dari Amerika dan Jerman

Indonesia berdasarkan pertemuan yang diprakarsai oleh LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) antara ilmuwan dan kalangan industri telah berhasil membuat standar simbol yang berhubungan dengan teknik listrik arus kuat. Hasil tentang simbol listrik ini telah dituangkan dalam buku PUIL 1977. (Peraturan Umum Instalasi Listrik) dan diperbaharui lagi dalam PUIL 1987 dan PUIL 2000.

Berikut ini adalah beberapa kategori simbol grafik komponen kelistrikan:

Tabel 2. Simbol Grafik Rangkaian Dasar

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Polaritas		
Positif	+	
Negatif	-	
Netral	N	
Arah transmisi dan Gerak		
Arah Energi		
Arah gerakan		
Sensor rotasi		
Arah Penyalaan		
Setel dan Atur		
Setel		
Atur		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Variabel		
Linear		
Tidak Linear		
Bentuk Pulsa		
Pulsa kotak positif		
Pulsa kotak Negatif		
Gelombang gigi gergaji		
Gelombang tangga/step Positif		
Gelombang tangga/step negative		
Fuse		
Anntena		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Batre sel tunggal	— —	
Baterai multisel	— —	
Gelombang Sinusoidal		
Pelindung		
Umum	-----	
Elektrostatic	----- <i>E</i>	
Elektromagnetik	----- <i>H</i>	
Pelindung Komponen		

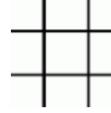
Tabel 3. Simbol Grafik Jenis Arus, Tegangan dan Koneksi

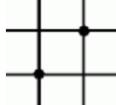
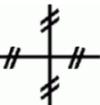
Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Jenis Arus dan Tegangan		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Tegangan dan arus DC		
Tegangan dan Arus AC		
Tegangan AC pada frekuensi Audio		
Tegangan AC pada frekuensi Radio		
AC atau DC		
Sambungan Arus AC		
Sambungan Bintang		
Sambungan Delta		
Sambungan Bintang Delta		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Sambungan Zig Zag		

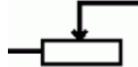
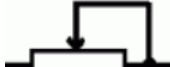
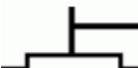
Tabel 4. Simbol Grafik Saluran dan Sambungan Saluran

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Saluran		
Saluran, umum		
2 jalur		
3 jalur		
4 jalur		
n-jalur		
Persambungan dari dua jalur		
Persilangan antar dua jalur tanpa persambungan		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Persilangan antar dua jalur dengan persambungan		
Pelindung saluran		
Saluran kabel koaksial		
Saluran dan sambungan		
Pembumian		
Sambungan Pentanahan		
Sambungan yang dapat diputus sambung		
Terminal		
Terminal Kabel		

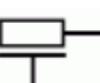
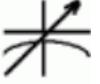
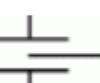
Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Kopling Sleeve		
Kotak sambungan satu cabang		
Kotak sambungan dua cabang		

Tabel 5. Simbol Grafik Resistor

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Resistor, Umum		
Variabel Resistor dengan interrupt		
Variabel Resistor tanpa interrupt		
Resistor sebagai pembagi tegangan		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Resistor dapat diatur		
Resistor dengan variabel tak terbatas		
Resistor tergantung tegangan (non Linear)		
Resistor Fuse		
Fuse Potensial		
Arrester dua elektroda		
Arrester ION (titik berisi gas)		

abel 6. Simbol Grafik Kapasitor

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Kapasitor , Umum		
Kapasitor Elektrolit polar		
Kapasitor Elektrolit Non Polar		
Kapasitor Lead in polar		
Kapasitor Lead in non polar		
Kapasitor Variabel		
Kapasitor Variabel dengan indikasi rotor		
Kapasitor anti interferensi		

Tabel 7. Simbol Grafik Induktor dan Transformer

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Induktor		
Umum		
Atau		
Induktor Berinti Udara		
Atau		
Induktor Berinti Udara dengan dua tap		
Atau		
Inti besi		
Inti besi dengan pemisah udara		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Inti ferrit	-----	
Lilitan inti besi		
Atau		
Trafo satu fase		
Trafo satu fase dengan inti besi dan 3 lilitan		
Trafo 3 fase dalam hubungan bintang-bintang		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Trafo 3 fase dalam hubungan bintang-delta		
Trafo auto dalam hubungan bintang		

Tabel 8. Simbol Grafik Arus Dan Tegangan Transformator

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Trafo Arus		
Lilitan Primer		
Lilitan sekunder		
Trafo Arus, Umum		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Atau		
Trafo tegangan, Umum		
Atau		
Kapasitif		
Atau		

Tabel 9. Simbol Grafik Elektromekanik dan Elektrothermal

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Batery 1 sel		
Batery 5 sel dengan 1 tap		

Elemen termoelektrik	-  +	
----------------------	---	--

Tabel 10. Simbol Grafik Komponen Tabung

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Diode, pemanas tidak langsung		
Duo diode, pemanas tidak langsung		
Atau		
Triode, pemanas tidak langsung		
Atau		
Duotriode dengan katoda terpisah, pilamen pemanas ditengah		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Tetroda		
Pentoda supresed grid		
Trioda Pentoda		
Tioda Heptoda		

Tabel 11. | Simbol Grafik Mesin listrik

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Rotor dengan lilitan, komutator dan sikat		
Mesin asinkron dalam sambungan delta dan rotor dalam sambungan start		
Generator DC		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Motor DC		
Generator 3 Fasa		
Motor 3 fasa		
Motor slip ring 3 fasa		

Tabel 12. Simbol Grafik Meter Bergerak dan Alat Ukur

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Jalur tegangan bergerak		
Atau		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Jalur arus bergerak		
Atau		
Wattmeter bergerak		
Saluran tegangan		
Wattmeter 2 fasa bergerak		
Ohmmeter bergerak		
Frekuensi meter bergerak		
Voltmeter		
Ammeter		

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Watmeter dengan 2 elemen		
Electrometer		

Tabel 13. Simbol Grafik Elektroakustik

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Penerima Telepon		
Atau		
Mikropon		
Atau		
Mikropon Throat		

Hand set		
Loudspeaker		
Atau		
Head mono		
Head stereo		
Head rekaman,mekanik		
Head pembaca,mekanik		
Head magnetic		
Head rekam		
Head Playback		

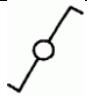
Head rekam, <i>play</i> dan hapus		
Bel		
Bel DC		
Bel arus AC		
Bel <i>single stroke</i>		
Buzzer		
Speaker Horn		
Sirine		
Howler		
Sinyal		

Elektromagnetik		
Elektrodinamik dengan koil		
Elektrodinamik dengan pita		
Piezoelektrik		
Magnetostriktif		
Kapasitif		
Karbon		
Penerima telepon elektromagnetik		
Mikropon karbon		
Mikropon kapasitif		

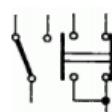
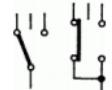
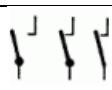
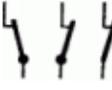
Loadspeaker Magnet		

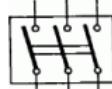
Tabel 14. Simbol Grafik untuk Perencanaan Pengkabelan

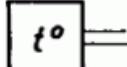
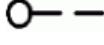
Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Kotak sambung		
Pemutus kutub tunggal		
Pemutus dua kutub		
Pemutus tiga kutub		
Saklar group , kutub tunggal		
Multi sirkit Kutub tunggal		
Saklar SPDT		

Saklar 4 Jalur dengan satu kutub		
Soket tunggal		
Soket ganda dengan pelindung		
Soket tunggal dengan pelindung		
Lampu glow		
Lampu TL		
Glow igniter		
Pembuka Pintu		

Tabel 15. Simbol Grafik Komponen Saklar dan Kontaktor

Istilah	Simbol Grafik	
	Lengkap	Sederhana
Saklar		
Kontak sambung/ <i>make contact</i>		
Kontak Putus / <i>Break contact</i>		
Saklar tukar		
Saklar tukar dengan posisi netral ditengah		
Kontak sambung		
Kontak putus		
Saklar tukar dengan interrupt		

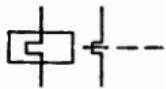
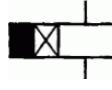
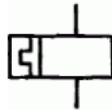
Saklar lever yang digerakan oleh tangan		
Kontak sambung dengan otomatis reset		
Kontak putus dengan otomatis reset		
Saklar putus tiga kutub		
Power CB, tiga kutub		
Power B, tiga kutub		
Saklar Power, tiga kutub		

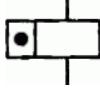
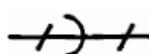
Saklar tiga kutub dengan 1 kontak sambung dan 2 kontak putus		
Drive		
Drive, umum		
Dikemudikan oleh panas		
Dikemudikan oleh gaya sentrifugal		
Dikemudikan oleh piston		
Dikemudikan oleh motor listrik		
Dikemudikan oleh Cams		
Dikemudikan ngambang		

2. Diagram Rangkaian Listrik

Dikemudikan manual		
Dikemudikan manual dengan reset otomatis		
Atau		
Digerakkan oleh kunci atau alat		
Dikemudikan oleh relay atau kontaktor		
Sistem Driver		
Lilitan relay AC		
Lilitan relay tidak sensitif terhadap AC		
Lilitan relay elektro termal		

Lilitan relay Remanensi		
Lilitan relay Polaris		
Lilitan dengan relay tripp oleh arus lebih		
Lilitan dengan relay tripp oleh arus rendah		
Lilitan dengan relay tripp oleh terbalik arus		
Lilitan dengan relay tripp oleh tegangan turun		
Lilitan dengan relay tripp oleh tegangan turun		

Lilitan dengan relay tripp oleh error tegangan		
Lilitan dengan tripp termal pada relay		
Lilitan relay dengan delay atraksi		
Lilitan relay dengan delay drop		
Lilitan relay dengan delay atraksi dan drop		
Lilitan relay dengan delay elektrotermal		

Lilitan relay dengan delay elektronik		
Lilitan tripp relay oleh rangkaian terbuka		
Lilitan tripp relay oleh rangkaian tertutup		
Lilitan tripp relay oleh arus lebih dengan delay waktu		
Koneksi/ plug		
Receptacle		
Plug		
Konektor satu kutub		
Konektor empat kutub		

Koaksial		
Konektor koaksial		
Konektor koaksial 2 inti		

Amati rangkaian motor untuk pompa air yang menggunakan Energi solar sel.

Gambarkan skematis rangkaian motor tersebut. Diskusikan tentang rangkaian Instalasi rumah, kontaktor, motor, generator, ampere meter, voltmeter, wattmeter, frekuensi meter dan cosphi meter. Presentasikan hasil diskusi Anda. Baca dan pelajari materi yang ada pada modul ini.

Secara garis besar gambar rangkaian listrik dapat dikategorikan menjadi :

- Diagram Rangkaian Instalasi Penerangan
- Rangkaian Sistem Alarm
- Rangkaian Generator Arus Searah
- Rangkaian Motor Arus Searah
- Rangkaian Generator
- Rangkaian Motor 3 Fase
- Rangkaian Transformator
- Rangkaian Penyearah
- Rangkaian Kontaktor
- Rangkaian Pengukuran Arus/Tegangan AC/DC
- Rangkaian Sistem Proteksi

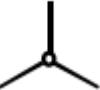
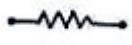
Dalam kegiatan ini, peserta diklat baru akan dikenalkan rangkaian listrik yang bersifat dasar-dasar saja meliputi gambar instalasi penerangan dan instalasi tenaga.

a. Diagram Rangkaian Instalasi Penerangan

Simbol-simbol Umum

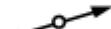
Meskipun dalam kegiatan belajar 1 telah dibahas materi tentang simbol listrik, pada kegiatan ini akan dibicarakan kembali simbol umum terutama yang berkaitan dengan instalasi penerangan. Tabel 16 berikut menunjukkan simbol listrik yang dipakai pada instalasi penerangan.

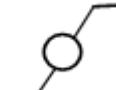
Tabel16. Diagram Rangkaian Instalasi Penerangan

Simbol	Keterangan
	Sistem berfasa-tiga dalam hubungan D, Delta atau segitiga.
	Sistem berfasa dalam hubungan Y atau bintang
	Sistem berfasa tiga dalam hubungan bintang dengan titik nol yang dibawa keluar. Pada umumnya tanda ini dipakai untuk menyatakan : Hubungan Gulungan motor -motor arus putar, transformator dan sebagainya. Misalnya pada plat -plat motor/dynamo listrik (lihat contoh) : Volt : 380/220 Y / D
	Gulungan mesin-mesin dan pesawat -pesawat . Tanda ini umum untuk kumparan, misalnya gulungan magnit dinamo, gulungan elektromagnit dan sebagainya.

	"Tahanan OHM" tanda disamping ini menunjukkan tahanan bebas induksi atau tahanan OHM biasanya dipakai dalam teknik arus searah/arus lemah khususnya dalam teknik penerima/pemancar.
	Kondensator Tanda umum untuk kondensator yang : mempunyai nilai tetap atau istilah yang lain fixed capacitor
	Tanda umum untuk kondensator yang nilainya dapat diubah-ubah (variable capacitor).
	Hubungan Tanah Tanda umum untuk hubungan tanah bagi semua peralatan listrik misalnya tiap motor listrik, tahanan asut, lemari penghubung logam, kompor listrik dsb, harus dihubungkan dengan tanah. –Untuk mencegah bahaya bagi pegawai yang melayani pada kesalahan isolasi yang mungkin timbul.
	Sambungan atau percabangan hantaran listrik.

	Tegangan Tinggi . Tanda tegangan tinggi ini biasanya dipasang pada tiang-tiang jaring-jaring tegangan tinggi dan rendah maupun pada pintu-pintu sari gardu-gardu transformator.
	Hantaran yang terdiri atas dua penghantar dengan fasa atau polaritet yang berlaianan. Tanda ini umum untuk hantaran listrik biasanya tanda ini terdapat pada gambar-gambar, instalasi.
	Hantaran berkutub dua, beserta penghantar.
	Persilangan dua buah hantaran
	Hantaran di dalam pipa. Tanda ini menyatakan bahwa hantaran tersebut diletakkan di dalam pipa yang berdiameter $\frac{3}{4}$ " (o)
	Hantaran di dalam pipa diatas sela yang ditinggikan Apabila para instalateur (pelaksana) sedang melakukan pemasangan di dalam ruang yang lembab dan berdebu maka hantaran pipa ini harus tahan air dan ditempatkan diatas sela-sela (tumpuan) yang ditinggikan.

	Tanda ini menyatakan di mana hantaran itu naik.
	Tanda ini menyatakan di mana hantaran itu turun ke bawah.
	Hantaran terus menerus. Tanda ini menyatakan dimana hantaran itu mendaki, menurun dan terus menerus.
	<p>Penghubung/saklar berkutub satu untuk nominal 10 A. Keterangan : 10 A ini menunjukkan bahwa kuat arus nominal yang mengalir secara terus menerus dapat dibebankan pada penghubung itu, yang tidak menimbulkan bahaya misalnya panas atau terbakarnya penghubung itu.</p>
	Penghubung berkutub ganda
	Penghubung tarik berkutub satu

	Penghubung kelompok (golongan)
	Penghubung Tukar
	Penghubung seri (deret)
	Tanda untuk penghubung silang

Dari simbol diagram di atas dapat diberikan penjelasan tentang penggunaan dari masing-masing penghubung yang dihubungkan dengan sebuah beban.

Saklar deret (seri)

Saklar ini gunanya untuk memutuskan dan menghubungkan dua kelompok lampu secara bergantian misalnya seperti terdapat pada kerona-cahaya dengan tiga buah lampu atas (penerangan langit-langit) dan sebuah lampu bawah.

Demikianlah jalannya saklar tersebut sehingga lampu yang di bawah dan lampu-lampu atas dapat menyala sendiri-sendiri, dan seluruhnya dapat pula dihidupkan pada waktu yang bersamaan. Perlu diingat oleh para peserta diklat, para instalatur bahwa pengertian dari saklar seri ini bukanlah berarti lampu-lampu itu dihubungkan dalam

keadaan seri. Tetapi kita mengadakan hubungan dalam seri (kelompok-kelompok lampu).

Saklar Tukar

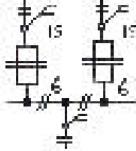
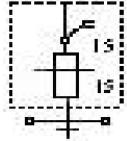
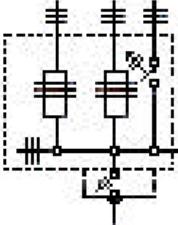
Apabila kita menghendaki melayani satu lampu atau satu golongan lampu dari dua tempat, misalnya dalam gang-gang, dalam kamar-kamar dengan dua pintu, maka kita pakai dua saklar tukar.

Saklar Silang

Apabila kita harus dapat melayani satu lampu atau satu golongan lampu yang lebih dari dua tempat, maka kita pakai saklar silang, waktu hendak memasang diingat, bahwa saklar yang pertama dan penghasilan haruslah saklar-saklar tukar, saklar-saklar diantaranya adalah hubungan silang.

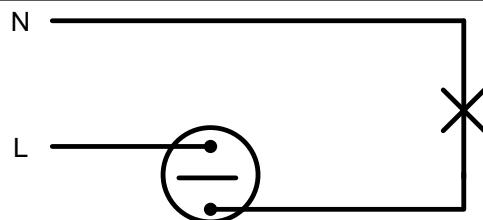
Tabel 167. Simbol Saklar untuk diagram satu garis

Simbol	Keterangan
	Penghubung Kotak Maksimum Tanda ini untuk penghubung kotak maksimum, diperlengkapi dengan sebuah pemutus arus elektromagnet dan ada kalanya dipakai sebagai pengganti pengaman lebur (sekering)
	Kotak-kontak dinding (stop contact) Tanda ini untuk stop contact dan dipakai sebagai penghubung pesawat -pesawat pemakaian yang dapat dipindah-pindahkan tempatnya, misalnya lampu senja, setrika listrik, penghisap debu dan lain sebagainya.
	Kotak-kontak dinding majemuk Kotak-kontak dinding majemuk, seperti dua, tiga atau empat buah stop contact dihubungkan menjadi satu.
	Keamanan sekerup (sekering) Tanda umum untuk keamanan lebur atau keamanan patron (sekering). Dengan menempatkan garis-

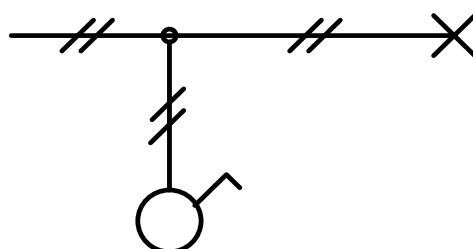
Simbol	Keterangan
	<p>garis lintang pada hantaran-hantaran kutub banyak dinyatakan dalam beberapa urat ditempatkan keamanan itu. Sekering yang terkenal dalam dunia perdagangan yaitu patron diazed. (oleh siemens Schukert -Werke S.S.W.). Adapun batas-batas amperennya :</p> <p>6, 10, 15, 20, 25, 35, 50, 60, 80, 100, 125, 160, 200, 225, 260, 300 dan 350 A.</p> <p>Bila kita lihat sebelah atas dari patron terdapat tanda-tanda pengenal dengan bermacam-macam warna yakni menurut kuat arus dari patron tersebut. Misalnya : Hijau 6A, Merah 10A, Kelabu 16A dan lain sebagainya.</p>
	Papan pembagi atau Papan penghubung. Tanda ini umum untuk papan pembagi pada gambar instalasi.
	Lemari penghubung instalasi. Lemari penghubung instalasi ini biasanya terbuat dari besi tuang atau bahan isolasi (misalnya bakelit) di mana di dalam lemari tersebut ditempatkan keamanan lebur (sekering) dan sebuah penghubung utama.
	Lemari baterai Tanda ini umum untuk sebuah lemari baterai. Biasanya lemari baterai ini terdiri dari sejumlah lemari dari besi tuang (bahan isolasi bakelit) dimana ditempatkan keamanan-keamanan lebur. Dan ini kita namakan lemari pembagi cahaya.
	Lampu 100 W, disambung pada golongan 2. Tanda umum untuk suatu titik cahaya tiap-tiap titik sambungan pada gambar instalasi harus diberi nomor golongan, dimana titik cahaya ini disambung serta pemakaian tenaga dinyatakan dalam Watt.

Berikut ini adalah diagram satu garis untuk rangkaian Instalasi penerangan rumah :

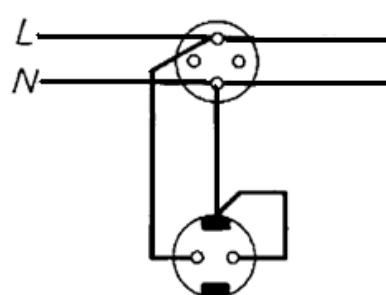
Gambar 1. Saklar skematik Diagram kutub banyak



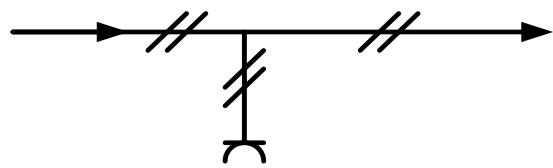
Gambar 2. Saklar skematik diagram kutub tunggal



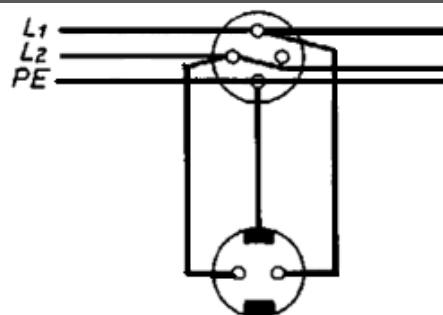
Gambar 3. . Soket steker dengan pelindung kutub banyak



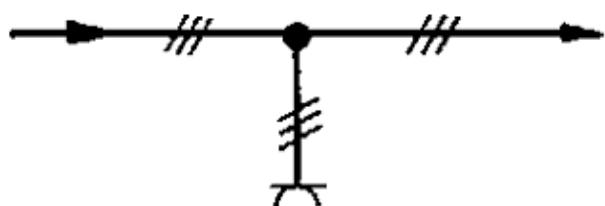
Gambar 4. soket steker dengan pelindung kutub tunggal



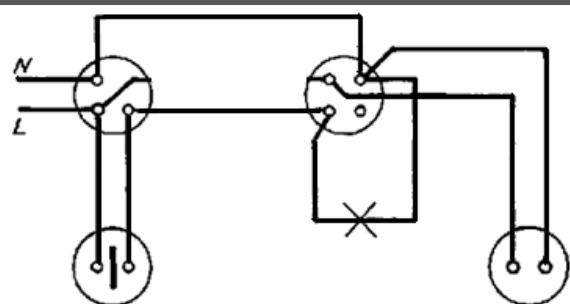
Gambar 5. Soket steker dengan kabel pelindung yang terpisah kutub banyak



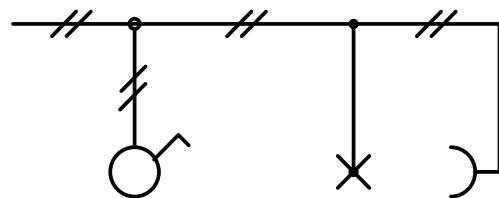
Gambar 6. Soket steker dengan kabel pelindung yang terpisah kutub tunggal



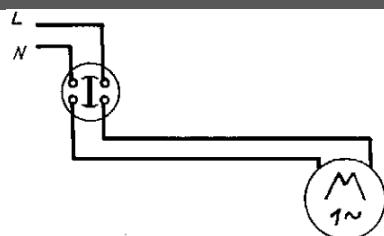
Gambar 7. Saklar dan stop kontak kutub banyak



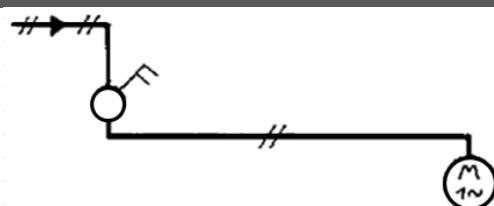
Gambar 8. Saklar dan stop kontak banyak kutub tunggal



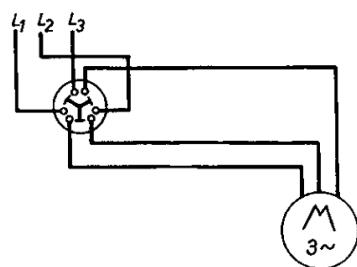
Gambar 9. Saklar dua kutub, kutub banyak



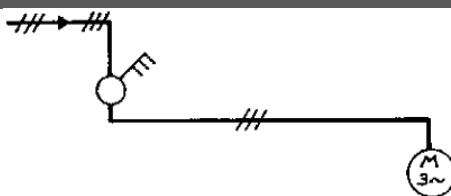
Gambar 10. Saklar dua kutub, kutub tunggal



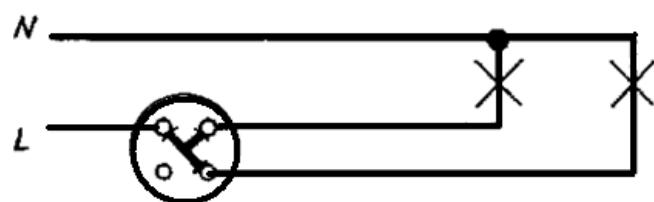
Gambar 11. Saklar 3 kutub, kutub banyak



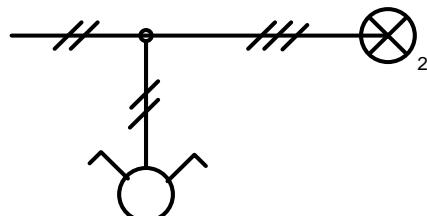
Gambar 12. Saklar 3 kutub, kutub banyak



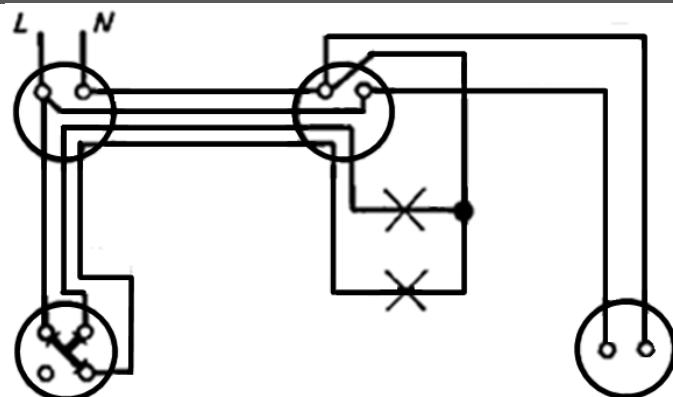
Gambar 13. Saklar multi atau disebut saklar seri, kutub banyak



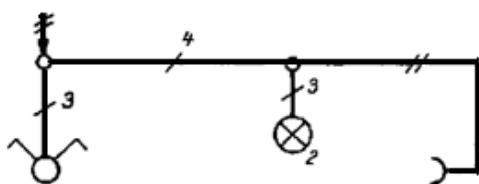
Gambar 14. Saklar multi atau disebut saklar seri, kutub tunggal



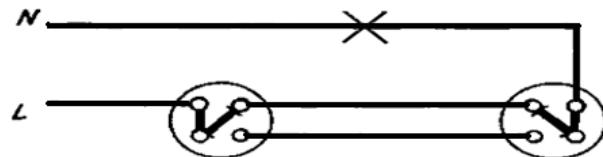
Gambar 15. Saklar seri dengan soket seteker kutub banyak



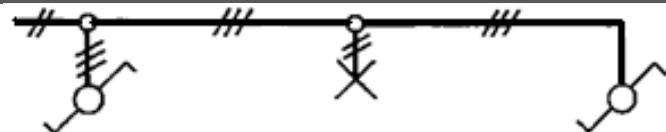
Gambar 16. Saklar seri dengan soket seteker kutub tunggal



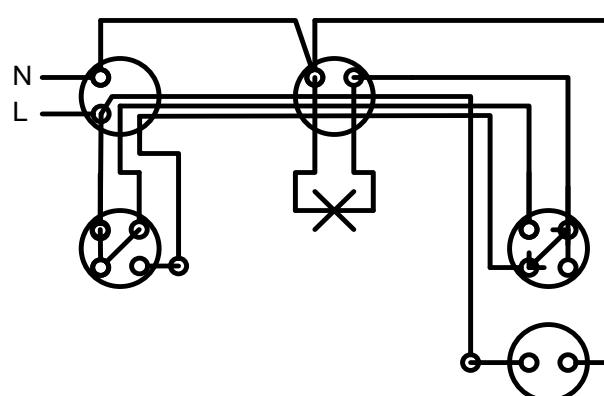
Gambar 17. Saklar dua arah skematic diagram kutub banyak



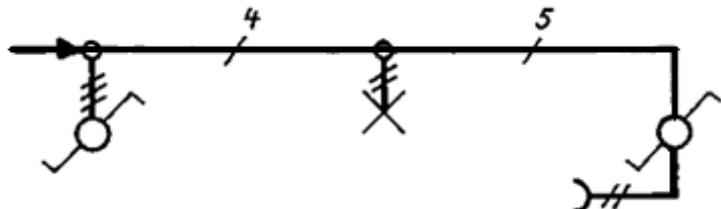
Gambar 18. Saklar dua arah skematic diagram kutub tunggal



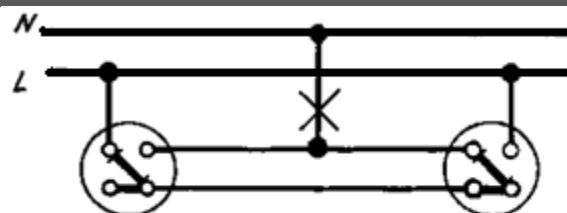
Gambar 19. Saklar dua arah dengan soket steker kutub banyak



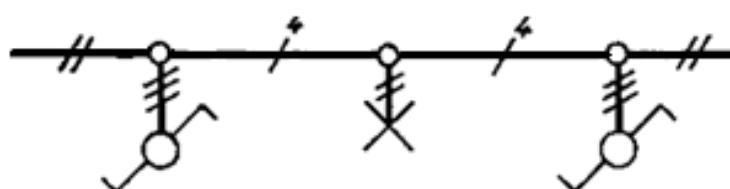
GAmbar 20. Saklar dua arah dengan soket steker kutub tunggal



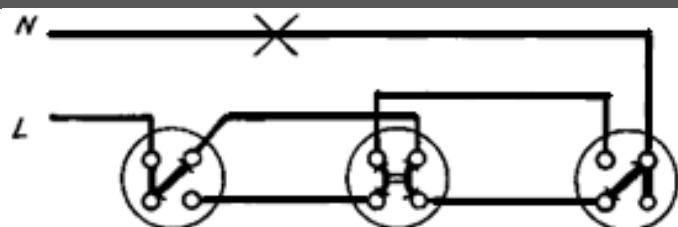
Gambar 21. Rangkaian ekonomis saklar dua arah dengan soket steker skema diagram kutub banyak



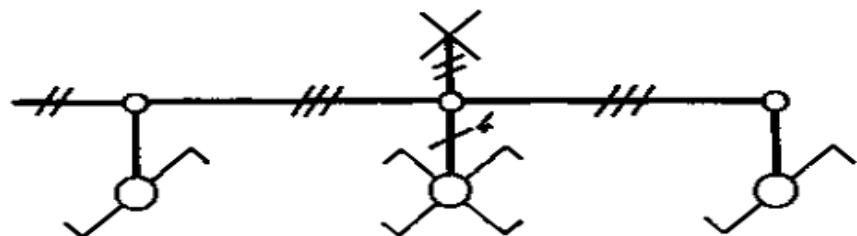
Gambar 22. Rangkaian ekonomis saklar dua arah dengan soket steker skema diagram kutub tunggal



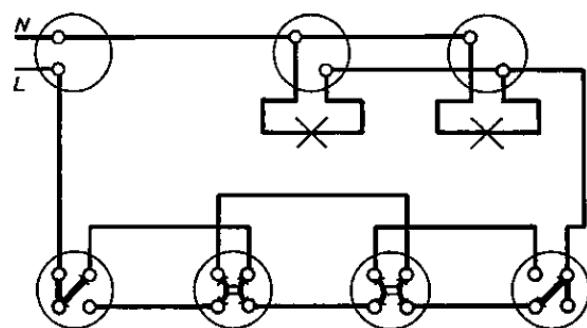
Gambar 23. Saklar dua arah dengan saklar empat jalur tiga titik skema kutub banyak



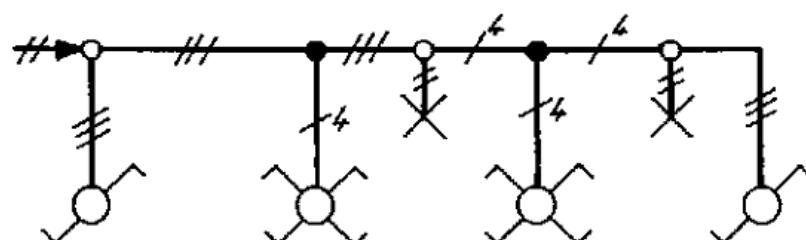
Gambar 24. Saklar dua arah dengan saklar empat jalur tiga titik skema kutub tunggal.



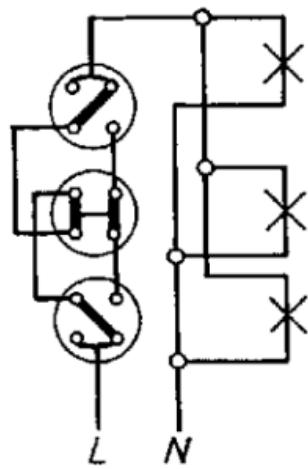
Gambar 25. Saklar dua arah dengan saklar empat jalur skema diagram kutub banyak



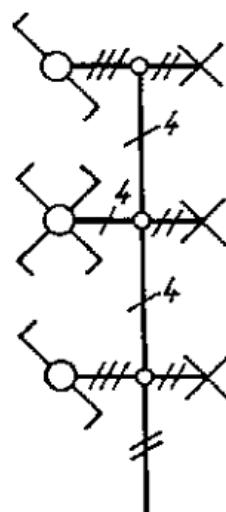
Gambar 26. Saklar dua arah dengan saklar empat jalur skema diagram kutub banyak



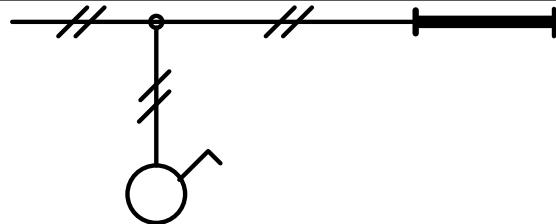
Gambar 27. Rangkaian lampu tangga dengan saklar empat jalur skema diagram kutub banyak.



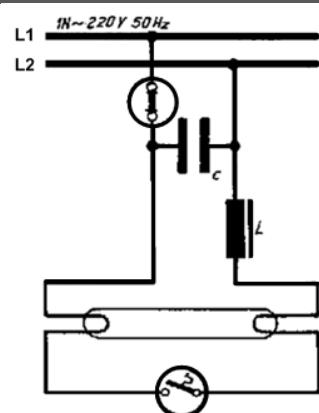
Gambar 28. Rangkaian lampu tangga dengan saklar empat jalur skema diagram kutub tunggal



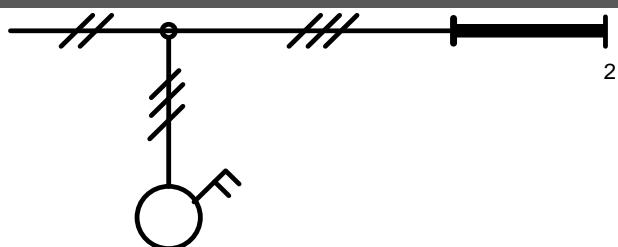
Gambar 29. Lampu tabung fasa tunggal kutub tunggal



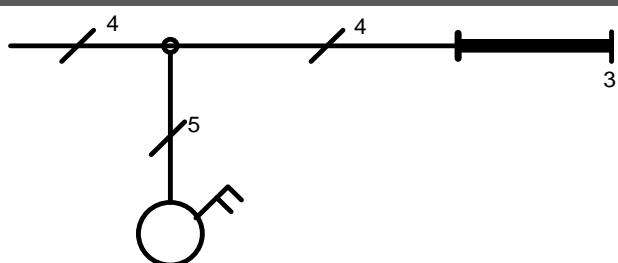
Gambar 30. Lampu tabung fasa tunggal kutub banyak



Gambar 31. Lampu tabung fasa tunggal dengan lead lag kutub tunggal



Gambar 32. Lampu tabung 3 fasa kutub tunggal



Rangkaian Sistem Alarm

Simbol karakter sebagai acuan pada rangkaian sistem alarm memiliki arti sebagai berikut:

a = saklar

E = voltage source

b = saklar kontrol

f = transducer

c = kontaktor

g = alat ukur

d = kontak bantu, relay

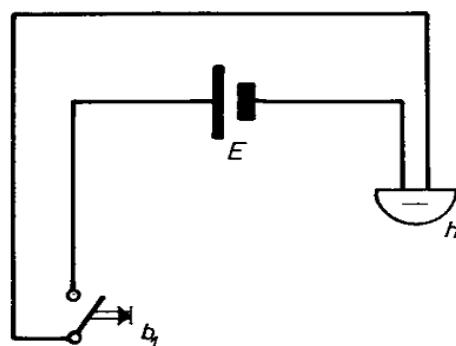
h = gambar alarm audio

e = alat proteksi

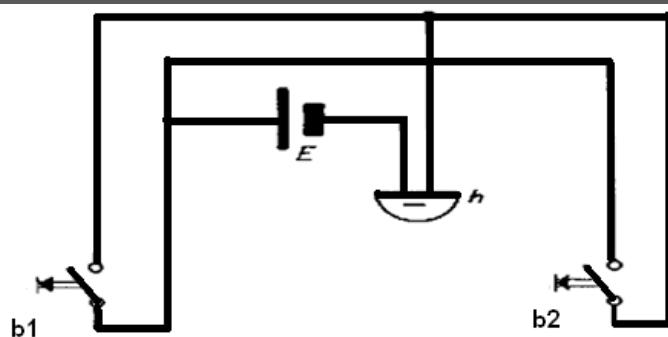
Tr= transformer

Rangkaian Bel Arus Searah

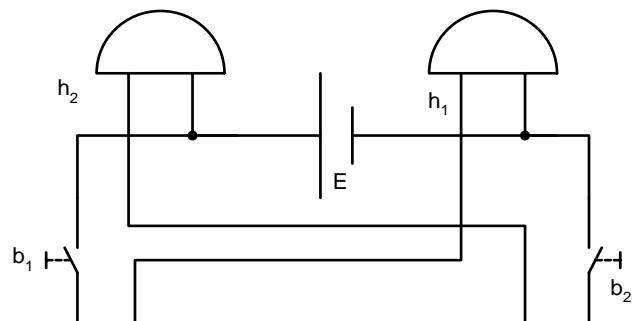
Gambar 33. Rangkaian Bel Dengan tegangan DC yang digerakan dari dua tempat



Gambar 34. Rangkaian Bel Dengan tegangan DC yang digerakan dari dua tempat

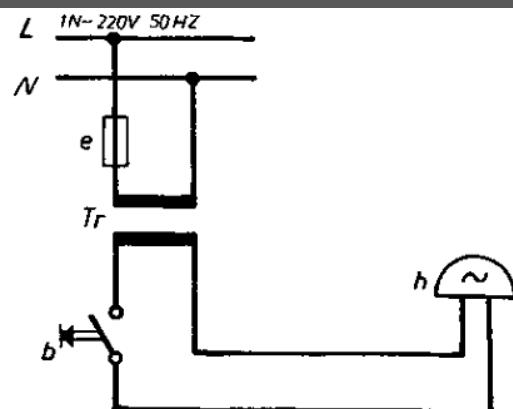


Gambar 35. Rangkaian Bel Timbal balik

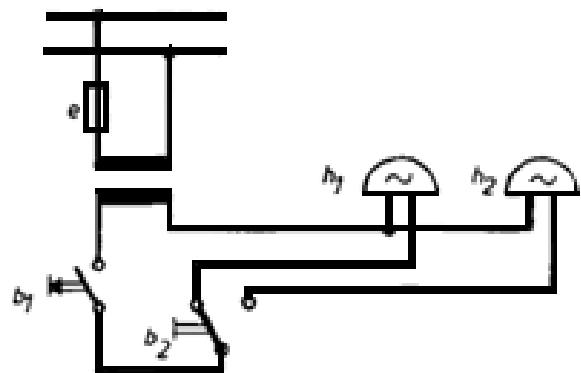


Rangkaian bel Arus bolak balik

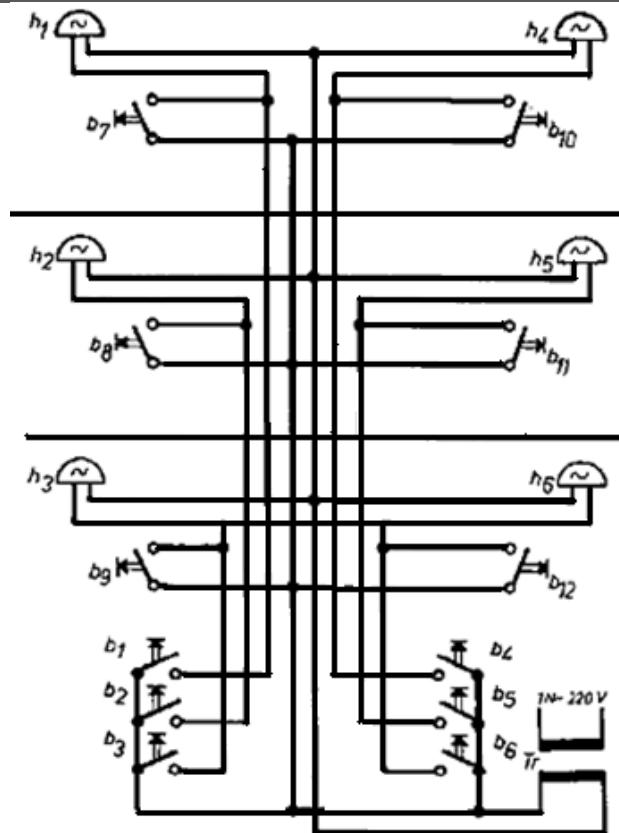
Gambar 36. Rangkaian Bel Arus bolak balik dengan trafo penurun tegangan



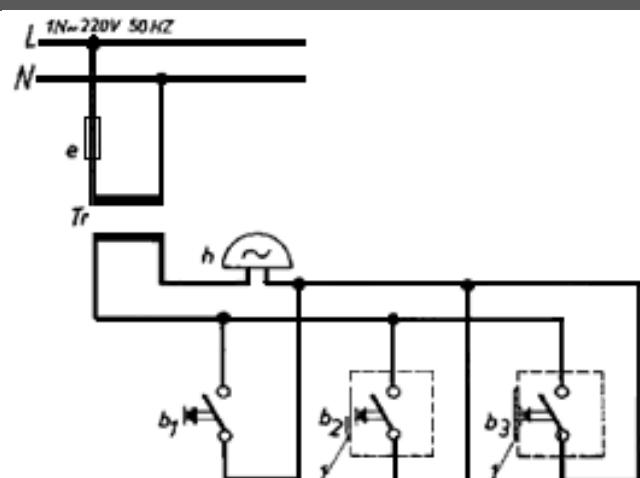
Gambar 37. Rangkaian Bel AC dengan Saklar tukar



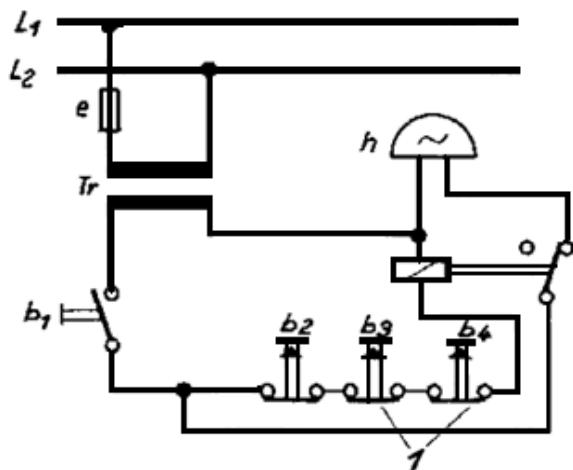
Gambar Gambar 38. Rangkaian Instalasi Bel Rumah



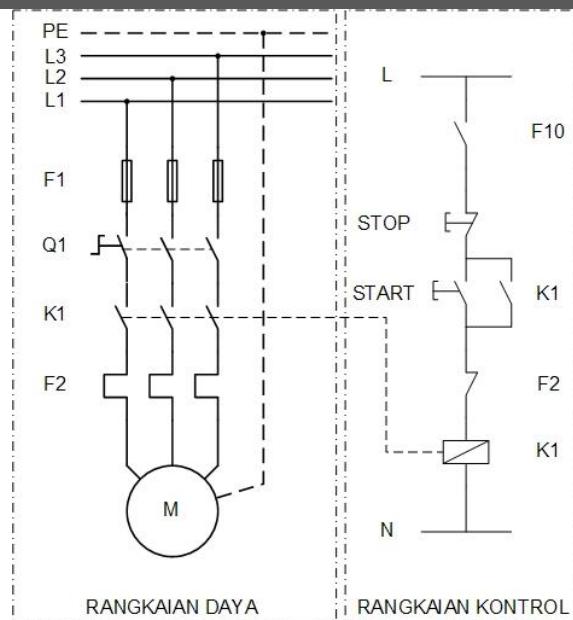
Gambar 39. Rangkaian sistem Alarm dengan kontak normal terbuka



Gambar 40. Rangkaian alarm dengan kontak normal tertutup



Gambar 41. Rangkaian dan Skema Diagram Kontrol



Rangkaian motor biasanya menggunakan pengendali saklar magnit,saklar magnit sering disebut juga dengan kontaktor(*contactor*) yang bekerjanya berdasarkan magnit listrik. Magnit listrik berfungsi penarik/pelepas kontak-kontak hubung pada saat kumparan dialiri/tidak dialiri arus listrik. Besar bidang kontak menentukan besar arus yang boleh dihubungkan.Untuk memahami rangkaian kontaktor, haruslah dipelajari tentang :

- Rangkaian listrik pengendali (*wiring system*)
- Skema diagram dasar kontrol (*elementary diagram* atau *line diagram*)

Rangkaian listrik pengendali ialah bagan rangkaian yang menggambarkan tentang bekerjanya kontaktor, sedangkan diagram dasar menggambarkan rangkaian kumparan magnet dengan kontak-kontak bantu. Mengingat rangkaian listrik pengendali terlalu luas dan sulit gambarnya, maka untuk memeriksa rangkaian pengendali tersebut digunakan gambar rangkaian dasar, untuk contoh, menjalankan motor 3 fasa dengan putaran tertentu dapat menggunakan kontaktor 3 fasa dengan bagan rangkaian pengendali dan rangkaian dasar seperti gambar 41.

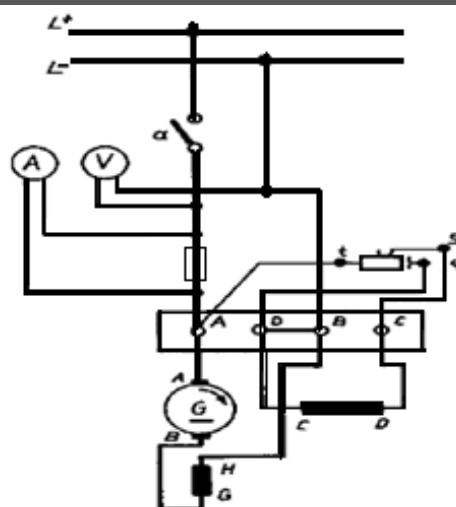
Penentuan konduktor listrik pada Arus Bolak-balik untuk sistem 3 fasa adalah sebagai berikut :

- Konduktor kesatu L1 (Fasa R)
- Konduktor kedua L2 (Fasa S)
- Konduktor ketiga L3 (Fasa T)

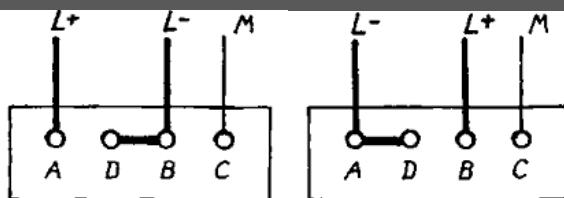
Sedangkan untuk satu fasa hanya salah satu dari ke 3 fasa tersebut dan sebuah konduktor netral.

b. Rangkaian Generator Arus Searah

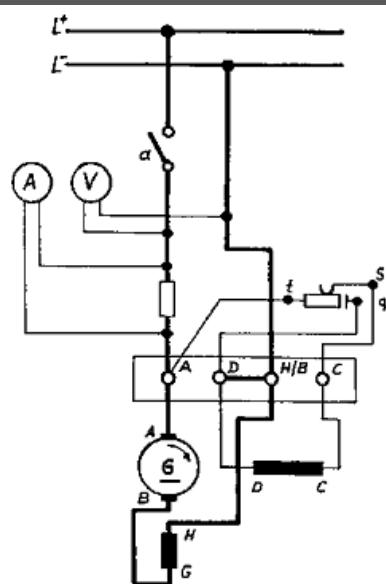
Gambar 1. Generator lilitan shunt tanpa kutub komutator (CW)



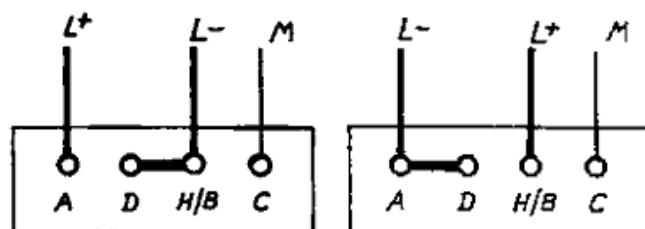
Gambar 43. Papan terminal searah jarum jam (kiri); berlawanan jarum jam (kanan)



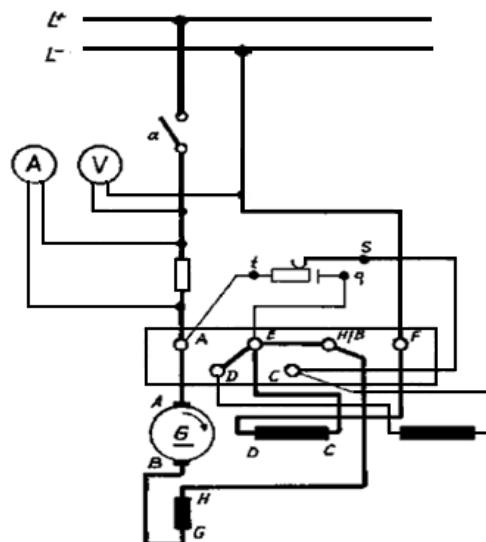
Gambar 44. Generator lilitan shunt tanpa kutub komutator (CW)



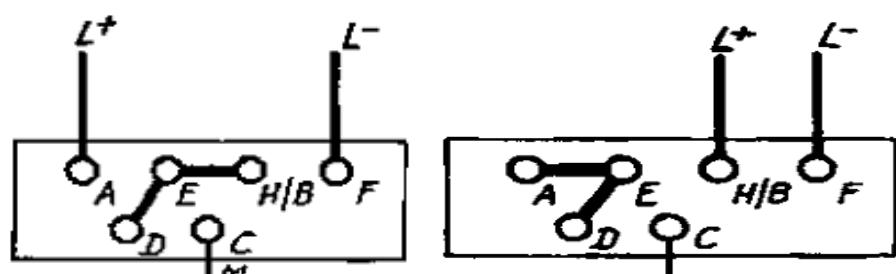
Gambar 45. Papan terminal searah jarum jam (kiri); berlawanan arah jarum jam (kanan)



Gambar 46. Generator kompon dengan kutub komutator (sensor putar searah jarum jam).

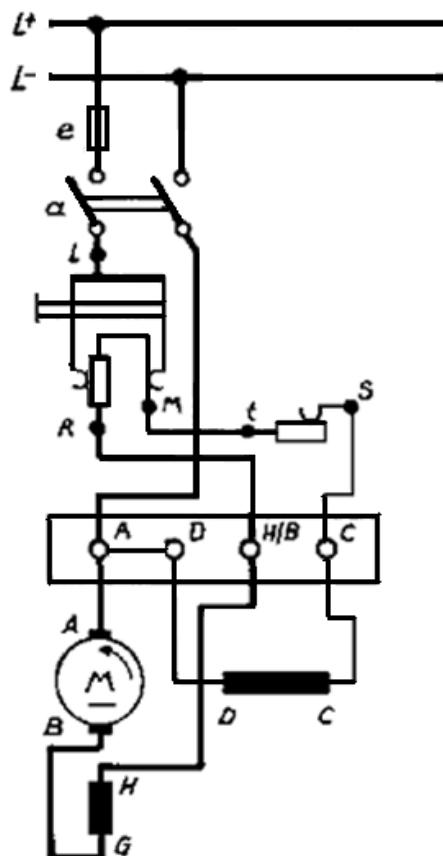


Gambar 47. Papan terminal searah jarum jam (kiri); berlawanan jarum jam (kanan)

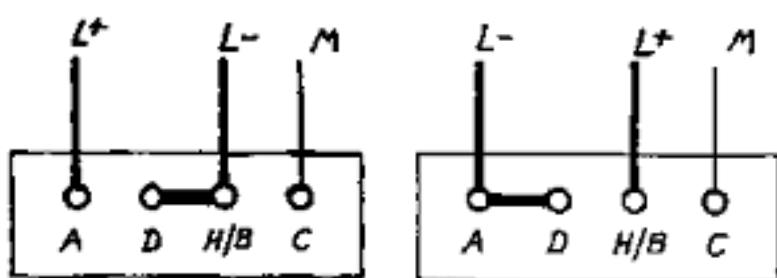


c. Rangkaian Motor Arus Searah

Gambar 48. Motor DC lilitan shunt dengan komutator rotasi sensor searah jarum jam

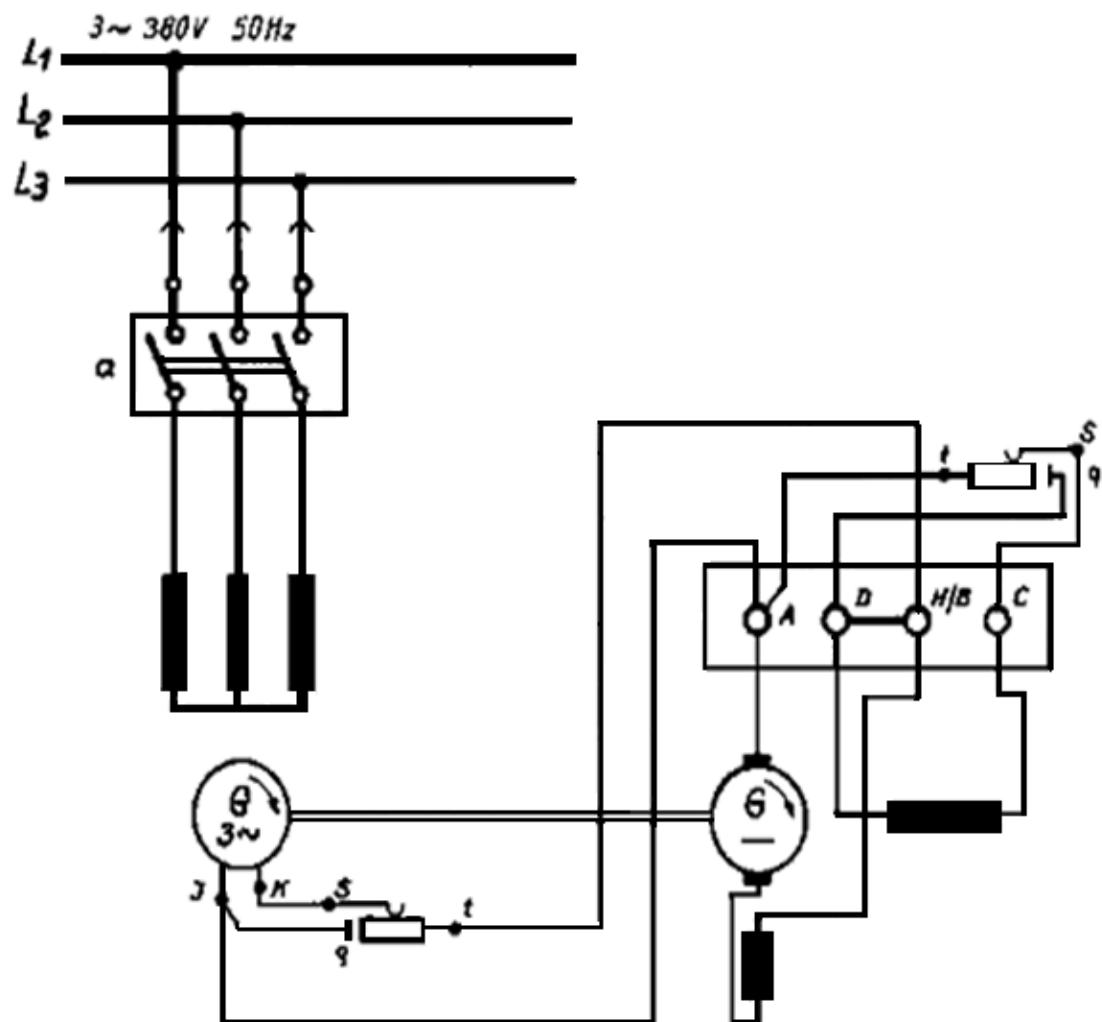


Gambar 49. Papan terminal sensor rotasi searah jarum jam(kiri); berlawanan arah (kanan)



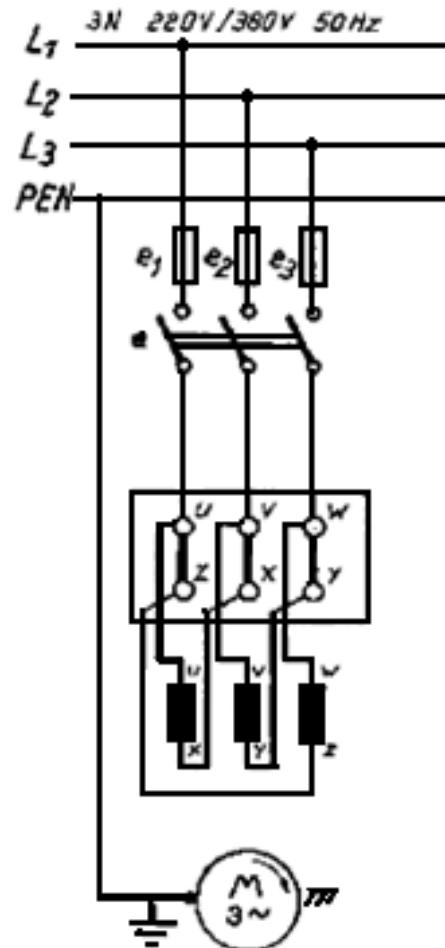
Rangkaian Generator

Gambar 50. Generator 3 fase dengan exciter

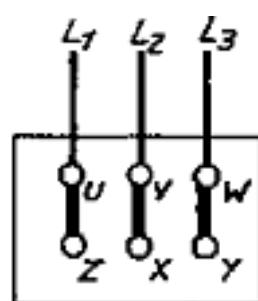


Rangkaian Motor 3 Fase

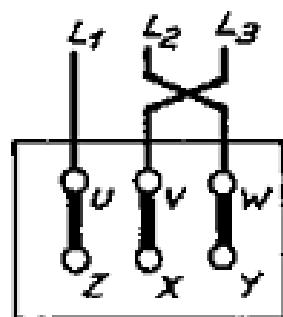
Gambar 2. Motor 3 fase hubungan bintang



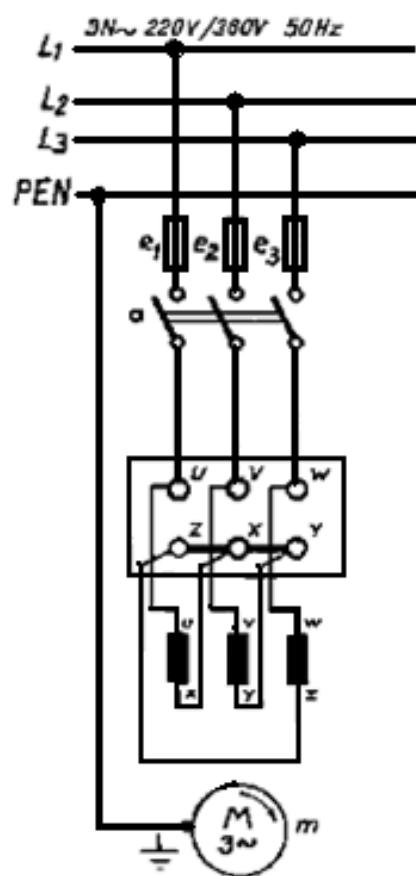
Gambar 52. Papan terminal untuk putaran searah jarum jam.



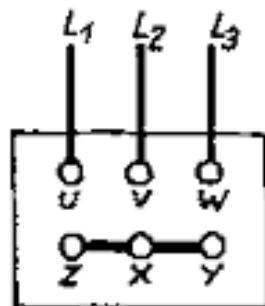
Gambar 53. Papan terminal untuk putaran berlawanan arah jarum jam.



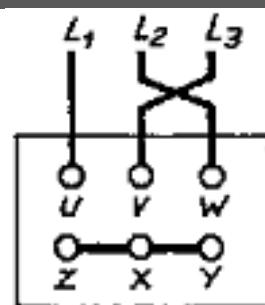
Gambar 54. Motor 3 Fase dengan hubungan delta



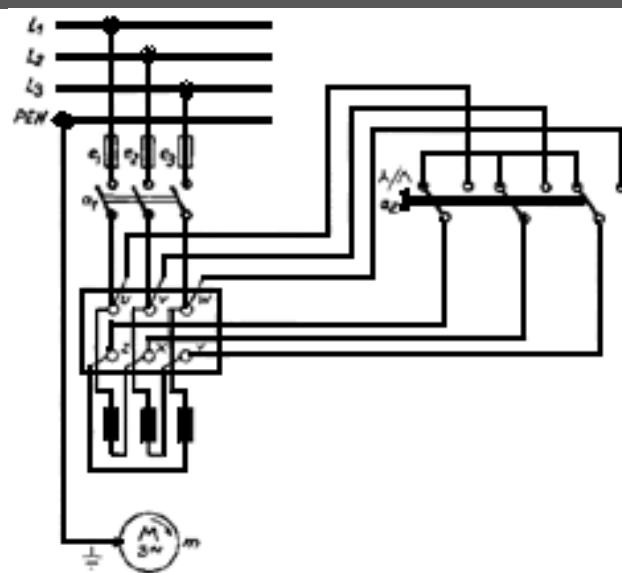
Gambar 55. Papan terminal untuk putaran searah jarum jam



Gambar 56. Papan terminal untuk putaran searah jarum jam

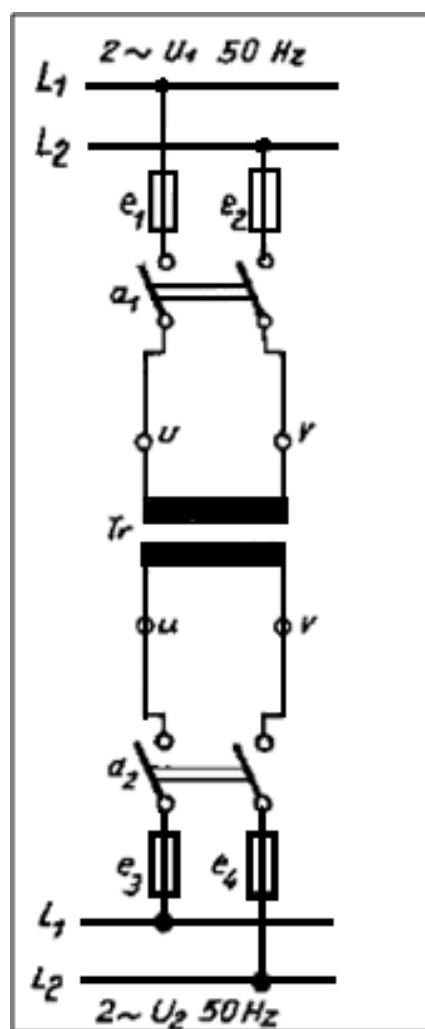


Gambar 57. Motor dengan komutator 3 fase dengan delta dan bintang sebagai start



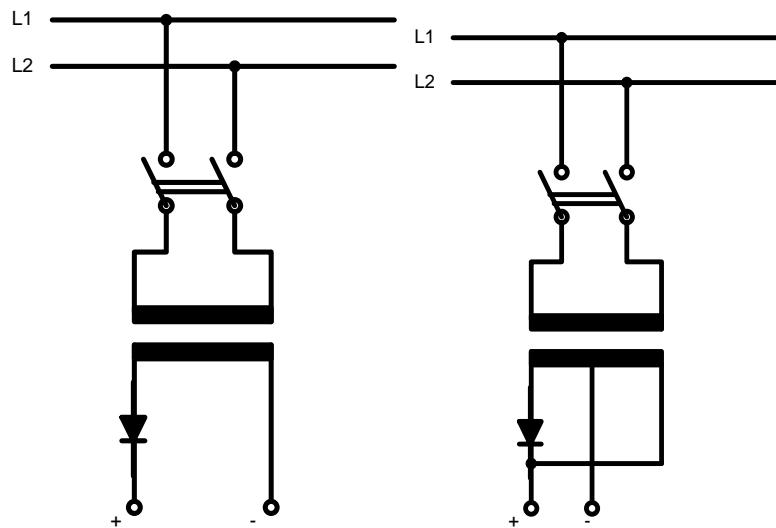
Rangkaian Transformator

Gambar 58. Rangkaian Transformer 1 fase

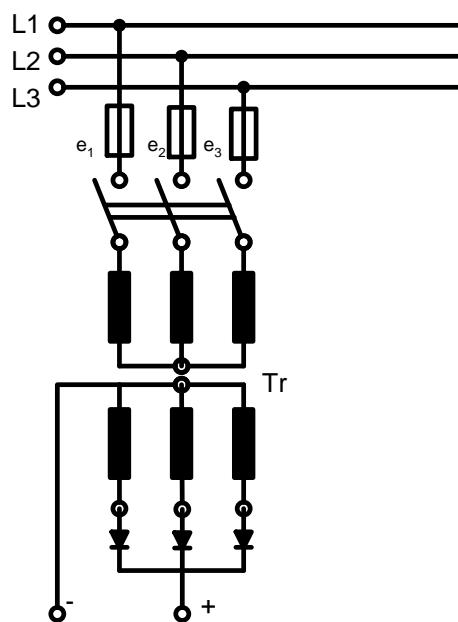


Rangkaian Penyearah

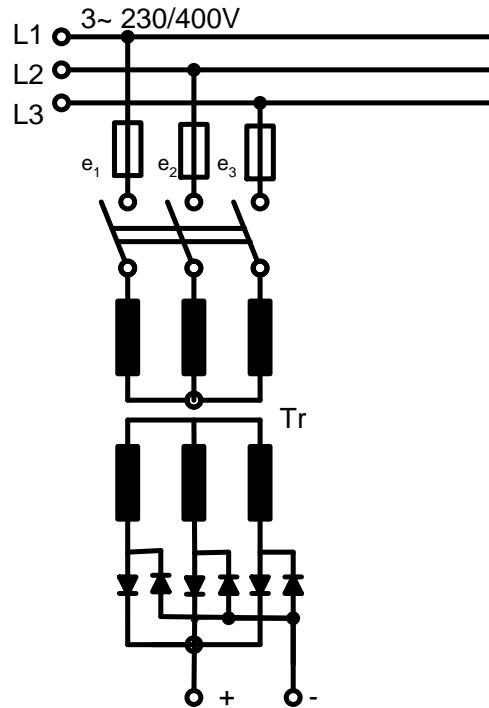
Gambar 59. | Rangkaian satu fase penyearah setengah gelombang (kiri); penyearah gelombang penuh (kanan).



Gambar 60. | Rangkaian tiga fase penyearah setengah gelombang

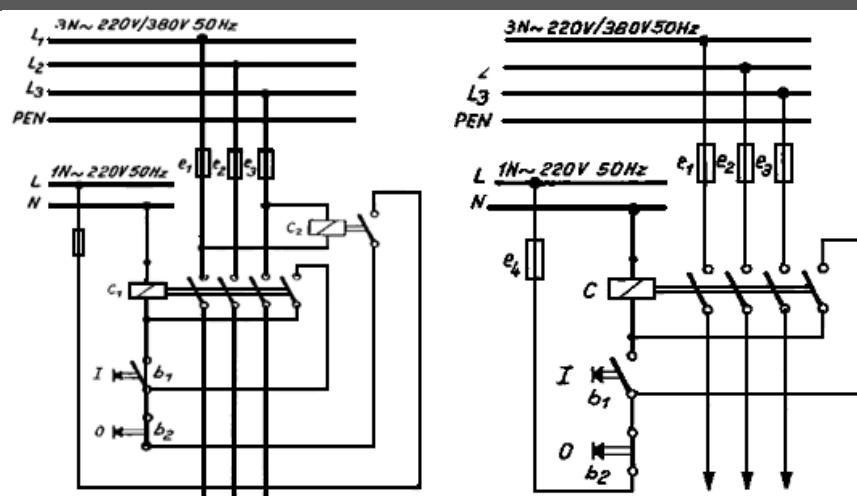


Gambar 61 . Penyearah gelombang penuh

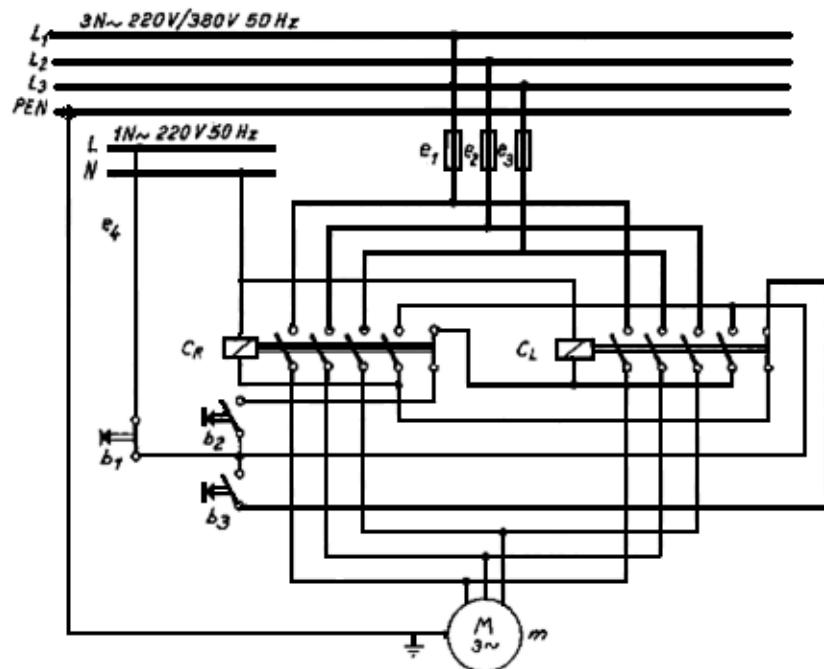


Rangkaian Kontaktor

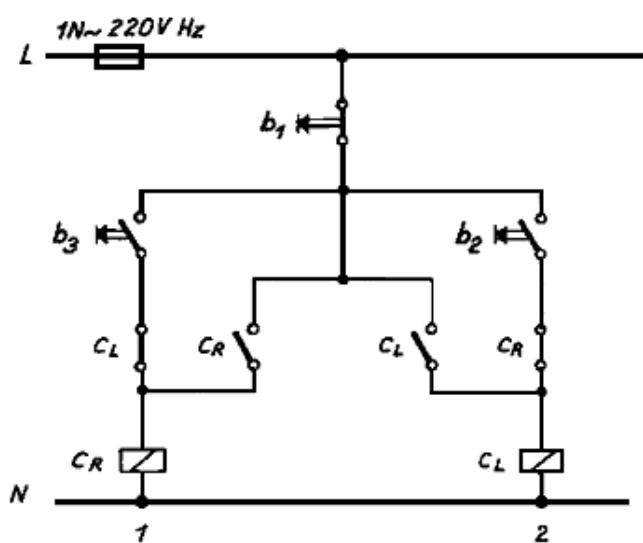
Gambar 3 . Skema kontrol pengunci arus (kiri); Diagram fungsional pulsa kontak sambung (kanan)



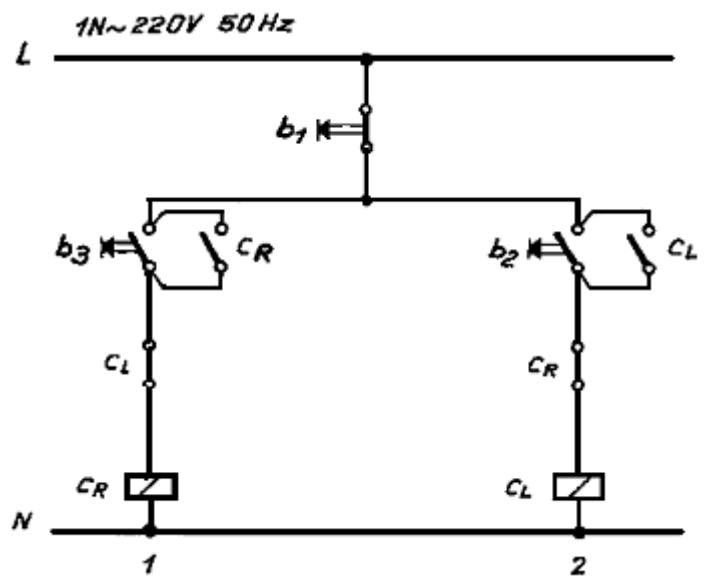
Gambar 63. Diagram fungsional pengunci pulsa kontrol arus



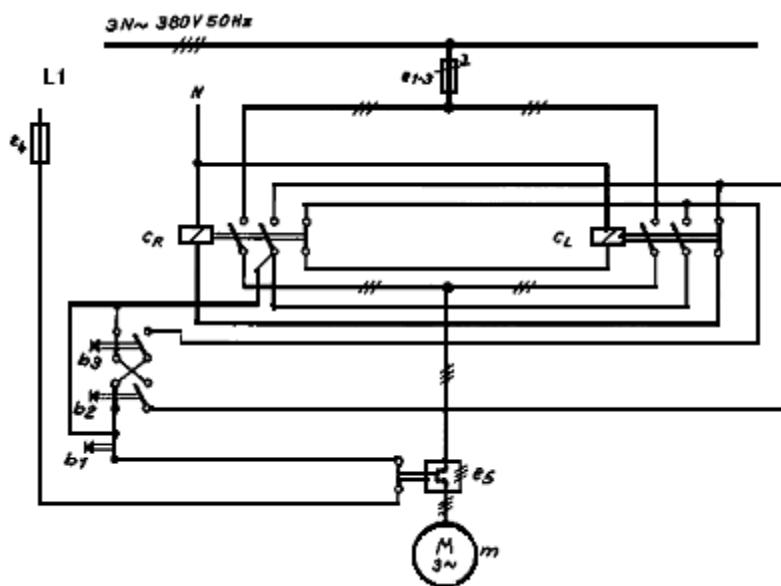
Gambar 64. Skema diagram pengunci pulsa



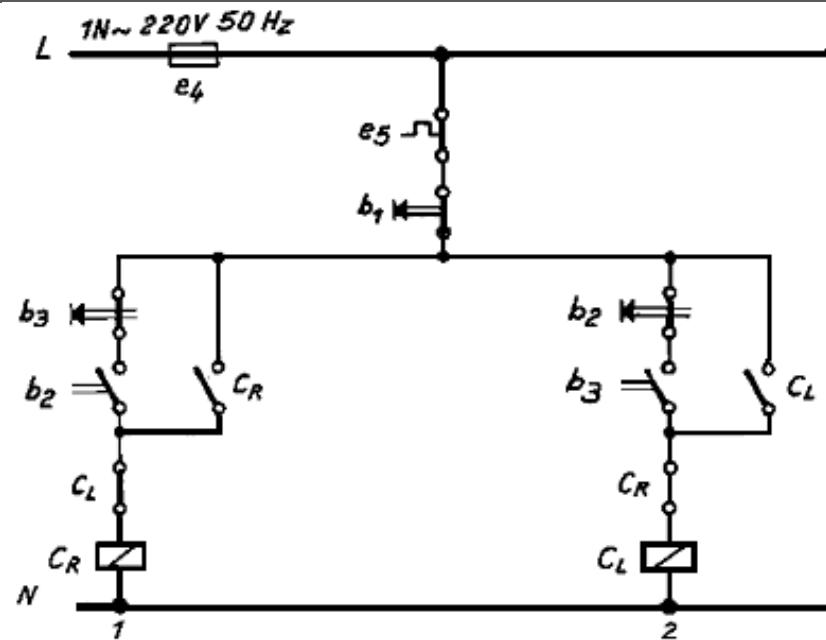
Gambar 65. Pulsa pengunci dan penahan arus



Gambar 4 Rangkaian pengunci tombol tekan kontaktor membalik



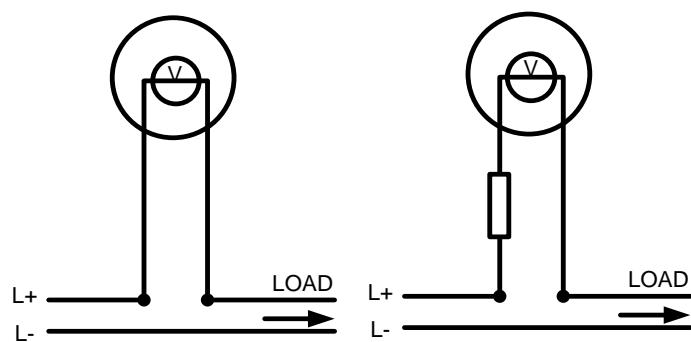
Gambar 67. Pengunci tombol tekan



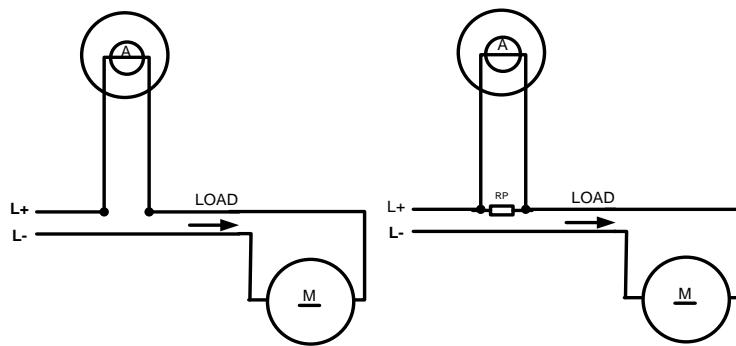
Rangkaian Pengukuran Arus, Tegangan, Frekuensi dan Wattmeter

1) Instalasi Rangkaian DC

2) Gambar 68. Mengukur tegangan DC (kiri) mengukur tegangan DC yang melebihi rentang batas (kanan)

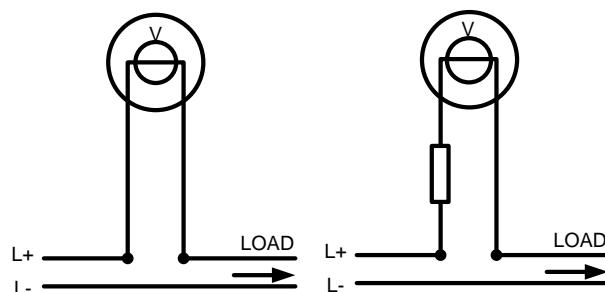


Gambar 69. Mengukur arus DC (kiri) mengukur arus DC yang melebihi rentang batas (kanan)

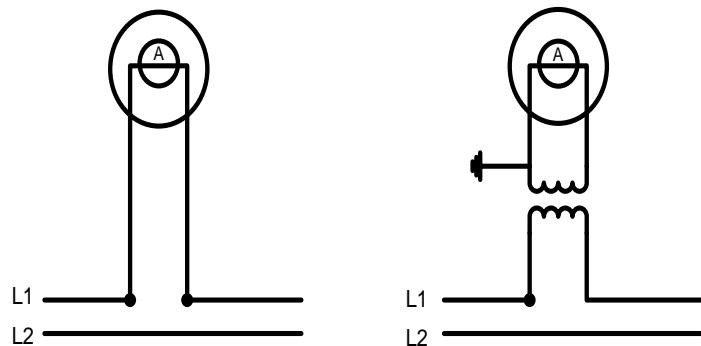


3) Instalasi Rangkaian AC

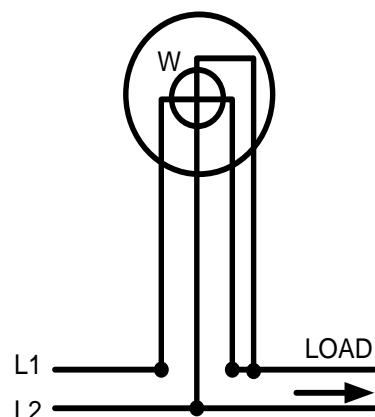
Gambar 70. Mengukur tegangan AC (kiri) mengukur tegangan AC yang melebihi rentang batas(kanan)



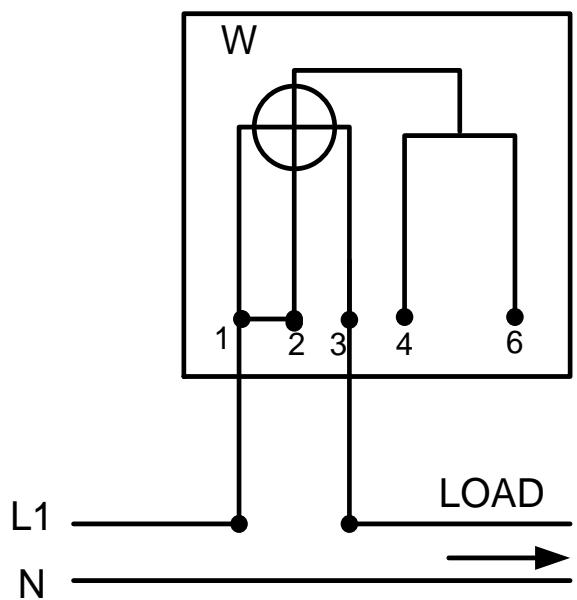
Gambar 71. Mengukur arus AC (kiri) mengukur arus AC yang melebihi rentang batas(kanan) dengan trafo arus



Gambar 72. Mengukur daya

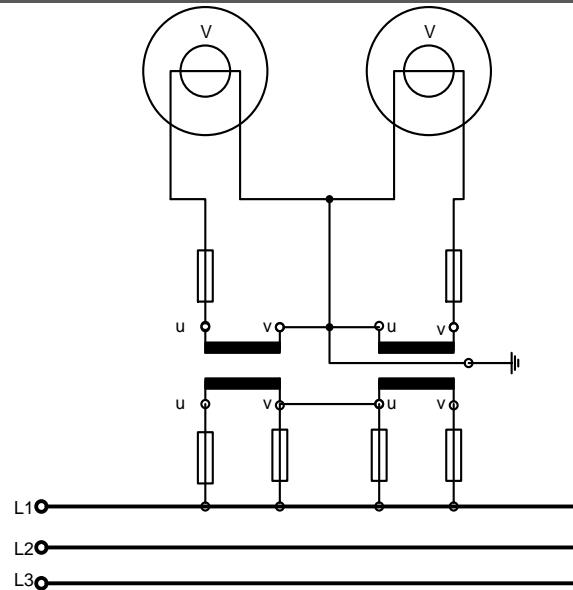


Gambar 73. Diagram koneksi sambungan meteran listrik

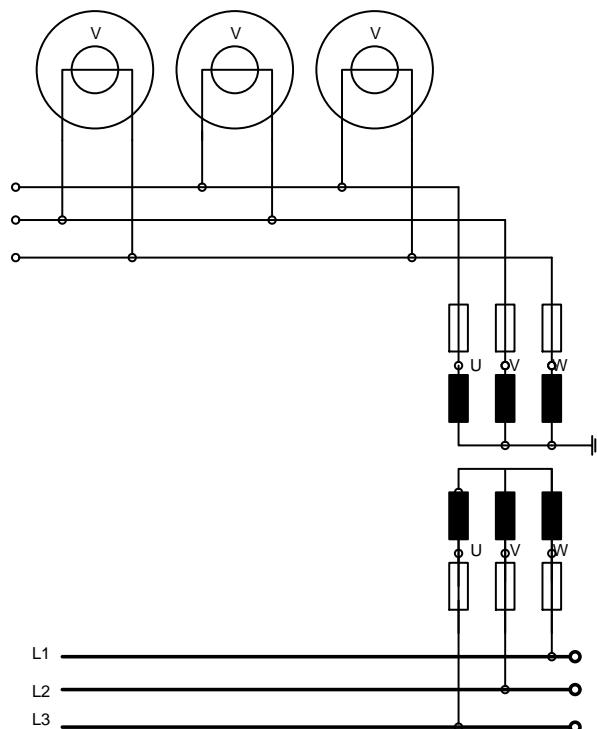


4) Pengukuran pada Rangkaian Tiga Fase

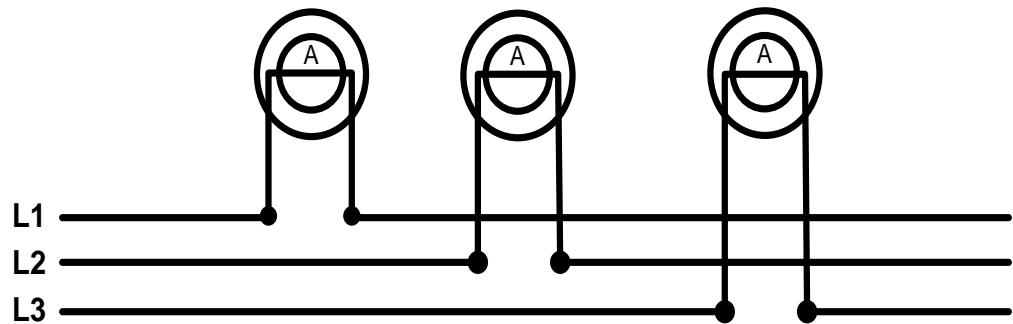
Gambar 74. Mengukur tegangan 3 fase



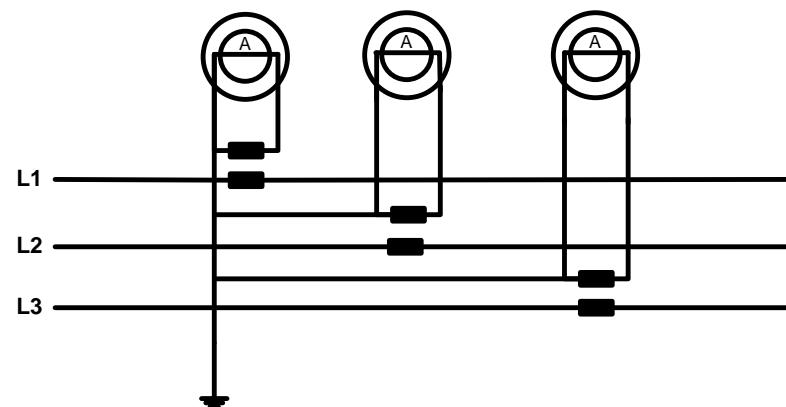
Gambar 6. Dua tegangan dalam hubungan Y



Gambar 76. Mengukur arus 3 Fase



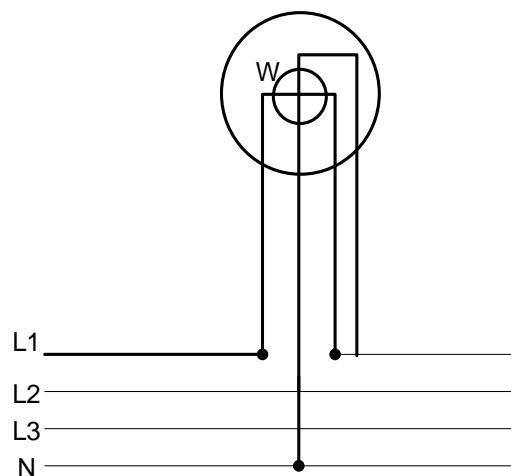
Gambar 77. Mengukur arus dengan tambahan trafo arus



Untuk metoda pengukuran daya 3 fasa dengan 1 meteran

Hasilnya adalah $P = 3 \times$ daya terukur

Gambar 78. Metoda mengukur daya tiga fase dengan satu meteran

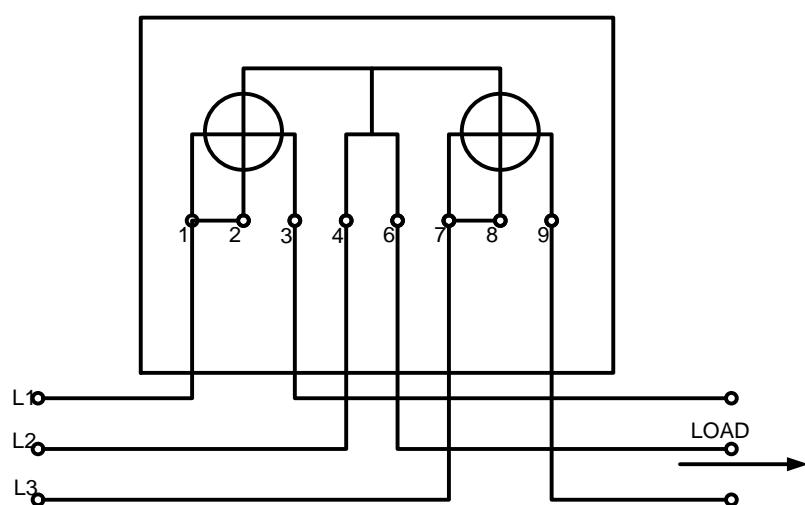


Untuk metoda mengukur daya dengan 2 meteran

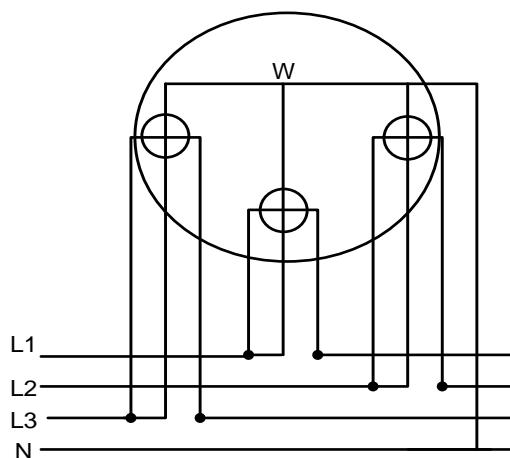
Hasilnya $P = P_1 + P_2$

Jika $P_1 > P_2$ maka $P = P_1 - P_2$

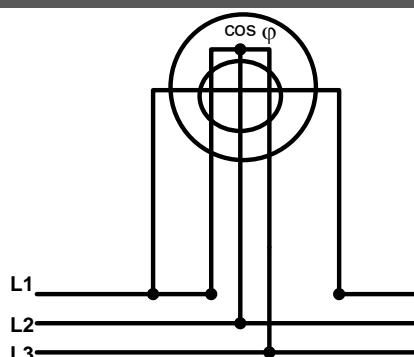
Gambar 79. Mengukur daya 3 fase dengan 2 meteran



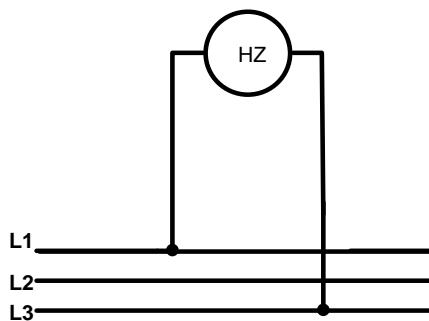
Gambar 8. | Mengukur daya 3 fase dengan 3 meteran 1φ



Gambar 9. | Mengukur frekuensi 3 fase



Gambar 81. | Mengukur cos Phi



3. Komponen-Komponen Kelistrikan

a. Konduit (Saluran Kabel)

Untuk kabel panjang digunakan konduit PVC(*polyvinyl chloride*) atau logam, yaitu konduit kaku untuk pemasangan di luar (eksterior) atau di tanamatau konduit dinding tipis untuk pemasangan di dalam(interior). Konduit logam lebih cocok untuk pemasangan di atas tanah, sedangkan PVC yang mampu menahan embun, disarankan untuk saluran kabel yang ditanam di bawah tanah.

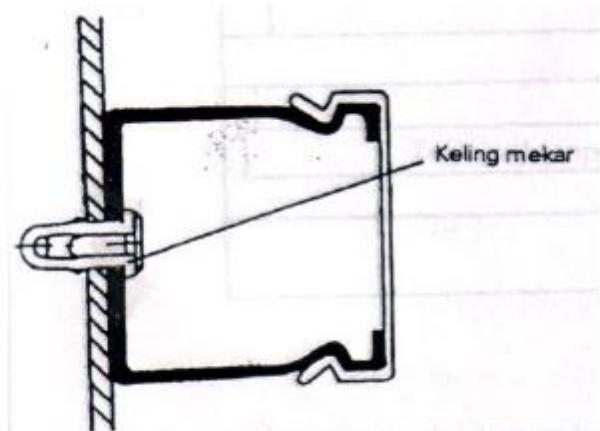
Saluran kabel untuk di dalam box panel, box panel menyediakan ruang yang cukup untuk penyambungan maupun distribusi daya ke komponen-komponen listrik yang ada pada panel box dengan cara penyambungan antar terminal komponen listrik yang dihubungkan melalui kabel. Dalam pendistribusian maupun penyambungan antar terminal komponen kelistrikan agar terlihat rapih dan aman dari sisi keselamatan, maka diperlukannya suatu saluran yang dapat menutupi kabel- kabel penghubung tersebut dalam bentuk saluran plastik yang menempel pada panel pemasangan yang biasa disebut saluran pengawatan atau *ducting cable*. *Ducting cable* atau *cable duct* ini berbentuk segi empat dengan tutup sistem pegas dan terbuat dari plastik berwarna abu-abu.

Gambar 83. Saluran pengawatan

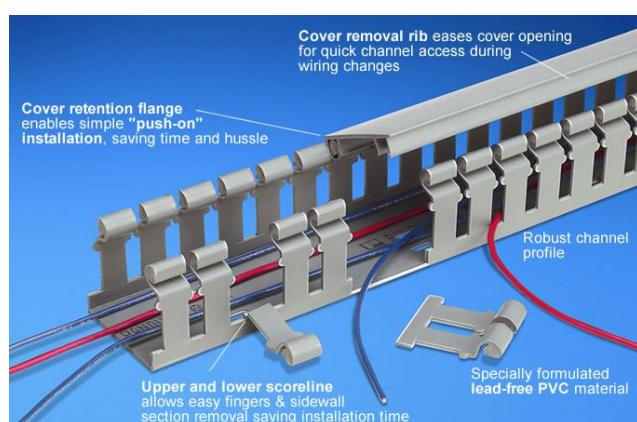
Saluran pengawatan harus dipasang pada permukaan yang kuat (pelat pemasangan) dan tidak cocok untuk instalasi yang menopang sendiri.

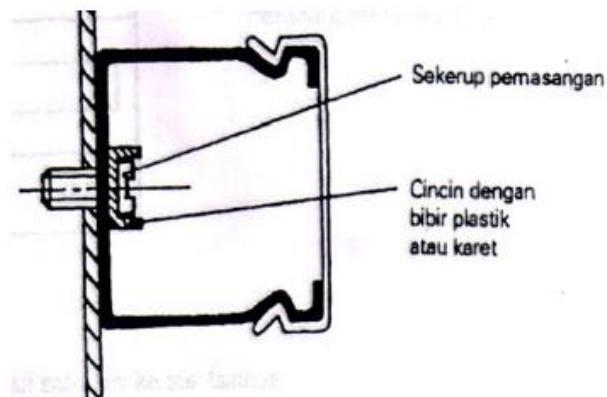
Untuk pemasangan saluran pengawatan digunakan elemen-elemen pemasangan utama yang terbuat dari bahan isolasi, misalnya paku keling plastik yang mekar sendiri atau sekerup plastik. Bila menggunakan elemen pemasangan dari logam, misalnya sekerup,keling dari pipa dan sebagainya, harus diberi penutup yang menjamin agar tidak akan merusakkan isolasi kawat penghantar.

Gambar 84. Pemasangan saluran pengawatan dengan keling mekar



Gambar 85. Pemasangan dengan sekerup dan ring plastik

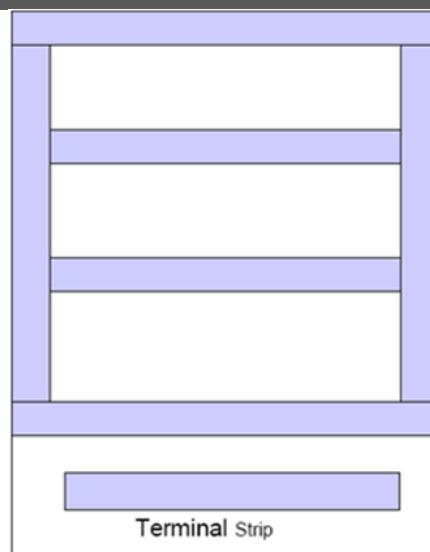




Bila memasang saluran pengawatan, harus diingat agar terdapat celah yang cukup ($+/- 40$ mm) antara saluran dan terminal strip atau antara saluran dan komponen-komponen listrik untuk memungkinkan adanya gerakan dalam penyambungan kabel-kabel.

Untuk sambungan kabel-kabel ke terminal-terminal dari masing-masing komponen listrik, maka gigi-gigi pada dinding samping *cable duct*, dipatahkan untuk menyesuaikan dengan lebar saluran yang tersambung ke terminal komponen listrik tersebut. Apabila diperlukan untuk melewatkkan satu ikat kawat pengantar melalui dinding samping, dibuat lubang secukupnya dengan mematahkan dinding samping.

Gambar 86. Tata letak saluran pengawatan pada pelat pemasangan





Kabel-kabel penyambungan yang berada didalam saluran pengawatan, diletakkan dalam saluran selonggar mungkin dan dengancelah yang luas. Diusahakan supaya masing masing saluran dilalui kabel yang seragam.

1) Kabel Listrik

Mengacu pada NEC 230-21, S_PLN atau SNI. Umumnya menggunakan konduktor tembaga atau aluminium dan aluminium memiliki ukuran yang lebih besar. Termasuk dalam hal ini adalah kabel daya dari turbin angin ke ruang operator/monitor atau kontrol, dari kontrol ke transformator.

Kabel daya yang umum digunakan adalah dari bahan konduktor tembaga atau aluminium. Konduktor aluminium umumnya memiliki ukuran yang lebih besar sehingga memerlukan konduit atau saluran kabel yang lebih besar.

Sedangkan kabel kontrol adalah membawa sinyal untuk memonitor status turbin angin, untuk kontrol dan saluran daya untuk unit kontrol. Untuk mengurangi interferensi, saluran kabel untuk pengontrol dibuat terpisah dari saluran kabel daya. Ukuran minimum kawat konduktor untuk kabel pengontrol ini adalah AWG 18, dan acuan yang digunakan untuk pemasangan adalah S-PLN, NEC, NFPA dan IEC.

Pemilihan dan pemasangan dapat mengacu pada standar S-PLN, NEC atau IEC atau SNI. Instalasi kabel yang dibutuhkan mencakup:

- kabel di power house
- kabel dari power house ke unit kontrol atau rumah operator
- kabel dari unit kontrol ke transformator

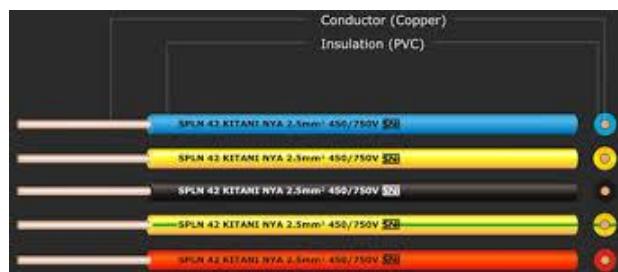
2) Jenis Kabel

a) Kabel NYA

Kabel NYA adalah kabel standar berpenghantar tembaga berisolasi PVC dan berinti tunggal. Sampai diameter 10 mm², penghantarnya terdiri dari kawat pejal, di atas diameter tersebut, terdiri dari sejumlah kawat yang dipilih menjadi satu.

Pada panel kabel NYA digunakan pada pemasangan tetap (tidak bergerak) dalam panel, karena sifatnya yang kaku / tidak flexibel. Pemasangan kabel ini jika dalam panel tidak menggunakan saluran pengawatan.

Gambar 87. Kabel NYA

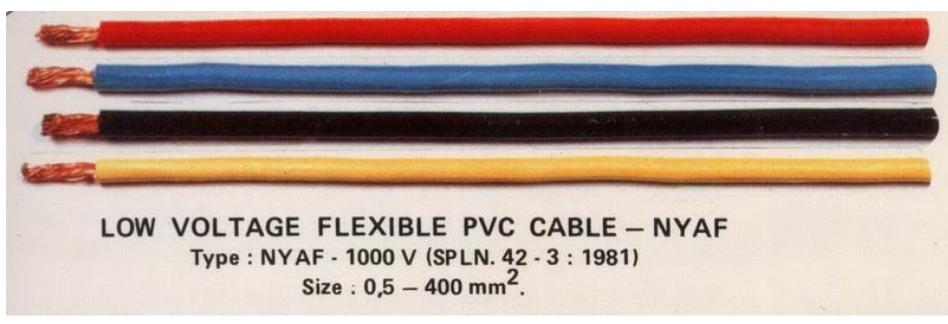


b) Kabel NYAF

Kabel NYAF adalah kabel standar berpenghantar tembaga berisolasi PVC dan berinti serabut.

Pada panel kabel NYAF digunakan pada pemasangan bergerak, misalnya dari dalam box panel ke pintu panel, karena sifatnya yang flexibel/ lentur. Digunakan juga pada pemasangan tetap apabila menggunakan saluran pengawatan.

Gambar 88. Kabel NYAF

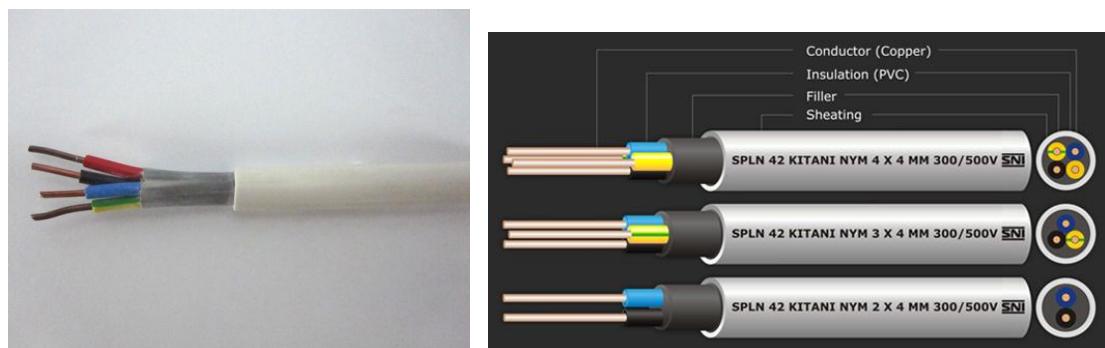


c) Kabel NYM / NYMF

Kabel NYM merupakan kabel berpenghantar tembaga polos berisolasi PVC dan berselubung. Sampai diameter 10 mm², terdiri dari kawat tunggal. Untuk 16 mm² ke atas terdiri dari sejumlah kawat yang dipilih menjadi satu.

Jumlah uratnya antara 1 sampai 5. Uratnya dibelit jadi satu dan diberi selubung luar karet atau plastik lunak supaya bentuknya menjadi bulat.

Gambar 89. Kabel NYM



3) Identifikasi Warna Kabel

Untuk penggunaan warna kabel, kode warna untuk kawat tunggal dan kabel berisolasi disarankan sebagai berikut:

Tabel 18. Kode warna penghantar

No	Penghantar	Kode warna
1	Rangkaian utama 3 fasa - L1 / R - L2 / S - L3 / T - Netral / N - Ground / PE	Merah Kuning Hitam Biru Muda Hijau -Kuning
2	Rangkaian Utama 1 Fasa atau Arus searah / DC	Hitam
3	Rangkaian Kendali arus bolak-balik	Merah
4	Rangkaian kendali arus searah	Biru

Ada juga pendapat yang menyarankan agar kabel rangkaian kendali menggunakan warna yang berbeda dengan kabel rangkaian utama, dengan maksud untuk memudahkan pencarian kesalahan apabila rangkaian kendali tidak bekerja dengan baik.

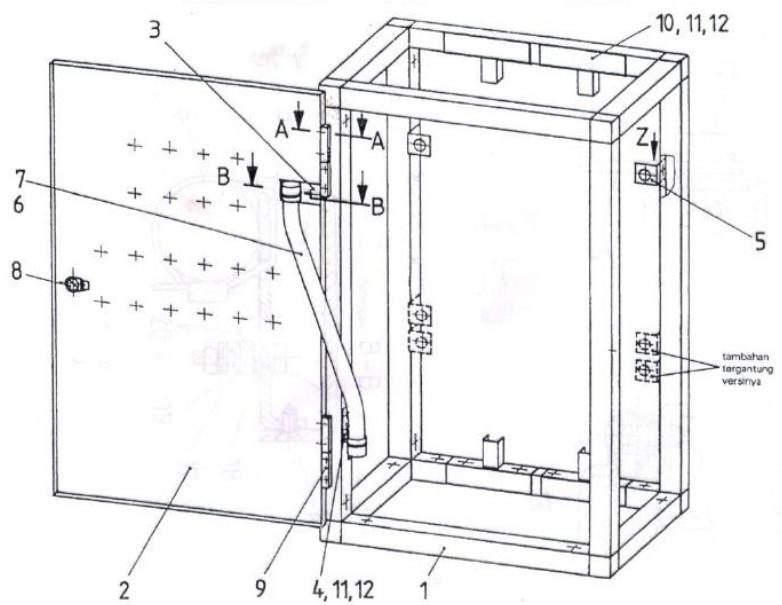
b. Peralatan Box Panel

Peralatan lain yang juga sering digunakan untuk tempat penempatan komponen-komponen listrik adalah instalasi rumah listrik atau box panel kendali, dimana box panel kendali ini digunakan untuk pemasangan berbagai macam komponen listrik, selain kabel-kabel listrik yang terpasang untuk menghubungkan komponen listrik dengan komponen listrik yang lainnya.

Box Panel merupakan tempat penempatan komponen-komponen listrik maupun kendali yang dirangkai. Box panel ini dapat terdiri dari alat yang dipasang tetap (dalam box pada pelat pemasangan) seperti rel omega, kontaktor, relay dan sebagainya, kemudian ada juga peralatan listrik yang dipasang bergerak yaitu pada pintu panel seperti diantaranya alat-alat ukur listrik volt meter, ampere meter, frekuensi meter dan lainnya sebagainya.

Gambar 90. Box panel





Keterangan gambar:

1. Rangka
2. Pintu Panel
3. Braket sambungan Tanah / Ground
4. Braket Pemasangan
4. Braket Instalasi
6. Jepitan selang
7. Selang pelindung
8. Kunci
9. Engsel

c. Pengikat Kabel / Cable Ties / Tiret kabel

Pengikat kabel yang berbahan plastik ini digunakan untuk pengawatan ikatan dari kumpulan kabel-kabel. Kabel-kabel digabungkan menjadi berkas yang bulat, lalu ikatan bulat diikat dengan pengikat kabel dari plastik dan tidak boleh menyentuh pelat pemasangan. Dibawah ini gambar contoh kabel ties yang berwarna-warni.

Gambar 91. Pengikat kabel

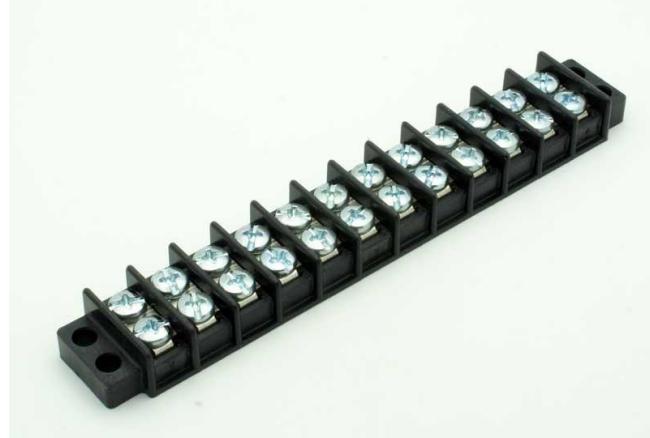


Pada pengawatan ikatan bulat (dengan menggunakan kabel ties), maka saluran pengawatan tidak diperlukan. Ikatan kabel-kabel dipasang diantara komponen-komponen listrik. Kawat dimasukkan dalam terminal dengan lintasan melengkung. Keuntungannya bila suatu ketika perlu pemindahan klem atau terjadi kawat putus, masih mempunyai kelebihan panjang.

d. Terminal Strip/ Terminal Block

Terminal Strip atau terminal Block merupakan terminal sambungan yang digunakan untuk menghubungkan (tempat sambungan) kabel dari dalam Panel ke pintu panel maupun dari dalam panel keluar panel. Terminal sambungan merupakan terminal input dan output dari penyambungan dan distribusi daya di dalam dan di luar panel.

Gambar 92. Terminal



e. Rel Omega

Rel omega digunakan sebagai tempat kedudukan/penempatan komponen-komponen listrik diantaranya seperti komponen kendali kontaktor magnet atau mungkin PLC (Programmable Logic Controller), komponen proteksi MCB 1 fasa dan 3 fasa dan lain sebagainya. Rel omega dipasang pada pelat pemasangan dibagian dalam box panel.

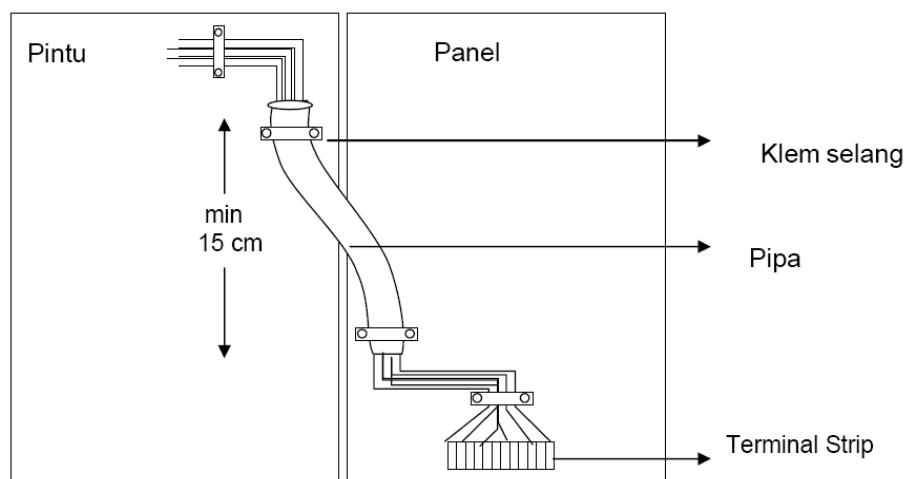
Gambar 93. Rel omega



f. Selang Flexibel / Spiral Conduit

Penyambungan kabel antara bagian yang tetap (dalam panel) dan bagian yang bergerak (misal pada pintu panel) digunakan selang pelindung. Maksud dari digunakan selang fleksibel atau spiral conduit ini adalah untuk menghindari kerusakan pada kabel

Gambar 94. Selang pelindung



g. Macam-macam baut-mur / sekrup

Digunakan untuk memasang peralatan panel kendali. Terdiri dari berbagai bentuk dan ukuran disesuaikan dengan penggunaannya.

Gambar 95. Baut-mur / sekrup



h. Sepatu Kabel (Skun kabel)

Digunakan sebagai alat bantu pada penyambungan kabel dengan alat-alat kendali lainnya yang menggunakan sekrup/ baut misal kontaktor, overload dan sebagainya. Sepatu kabel digunakan sebagai pengganti mata itik (bulatan pada ujung kabel).

Gambar 96. Kabel skun

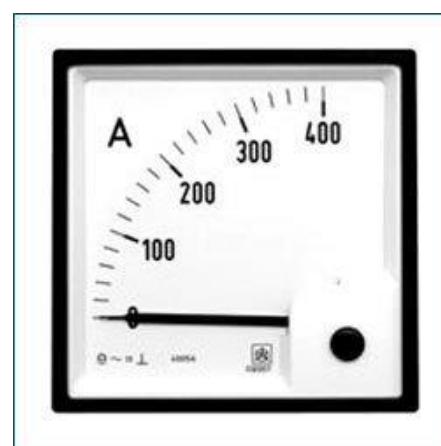


i. Peralatan monitoring

Berupa indikator tegangan (0–400 Volt), arus(Ampere), daya (sampai 500 kW), energi (kWh meter) dan frekuensi (50 Hz) yang rentangnya disesuaikan dengan kondisi operasi turbin angin dan sistem jaringan yang di interkoneksi.



Gambar 97. Volt dan Ampere meter



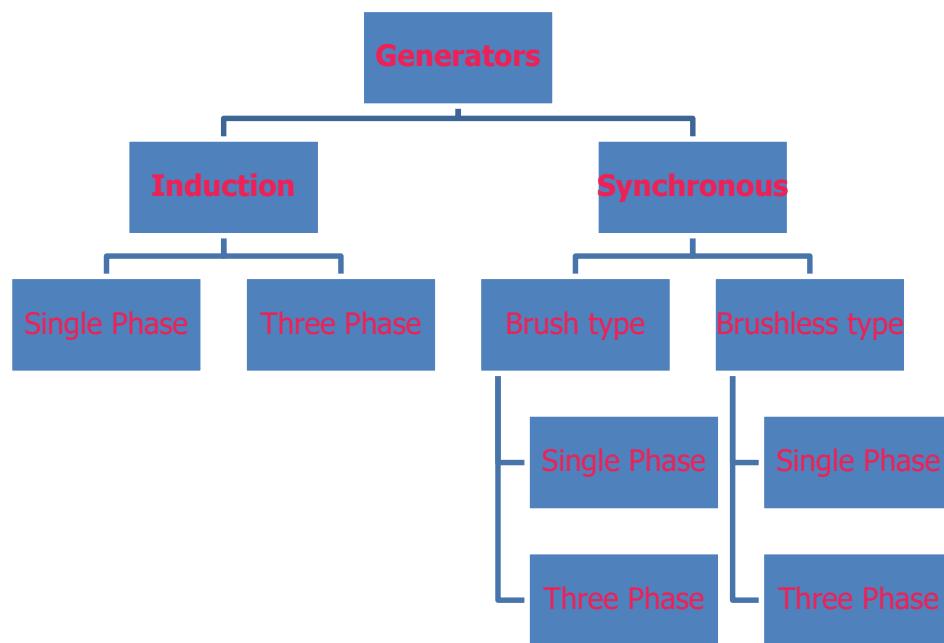
Gambar 98. Frekuensi dan Power meter



4. Generator

Generator adalah alat yang digunakan untuk mengubah daya poros turbin (putaran) menjadi daya listrik. Untuk aplikasi mikro hidro dengan sistem AC ada dua tipe generator yang biasa digunakan yaitu generator sinkron dan asinkron (induksi) 1 fase maupun 3 fase.

Gambar 99. Jenis generator yang biasa digunakan untuk aplikasi pembangkit listrik biomassa



a. Konsep Generator secara umum

Sebuah alternator memiliki data-data teknis sebagai berikut diantaranya :

Z_p = jumlah penghantar dalam seri per fasa

P = Jumlah Kutub

Φ = fluxi per kutub dalam weber

F = Frekuensi dalam hz

Besar ggl yang terbangkit dalam sebuah alternator untuk setiap penghantarnya memenuhi persamaan:

$$e = \frac{d\Phi}{dt}$$

Karena fluxi per kutub adalah Φ , maka fluxi total menjadi $P\Phi$. Jika alternator diputar dengan kecepatan n r/m, maka waktu yang dibutuhkan rotor untuk berputar satu putaran adalah $60/n$ detik, sehingga dalam satu putaran ggj rata-rata yang terinduksi (E_{av}) pada setiap kumparan adalah :

$$E_{av} = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$= \frac{P\Phi}{60/n}$$

$$= \frac{Pn\Phi}{60}$$

$$\text{Karena } f = \frac{Pn}{60} \quad \text{maka } n = \frac{120f}{p}$$

Sehingga :

$$E_{av} = \frac{P(\frac{120f}{p})\Phi}{60}$$

$$E_{av} = 2f\Phi$$

Apabila alternator tersebut mempunyai Z_p penghantar dalam seri per fasa maka tegangan rata-rata (E_{av}) total yang terbangkit menjadi :

$$E_{av} = 2f\Phi Z_p$$

Karena $Z_p = 2 N$, maka

$$E_{av} = 4f\Phi N$$

Dimana N = jumlah lilitan

Kemudian diketahui pula bahwa :

Tegangan efektif (E_{rms}) = $F_b \cdot E_{av} = 1,11 \cdot E_{av}$

Maka :

$$E_{rms} = 1,11 \cdot 4f\Phi N$$

$$= 4,44 f\Phi N$$

Namun persamaan diatas hanya berlaku apabila kumparannya :

- 1) Langkah penuh (full pitched)
- 2) Terpusat dalam satu slot (concentrated winding)

Tetapi pada umumnya untuk mendapatkan bentuk gelombang sinus yang baik, maka kumparan-kumparan tersebut tidak selamanya dibuat dengan langkah penuh dan terpusat. Sehingga ggl yang terbangkitkan harus dikalikan dengan faktor jarak kumparan (f_p) dan faktor distribusi (f_d) seperti ditunjukkan persamaan.

$$E = 4,44 f_p f_d \cdot f\Phi N$$

Dimana :

E = Tegangan efektif per fasa dalam volt

f_p = Faktor langkah kumparan (pitch factor)

f_d = Faktor distribusi (distribution factor)

f = frekuensi dalam hz

Φ = fluksi per kutub dalam weber

N = jumlah lilitan

Kumparan langkah penuh (full pitch) $f_p = 1$ dan kumparan terpusat (concentrated winding) $f_d = 1$.

b. Alternator Tanpa Beban

Bila alternator diputar pada kecepatan sinkron maka besarnya ggl yang dibangkitkan jangkar (E_0) dapat dihitung dengan persamaan ;

$$E_0 = c n \Phi$$

Dimana :

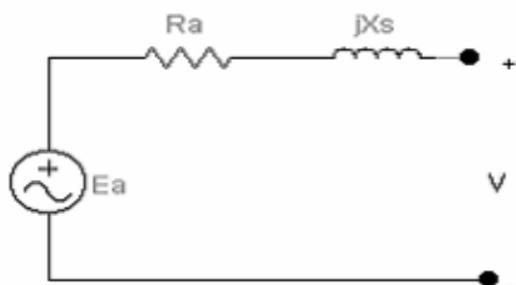
c = konstanta mesin

n = putaran

Φ = fluxi yang dihasilkan kumparan medan

Dalam keadaan tanpa beban, tidak arus yang mengalir pada jangkar, sehingga belum terdapat pengaruh reaksi jangkar. Rangkaian ekivalen alternator pada saat tanpa beban, dapat dilukiskan seperti pada gambar:

Gambar100. Rangkaian ekivalen alternator beban nol



Keterangan ;

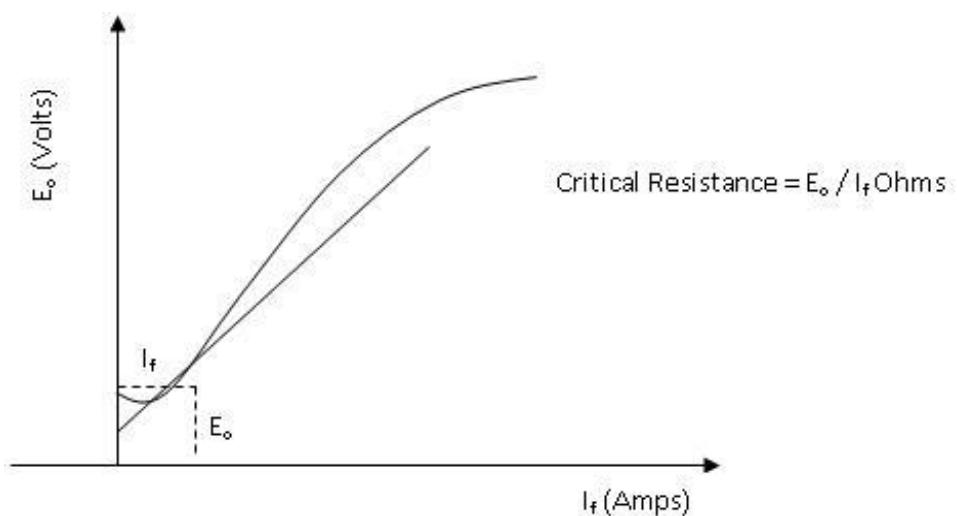
Ra = tahanan jangkar

Xa = Reaktansi flux bocor

U = Tegangan terminal

Dari gambar diatas, dapat dipahami bahwa pada saat tanpa beban $E_0 = U$, sedangkan dari persamaan diketahui pula bahwa E_0 berbanding lurus dengan *fluxi* (Φ) atau arus medan (I_f). Dalam pengertian jika Φ naik atau I_f dibesarkan maka E_0 juga akan naik. Karakteristik E_0 (I_f) disebut dengan karakteristik beban nol atau *open circuit characteristic*(OCC) seperti ditunjukkan pada gambar:

Gambar 101. Open circuit characteristic



c. Alternator Berbeban

Apabila alternator dibebani, maka pada jangkar akan mengalir arus, arus ini akan menimbulkan apa yang disebut dengan reaksi jangkar (armature reaction) yang bersifat reaktif. Karenanya dinyatakan sebagai kerugian reaktansi dan disebut reaktansi pemagnet (X_m). Reaktansi flux bocor bersama-sama dengan reaktansi pemagnet disebut reaktansi sinkron (X_s), maka dengan demikian dapat dituliskan:

$$X_s = X_a + X_m$$

Seperti dikemukakan di atas bahwa apabila alternator dibebani, maka pada jangkar mengalir arus, dengan mengalirnya arus jangkar, maka menyebabkan terjadinya drop tegangan pada tahanan jangkar dan reaktansi sinkron, sehingga tegangan terminal

tidak lagi sama dengan E_o . Dengan memperhatikan gambar di atas, persamaan tegangan alternator berbeban dapat ditulis sebagai berikut;

$$\begin{aligned}E_o &= U + I_r a + jI_l (X_a + X_m) \\&= U + I_r a + jI X_s\end{aligned}$$

Jadi:

$$E_o = U + I (R_a + jX_s)$$

$R_a + jX_s$ disebut sebagai impedansi sinkron (Z_s) karena itu persamaannya dapat ditulis sebagai berikut:

$$E_o = U + I Z_s$$

Dimana:

E_o = Tegangan terminal beban nol

U = Tegangan terminal berbeban

I = Arus jangkar dalam ampere

Z_s = Impedansi sinkron

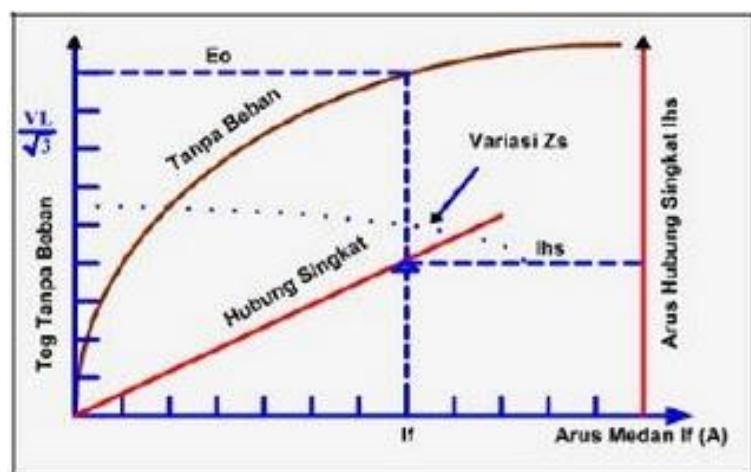
Impedansi Sinkron

Seperti diketahui bahwa penjumlahan resistansi jangkar (R_a) dengan reaktansi flux bocor dan reaktansi pemagnet (X_m) disebut impedansi sinkron (Z_s).

$$Z_s = R_a + j (X_a + X_m)$$

Besarnya impedansi sinkron di atas dapat dihitung melalui tes tanpa beban dan tes hubung singkat. Dari percobaan tanpa beban diperoleh harga E_{of} (I_f) disebut Open Circuit Characteristic (OCC). Dari percobaan hubung singkat diperoleh harga I_{hs} fungsi I_f dan disebut Short Circuit Characteristic (SCC). Selanjutnya kedua karakteristik ini dilukis dalam satu grafik seperti pada gambar berikut:

Gambar 102. Karakteristik beban nol dan hubung singkat pada alternator



Jika arus medan (I_f) normal adalah OA, tegangan yang dihasilkan sebesar OC, sedangkan arus hubung singkat yang terjadi adalah sebesar OB, oleh karena itu harga impedansi sinkronya adalah :

$$Z_s = E_o / I_{hs}$$

$$Z_s = OC / OB$$

Generator Sinkron

Generator sinkron banyak digunakan pada pusat-pusat pembangkit tenaga listrik besar. Secara teknis, designnya telah mengalami penyempurnaan yang meningkatkan bertujuan untuk meningkatkan performansi, efisiensi dan perwatannya.

Prinsip kerja (type brushless)

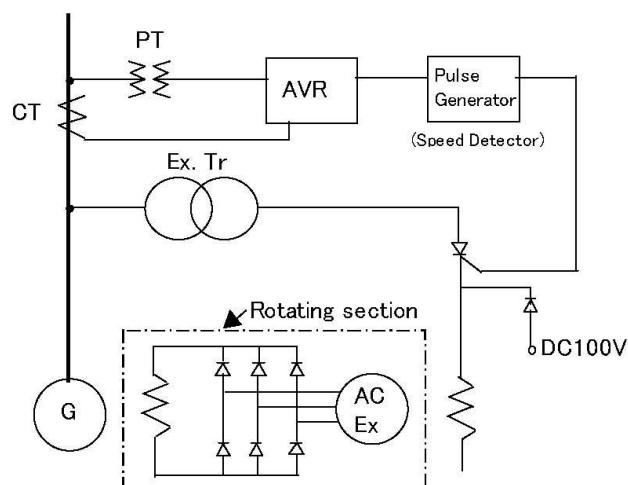
Arus Searah (DC) yang mengalir pada kumparan rotor (bagian yang berputar) akan menciptakan medan magnet homogen, apabila rotor yang dihubungkan dengan as generator itu diputar dengan kecepatan konstan, maka pada kumparan stator (bagian yang tidak berputar) akan dibangkitkan tegangan AC.

Pada generator dengan eksitasi sendiri, arus DC untuk mensuplai rotor dibangkitkan melalui AVR (Automatic Voltage Regulator) dan *exciter*. *Exciter* sendiri pada dasarnya merupakan generator kecil yang menyatu dengan generator utama. Pada saat start, dimana stator

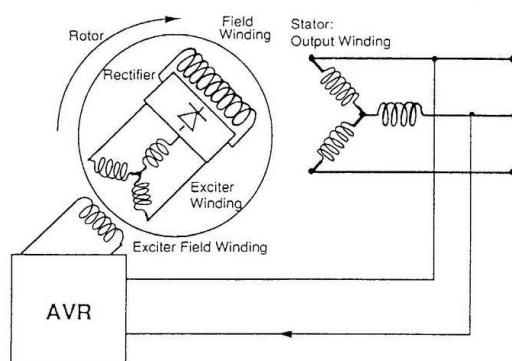
generator utama belum bertegangan, arus DC dihasilkan oleh tegangan residu/sisa di AVR. Apabila rotor generator utama diputar, pada rotor generator *exciter* yang terletak satu poros dengan rotor generator utama akan berputar juga dan membangkitkan tegangan AC 3 Fasa. Tegangan AC 3 fasa ini disearahkan oleh jembatan diode sehingga menghasilkan arus searah untuk mensuplai rotor generator utama. Tegangan yang dibangkitkan pada stator generator sebanding dengan arus pada rotor generator utama.

Pada stator generator utama yang dihubungkan ke beban, tegangan akan berubah sesuai dengan besarnya beban. Untuk menjaga agar tegangan selalu konstan, AVR akan mengatur besar kecilnya arus yang harus di suplai ke rotor generator utama sesuai dengan perubahan beban yang terjadi.

Gambar 103. | Wiring diagram brushless exciter



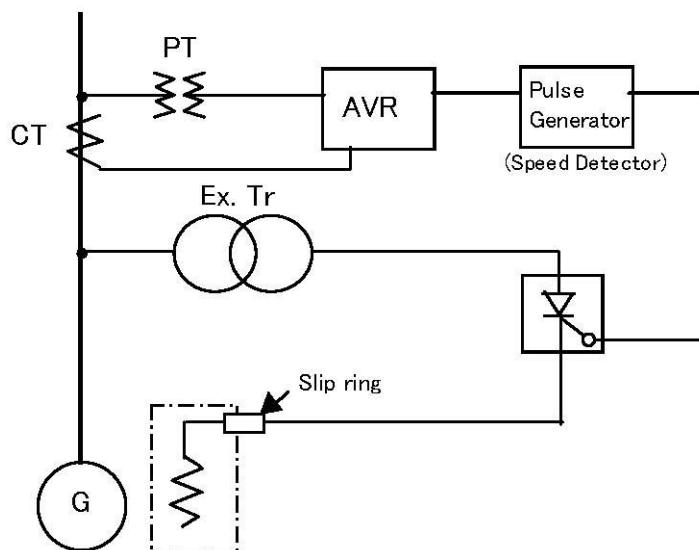
Gambar 104. | Mekanisme kerja AVR dan exciter



b In this arrangement power for the exciter field winding is drawn from the output of the generator itself.

Pada generator dengan sikat arang (brushes type) menggunakan metode *exsitas* dengan *thyristor*, dimana arus DC disuplai melalui slip ring dari *thyristor* dengan trafo eksitas. Karena penggunaan, konstruksi dan perawatannya yang rumit generator tipe ini jarang digunakan pada aplikasi mikrohidro.

Gambar 105. wiring diagram brush type exciter



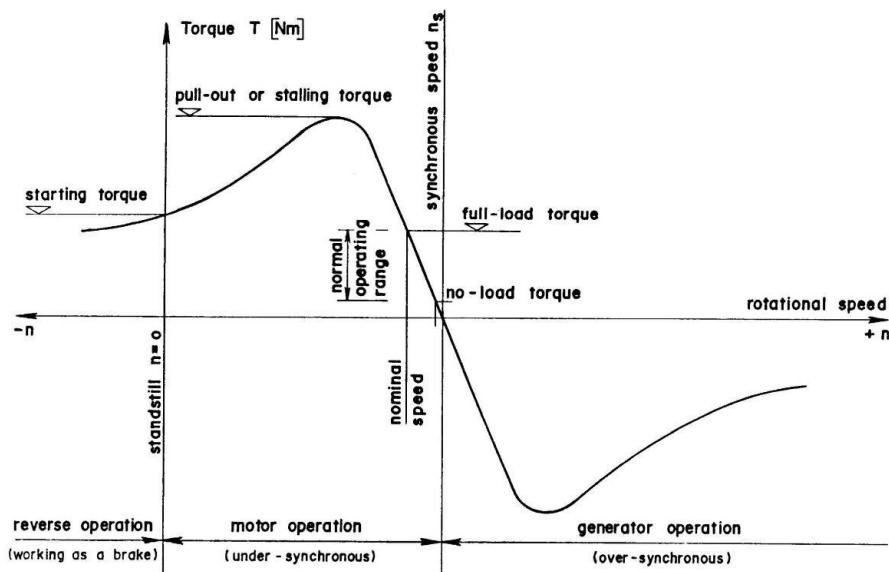
Generator Asinkron (induksi)

Mesin induksi merupakan mesin arus bolak-balik (AC) yang paling luas digunakan. Penamaannya berdasarkan pada kenyataan bahwa arus motor rotor ini bukan diperoleh dari sumber tertentu, melainkan arus yang terinduksi sebagai akibat adanya perbedaan relatif antara putaran rotor dengan medan putar (*rotating magnetic field*) yang dihasilkan oleh arus stator.

Generator asinkron (induksi) merupakan mesin induksi (motor) yang digunakan sebagai generator dengan bantuan eksitas dari luar, baik dengan menggunakan kapasitor (*isolated system*) maupun terhubung dengan jala-jala PLN. Dari karakteristik kopel kecepatan, mesin

induksi dapat dijadikan sebagai generator jika berada pada daerah rem sinkron lebih dan daerah rem arus lawan ($n_r > n_s$) dimana slip bernilai negatif.

106. Daerah operasi mesin Induksi



Gambar

Prinsip kerja

Untuk memahami prinsip kerja generator asinkron, dapat dimulai dengan mengerti prinsip operasi mesin induksi sebagai motor.

Operasi sebagai Motor

Belitan stator yang dihubungkan dengan sumber tegangan tiga fasa, akan menghasilkan medan magnet yang berputar dengan kecepatan sinkron ($n_s = 120f / p$). medan magnet putar pada stator ini akan memotong batang konduktor pada rotor yang akan menginduksikan tegangan dan arus yang pada akhirnya akan menghasilkan torsi. Sesuai dengan hukum Lentz,

rotor akan berputar mengikuti medan putar stator. Perbedaan kecepatan putaran rotor dengan kecepatan medan putar stator ini disebut ***slip***.

$$slip = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

Dimana n_s = kecepatan sinkron (kecepatan medan putar stator)

n_r = kecepatan rotor

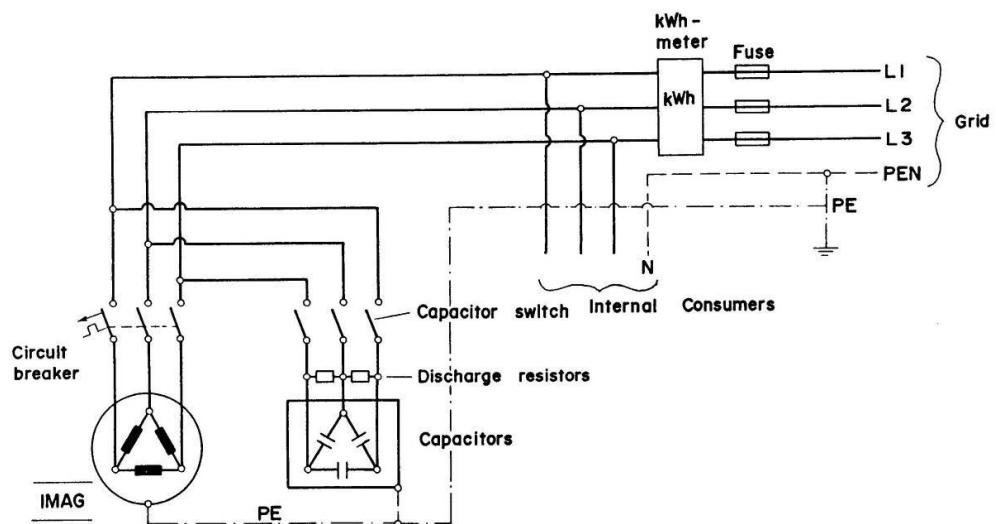
mesin induksi (motor) tanpa beban *slip*-nya akan sangat kecil, lebih kecil dari 0.01 (1%). Untuk sebuah mesin dengan daya 1 kW. Slip beban penuh akan berkisar antara 0.05 (5%). Jadi bila beban bertambah, arus induksi pada rotor akan semakin besar, putaran rotor akan cenderung menurun sehingga slip akan semakin besar. Pada umumnya semakin besar mesin maka *slip*nya semakin kecil.

Rotor harus selalu berputar di bawah atau diatas kecepatan sinkronnya, jika tidak maka tak ada torsi yang dihasilkan. Kecepatan rotor dibawah kecepatan sinkronnya maka mesin beroperasi sebagai motor dan jika putaran rotor lebih besar dari kecepatan sinkronnya ($n_r > n_s$) *slip* akan bernilai negatif dan mesin beroperasi sebagai generator.

Generator Induksi Tersambung dengan Jaringan (PLN)

Jika kumparan stator tersambung dengan jaringan tiga fasa, tetapi rotor diputar oleh penggerak dari luar (misal turbin air) diatas kecepatan sinkronnya ($n_r > n_s$) maka *slip* akan bernilai negatif. Torsi akan disuplai ke rotor bukannya dari rotor (operasi sebagai motor) dan mesin akan beraksi sebagai generator dan mensuplai daya ke jaringan. Bagaimanapun, mesin masih mengambil arus magnetisasi dari jaringan untuk menghasilkan medan putar (daya reaktif). daya keluaran penuh yang dibangkitkan (full load power) dicapai pada *slip* yang sama dengan *slip* beban penuh sebagai motor tetapi dengan nilai negatif.

Gambar 107. Skematik diagram generator induksi tersambung dengan jaringan



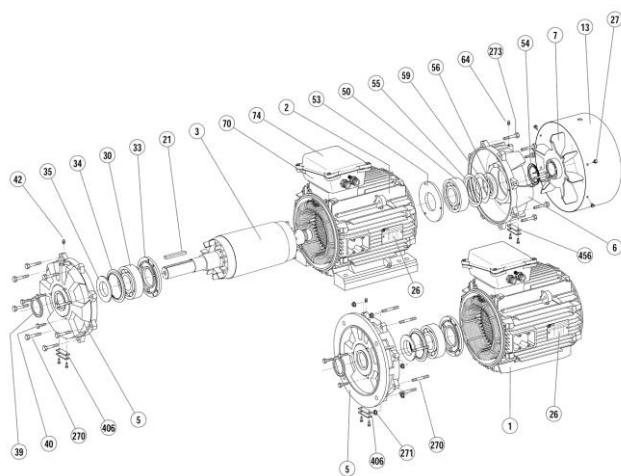
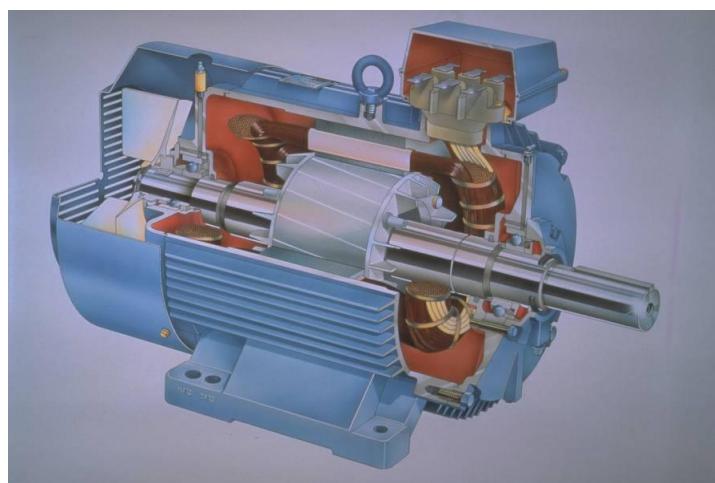
Generator Induksi Beroperasi Sendiri (stand alone)

Prinsip kerjanya sama dengan generator tersambung dengan jaringan, tetapi dalam hal ini untuk keadaan dimana generator induksi beroperasi sendiri, maka arus magnetisasi diambil dari kapasitor. Oleh karena itu untuk mendapatkan tegangan operasi yang dikehendaki pada frekuensi yang diinginkan, jumlah kapasitor yang dipasang harus dipilih dengan hati-hati.

Untuk membangkitkan tegangan pada generator, harus ada remanensi magnet pada rotor. Remanensi magnet adalah magnetisasi awal yang ada pada besi rotor yang pada umumnya cukup untuk menghasilkan tegangan kecil, < 5 volt pada kecepatan sinkron tanpa tersambung pada kapasitor. Mungkin remanensi magnet tidak cukup, yang dapat disebabkan karena mesin digunakan untuk mensuplai daya resistif yang besar (mesin kolaps). Remanensi magnet tergantung pada jenis material (baja) yang digunakan pada rotor. Baja dengan bahan campuran cenderung memiliki tingkatan remanensi magnet yang rendah.

Jika tidak ada remanensi magnet yang cukup untuk mengeksitasi generator, tambah kecepatan generator, karena pada frekuensi yang lebih besar magnetisasi yang diperlukan untuk mengeksitasi akan lebih kecil. Pada kebanyakan kasus cara ini akan cukup untuk mengeksitasi generator. Bagaimanpun jika hal ini gagal, remanensi magnet dapat ditingkatkan dengan menyambungkan sebuah supla daya DC selama beberapa detik melalui dua terminal generator, sebelum menjalankan mesin sampai kecepatan yang dikehendaki. Suplai daya DC dapat berupa bateri mobil (aki) atau bateri kering biasa yang dihubung seri.

Gambar 108. konstruksi mesin induksi



Gambar 109. | Bagian-bagian mesin induksi

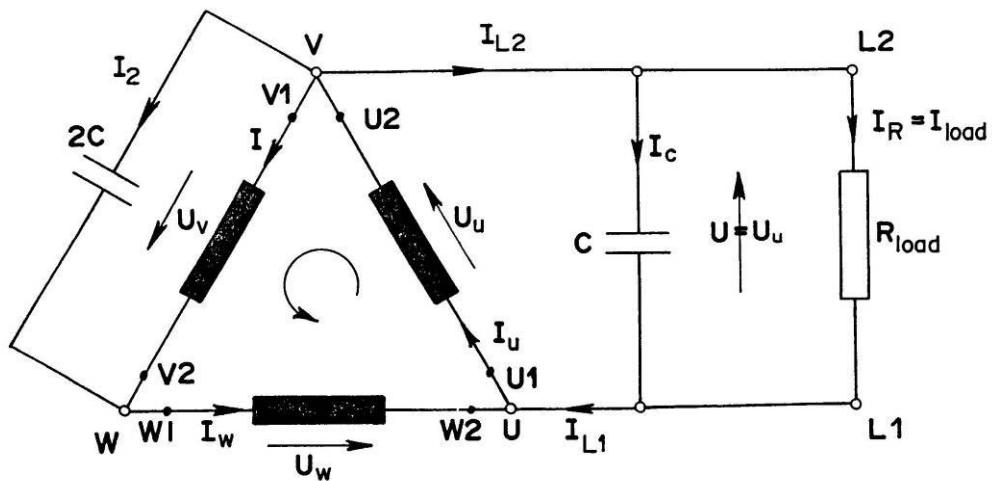
No.	Description	No.	Description	No.	Description
1	Wound stator	33	Inner drive end cover	59	Non drive end preloading washer
2	Casing	34	Fixed part of the DE grease valve	64	Non drive end grease nipple
3	Rotor	35	Moving part of the DE grease valve	70	Stator terminal box
5	Drive end shield	39	Drive end seal	74	Stator terminal box cover
6	Non drive end shield	40	Cover fixing screw	270	Drive end shield fixing screw
7	Fan	42	Drive end grease nipple	271	Drive end shield fixing nut
13	Fan cover	50	Non drive end bearing	273	Non drive end shield fixing screw
21	Shaft extension key	53	Inner non drive end cover	406	DE grease valve cover plate
26	Nameplate	54	Non drive end seal	456	NDE grease valve cover plate
27	Fan cover screw	55	Fixed part of the NDE grease valve		
30	Drive end bearing	56	Moving part of the NDE grease valve		

Output satu fasa dari generator tiga fasa (C2C Connection)

Motor induksi satu fasa dapat digunakan sebagai generator, tetapi berdasarkan pengalaman masalah terjadi untuk mencapai eksitasi dan dalam menentukan ukuran dan penyambungan kapasitor yang dikehendaki. Apalagi, motor induksi satu fasa lebih mahal dari pada yang tiga fasa dan hanya tersedia dalam ukuran daya kecil. Untungnya ada cara dimana mesin induksi tiga fasa dapat digunakan sebagai generator satu fasa yaitu dengan menggunakan sambungan C2C.

- Gunakan mesin induksi 3 fasa biasa (220/380 V) dan sambungkan dalam hubungan Delta
- Hitung kaptitansi per phasa (kapasitor yang dibutuhkan)
- Sebagai ganti menyambungkan “C” pada tiap phasa; tetapi sambungkan 2xC pada salah satu fasa, C pada fasa yang lain dan fasa ketiga tanpa kapasitor (C2C)

ambar 110. C2C connection



Syarat Mesin Induksi Sebagai Generator

Ada beberapa hal yang perlu dipenuhi untuk dapat menggunakan mesin induksi sebagai generator, diantaranya adalah;

1. Adanya daya input dari luar untuk memutar rotor.
Daya input ini dapat berupa apa saja, baik turbin air maupun motor bakar.
2. Kecepatan putar rotor lebih besar dari kecepatan medan putar stator/kecepatan sinkronnya ($n_r > n_s$)
3. Adanya sumber daya reaktif dari luar.
Untuk menjaga keberadaan medan magnet stator dibutuhkan sumber daya reaktif dari luar. Dapat berupa kapasitor maupun diambil dari jaringan (PLN).

4. Adanya remanensi magnet.

Contoh

Sebuah motor induksi 7.5 kW, 50 Hz, 230/400 V, full load speed 1450 rpm, 4 kutub. Tentukan;

- a. full load slip
- b. pada kecepatan berapa mesin beroperasi sebagai generator

Jawab;

- a. full load speed motor $n_r = 1450$ rpm

$$\text{kecepatan sinkron } n_s = \frac{120 \times f}{p}$$

$$n_s = \frac{120 \times 50}{4} = 1500 \text{ rpm}$$

$$\text{slip} = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

$$\text{slip} = \frac{1500 - 1450}{1500} = 0.033$$

- b. karena slip full load pada saat beroperasi sebagai generator adalah sama dengan nilai slip motor tetapi negative, maka $s = -0.033$
dengan meyusun persamaan diatas didapatkan :

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s} \quad \text{maka } n_r = n_s(1-s)$$

$$n_r = 1500 (1 - \{-0.033\})$$

$$\mathbf{n_r = 1550 \text{ rpm}}$$

Perbandingan Generator Sinkron dan Asinkron

Terlepas dari karakteristik teknis dan non teknis, masing-masing generator memiliki kelebihan dan kekurangan dalam aplikasinya sebagai mesin konversi energi. Berikut perbandingan kelebihan dan kekurangan dari mesin –mesin tersebut

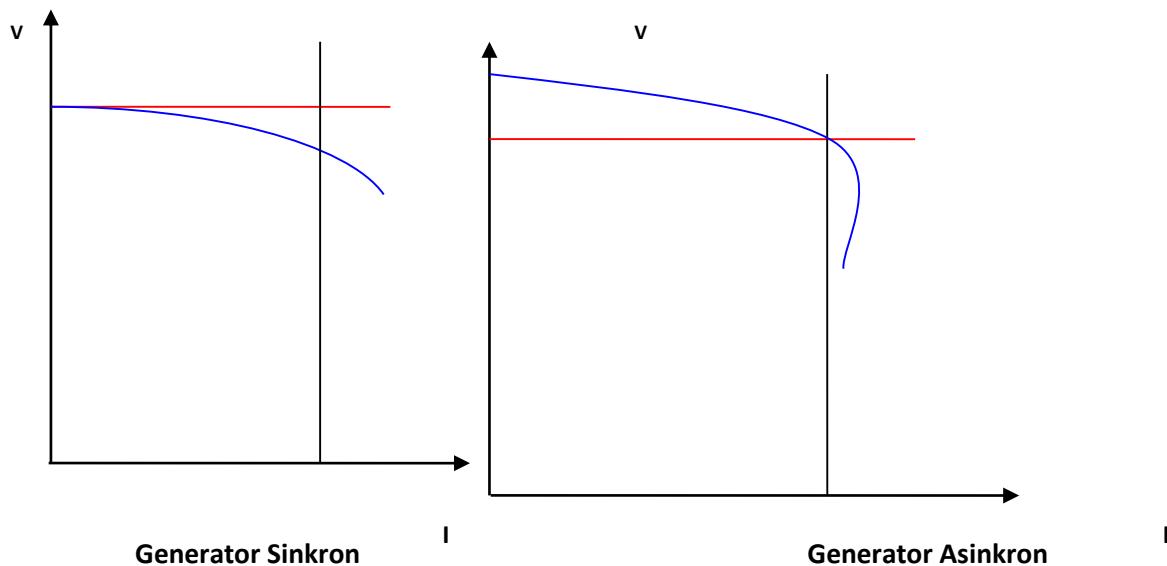
Tabel 19. Perbandingan generator sinkron dan asinkron

Item	Generator Sinkron	Generator Asinkron
Ketersediaan	Biasanya perlu dipesan khusus dan untuk daya kecil sulit ditemukan dipasaran	Mudah didapat pada hampir semua kategori daya

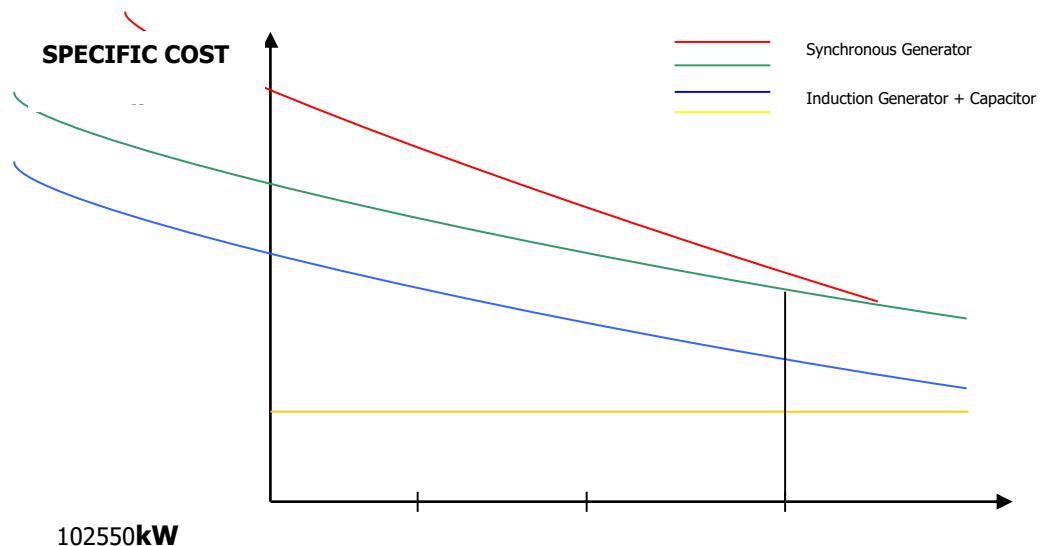
Konstruksi	Cukup rumit, kadang dilengkapi dengan slip rings, diode dan rangkaian external	Kompak dan simple.
Harga	Untuk daya kecil <50 kW harganya lebih mahal dibanding daya yang sama untuk generator asinkron	Harga relative murah tetapi kapasitor harus diganti setelah waktu tertentu (± 2 tahun)
Perawatan	Perawatan dilakukan pada field winding dan sikat arang/brush (jika ada)	Perawatan dilakukan pada stator, pendinginan, tetapi tidak diperlukan untuk rotor type squirrel cage
Sinkronisasi	Diperlukan synchronizer untuk parallel ke jaringan	Tidak dibutuhkan alat sinkronisasi
Independensi Operasi	Operasi independent memungkinkan	operasi independent tidak memungkinkan, karena dibutuhkan eksitasi dari luar (jaringan atau kapasitor)
Penyesuaian Power Factor	Operasi pada power factor yang dikehendaki memungkinkan disesuaikan dengan respon load factor	Power factor ditentukan oleh output generator dan tidak dapat disesuaikan
Arus eksitasi	Menggunakan eksitasi DC	Diambil dari jaringan atau menggunakan kapasitor
Motor start (inductive load)	Tahan terhadap arus start up motor	Tidak tahan untuk arus starting yang besar (bisa kolaps dan kehilangan remanensi magnet)

Overspeed	Tidak tahan terhadap overspeed (belitan bisa terbakar) jika terjadi lebih dari waktu tertentu	100 % kecepatan nominalnya masih tahan
Penyesuaian tegangan dan frekuensi	Memungkinkan	Tidak memungkinkan. Ditentukan oleh tegangan dan frekuensi suplai (kapasitor atau jaringan)
Efisiensi	Efisiensi pada part maupun full load bagus >85%	Efisiensi rendah <70%

Gambar 111. Karakteristik tegangan Vs Arus beban Generator



Gambar 112. Analisa biaya generator sinkron dan asinkron+kapasitor



Pemilihan jenis generator dan power output

Tabel berikut dapat dijadikan sebagai acuan pemilihan generator untuk lokasi yang dipilih sesuai dengan spesifikasi teknik nya:

Tabel 20. Pemilihan jenis generato dan power output

Daya terpasang	s.d 10 kW	10 – 30 kW	>30 kW
Tipe generator dan fasa	Sinkron atau asinkron 1 atau 3 fasa	Sinkron atau asinkron 3 fasa	Sinkron 3 fasa

Untuk aplikasi pembangkit listrik menggunakan biomassa dengan generator sinkron disarankan untuk digunakan tipe *brushless*, hal ini dimaksudkan untuk mengurangi perawatan dan kompleksitas dari generator dengan *brush*.

Selain itu, ada beberapa faktor yang mempengaruhi ukuran daya generator, diantaranya adalah temperatur, ketinggian, faktor koreksi dari *electronic kontroler*, dan *power factor* beban. Koefisien untuk faktor-faktor tersebut diberikan pada tabel dibawah;

Table 21. Generator rating factor

	Max. ambient temperature in °C	20	25	30	35	40	45	50	55
A	Temperature Factor	1.10	1.08	1.06	1.03	1.00	0.96	0.92	0.88
<hr/>									
	Altitude	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500
B	Altitude Factor	1.00	0.96	0.93	0.90	0.86	0.83	0.80	0.77
<hr/>									
C	ELC Correction Factor								0.83*
<hr/>									
D	Power Factor	When load is light bulbs only							1.0
		When load includes tube light and other inductive loads							0.8

Perhitungan untuk menentukan ukuran generator dilakukan berdasarkan rumusan berikut :

Power Output in kW

Generator KVA = ----- (generator sinkron)

$A \times B \times C \times D$

Power Output in kW

Generator KVA = ----- (generator Asinkron)

$A \times B$

Setelah didapatkan nilai kVA generator, disarankan untuk ditambah safety factor 30% yang bertujuan untuk;

- Memungkinkan jika output turbin lebih besar dari yang direncanakan

- Jika motor besar (>10% daya generator) disuplai dari pembangkit, maka generator harus mampu menahan arus start.
- Ketika menggunakan ELC generator selalu beroperasi full load.

Kecepatan dan jumlah kutub generator

Kecepatan generator ditentukan dengan rumusan berikut;

Untuk generator sinkron

$$n_s = \frac{120 \times f}{p}$$

Dimana:

n_s = kecepatan generator (rpm)

f = frekuensi (Hz)

p = jumlah kutub

Untuk generator Asinkron

$$n_r = n_s (1 - s)$$

Dimana :

- n_s = kecepatan sinkron (kecepatan medan putar stator)

$$n_s = \frac{120 \times f}{p}$$

- n_r = kecepatan rotor (sebagai generator)

- s = slip

$$s = \frac{n_s - n_r}{n_s}$$

Catatan : n_r yang digunakan dalam perhitungan *slip* adalah kecepatan rotor pada saat full load sebagai motor (diberikan supplier/pabrik). Lihat contoh perhitungan pada bagian [Syarat Mesin Induksi Sebagai Generator](#) diatas.

Untuk generator sinkron, kecepatan ditentukan oleh jumlah kutub dan frekuensi. Semakin tinggi kecepatannya ukuran menjadi semakin kecil dan harganya juga lebih murah. Tabel berikut merupakan kecepatan standar untuk generator sinkron:

Tabel12. Kecepatan standar generator sinkron

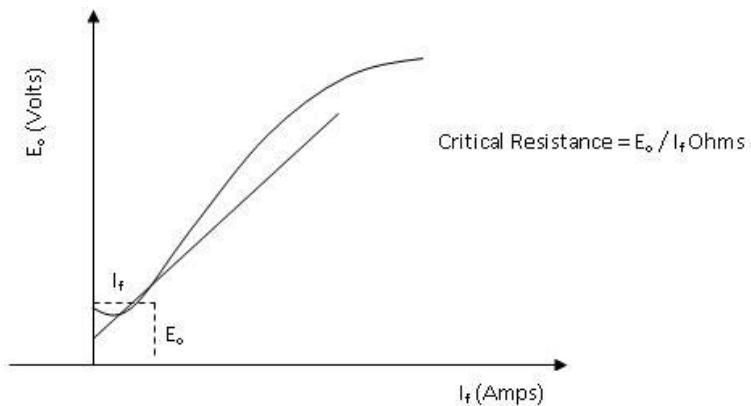
Kutub	Putaran (rpm)	
	50 Hz	60 Hz
4	1,500	1,800
6	1,000	1,200
8	750	900
10	600	720
12	500	600
14	429	514
16	375	450
18	333	400
20	300	360
24	250	300

D. Aktifitas Pembelajaran

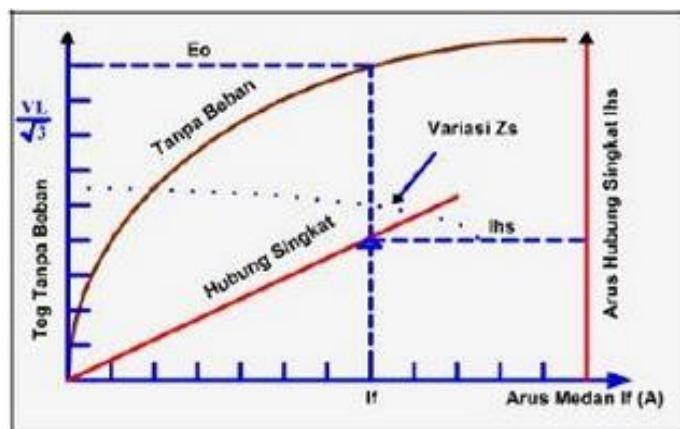
Tugas diskusi:

Diskusikan secara kelompok yang terkait dengan karakteristik generator tanpa beban dan berbeban. Setiap kelompok mempresentasikan hasil diskusi

- Tanpa beban



- Berbeban



E. Rangkuman

Simbol teknik listrik bertujuan untuk menyingkat keterangan-keterangan dengan menggunakan gambar. Simbol listrik sangat penting untuk dipelajari dipahami karena hampir

semua rangkaian listrik menggunakan simbol-simbol. Gambar simbol untuk teknik telah diatur oleh lembaga normalisasi atau standarisasi.

Pengelompokan dari simbol grafik komponen listrik terdiri dari :

- Simbol Grafik Elemen Rangkaian
- Simbol Grafik Jenis Arus, Tegangan dan Koneksi
- Simbol Grafik Saluran dan Sambungan Saluran
- Simbol Grafik Resistor
- Simbol Grafik Kapasitor
- Simbol Grafik Induktor dan Transformer
- Simbol Grafik Arus dan Tegangan Transformator
- Simbol Grafik Elektromekanik dan Elektrothermal
- Simbol Grafik Komponen Tabung
- Simbol Grafik Mesin Listrik
- Simbol Grafik Meter Bergerak dan Alat Ukur
- Simbol Grafik Elektroakustik
- Simbol Grafik untuk Perencanaan Pengkabelan

Saklar seri ini gunanya untuk memutuskan dan menghubungkan dua kelompok lampu secara bergantian misalnya seperti terdapat pada kereta-cahaya dengan tiga buah lampu atas (penerangan langit-langit) dan sebuah lampu bawah.

Demikianlah jalannya Saklar itu sehingga lampu yang di bawah dan lampu-lampu atas dapat menyala sendiri-sendiri, dan seluruhnya dapat pula dihidupkan pada waktu yang bersamaan. Perlu diingat oleh para peserta diklat, para instalatur bahwa pengertian dari saklar seri ini bukanlah berarti lampu-lampu itu dihubungkan dalam keadaan seri. Tetapi kita mengadakan hubungan dalam seri (kelompok-kelompok lampu).

Apabila kita menghendaki melayani satu lampu atau satu golongan lampu dari dua tempat, misalnya dalam gang-gang, dalam kamar -kamar dengan dua pintu, maka kita pakai dua hubungan bertukar.

Apabila kita harus dapat melayani satu lampu atau satu golongan lampu yang lebih dari dua tempat, maka kita pakai saklar silang, waktu hendak memasang diingat, bahwa saklar yang pertama dan penghasilan haruslah saklar -saklar tukar, Saklar-saklar diantaranya adalah hubungan silang. Rangkaian motor dengan pengendali saklar magnit. Saklar magnit sering disebut juga kontaktor(*contactor*) bekerjanya berdasarkan kemagnitan listrik. Magnit listrik berfungsi penarik/pelepas kontak-kontak hubung pada saat kumparan dialiri/tidak dialiri arus listrik. Besar bidang kontak menentukan besar arus yang boleh dihubungkan. Untuk memahami rangkaian kontaktor, haruslah dipelajari tentang : - rangkaian listrik pengendali (*wiring system*)

- Skema diagram dasar kontrol (*elementary diagram* atau *line diagram*)

Rangkaian listrik pengendali ialah bagan rangkaian yang menggambarkan tentang bekerjanya kontaktor. Sedangkan diagram dasar menggambarkan rangkaian kumparan magnit dengan kontak-kontak bantu.

Sebuah alternator memiliki data-data teknis sebagai berikut diantaranya :

Z_p = jumlah penghantar dalam seri per fasa

P = Jumlah Kutub

Φ = fluxi per kutub dalam weber

F = Frekuensi dalam hz

Besar ggl yang terbangkit dalam sebuah alternator untuk setiap penghantarnya memenuhi persamaan:

$$e = \frac{d\Phi}{dt}$$

Karena fluxi per kutub adalah Φ , maka fluxi total menjadi $P \Phi$. Jika alternator diputar dengan kecepatan n r/m, maka waktu yang dibutuhkan rotor untuk berputar satu putaran adalah $60/n$ detik, sehingga dalam satu putaran ggl rata-rata yang terinduksi (E_{av}) pada setiap kumparan adalah :

$$\begin{aligned} E_{av} &= \frac{d\Phi}{dt} \\ &= \frac{P\Phi}{60/n} \\ &= \frac{Pn\Phi}{60} \end{aligned}$$

$$\text{Karena } f = \frac{Pn}{60} \quad \text{maka } n = \frac{120f}{p}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned} E_{av} &= \frac{P(\frac{120f}{p})\Phi}{60} \\ E_{av} &= 2f\Phi \end{aligned}$$

Apabila alternator tersebut mempunyai Zp penghantar dalam seri per fasa maka tegangan rata-rata (E_{av}) total yang terbangkit menjadi :

$$E_{av} = 2f\Phi ZP$$

Karena $ZP = 2$ N, maka

$$E_{av} = 4f\Phi N$$

Tegangan efektif (E_{rms}) = Fb. $E_{av} = 1,11 \cdot E_{av}$

Maka :

$$\begin{aligned} E_{rms} &= 1,11 \cdot 4f\Phi N \\ &= 4,44 f\Phi N \end{aligned}$$

Namun persamaan diatas hanya berlaku apabila kumparannya :

1. Langkah penuh (*full pitched*)
2. Terpusat dalam satu slot (*concentrated winding*)

Tetapi pada umumnya untuk mendapatkan bentuk gelombang sinus yang baik, maka kumparan-kumparan tersebut tidak selamanya dibuat dengan langkah penuh dan terpusat. Sehingga ggl yang terbangkitkan harus dikalikan dengan faktor jarak kumparan (fp) dan faktor distribusi (fd) seperti ditunjukan persamaan.

$$E = 4,44 \text{ fp.fd} . f\Phi N$$

Kumparan langkah penuh (full pitch) fp = 1 dan kumparan terpusat (*concentrated winding*) fd = 1.

F. Tes Formatif

Sebuah generator 3 fasa 10 kVA, 400 V, 50 Hz, sambungan bintang memsuplai beban pada faktor daya 0,8. Jika besar tahanan jangkar adalah $0,5 \Omega$ dan reaktansi sinkron-nya adalah 10Ω , hitung besar regulasi tegangan generator tersebut !

G. Kunci Jawaban

$$I = 10.000/\sqrt{3} \times 400 = 14,4 \text{ A}$$

$$IR_a = 14,4 \times 0,5 = 7,2 \text{ V}$$

$$IX_s = 14,4 \times 10 = 144 \text{ V}$$

$$\text{Tegangan/fasa} = 400/\sqrt{3} = 231 \text{ V}$$

$$\varphi = \cos^{-1} 0,8 = 36,87^\circ$$

$$\begin{aligned} E_0 &= [(V \cos\varphi + IR_a)^2 + (V \sin\varphi + IX_a)^2]^{1/2} \\ &= [(231 \times 0,8 + 7,2)^2 + (231 \times 0,6 + 144)^2]^{1/2} \\ &= 342 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\% \text{ Reg.} = \frac{342 - 231}{231} \times 100 = 0,48 \text{ atau } 48\%$$

KEGIATAN PEMBELAJARAN 3 : KOMPONEN DAN RANGKAIAN KONTROL ELEKTRONIKA BIOMASSA

A. Tujuan Pembelajaran

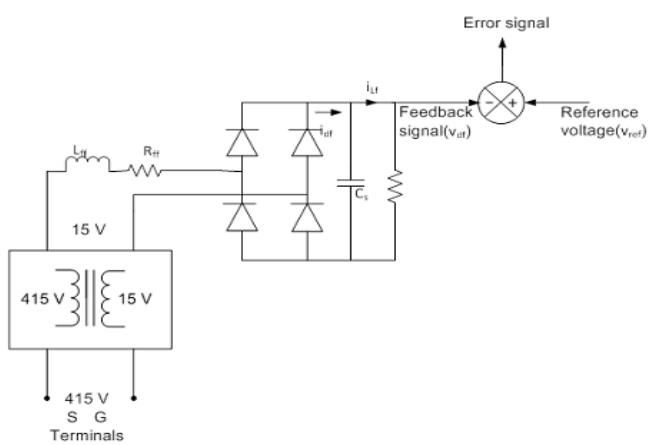
Setelah mengikuti materi pembelajaran ini peserta diharapkan dapat :

1. Mengidentifikasi bagian-bagian pengontrol beban elektronika pada kontrol Elektronika Biomassa
2. Mengidentifikasi komponen-komponen dan rangkaian pengontrol beban elektronika pada kontrol Elektronika Biomassa.
3. Menjelaskan rangkaian-rangkaian kontrol elektronika
4. Menjelaskan rangkaian kontrol Digital

B. Uraian Materi

Coba Anda perhatikan gambar di bawah ini. Apa fungsinya gambar rangkaian tersebut , Bagaimana rangkaian pada gambar 3.1 bekerja, Gambarkan rangkaian dari blok deteksi error, Diskusikan tentang Komponen-komponen apa saja yang digunakan pada kontrol beban elektronik.

Gambar 3.1 Rangkaian Sensor Tegangan



Governor pada Elektronika Biomassa merupakan peralatan pengatur jumlah air yang masuk ke dalam turbin agar tenaga air yang masuk turbin sesuai dengan daya listrik yang dikeluarkan oleh pembangkit hingga putaran akan konstan. Penggunaan governor tersebut kurang menguntungkan bila ditinjau secara ekonomis, karena harganya hampir sama bahkan melebihi harga turbin generator. Para produsen di dalam negeri masih belum sanggup bersaing dengan produksi luar negeri, baik dari segi kualitas maupun harganya. Untuk itu perlunya dibuat Desain Electronic Load Controller (ELC) sebagai pengontrol beban komplemen pada PLTM dengan kapasitas sesuai yang dibutuhkan di lapangan.

PLTM mempunyai tiga komponen utama yang masing-masing fungsinya sangat menentukan, yaitu : turbin air, generator, dan governor (ELC). Pada pembangkit, pengendalian putaran dimaksudkan untuk mengendalikan putaran (frekuensi) generator sehingga pengendalian putaran dalam hal ini diutamakan berfungsi sebagai pengendali frekuensi generator. Perubahan putaran (frekuensi) generator dapat disebabkan karena adanya perubahan daya penggerak. Jika daya air yang masuk ke turbin dibuat selalu tetap sehingga daya penggerak turbin selalu tetap, maka frekuensi dan respon generator akan menjadi fungsi dari beban. Agarfrekuensi yang dihasilkan oleh generator besarnya selalu tetap, maka besarbeban dari generator harus selalu tetap. Untuk itu diperlukan beban tiruan yang besar bebannya dapat diatur sesuai dengan pengurangan beban dari PLTM. Beban tiruan ini disebut beban komplemen.

Pada suatu kondisi beban tertentu (misal pada beban sebesar 75% beban penuh), daya air yang masuk ke turbin diatur sehingga diperoleh putaran generator yang dikehendaki. Jika pada beban konsumen terjadi penurunan beban sebesar (X), maka beban komplemen akan dilewati arus yang rata-ratanya akan sebesar penurunan arus akibat turunnya beban konsumen (X). Dengan demikian generator akan dibebani dengan total beban yang selalu konstan.

Oleh karena daya yang masuk ke turbin dibuat tetap dan beban yang dirasakan oleh generator juga selalu tetap, maka putaran generator senantiasa juga tetap. Dengan kata lain,

jika debit air konstan maka generator harus dibebani dengan daya konstan agar putaran generator selalu tetap. Oleh karena beban konsumen tidak selalu konstan, maka untuk menjaga kestabilan putaran turbin generator diperlukan beban komplemen yang besarnya diatur oleh ELC sedemikian rupa sehingga :

Beban Konsumen + Beban Komplemen = Kapasitas Nominal Generator

Pengaturan putaran generator Biomassa dengan beban komplemen menggunakan sakelar elektronik yang terdiri atas empat bagian utama, yaitu :

2). Sensor dan Rangkaian Kontrol

Alat ini berfungsi untuk mendekripsi perubahan arus beban yang dihasilkan oleh generator sebagai akibat adanya perubahan arus pada beban konsumen yang kemudian akan dibandingkan dengan harga referensi yang telah ditentukan. Selanjutnya rangkaian kontrol akan memberikan aksi atas perubahan tersebut dengan memberikan trigger pada SCR sesuai dengan perubahan yang terjadi.

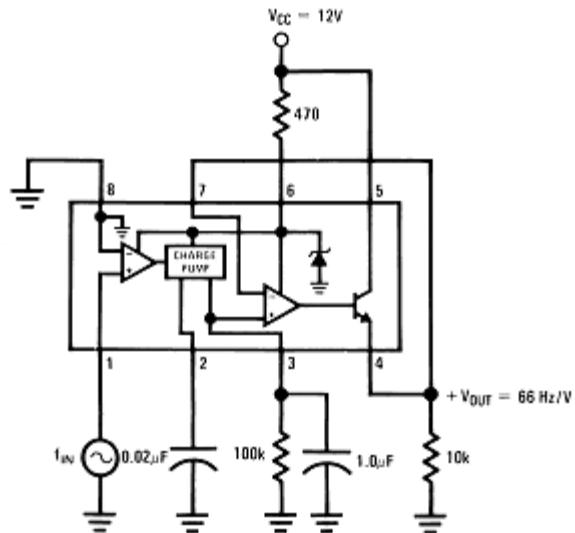
Beberapa pilihan rangkaian kontrol yang dapat digunakan pada kontrol Biomassa adalah diantaranya Rangkaian mekanik, pneumatic, Rangkaian elektronika analog, rangkaian elektronika digital, mikrokontroller, mikroprosessor dan PLC. Yang berkembang sekarang ini dalam mengembangkan kontrol Elektronika Biomassa adalah Mikrokontroller, karena pertimbangan harga dan tingkat kesederhanaan rangkaian serta mudahnya komponen tersebut diperoleh.

Konverter Frekuensi ke Tegangan

Parameter output dari generator AC berupa tegangan dan frekuensi. Ada kalanya sinyal yang diolah oleh kontroler adalah tegangan. Untuk Elektronik load control analog biasanya akan menyensor tegangan. Umumnya pada pengaturan generator sinkron parameter yang dikontrol adalah kesetabilan frekuensi yang sekaligus mengontrol tegangan. Tegangan input dapat diperoleh secara langsung maupun tidak langsung(dari frekuensi).

Berikut adalah rangkaian yang sering digunakan untuk mengkonversi frekuensi ke tegangan:

Gambar 3.2 Konverter F to V

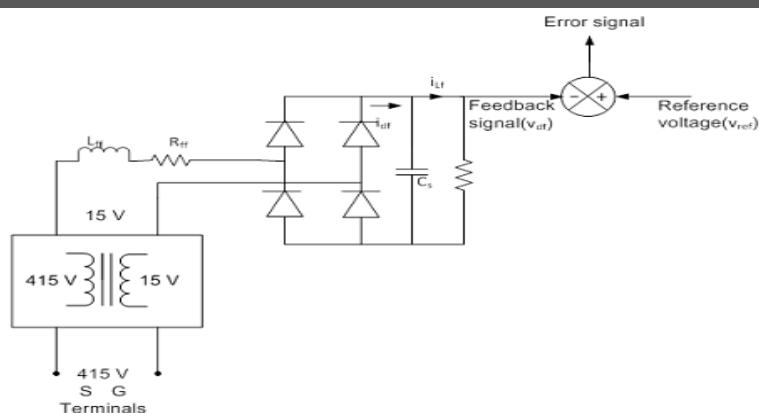


Komponen utama adalah LM2917 dan beberapa resistor dan kapasitor. f in dapat berupa gelombang sinus dengan tegangan puncak dibawah tegangan catu daya. Tegangan catu daya maksimal adalah 28 Volt. Untuk rangkaian diatas akan menghasilkan tegangan output 1 volt pada saat ada frekuensi input 66Hz. Hubungan V_o dan f_{in} dapat dinyatakan dalam persamaan:

$$V_o = V_{cc} \times f_{in} \times C_1 \times R_1 \quad \dots\dots\dots(3.1)$$

Sensor Tegangan

Gambar 3.3 Sensor tegangan untuk mencari error



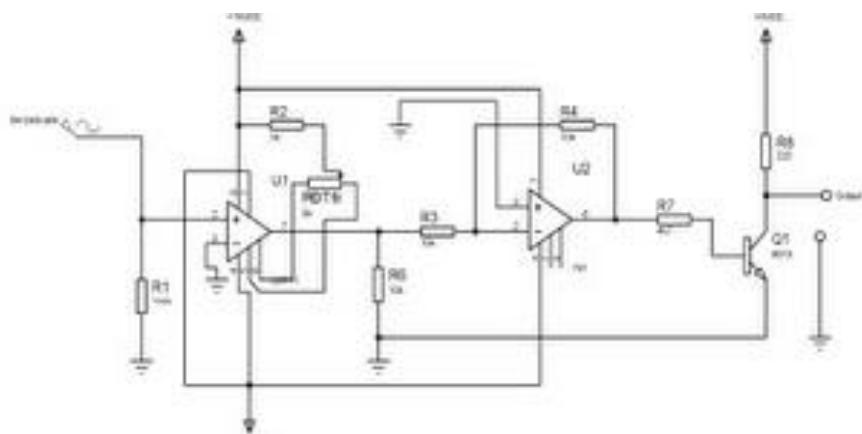
Dengan persamaan (3.1) atas kita dapat menentukan sendiri berapa R1 dan C1 berdasarkan tegangan output yang diinginkan.

Sensor tegangan yang diperoleh secara langsung dari output generator dengan tegangnya terlebih dulu di turunkan dengan transformator yang kemudian disearahkan dan difilter. Hasilnya dibandingkan dengan tegangan set point sehingga menghasilkan tegangan selisih atau sinyal kesalahan.

Sensor Frekuensi

Umumnya sensor ini digunakan pada digital load controller. Dimana nilai frekuensi ini tidak diubah menjadi tegangan atau arus listrik melainkan diolah secara numerik.

Gambar 3.4 | Rangkaian Zero cross detector



Sensor ini hanya memerlukan rangkaian cross zero detection dan pembentuk gelombang kotak dari gelombang sinus tegangan jala-jala serta penurun tegangan. Pada gambar di bawah ini diperlihatkan rangkaian zero cross detector. Input diberi gelombang sinus dan outputnya akan menghasilkan gelombang kotak untuk diukur lebar waktu/ periodanya. Input rangkaian ini diambil dari output catu daya dengan tegangan 5-12VDC.

Rangkaian Proporsional dengan OP-Amp

Rangkaian elektronika analog untuk Rangkaian proporsional adalah penguat dengan gain tertentu. Penguat ini dapat berupa penguat berbasis transistor maupun menggunakan op-

amp. Pada penguat yang menggunakan OP-Amp terdiri dari penguat inverting dan noninverting.

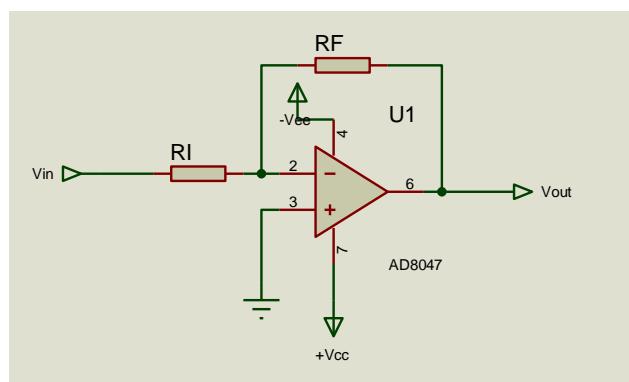
Penguat Inverting

Inverting amplifier memiliki besar penguatan yang Negatif. Jika masukan sinyalnya positif maka keluaran sinyalnya negatif begitu juga sebaliknya jika sinyal masukan negatif akan menghasilkan sinyal keluaran positif. Antara masukan dan keluaran berbeda fase 180° atau berlawanan polaritas. pada rumus penguatannya. Penguatan inverting amplifier adalah bisa lebih kecil nilai besaran dari 1,

Rumus nya :

$$V_o = -\frac{R_f}{R_i} V_i \quad \dots\dots\dots (3.2)$$

Gambar 3.5 Rangkaian Proporsional Pembalik phasa



Penguat Non Inverting

Rangkaian non inverting ini hampir sama dengan rangkaian inverting hanya perbedaannya adalah terletak pada tegangan inputnya dari masukan noninverting.

Rumusnya seperti berikut :

$$V_o = \frac{R_f + R_i}{R_i} V_i \quad \dots\dots\dots (3.3)$$

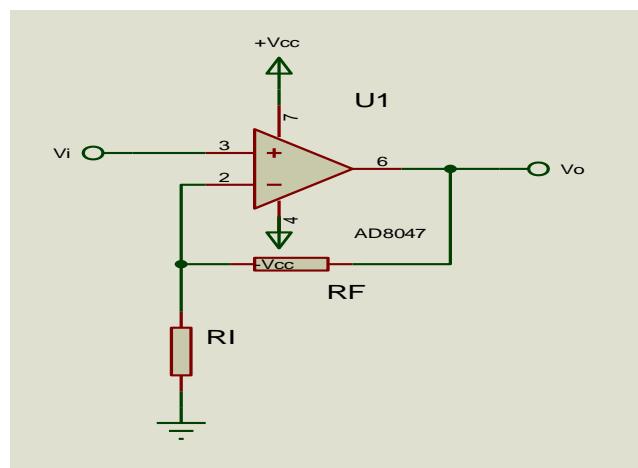
sehingga persamaan menjadi

$$V_o = \left(\frac{R_f}{R_i} + 1 \right) V_i \quad \dots\dots\dots (3.4)$$

Hasil tegangan output noninverting ini akan lebih dari satu dan selalu positif.

Rangkaianya adalah seperti pada gambar berikut ini :

Gambar 3. 6 Rangkaian Proporsional dengan OP-AMP



Rangkaian Subtractor/ Pengurang

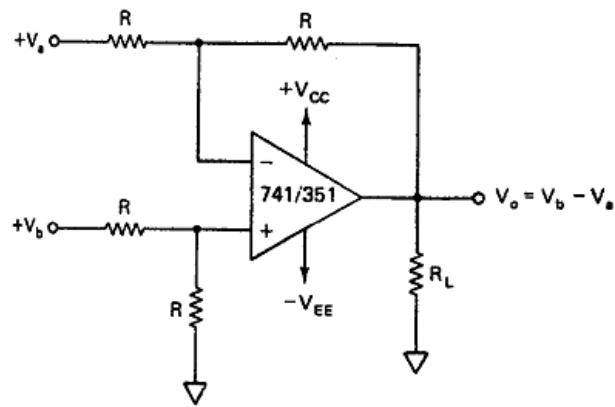
Dalam sistem kontrol umumnya rangkaian ini digunakan untuk mencari error yaitu selisih antara tegangan set point dengan sinyal dari sensor umpanbalik. Rangkaian pengurang ini berasal dari rangkaian inverting dengan memanfaatkan masukan non-inverting, sehingga persamaannya menjadi sedikit ada perubahan. Supaya benar benar terjadi pengurangan maka nilai dibuat seragam seperti gambar. Rumusnya Adalah :

$$V_o = \left(\frac{R}{R+1} \right) \left(\frac{R}{R+R} \right) V_b - \frac{R}{R} V_a \quad \dots\dots\dots (3.5)$$

Sehingga

$$V_o = (V_b - V_a) \quad \dots\dots\dots (3.6)$$

Gambar 3.7 Rangkaian Pengurangan



Rangkaian Diferensiator/Derivative

Rangkaian differensiator adalah rangkaian aplikasi dari rumusan matematika yang dapat dimainkan (dipengaruhi) dari kerja kapasitor.

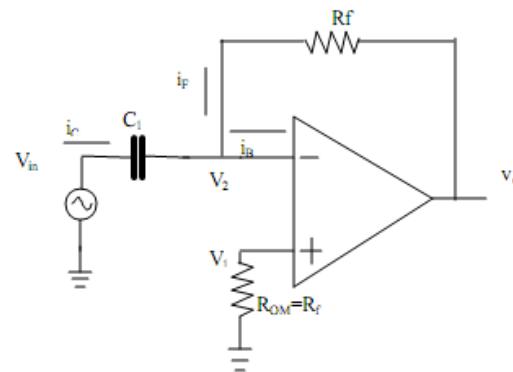
Rangkaian nya seperti pada gambar dengan rangkaian sederhana dari differensiator. Untuk mendapatkan rumus differensiator, urutannya adalah sebagai berikut : $i_C = i_B + i_F$ dan selama

nilai $I_C = I_F$ dan $I_B = 0$ selisih dari input inverting dan input noninverting (v_1 dan v_2) adalah nol dan penguatan tegangannya sangat besar, maka didapat persamaan pengisian kapasitor sebagai berikut :

$$C_1 \frac{d}{dt} (v_{in} - v_2) = \frac{v_2 - v_o}{R_F} \quad \text{menjadi} \quad C_1 \frac{dV_{in}}{dt} = -\frac{v_o}{R_F} \quad \text{atau} \quad v_o = -R_F C_1 \frac{dV_{in}}{dt}$$

.....(3.7)

Gambar 3.8 Differensiator OP-Amp



Pada rangkaian aplikasi rangkaian differensiator op-amp ini ada sedikit perubahan yaitu penambahan tahanan dan kapasitor yang fungsinya untuk menfilter sinyal masukan. Seperti tampak pada gambar 3.8 adalah rangkaian differensiator yang dimaksud. Dengan demikian maka ada batasan input dari frekuensi yang masuk, batasan tersebut adalah

$$f_a = \frac{1}{2\pi R_f C_1} \dots\dots\dots (3.8)$$

sedangkan nilai frekuensi yang diakibatkan oleh RF dan C1 adalah sebagai berikut :

$$f_b = \frac{1}{2\pi R_f C_f} = \frac{1}{2\pi R_i C_1} \dots\dots\dots (3.9)$$

Bila sinyal input melebihi frekuensi f_a maka hasil output akan sama dengan hasil input, alias fungsi rangkaian tersebut tidak lagi differensiator lagi tapi sebagai pelewatan biasa.

Rangkaian Integrator

Rangkaian integrator op-amp ini juga berasal dari rangkaian inverting dengan tahanan umpan baliknya diganti dengan kapasitor. Proses perhitungannya sebagai berikut :

$I_1 = I_b + I_f$, I_b diabaikan karena sangat kecil nilainya sehingga : $I_1 = I_f$.

Arus pada kapasitor adalah

$$i_c = C \frac{dv_c}{dt} \dots\dots\dots (3.10)$$

yang sama dengan I_f , sehingga

$$\frac{v_{in} - v_2}{R_1} = C_F \left(\frac{d}{dt} \right) (v_2 - v_o) \quad \dots\dots\dots(3.11)$$

karena $v_1 = v_2 = 0$, karena penguatan A terlalu besar, sehingga

$$\frac{v_{in}}{R_1} = C_F \left(\frac{d}{dt} \right) (-v_o) \quad \dots\dots\dots(3.12)$$

$$\int_0^t \frac{v_{in}}{R_1} dt = \int_0^t C_F \frac{d}{dt} (-v_o) dt = C_F (-v_o) + v_0 \Big|_{t=0}$$

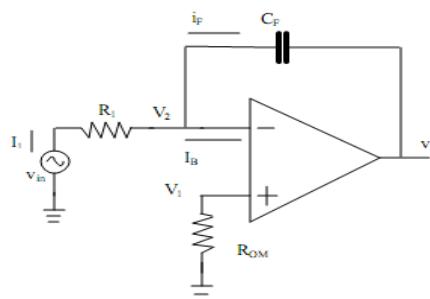
$$v_o = -\frac{1}{R_1 C_F} \int_0^t v_{in} dt + C \quad \dots\dots\dots(3.13)$$

Batas frekuensi yang dilalui oleh kapasitor dalam rangkaian *integrator* adalah

$$f_a = \frac{1}{2\pi R_1 C_F} \quad \dots\dots\dots(3.14)$$

Biasanya rangkaian untuk aplikasi ada penambahan tahanan yang diparalel atau diseri dengan kapasitor dengan nama RF. Seperti pada gambar 3.9 rangkaian integrator yang belum ditambah tahananyang diparalel dengan kapasitor. Nilai $R_{OM} < R_1$.

Gambar 3.9 Integrator Amplifier

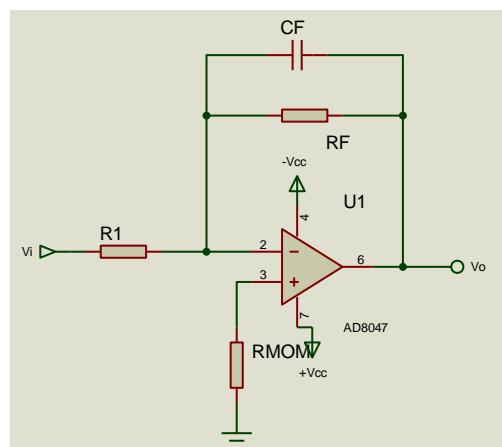


Perhitungan nilai untuk RF berkaitan dengan komponen lainnya yaitu $f_a < f_b$ dimana rumus f_a adalah :

$$f_b = \frac{1}{2\pi R_1 C_F} \quad , \quad f_a = \frac{1}{2\pi R_F C_F} \quad \dots\dots\dots(3.15)$$

Sebagai contoh $f_a = f_b/10$

Gambar 3. 10 Rangkaian integrator praktis



Rangkaian Isolasi dan driver

Untuk mengontrol rangkaian akhir/ aktuator diperlukan adanya pentrigeran dengan tegangan dan arus tertentu. Untuk menjembatani antara rangkaian kontrol dan aktuator diperlukan adanya driver. Ada beberapa pilihan komponen yang digunakan untuk mendrive dan sekaligus mengisolasi tegangan Power dengan catu daya yang digunakan kontrol.

Transformator pulsa, komponen ini dapat membendung tegangan jala-jala dan tegangan dari kontrol dengan menggunakan kopling magnetik. Dengan memberikan pulsa sesaat pada lilitan primer maka akan dibangkitkan tegangan pada lilitan sekundernya. Perbandingan tegangan input dan output ditentukan oleh jumlah lilitan primer dan sekundernya. Tegangan akan keluar sesaat pada saat perubahan dari kondisi rise time (*low ke high*) dan fall time dari (*high ke low*). Arah arus akan berubah pula dari kedua kondisi tersebut. Hal ini perlu diperhatian jika digunakan sebagai trigger pada sudut penyulutan Thiristor atau SCR.

Opto isolator, komponen ini menggunakan kopling cahaya untuk mentransmisikan pulsa kontrol ke rangkaian yang dikontrol. Kopling ini paling aman diantara kopling yang lain karena bekerja searah melalui perantara cahaya. Sehingga tidak akan terjadi arus balik maupun beban lebih pada rangkaian kontrol walaupun pada bagian akhir terjadi hubung singkat. Komponen ini terbentuk dari dua komponen optik yaitu pemancar dan penerima. Komponen

optik pemancar biasanya berupa LED infra merah dan optik penerima. Berdasarkan optik penerima komponen opto isolator ini diantaranya yaitu optoisolator LED, optotransistor dan Optoisolator Triac.

Untuk mendrive rangkaian AC lebih cocok menggunakan optoisolator Triac. Ada dua jenis opto isolator triac yang tersedia :

1. Drive Random Phase Optoisolator triac.
2. Zero cross Optoisolator Triac.

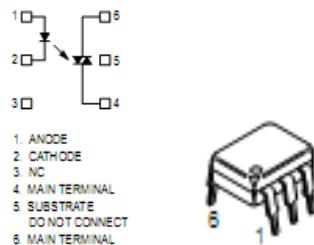
Drive Random Phase Optoisolator triac adalah driver optoisolator triac yang dapat ditriger dengan sudut penyalaan secara acak. Komponen ini aktif/konduksi kapanpun bersamaan dengan adanya triger. Contoh tipe komponen dari pabrikan motorola adalah seri MOC3021,MOC3022,MOC3023 dan MOC3051,MOC3052,MOC3053.

Seri diatas terdiri dari LED infra merah GaAs dengan kopel cahaya ke triac saklar AC non-Zero crossing. Komponen ini mampu mengisolasi tegangan logic rendah dari saluran 220 Vac dengan menyediakan kontrol phase acak arus tinggi pada triac. Seri ini memiliki fitur static dv/dt tambahan yang mampu menjamin kesetabilan kinerja saklar pada beban induktif.

Saran penggunaan terutama pada:

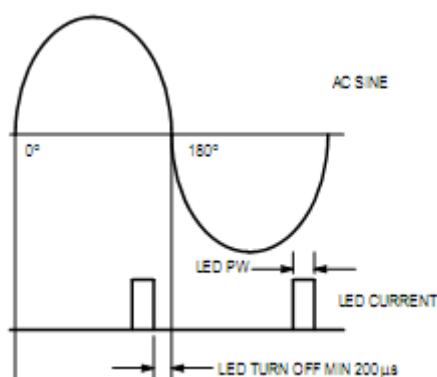
- kontrol Solenoid/katup
- relay Solid State
- Lamp Ballasts
- Lampu Dimmers
- Saklar Statis Daya AC
- Kontrol Temperatur
- Antarmuka mikrokontroller atau mikroprosesor ke 115 dan 240 Vac
- Peralatan kontrol Motor

Gambar 3. 11 Rangkaian skematik (kiri) dan bentuk fisik (kanan)



Untuk menyulut rangkaian ini ada daerah terlarang yang tidak boleh ada triger. Daerah ini ada sebelum 0° dan 180° yaitu sebesar $200\mu\text{s}$. Jika ada triger pada waktu ini maka Triac akan aktif /konduksi selama setengah siklus berikutnya.

Gambar 3. 12 Waktu minimal untuk LED mati menuju batas ke posisi penyebrangan nol.



Zero cross Optoisolator Triac, Drive Zero Cross Optoisolator triac adalah driver optoisolator triac yang hanya dapat ditriger dengan sudut penyalaan pada 0° . Komponen ini aktif/konduksi saat tegangan nol bersamaan dengan adanya triger. Contoh tipe komponen dari pabrikan motorola adalah seri MOC3041, MOC3042, MOC3043

Seri diatas terdiri dari LED infra merah GaAs dengan kopel cahaya ke detektor silikon monolitik yang bekerja pada saat tegangan melewati titik nol triac saklar AC. Komponen ini mampu mengisolasi tegangan logic rendah dari saluran 220 Vac dengan menyediakan kontrol phase

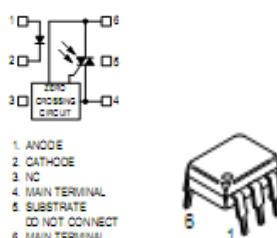
acak arus tinggi pada triac. Seri ini memiliki fitur static dv/dt tambahan yang mampu menjamin kesetabilan kinerja saklar pada beban induktif.

Saran penggunaan terutama pada:

- Kontrol logika sederhana
- Melewati tegangan nol
- dv/dt pada 2000 V/ μ s umumnya, 1000 V/ μ s dijamin
- Kontrol Solenoid/katup
- Kontrol Temperature
- Kontrol Cahaya
- kontrol E.M.
- *Driver Motor AC*
- *Relay Solid State*

Jenis ini hanya mampu dua kondisi yaitu ON dengan skala penuh dan OFF. Artinya tidak dapat diatur dengan menggunakan sudut penyalaan.

Gambar 3.13 Komponen Opto Coupler



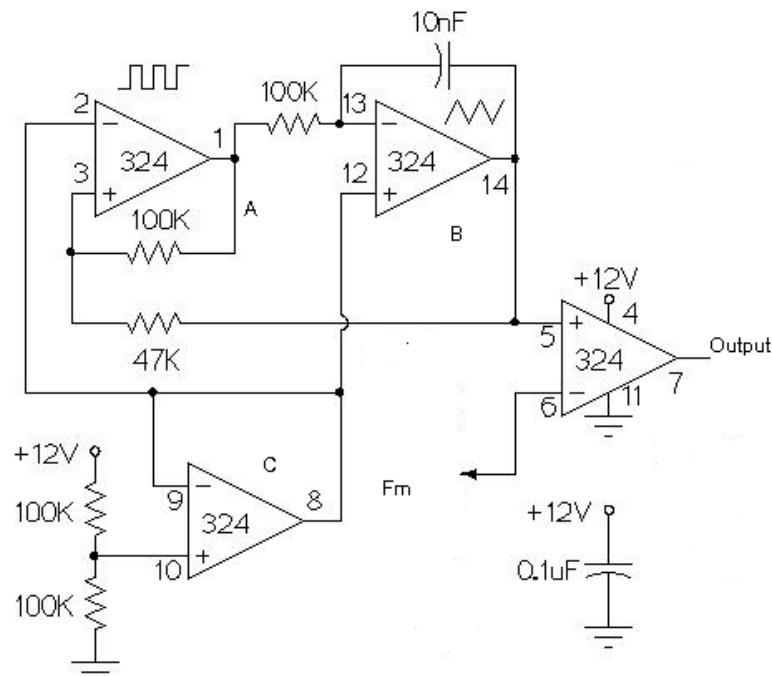
Rangkaian PWM (Modulasi Lebar Pulsa)

Rangkaian di bawah ini merupakan salah satu contoh rangkaian PWM analog yang dapat digunakan untuk mengatur beban dengan pengendali akhir IGBT atau MOSFET. IGBT (*isolated gate bipolar transistor*) atau MOSFET dipakai pada beban DC. Sehingga harus ada komponen Penyearahnya.

Rangkaian ini terdiri dari empat bagian yaitu rangkaian osilator gelombang kota yang dikerjakan oleh OP-Amp LM324(A), rangkaian integrator yang berfungsi menghasilkan gelombang gigergajji melalui OP-Amp LM324 (B), rangkaian Buffer untuk menyetabilkan

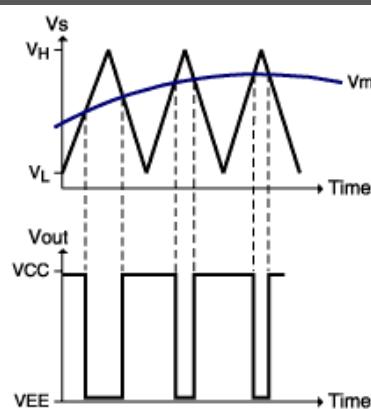
pembagi tegangan yang digunakan pada bias OP-Amp. Dan bagian Komparator yang menghasilkan Pulsa PWM dengan cara membandingkan sinyal gelombang gigi gergaji dengan sinyal pemodulasi (fm). Sinyal pemodulasi ini diambil dari error dan hasil pengolahan PID kontrol. Siklus aktif (duty cycle) akan bersesuaian dengan tegangan sinyal pemodulasi. Periode pulsa akan sama dengan sinyal osilator gigigergaji.

Gambar 3.14 | Rangkaian integrator praktis



Berikut ini adalah contoh gelombang PWM dengan V_m sebagai Tegangan modulasi:

Gambar 3.15 | Grafik Pembentukan PWM



Dari Grafik kurva di atas dapat dinyatakan bahwa makin tinggi V_m siklus aktif PWM makin besar.

$$\text{Siklus aktif} / D = \frac{t}{T} \dots \dots \dots \quad (3.16)$$

Dengan : t = lebar pulsa aktif

T = Periode.

Jika siklus aktif 50% atau 0,5 artinya pada saat itu daya terbuang 50% ke Beban balast.

Selain rangkaian di atas, anda dapat membuat rangkaian PWM secara digital dengan menggunakan mikrokontroler dengan mengatur waktu ON/ siklus aktif. Apalagi jika pada fitur mikrokontroler telah memiliki internal PWM.

Mikrokontroler AVR

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih(*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa Port masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

Banyak perusahaan produsen mikrokontroler yang dapat Anda pilih untuk dijadikan sebagai kontroller diantaranya adalah sebagai berikut : Zilog, Basicstamp, Atmel, intel, Microchip, ARM dan lain-lain. Sementara ini yang paling banyak diminati adalah yang sudah menggunakan Flash memori: Seperti AT89S51, ATMega, ATTiny, PIC16FXX, PIC8Fxx, semua jenis itu memiliki fitur dan bahasa pemrograman yang berbeda antara satu dengan yang lainnya. Hal tersebut menyebabkan compiler-nya berbeda pula baik bahasa tingkat rendah (assembler) maupun bahasa tingkat tinggi (Basic, C++, Pascal).

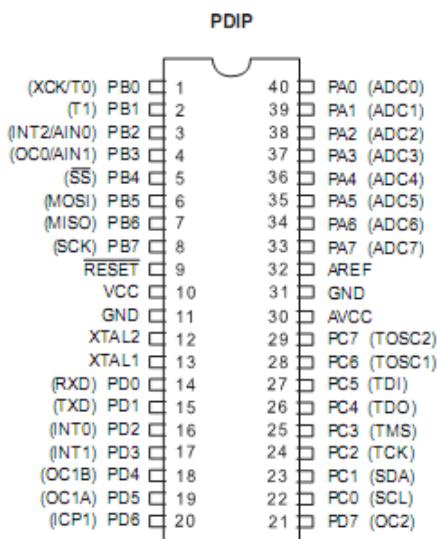
Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR. AVR adalah mikrokontroler RISC (*Reduce Instruction Set Compute*) 8 bit berdasarkan arsitektur Harvard. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATMega dan ATTiny. Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, *peripheral*, dan fiturnya. Seperti mikroprosesor pada umumnya, secara internal mikrokontroler ATMega 8535 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and*

Logical Unit(ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan perekabelan serta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor,mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).

Konfigurasi Pena (Pin) ATMEGA 8535

Konfigurasi pena (*pin*) mikrokontroler ATMega 8535 dengan kemasan 40-pena dapat dilihat pada Gambar 2.3. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATMega 8535 memiliki 8 pena untuk masing-masing *Port A*, *Port B*, *Port C*, dan *Port D*.

Gambar 3. 16 | Pena-Pena ATMega 8535



Mikrokontroler ATMega 8535 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebuah solusi antarmuka Input output yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain:

1. Saluran I/O sebanyak 32 buah, yang terdiri atas Port A, B, C dan D dapat diatur pullUp-Nya
2. ADC (Analog to Digital Converter) dengan resolusi 10-bit sebanyak 8 saluran melalui Port A

3. Tiga buah timer/counter dengan kemampuan perbandingan CPU yang terdiri atas 32 register
4. Watchdog Timer dengan osilator internal
5. SRAM sebesar 512 byte
6. Memori Flash sebesar 8 kb dengan kemampuan Read While Write
7. Unit Interupsi Internal dan Eksternal.
8. Internal PWM 8 Bit
9. EEPROM sebesar 512 byte yang dapat di program saat operasi
10. Antarmuka komparator analog
11. Port USART untuk komunikasi serial
12. 4.5 sampai 5.5V operation, 0 sampai 16MHz”.

Selain futur yang lengkap, Mikrokontrol ini memiliki dukungan software dan hardware yang mudah diperoleh. Untuk software pemrograman mikrokontroler, Anda dapat menggunakan bahasa asembly, maupun bahasa tingkat tinggi seperti bahasa C dengan kompiler codeVision dan Basic dengan Basic Compiler/ BASCOM.

Contoh Program “Hello Word” Dengan BASCOM

Program di bawah ini akan menghasilkan pulsa/ gelombang kotak pada Portc.0 dengan periode 2000mS/ 2detik atau jika outputnya dipasang LED akan menyala dan padam masing-masing selama satu detik secara terus menerus. Anda dapat menggunakan Sofware simulator misalnya seperti **Isis proteus**. Untuk mengkompile program menjadi heksa file pada BASCOM pilih program > compile atau tekan F7. Untuk mengisikan program hexa atau file *.hex klik dua kali dengan cepat dan cari file *.hex yang akan disimulasika

```

'-----'
':Program Hello Word'
'-----'

':-----'
':DEKLARASI CRISTAL'
$crystal = 8000000
':-----'

':DEKLARASI HEADER'
':-----'
$regfile = "m8535.dat"
':-----'

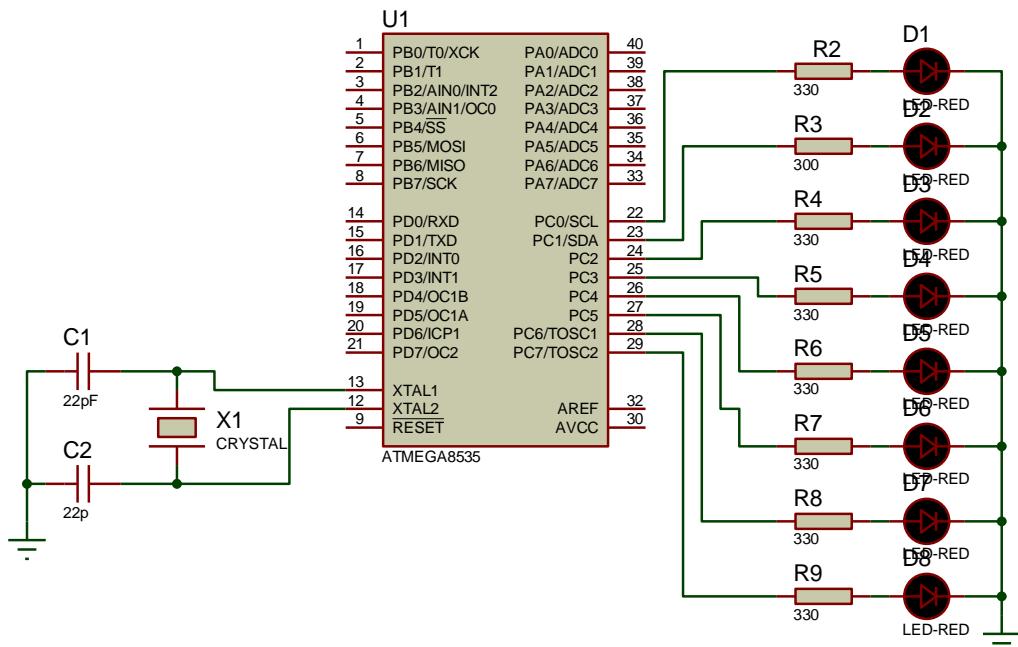
':PENDEFINISIAN PIN MIKRO'
':-----'
Config PORTC = Output
':-----'

':RUTIN UTAMA'
':-----'
Do
  PORTC = &B00000000
  Waitms 1000
  PORTC = &B00000001
  Waitms 1000
Loop

```

n.

Gambar 3.17 | Rangkaian Simulasi dengan software Proteus



Contoh 2 Sensor Tegangan Dengan Internal ADC 10 Bit, nilainya akan dikirim ke komputer melalui port serial DB9.

```
$regfile = "m8535.dat"

Config ADC = Single, Prescaler = Auto

Start ADC

Dim W As Word, Channel As Byte

Channel = 0
'now read A/D value from channel 0
Do
    W = Getadc(channel)
    Print "Channel " ; Channel ; " value " ; W
    Incr Channel
    If Channel > 7 Then Channel = 0
Loop
End
```

3). Sakelar Elektronik (Thyristor)

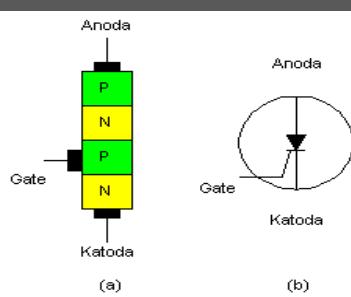
Gambar 3. 18 Gambar MODUL SCR



Silicon Controlled Rectifier(SCR)

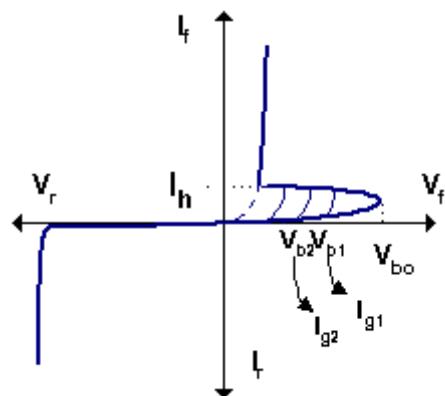
Telah dibahas, bahwa untuk membuat thyristor menjadi ON adalah dengan memberi arus trigger lapisan P yang dekat dengan katoda. Yaitu dengan membuat kaki gate pada thyristor PNPN seperti pada gambar-4a. Karena letaknya yang dekat dengan katoda, bisa juga pin gate ini disebut pin gate katoda (*cathode gate*). Beginilah SCR dibuat dan simbol SCR digambarkan seperti gambar 3.16. SCR dalam banyak literatur disebut Thyristor saja.

Gambar 3. 19 Struktur SCR



Melalui kaki (pin) gate tersebut memungkinkan komponen ini di trigger menjadi ON, yaitu dengan memberi arus gate. Ternyata dengan memberi arus gate I_g yang semakin besar dapat menurunkan tegangan *breakover* (V_{bo}) sebuah SCR. Dimana tegangan ini adalah tegangan minimum yang diperlukan SCR untuk menjadi ON. Sampai pada suatu besar arus gate tertentu, ternyata akan sangat mudah membuat SCR menjadi ON. Bahkan dengan tegangan *forward* yang kecil sekali pun. Misalnya 1 volt saja atau lebih kecil lagi. Kurva tegangan dan arus dari sebuah SCR adalah seperti yang ada pada gambar-5 yang berikut ini.

Gambar 3.20 Karakteristik kurva I-V SCR



Pada gambar tertera tegangan *breakover* V_{bo} , yang jika tegangan forward SCR mencapai titik ini, maka SCR akan ON. Lebih penting lagi adalah arus I_g yang dapat menyebabkan tegangan V_{bo} turun menjadi lebih kecil. Pada gambar ditunjukkan beberapa arus I_g dan korelasinya terhadap tegangan breakover. Pada datasheet SCR, arus trigger gate ini sering ditulis dengan notasi I_{GT} (*gate trigger current*). Pada gambar ada ditunjukkan juga arus I_h yaitu arus *holding* yang mempertahankan SCR tetap ON. Jadi agar SCR tetap ON maka arus *forward* dari anoda menuju katoda harus berada di atas parameter ini.

Sejauh ini yang dikemukakan adalah bagaimana membuat SCR menjadi ON. Pada kenyataannya, sekali SCR mencapai keadaan ON maka selamanya akan ON, walaupun tegangan gate dilepas atau di *short* ke katoda. Satu-satunya cara untuk membuat SCR menjadi OFF adalah dengan membuat arus anoda-katoda turun dibawah arus I_h (*holding current*). Pada

gambar-5 kurva I-V SCR, jika arus forward berada dibawah titik I_h , maka SCR kembali pada keadaan OFF. Berapa besar arus *holding* ini, umumnya ada di dalam datasheet SCR.

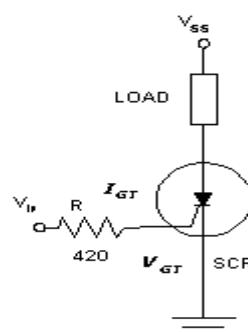
Cara membuat SCR menjadi OFF tersebut adalah sama saja dengan menurunkan tegangan anoda-katoda ke titik nol. Karena inilah SCR atau thyristor pada umumnya tidak cocok digunakan untuk aplikasi DC. Komponen ini lebih banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi tegangan AC, dimana SCR bisa OFF pada saat gelombang tegangan AC berada di titik nol.

Ada satu parameter penting lain dari SCR, yaitu V_{GT} . Parameter ini adalah tegangan trigger pada gate yang menyebabkan SCR ON. Kalau dilihat dari model thyristor pada gambar-2, tegangan ini adalah tegangan V_{be} pada transistor Q2. V_{GT} seperti halnya V_{be} , besarnya kira-kira 0.7 volt. Seperti contoh rangkaian gambar-8 berikut ini sebuah SCR diketahui memiliki $I_{GT} = 10 \text{ mA}$ dan $V_{GT} = 0.7 \text{ volt}$. Maka dapat dihitung tegangan V_{in} yang diperlukan agar SCR ini ON adalah sebesar :

$$V_{in} = V_r + V_{GT}$$

$$V_{in} = I_{GT}(R) + V_{GT} = 4.9 \text{ volt}$$

Gambar 3. 21 | Pemberian Tegangan Pada Gate SCR



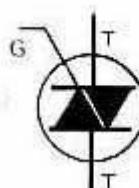
TRIAC

Boleh dikatakan SCR adalah thyristor yang uni-directional, karena ketika ON hanya bisa melewatkannya arus satu arah saja yaitu dari anoda menuju katoda. Struktur TRIAC sebenarnya adalah sama dengan dua buah SCR yang arahnya bolak-balik dan kedua gate-nya

disatukan. Simbol TRIAC ditunjukkan pada gambar-6. TRIAC biasa juga disebut thyristor *bi-directional*.

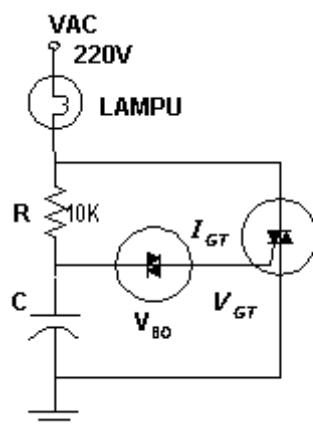
Lambang TRIAC di dalam skema elektronika, memiliki tiga kaki, dua diantaranya terminal **MT1** (**T1**) dan **MT2** (**T2**) dan lainnya terminal **Gate (G)**

Gambar 3. 22 | Simbol TRIAC



TRIAC bekerja mirip seperti SCR yang paralel bolak-balik, sehingga dapat melewaskan arus dua arah. Pada *datasheet* akan lebih detail diberikan besar parameter-parameter seperti V_{bo} dan $-V_{bo}$, lalu I_{GT} dan $-I_{GT}$, I_h serta $-I_h$ dan sebagainya. Umumnya besar parameter ini simetris antara yang plus dan yang minus. Dalam perhitungan desain, bisa dianggap parameter ini simetris sehingga lebih mudah dihitung.

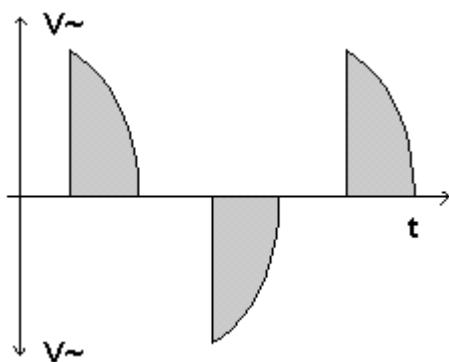
Gambar 3. 23 | Rangkaian Aplikasi TRIAC (Dimmer)



Jika diketahui I_{GT} dari TRIAC pada rangkaian di atas 10 mA dan $V_{GT} = 0.7$ volt. Lalu diketahui juga yang digunakan adalah sebuah DIAC dengan $V_{bo} = 20$ V, maka dapat dihitung TRIAC akan ON pada tegangan :

$$V = I_{GT}(R) + V_{bo} + V_{GT} = 120.7 \text{ V}$$

Gambar 3. 24 | Bentuk Gelombang pada Beban



Pada rangkaian dimmer, resistor R biasanya diganti dengan rangkaian seri resistor dan potensiometer. Di sini kapasitor C bersama rangkaian R digunakan untuk menggeser phasa tegangan V_{AC} . Lampu dapat diatur menyala redup dan terang, tergantung pada saat kapan TRIAC di picu.

4). Beban Komplemen/Beban Ballast (Ballast Load)

Beban komplemen digunakan sebagai tempat pengalihan daya dari perubahan yang terjadi pada beban sebenarnya dengan tujuan untuk menjaga agar putaran generator tetap konstan meskipun terjadi perubahan arus pada beban sebenarnya.

Beban konsumen pada PLTM sebagian besar berupa beban penerangan untuk kebutuhan rumah tangga. Karenanya penyaluran daya yang dibutuhkan adalah per fasa, sehingga akan terjadi ketidakseimbangan daya. Sensor arus pada setiap fasa pada beban komplemen akan memberikan beban yang tetap konstan dan seimbang. PLTM akan mengalirkan arus ke beban konsumen pada setiap fasa melalui trafo arus sebagai sensor arus dari panel kontrol beban komplemen. Arus sensor ini berperan sebagai input pada rangkaian kontrol. Besar arus sensor senantiasa sebanding dengan besar arus beban konsumen atau arus total generator pada setiap fasa. Fungsi arus sensor diubah dari yang semula fungsi arus menjadi fungsi tegangan, kemudian masuk ke rangkaian konverter. Di sini bentuk tegangan

diubah menjadi tegangan searah sinus setengah gelombang. Oleh rangkaian operational amplifier (Op-Amp), bentuk tegangan ini akan diubah menjadi gelombang segitiga, dan selanjutnya akan dibandingkan dengan gelombang gigi gergaji yang nilainya konstan. Gelombang gigi gergaji dan gelombang segitiga mempunyai perioda yang sama, karena keduanya berasal dari sumber jala-jala yang sama dengan frekuensi 50 Hz. Besar tegangan gelombang segitiga akan dipengaruhi oleh perbandingan besar arus sensor dan tegangan referensi pada rangkaian setting kapasitas. Hasil perbandingan ini akan menentukan apakah outputnya berupa pulsa lebar ataukah pulsa sempit. Selanjutnya output tersebut akan masuk ke rangkaian logik bersama dengan pulsa cacah yang dihasilkan oleh rangkaian osilator konstan. Output rangkaian logik akan menginjeksi trafo pulsa melalui rangkaian darlington. Output trafo pulsa akan memberikan sudut kelambatan penyalaan pada pulsa dua buah SCR yang dipasang anti paralel. Sudut kelambatan pernyataan ini akan dipengaruhi oleh perubahan beban. Jika beban konsumen besar, maka sudut kelambatan pernyalaan akan membesar pula. Hal ini akan menyebabkan konduktifitas pada SCR mengecil sehingga daya yang disalurkan ke beban komplemen juga kecil. Demikian pula sebaliknya, sehingga total beban akan tetap konstan.

Beban *ballast* hanya digunakan pada ELEKTRONIKA BIOMASSA dengan pemakaian kontrol beban (ELC/IGC) sedangkan pada ELEKTRONIKA BIOMASSA tanpa kontrol tidak menggunakan beban *ballast*. Pada ELEKTRONIKA BIOMASSA tanpa menggunakan kontrol, tegangan dan frekuensi akan naik dan turun sesuai dengan perubahan beban konsumen, hal ini akan mengakibatkan lampu dan peralatan elektronik akan cepat rusak.

Gambar 3. 25 Beban ballast berupa elemen pemanas udara



Beban *ballast* digunakan untuk membuang energi listrik yang dibangkitkan oleh generator tetapi tidak terpakai oleh konsumen. Sehingga daya yang dihasilkan generator dengan daya yang dipakai akan seimbang, hal ini dimaksudkan untuk menjaga tegangan dan frekuensi generator tetap stabil.

5). Kontaktor Magnet (Magnetic Contactor)

Magnetic Contactor (MC) adalah sebuah komponen yang berfungsi sebagai penghubung/kontak dengan kapasitas yang besar dengan menggunakan daya minimal. Dapat dibayangkan MC adalah relay dengan kapasitas yang besar. Umumnya MC terdiri dari 3 pole kontak utama dan kontak bantu (*aux. contact*). Untuk menghubungkan kontak utama hanya dengan cara memberikan tegangan pada koil MC sesuai spesifikasinya.

Gambar 3. 26 | Kontaktor Magnet



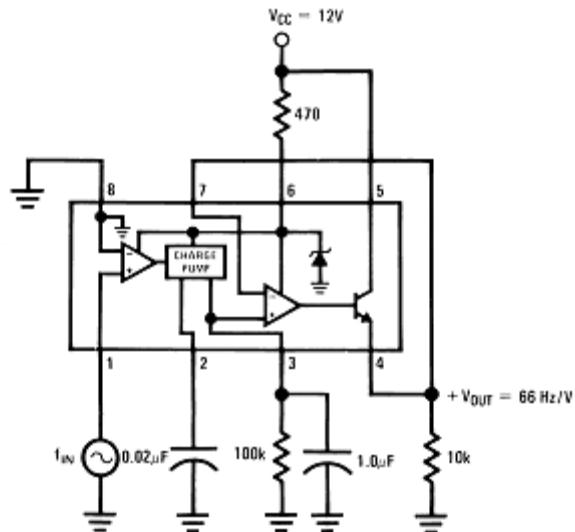
Komponen utama sebuah MC adalah koil dan kontak utama. Koil dipergunakan untuk menghasilkan medan magnet yang akan menarik kontak utama sehingga terhubung pada masing-masing pole.

C. Aktifitas Pembelajaran

Materi tentang Komponen & Rangkaian Kontrol Elektronika Biomassa akan lebih bermakna apabila dilakukan melalui metode percobaan. Dibawah ini ada beberapa lembar kerja yang harus Anda lakukan serta diskusikan hasilnya.

Lembar Kerja Peserta Diklat

1. Praktikum Konverter frekuensi Ke tegangan



Peralatan :

1. Voltmeter
2. Function generator
3. Rangkaian konverter Frekuensi ke tegangan

Langkah Kerja :

1. Buatlah rangkaian seperti pada gambar.
2. Berikan tegangan 10Vpp dengan frekuensi mulai dari 40-70 Hz pada pin no 1.
3. Ukur tegangan pada pin 4.
4. Isillah Vout pada tabel.

No	f(in)	Vout		No	f(in)	Vout
1	40			15	58	
2	45			16	59	
3	46			17	60	
4	47			18	61	
5	48			19	62	
6	49			20	63	
7	50			21	64	
8	51			22	65	
9	52			23	66	
10	53			24	67	
11	54			25	68	
12	55			26	69	
13	56			27	70	
14	57			28	71	

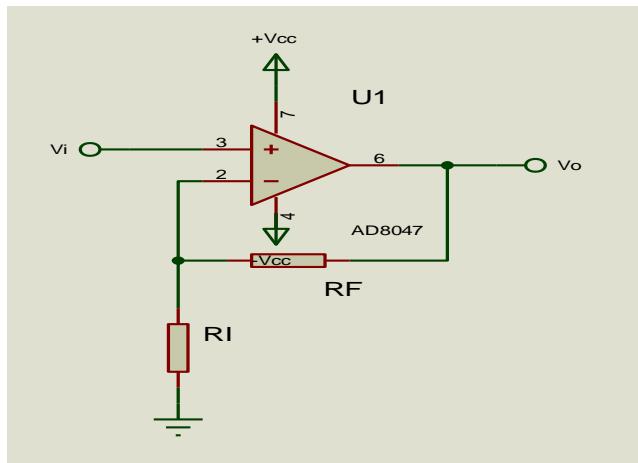
5. Gambarkan grafik hubungan V_{out} dengan f_{input}
6. Apa yang dapat disimpulkan dari hasil pengamatan tersebut
2. Praktikum Rangkaian Proporsional

Peralatan :

1. Modul rangkaian integrator
2. Osiloskop
3. Function generator

Langkah kerja :

1. Buat rangkaian seperti gambar berikut ini :



Dengan $R_I = 1\text{K}\Omega$, dan $R_F = 10\text{K}\Omega$

2. Masukan gelombang sinusoidal dari 100-500mVpp pada frekuensi 1KHz !
3. Hubungkan output pada probe osiloskop, atur Volt/div pada 2V dan atur Time/div sehingga muncul 3 gelombang kotak.
4. Isilah Tabel berikut :

No	Frekuensi	Tegangan	Bentuk Gelombang Satu Periode	Ket
1	500	100		
2	500	200		
3	500	300		
4	500	400		
5	500	500		
6	1K	100		
7	1K	200		
8	1K	300		
9	1K	400		
10	1K	500		
11	2K	100		
12	2K	200		
13	2K	300		

14	2K	400		
15	2K	500		

5. Buat grafik hubungan antara tegangan input (x) dengan tegangan output (y)

6. Apa yang dapat disimpulkan dari data di atas?

7. Apa pengaruh perubahan frekuensi terhadap tegangan output?

8. Buatlah laporan

3. Praktikum Rangkaian Integrator

Peralatan :

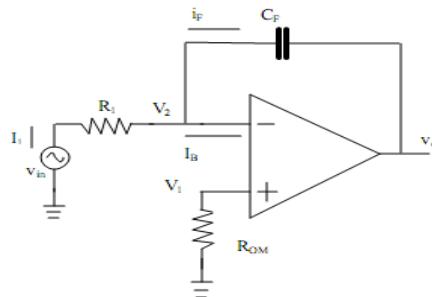
1. Modul rangkaian integrator

2. Osiloskop

3. Function generator

Langkah kerja :

1. Buat rangkaian seperti gambar berikut ini :



Dengan $R = 1\text{K}\Omega$, dan $C_f = 100\text{nF}$, $R_{OOM} = 100\Omega$

2. Masukan gelombang persegi 100mVpp pada frekuensi 1KHz !

3. Hubungkan output pada probe osiloskop, atur Volt/div pada 2V dan atur Time/div sehingga muncul 3 gelombang kotak.

4. Isilah Tabel berikut :

No	Frekuensi	Tegangan	Bentuk Gelombang Satu Periode	Ket
1	100			
2	200			

3	500			
4	1K			
5	2K			
6	5K			
7	10K			
8	12K			
9	15K			
10	20K			

5. Buat grafik hubungan antara frekuensi input (x) dengan tegangan output (y)

6. Apa yang dapat disimpulkan dari data di atas

7. Buatlah laporan

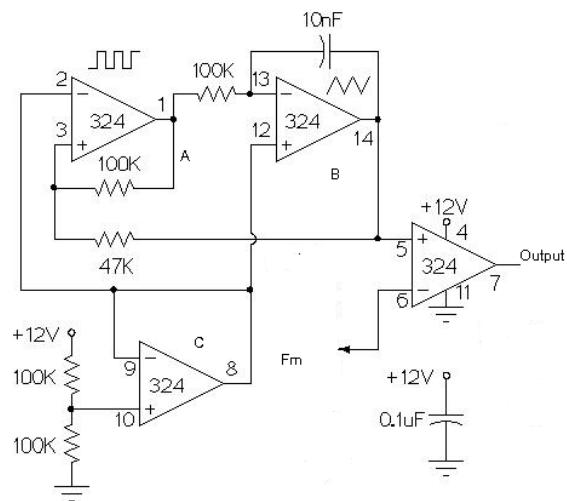
4. Rangkain PWM

Peralatan :

- Modul PWM
- Tegangan DC Variabel
- Osiloskop

Langkah kerja :

1. Buat rangkaian seperti gambar berikut ini :



2. Hubungkan output pada probe osiloskop, atur Volt/div pada 2V dan atur Time/div sehingga muncul 3 gelombang kotak.

3. Masukan tegangan DC (0-10V)pada input Fm atau pin 6 dari IC LM324!

4. Isilah Tabel berikut :

No	Fm(Volt)	Siklus Aktif(uS)	Perioda		No	f(in)	Siklus Aktif	Peroda
1	0				15	7		
2	0.5				16	7.5		
3	1				17	8		
4	1.5				18	8.5		
5	2				19	9		
6	2.5				20	9.5		
7	3				21	10		
8	3.5				22	10.5		
9	4				23	11.5		
10	4.5				24	12		
11	5							
12	5.5							
13	6							
14	6.5							

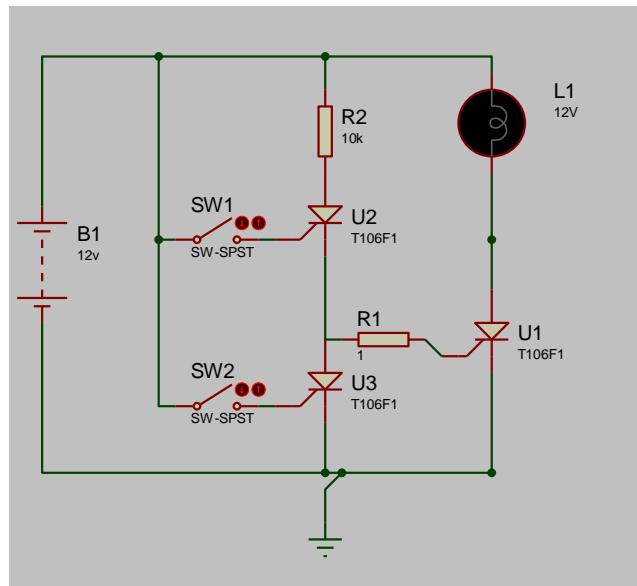
5. Buat grafik hubungan antara tegangan input (x) dengan Siklus aktif (y)

6. Apa yang dapat disimpulkan dari data di atas

7. Buatlah laporan

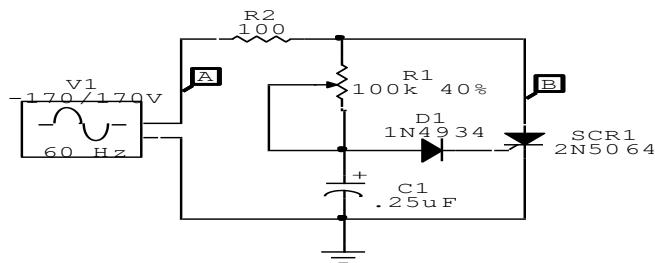
Untuk memperkuat pemahaman materi di atas, diskusikanlah pertanyaan – pertanyaan di bawah ini dengan kelompok Anda !

1. Bagaimana kondisi SW1 dan SW2 agar lampu L1 menyala



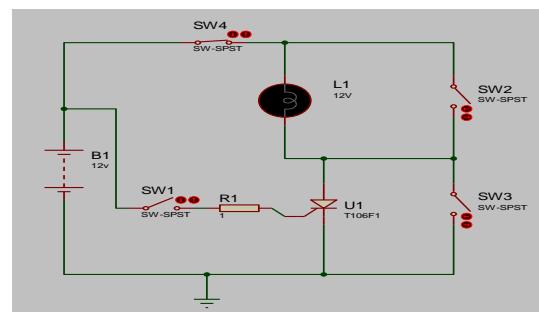
Rangkaian SCR

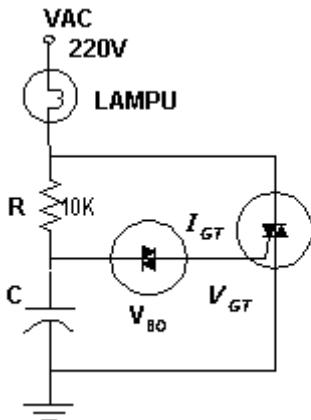
2. Bagaimana bentuk gelombang pada titik B



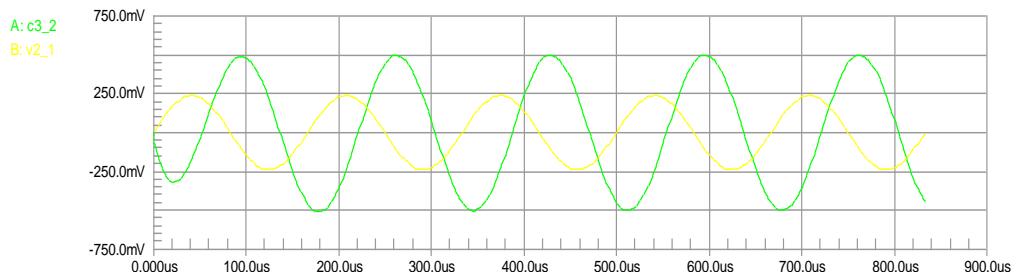
3. Setelah S1 terhubung dan dilepas lagi maka SCR aktif. Bagaimana kondisi lampu pada saat

S2,S3 dan S4 setelah ditekan dan dilepas kembali?





4. Gambarkan gelombang yang terjadi antara kaki T1 dan T2 pada rangkaian gambar diatas?
5. Pada saat V_{GT} dengan tegangan Sumber se phase maka bagaimana keadaan lampu?
6. Dari bentuk gelombang dibawah, gambarkan bentuk tegangan pada beban jika trigger berwarna kuning dan sumber berwarna hijau.



7. Buatlah program PWM (modulasi lebar pulsa) pada mikrokontrol ATMega8535 (BASCOM) untuk membuang daya sebesar 70% ke beban ballast (Frekuensi PWM Sebesar 1KHz)! Ubah sedikit parameter yang ada pada contoh program “hello word”. Gambarkan rangkaiannya!

D. Rangkuman

Bagian-bagian utama Kontrol Beban Elektronika pada Elektronika Biomassa terdiri dari :

1. Sensor dan Rangkaian Kontrol ;

2. Sakelar Elektronik (*Thyristor*)
3. Beban Komplemen (*Ballast Load*)
4. Kontaktor Magnet (*Magnetic Contactor*).

Rangkaian sensor terdiri dari sensor tegangan dan Sensor frekuensi. Untuk bekerja pada sinyal tegangan atau arus maka frekuensi tersebut dapat diubah menjadi besaran tegangan analog. Untuk bekerja pada Rangkaian digital besaran analog tersebut (baik tegangan maupun frekuensi) diubah kedalam bentuk angka atau numerik. Rangkaian kontrol terdiri dari rangkaian Rangkaian elektronika analog(rangkaian proporsional, integrator dan diferensiator) dan rangkaian Elektronika Digital (mikrokontroller).

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu serpih(*chip*). Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan ROM (*Read-Only Memory*), RAM (*Read-Write Memory*), beberapa Port masukan maupun keluaran, dan beberapa *peripheral* seperti pencacah/pewaktu, ADC (*Analog to Digital converter*), DAC (*Digital to Analog converter*) dan serial komunikasi.

E. Tes Formatif

1. Sebutkan empat bagian utama yang ada pada pengontrol beban elektronika pada kontrol Elektronika Biomassa?
2. Sebutkan dan jelaskan 3 jenis sensor yang digunakan pada kontrol Elektronika Biomassa?
3. Gambarkan rangkaian proporsional dengan OP-amp !
4. Gambarkan rangkaian integrator dengan OP-amp !
5. Gambarkan rangkaian derivatif dengan OP-amp !
6. Apa manfaat rangkaian subtractor pada sistem kontrol?
7. Apa manfaat rangkaian PWM pada sistem kontrol ELEKTRONIKA BIOMASSA?
8. Apa yang dimaksud dengan mikrokontroller
9. Sebutkan fitur-fitur mikrokontroller ATMega 8535?

F. Kunci Jawaban

BAB III

PENUTUP

Pembangunan di Indonesia yang sangat pesat menyebabkan permintaan kebutuhan energi meningkat tajam. Permintaan ini meliputi energi listrik dan energi termal. Untuk daerah di pulau Jawa dan Bali penyediaan energi ini sudah cukup baik, akan tetapi di luar wilayah ini masih kurang. Hal ini terjadi karena belum meratanya sarana dan prasarana yang ada serta masih terbatasnya produksi energi di Indonesia, meskipun sebagian sumber energi termal berasal dari luar wilayah Jawa dan Bali. Oleh karena itu kegiatan produksi energi harus terus dilakukan.

Dengan dukungan pemerintah yang sangat besar dalam pengembangan teknologi energi terbarukan maka perlu disiapkan sumber daya manusia yang akan menangani pembangunan instalasi pembangkit energi listrik.

Buku Teknik Kelistrikan dan Elektronika Pembangkit Listrik Biomassa diharapkan mampu memberi kontribusi dalam penyiapan-penyiapan SDM dalam bidang teknik bangunan. Buku ini merupakan salah satu bagaian dari buku-buku lain dalam mata pelajaran teknik energi terbarukan.

Teknik Kelistrikan dan Elektronika Pembangkit Listrik Biomassamembahas secara umum mengenai:dasar-dasar gambar teknik kelistrikan dan elektronika dasar, instalasi listrik, pengoperasian generator, dasar elektronika dan pembuatan rangkaian kendali untuk pembangkit listrik biomassa.. Untuk hal yang spesifik akan dibahas dalam mata pelajaran yang khusus sesuai yang sudah direncanakan.

Dengan memahami dan menguasai materi dalam modul ini, berarti telah siap untuk melakukan pelaksanaan pekerjaan terutama bidang kelistrikan dan elektronika biomassa.

DAFTAR PUSAKA

Aji Subekti.2010. *Digital Load Controller for Synchronous Generator: Manual Instruction*, Bandung.

D. Henderson. 1998. *An Advanced Electronic Load Governor for Control of Micro Hydroelectric Generation*.

Fritz, J. Jack., *Small and Mini Hydropower System*. McGraw-Hill, New York.

Hardiansyah *et al.* *Pengendalian Beban Generator Secara Otomatis Dengan Algoritma PID Pada Elektronika Biomassa Berbasis PLC*. Jurnal Teknologi, Volume 5 Nomor 2, Desember 2012.

Iwan Setiawan. 2008. *Kontrol PID untuk Proses Industri*. Elex Media Komputindo : Jakarta.

J. Portegijs. 2000. *The 'Humming Bird' Electronic Load Controller / Induction Generator Controller*.

Katsuhiko Ogata. 1993. *Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan)*. Erlangga : Jakarta.

Lingga W. 2006. *Belajar Sendiri Mikrokontroler AVR Seri ATMega8535*. Andi : Yogyakarta.

Malvino, Paul Albert. 1996. , *Prinsip-prinsip Elektronika*. Erlangga : Jakarta.

Mbabazi, Shoan. Leari. 2010. *Analysis and Design of Electronic Load controllers,for Micro-hydro Systems in the Developing World*. University of Sheffield : E-Futures.

Micro Hydropower System : A buyer's Guide, Natural Resources Canada Renewable and Electrical Energy Division

Ogata, Katsuhiko, **Modern control Engineering. Third Edition.** Prentice Hall, New Jersey

Pankaj Kapoor, Lobzang Phunchok and Sunandan Kumar. *Frequency Control Of Micro Hydro Power Plant Using Electronic Load Controller*

Renerconsys. *Digital Flow Controller of Micro Hydroelectric.*

Tim RET-MHP TEDC. 2007. **Desain Sistem Elektronika Biomassa.** Modul : PPPPTK BMTI.

....., 2006. *AVR211 Discrete PID Control, Application Note ATMEL Microcontroller.*

<http://www.nooutage.com>

<http://www.mcselec.com>

GLOSSARIUM

armatur

luminair tanpa lampu, lihat definisi luminair.

arus beban lebih (suatu sirkit)

arus lebih yang terjadi dalam sirkit pada waktu tidak ada gangguan listrik.

(overload current (of a circuit)) – IEV 826-05-07.

arus bocoran

a) (pada suatu instalasi) – arus yang dalam keadaan tidak ada gangguan mengalir ke bumi atau ke bagian konduktif ekstra dalam sirkit;

CATATAN: Arus ini dapat mempunyai komponen kapasitif termasuk yang dihasilkan dari penggunaan kapasitor yang disengaja. (leakage current (in an installation)) – IEV 826-03-08.

b) arus dalam lintas lain selain yang diinginkan karena isolasi tidak sempurna.
(leakage current (syn. earth current)) – IEV 151-03-35.

arus bocoran bumi

semua arus bocoran dan arus kapasitif antara suatu penghantar dan bumi.
(earth current) – IEV 151.

arus gangguan

arus yang mengalir di titik tertentu pada jaringan listrik karena gangguan di titik lain pada jaringan tersebut. (fault current) – IEV 603-02-25.

arus hubung pendek

- a) arus lebih yang diakibatkan oleh gangguan impedans yang sangat kecil mendekati nol antara dua pengantar aktif yang dalam kondisi operasi normal berbeda potensialnya. (short-circuit current) – IEV 441.
- b) arus lebih karena hubung pendek yang disebabkan oleh gangguan atau hubungan yang salah pada sirkit listrik. (short-circuit current) – IEV 441.
- c) arus yang mengalir di titik tertentu pada jaringan listrik akibat hubungan pendek di titik lain pada jaringan tersebut. (short-circuit current) – IEV 603-02-27.

arus lebih

- a) arus dengan nilai melebihi nilai pengenal tertinggi; (overcurrent) – IEV 151, 441.
- b) setiap arus yang melebihi nilai pengenalnya; untuk pengantar, nilai pengenalnya adalah Kemampuan Hantar Arus (KHA) pengantar yang bersangkutan. (overcurrent) – IEV 826-05-06.

arus operasi (arus kerja)

nilai arus yang pada atau di atas nilai tersebut pelepas (release) dapat bekerja.
(operating current (of an overcurrent release)) – IEV 441-16-45.

arus pengenal

- a) arus operasi yang mendasari pembuatan perlengkapan listrik.
- b) (belitan suatu transformator) – arus yang mengalir lewat terminal saluran suatu belitan transformator, yang diperoleh dengan membagi daya pengenal oleh tegangan

pengenal belitan tersebut dan faktor fase yang tepat. (rated current (of a winding of a transformer)) – IEV 421-04-05.

arus sisa

jumlah aljabar nilai arus sesaat, yang mengalir melalui semua pengantar aktif suatu sirkit pada suatu titik instalasi listrik.

(residual current) – IEV 826-03-09.

arus sisa operasi

arus terkecil yang dapat mengetipkan gawai proteksi arus sisa dalam waktu yang ditentukan.

arus trip (arus bidas)

arus yang menyebabkan gawai proteksi bekerja.

B

bagian aktif

pengantar atau bagian konduktif yang dimaksudkan untuk dilistriki pada pemakaian normal; termasuk di dalamnya pengantar netral, tetapi berdasarkan perjanjian (konvensi) tidak termasuk pengantar PEN.

CATATAN Bagian aktif ini tidak berarti dapat menyebabkan risiko kejut listrik. (live part) – IEV 826-03-01.

bagian konduktif

bagian yang mampu menghantarkan arus walaupun tidak harus digunakan untuk mengalirkan arus pelayanan. (conductive part) – IEV 441-11-09.

Bagian Konduktif Ekstra (BKE)

bagian konduktif yang tidak merupakan bagian dari instalasi listrik dan dapat menimbulkan potensial, biasanya potensial bumi. (extraneous conductive part) – IEV 826-03-03.

Bagian Konduktif Luar (BKL)

lihat definisi Bagian Konduktif Ekstra.

Bagian Konduktif Terbuka (BKT)

a) bagian konduktif yang gampang tersentuh dan biasanya tak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan.

CATATAN 1 Bagian Konduktif Terbuka yang khas adalah dinding selungkup, gagang operasi, dan lain-lain. (exposed conductive part) – IEV 826-03-02.

b) bagian konduktif perlengkapan listrik yang dapat tersentuh dan biasanya tidak bertegangan, tetapi dapat bertegangan jika terjadi gangguan.

CATATAN 2 Bagian konduktif perlengkapan listrik yang hanya dapat bertegangan dalam kondisi gangguan melalui BKT tidak dianggap sebagai BKT. (exposed conductive part) – IEV 441-11-10.

bahan kebal bakar

bahan yang tidak akan terbakar selama pemakaianya sesuai dengan tugas yang diperuntukkan baginya; atau tidak akan terus menyala setelah dibakar.

baterai kotak

perlengkapan hubung bagi (PHB) yang terdiri atas beberapa kotak yang umumnya sejenis seperti kotak rel, kotak cabang, kotak pengaman lebur, dan kotak sakelar yang dirakit menjadi satu.

beban lebih

a) Kelebihan beban aktual melebihi beban penuh.

CATATAN : Istilah "beban lebih" tidak digunakan sebagai sinonim arus lebih (overload) – IEV 151, 441-11-08.

b) Keadaan operasi dalam sirkuit yang menimbulkan arus lebih, meskipun sirkuit itu secara listrik tidak rusak.

beban penuh

nilai beban tertinggi yang ditetapkan untuk kondisi pengenal operasi. (full load) – IEV 151-03-16.

bumi

massa konduktif bumi, yang potensial listriknya di setiap titik mana pun menurut konvensi sama dengan nol. (earth) – IEV 151-01-07.

C

celah proteksi

celah dengan jarak tertentu sehingga, jika terjadi gangguan dalam sirkuit, akan bekerja sebagai proteksi dengan cara mengalirkan arus melalui celah tersebut, sesuai dengan tingkat proteksi yang dikehendaki.

celah tegangan lebih

celah proteksi yang bekerja sebagai proteksi berdasarkan tegangan lebih tertentu yang terjadi karena gangguan dalam sirkuit yang bersangkutan.

E

elektrode batang

elektrode dari pipa logam, baja profil, atau batang logam lainnya yang dipancangkan ke bumi.

elektrode bumi

bagian konduktif atau kelompok bagian konduktif yang membuat kontak langsung dan memberikan hubungan listrik dengan bumi. (earth electrode) – IEV 826-04-02, 461-06-18, 195-02-01, 604-04-03..

elektrode gradien potensial

elektrode sistem pembumian, yang dipasang khusus untuk menurunkan tegangan langkah.

elektrode pelat

elektrode dari bahan logam pejal atau berlubang, pada umumnya ditanam dalam-dalam.

elektrode pita

elektrode yang dibuat dari pengantar berbentuk pipih, bundar, atau pilin yang pada umumnya ditanam secara dangkal.

elemen lebur

bagian dari pengaman lebur yang dirancang agar lebur bila pengaman lebur bekerja (fuse-element) – IEV 441

G

gangguan

- a) segala perubahan yang tidak dikehendaki, yang melemahkan kerja normal;
- b) kejadian yang tidak direncanakan atau kerusakan pada barang, yang dapat mengakibatkan satu kegagalan atau lebih, baik pada barang itu sendiri, ataupun pada perlengkapan yang berhubungan dengan barang itu.

(fault) – IEV 151-03-39, 604-02-01.

gangguan bumi

- a) kegagalan isolasi antara penghantar dan bumi atau kerangka.
- b) gangguan yang disebabkan oleh penghantar yang terhubung ke bumi atau karena resistans isolasi ke bumi menjadi lebih kecil daripada nilai tertentu.

(earth fault) – IEV 195-04-14.

gangguan isolasi

cacat pada isolasi perlengkapan, yang dapat mengakibatkan dielektrik tertembus atau arus abnormal mengalir lewat isolasi. (insulation fault) – IEV 604-02-02.

gangguan permanen

gangguan yang mempengaruhi gawai dan menghalangi kepulihan pelayanannya selama belum ada tindak perbaikan atas titik gangguan. (permanent fault) – IEV 604-02-10.

gawai (listrik)

perlengkapan listrik yang digunakan dalam kaitan dengan, atau sebagai pembantu pada, perlengkapan listrik lain; misalnya termostat, saklar, atau transformator instrumen. (device) – IEEE, dictionary.

Gawai Proteksi Arus Sisa (GPAS)

gawai yang digunakan sebagai pemutus, yang peka terhadap arus sisa, yang dapat secara otomatis memutuskan sirkit termasuk penghantar netralnya, dalam waktu tertentu bila arus sisa yang timbul karena terjadinya kegagalan isolasi melebihi nilai tertentu sehingga bertahannya tegangan sentuh yang terlalu tinggi dapat dicegah.

Gawai Proteksi Arus Lebih (GPAL)

gawai penyakelaran mekanis atau sekumpulan gawai yang dirancang untuk menyebabkan terbukanya kontak jika arus lebih mencapai nilai yang diberikan dalam kondisi yang ditentukan.

H

hubung pendek

hubungan antara dua titik atau lebih dalam suatu sirkit melalui impedans yang sangat kecil mendekati nol. (short-circuit) – IEV 441.

I

instalasi darurat

instalasi yang digunakan untuk penerangan dan tenaga listrik pada waktu terjadi gangguan pada sistem penyuplai tenaga listrik dan penerangan yang normal.

instalasi domestik

instalasi dalam bangunan yang digunakan sebagai tempat tinggal.

instalasi pelanggan

instalasi listrik yang terpasang sesudah meter di rumah atau pada bangunan.

instalasi lampu luah tabung gas

instalasi penerangan yang menggunakan lampu tabung gas dan bekerja pada tegangan di atas 1000 V (TM atau TT); misalnya penerangan tanda dan penerangan bentuk.

instalasi listrik bangunan

rakitan perlengkapan listrik pada bangunan yang berkaitan satu sama lain, untuk memenuhi tujuan atau maksud tertentu dan memiliki karakteristik terkoordinasi.
(electrical installation (of building)) – IEV 826-01-01.

instalasi listrik desa

instalasi untuk pembangkitan, pendistribusian, pelayanan, dan pemakaian tenaga listrik di desa.

instalasi listrik pasangan dalam

instalasi listrik yang ditempatkan dalam bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh langsung cuaca.

instalasi listrik pasangan luar

instalasi listrik yang tidak ditempatkan dalam bangunan sehingga terkenai pengaruh langsung cuaca.

instalasi pembangunan

instalasi yang digunakan selama masa pembangunan, pemugaran, pembongkaran atau perombakan gedung dengan pengawatan yang khusus untuk penerangan dan tenaga listrik.

instalasi sementara

instalasi listrik yang pemakaiannya ditetapkan untuk suatu tempat tertentu untuk jangka waktu sementara sesuai dengan standar/ketentuan yang berlaku paling lama tiga bulan, dan tidak boleh dipakai di tempat lain.

instrumen

gawai untuk mengukur nilai kuantitas sesuatu yang diamati. (instrument) – IEEE, dictionary

inti kabel

rakitan yang mencakup penghantar beserta isolasinya (dan tabir tapisnya jika ada). (core (of a cable)) - IEV 461-04-04

isolasi

- a) (sebagai bahan) - segala jenis bahan yang dipakai untuk menyekat sesuatu;
- b) (pada kabel) - bahan yang dipakai untuk menyekat penghantar dari penghantar lain, dan dari selubungnya, jika ada;
- c) (pada perlengkapan) - sifat dielektrik semua bahan isolasi perlengkapan;
- d) (sebagai sifat) - segala sifat yang terdapat pada penghantar karena pengisolasian penghantar.

(Insulation) – IEV 195-06-06, 195-06-07, 195-06-08, 195-06-09, 195-02-41.

isolasi dasar

isolasi yang diterapkan pada bagian aktif untuk memberikan proteksi dasar terhadap kejut listrik.

CATATAN ke dalam isolasi dasar tidak termasuk isolasi yang digunakan secara khusus untuk tujuan fungsional.

(basic insulation) - IEV 826-03-17

isolasi diperkuat

isolasi bagian aktif yang berbahaya yang memproteksi manusia dari kejut listrik setara dengan isolasi ganda.

(reinforced insulation) - IEV 826-03-20

isolasi ganda

isolasi yang mencakup isolasi dasar dan isolasi suplemen.

(double insulation) - IEV 826-03-19

isolasi suplemen

isolasi independen yang diterapkan sebagai tambahan pada isolasi dasar agar memberikan proteksi untuk manusia dari kejut listrik dalam kejadian kegagalan isolasi.

(supplementary insulation) IEV 826-03-18

J

jangkauan tangan

daerah yang dapat dicapai oleh uluran tangan dari tempat berdiri, tanpa menggunakan sarana apapun.

(arm's reach) IEV 195-06-12, 826-03-11.

jarak bebas

jarak antara dua bagian konduktif yang sama dengan rentangan tali terpendek antara bagian konduktif tersebut.

(clearance) IEV 441-17-31, 604-03-60.

jarak udara

jarak terpendek antara dua bagian aktif diukur melintasi udara.

jaringan listrik

sistem listrik yang terdiri atas penghantar dan perlengkapan listrik yang terhubung satu dengan lainnya, untuk mengalirkan tenaga listrik.

(electrical network)

K

kabel berisolasi atau disingkat kabel – rakitan

kabel yang terdiri atas :

- a) satu inti atau lebih
- b) selubung individual (jika ada)
- c) pelindung rakitan (jika ada)
- d) selubung kabel (jika ada).

Penghantar yang tidak berisolasi tambahan dapat digolongkan sebagai kabel.

(insulated cable) IEV 461-06-01

kabel fleksibel

kabel yang disyaratkan untuk mampu melentur pada waktu digunakan, dan yang struktur dan bahannya memenuhi persyaratan.

(flexible cable) - IEV 461-06-14

kabel tanah

jenis kabel yang dibuat khusus untuk dipasang di permukaan atau dalam tanah, atau dalam air.

(underground cable) IEV 601-03-05.

keadaan darurat

keadaan yang tidak biasa atau tidak dikehendaki yang membahayakan keselamatan manusia dan keamanan bangunan serta isinya, yang ditimbulkan oleh gangguan suplai utama listrik.

kedap

sifat tidak dapat dimasuki sesuatu; misalnya kedap air atau kedap debu.

Kemampuan Hantar Arus (KHA)

arus maksimum yang dapat dialirkan dengan kontinu oleh penghantar pada keadaan tertentu tanpa menimbulkan kenaikan suhu yang melampaui nilai tertentu.

(current carrying capacity) IEV 826-05-05.

kendali

tindakan dengan maksud tertentu pada atau dalam sistem, untuk memperoleh sasaran tertentu.

CATATAN Kendali (dapat) termasuk pemantauan (monitoring) dan pelindungan (safe guarding) di samping tindak kendali itu sendiri.

(control) – IEV 351.

kontak tusuk (kotak kontak dan tusuk kontak)

susunan gawai pemberi dan penerima arus yang dapat dipindah-pindahkan, untuk menghubungkan dan memutuskan saluran ke dan dari bagian instalasi. Kontak tusuk meliputi :

a) kotak kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai pemberi arus;

b) tusuk kontak – bagian kontak tusuk yang merupakan gawai penerima arus.

Kotak Kontak Biasa (KKB)

kotak kontak yang dipasang untuk digunakan sewaktu-waktu (tidak secara tetap) bagi peranti listrik jenis apa pun yang memerlukannya, asalkan penggunaannya tidak melebihi batas kemampuannya.

Kotak Kontak Khusus (KKK)

kotak kontak yang dipasang khusus untuk digunakan secara tetap bagi suatu jenis peranti listrik tertentu yang diketahui daya maupun tegangannya.

kotak sambung

kotak pada sambungan kabel yang melindungi isolasi kabel terhadap udara dan air.

L

lengkapan

gawai yang melakukan tugas kecil atau sampingan sebagai tambahan, yang berhubungan dengan tetapi bukan bagian perlengkapan.

(accessory) - IEC 581

luminair

unit penerangan yang lengkap, terdiri atas satu lampu atau lebih dengan bagian yang dirancang untuk mendistribusikan cahaya, dan menempatkan, melindungi, serta menghubungkan lampu ke suplai daya.

P

panel hubung bagi

perlengkapan hubung bagi yang pada tempat pelayanannya berbentuk suatu panel atau kombinasi panel-panel, terbuat dari bahan konduktif atau tidak konduktif yang dipasang pada suatu rangka yang dilengkapi dengan perlengkapan listrik seperti saklar, kabel dan rel. Perlengkapan hubung bagi yang dibatasi dan dibagi-bagi dengan baik menjadi petak-petak yang tersusun mendatar dan tegak dianggap sebagai satu panel hubung bagi.

pemanfaat listrik

perlengkapan yang dimaksudkan untuk mengubah energi listrik menjadi energi bentuk lain, misalnya cahaya, bahang, tenaga gerak.

(current-using equipment) – IEV 826-07-02.

pembebanan intermiten

pembebanan periodik dengan waktu kerja tidak melampaui 4 menit diselingi dengan waktu istirahat (bebani nol atau berhenti), yang cukup lama untuk mendinginkan penghantar sampai suhu kelilingnya.

pembebanan singkat

pembebanan dengan waktu kerja singkat, tidak melampaui 4 menit, disusul dengan waktu istirahat yang cukup lama, sehingga penghantar menjadi dingin kembali sampai suhu keliling.

pembumian

penghubungan suatu titik sirkuit listrik atau suatu penghantar yang bukan bagian dari sirkuit listrik, dengan bumi menurut cara tertentu.

(earthing)

pemisah

gawai untuk memisahkan atau menghubungkan sirkuit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban.

(Isolator) -

pemutus sirkit (pemutus tenaga)

sakelar mekanis yang mampu menghubungkan, mengalirkan dan memutuskan arus pada kondisi sirkit normal, dan juga mampu menghubungkan, mengalirkan untuk jangka waktu tertentu dan memutuskan secara otomatis arus pada kondisi sirkit tidak normal tertentu, seperti pada kondisi hubung pendek

(circuit-breaker) – IEV 441

pengaman lebur (sekering)

gawai penyakelaran dengan peleburan satu komponen atau lebih yang dirancang khusus dan sebanding, yang membuka sirkit tempat pengaman lebur disisipkan dan memutus arus bila arus tersebut melebihi nilai yang ditentukan dalam waktu yang sesuai.

CATATAN Pengaman lebur meliputi semua bagian yang membentuk gawai penyakelaran yang utuh.

(fuse) – IEC 60269-1

pengedapan (pemakalan)

proses penutupan celah komponen agar mampu menahan masuknya kotoran.

(sealing) - IEV 461-10-02.

penghantar aktif

setiap penghantar dari sistem suplai yang mempunyai beda potensial dengan netral atau dengan penghantar yang dibumikan. Dalam sistem yang tidak memiliki titik netral, semua penghantar harus dianggap sebagai penghantar aktif

(active conductor) - SAA 0.5.4

penghantar bumi

penghantar dengan impedans rendah, yang secara listrik menghubungkan titik yang tertentu pada suatu perlengkapan (instalasi atau sistem) dengan elektrode bumi.

(earth conductor) – IEC MDE, 1983, p.76

penghantar netral (N)

penghantar (berwarna biru) yang dihubungkan ke titik netral sistem dan mampu membantu mengalirkan energi listrik.

(neutral conductor) – IEC MDE, 1983, p.76

penghantar PEN (nol)

penghantar netral yang dibumikan dengan menggabungkan fungsi sebagai penghantar proteksi dan penghantar netral.

CATATAN Singkatan PEN dihasilkan dari penggabungan lambang PE untuk penghantar proteksi dan N untuk penghantar netral.

(PEN conductor) – IEC MDE, 1983, p.76, IEV 826-04-06.

penghantar pembumian

a) penghantar berimpedans rendah yang dihubungkan ke bumi;

b) penghantar proteksi yang menghubungkan terminal pembumi utama atau batang ke elektrode bumi.

(earthing conductor) – IEC MDE, 1983, p.76

penghantar pilin

penghantar yang terdiri atas satu pilinan, atau sejumlah pilinan yang dipintal jadi satu tanpa isolasi di antaranya.

penghantar proteksi (PE)

penghantar untuk proteksi dari kejut listrik yang menghubungkan bagian berikut : bagian konduktif terbuka, bagian konduktif ekstra, terminal pembumian utama, elektrode bumi, titik sumber yang dibumikan atau netral buatan.

(protective conductor) – IEC MDE, 1983, p.77

penyakelaran (switcing)

proses penghubungan atau pemutusan aliran/arus dalam satu sirkuit atau lebih.
(switching) – IEV 441.

penyambung berpengedap (berpakal)

penyambung yang menggunakan pengedap yang mampu menghasilkan kedap terhadap zat tertentu.

peranti listrik

barang pemanfaat listrik, biasanya merupakan unit yang sudah lengkap, pada umumnya bukan perlengkapan industri, lazim dibuat dengan ukuran atau jenis yang baku, yang mengubah energi listrik menjadi bentuk lain, biasanya bahang atau gerak mekanis, di tempat pemanfaatannya.

Misalnya pemanggang roti, setrika listrik, mesin cuci, pengering rambut, bor genggam, dan penyaman udara.

(electrical appliance) – IEEE dictionary

perlengkapan genggam

perlengkapan randah (portabel) yang dimaksudkan untuk dipegang dengan tangan dalam kerja normal, dan motornya, jika ada, merupakan bagian yang menyatu dengan perlengkapan tersebut.

(hand-held equipment) – IEC MDE, 1983, p.148

Perlengkapan Hubung Bagi dengan atau tanpa kendali (PHB)

suatu perlengkapan untuk membagi tenaga listrik dan/atau mengendalikan dan melindungi sirkit dan pemanfaat listrik mencakup saklar pemutus sirkit, papan hubung bagi tegangan rendah dan sejenisnya.

perlengkapan listrik

a) istilah umum yang meliputi bahan, fitting, gawai, peranti, luminair, aparat, mesin, dan lain-lain yang digunakan sebagai bagian dari, atau dalam kaitan dengan, instalasi listrik.

b) barang yang digunakan untuk maksud-maksud seperti pembangkitan, pengubahan, transimisi distribusi atau pemanfaatan energi listrik, seperti, mesin, transformator, radas, instrumen, gawai proteksi, perlengkapan untuk pengawatan, peranti.

(electrical equipment) – IEC MDE, 1983, p.148

perlengkapan listrik pasangan dalam

perlengkapan listrik yang ditempatkan dalam ruang bangunan tertutup sehingga terlindung dari pengaruh cuaca secara langsung.

(indoor electrical equipment)

perlengkapan listrik pasangan luar

perlengkapan listrik yang tidak ditempatkan dalam bangunan sehingga terkena pengaruh cuaca secara langsung.

(outdoor electrical equipment)

perlengkapan magun (terpasang tetap)

perlengkapan yang terpaku pada penyangga atau dalam keadaan kokoh aman di suatu tempat khusus.

(fixed equipment) – IEC MDE, 1983, p.148

perlengkapan pegun (stasioner)

perlengkapan magun atau perlengkapan yang tidak mempunyai gagang untuk pegangan, dan yang mempunyai massa cukup besar sehingga tak mudah dipindah-pindah.

CATATAN Nilai massa tersebut besarnya 18 kg atau lebih menurut standar IEC jika menyangkut peranti rumah-tangga.

(stationary equipment) – IEC MDE, 1983, p.148

perlengkapan portabel (randah)

perlengkapan yang dapat dipindah-pindah ketika bekerja, atau mudah dipindah-pindah dari satu tempat ke tempat lain dalam keadaan tetap terhubung pada sumber listrik.

(portable equipment) – IEC MDE, 1983, p.148

PHB cabang

semua PHB yang terletak sesudah PHB utama atau sesudah suatu PHB utama subinstalasi.

PHB utama

PHB yang menerima tenaga listrik dari saluran utama konsumen dan membagikannya ke seluruh instalasi konsumen.

R

radas (aparat)

perlengkapan listrik yang biasanya terdapat dekat atau di tempat pemanfaatannya, tanpa patokan yang tegas tentang pengertian besar-kecilnya, misalnya generator, motor, transformator, atau pemutus sirkit.

rel pembumi

batang pengantar tempat menghubungkan beberapa pengantar pembumi.

rancangan instalasi listrik

berkas gambar rancangan dan uraian teknik, yang digunakan sebagai pegangan untuk melaksanakan pemasangan suatu instalasi listrik.

resistans isolasi lantai dan dinding

resistans antara permukaan lantai atau dinding dan bumi.

resistans elektrode bumi

resistans antara elektrode bumi atau sistem pembumian dan bumi acuan/referensi.

resistans pembumian

Jumlah resistans elektrode bumi dan resistans pengantar pembumi.

resistans pembumian total

a) resistans dari seluruh sistem pembumian yang terukur di suatu titik,

b) resistan antara terminal pembumian utama dan bumi

(total earthing resistance) – IEV 826 – 04 – 03

ruang kering

ruang yang biasanya tidak lembab. Ruang yang kelembabannya hanya berlaku sewaktu-waktu, sehingga hampir tidak mempengaruhi mutu isolasi, meskipun kelembabannya itu berlangsung dalam jangka waktu lama, digolongkan dalam ruang kering.

ruang kerja kasar

ruang terbuka atau tertutup untuk bermacam-macam pekerjaan kasar.

ruang kerja listrik

ruang khusus yang digunakan untuk pemasangan dan pengusahaan perlengkapan listrik yang berbahaya dan karena itu ruang itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berpengetahuan tentang teknik listrik.

ruang kerja listrik terkunci

ruang kerja listrik yang hanya boleh dibuka dan dimasuki oleh orang yang berwenang.

ruang lembab dan basah

ruang terbuka atau tertutup yang demikian lembab sehingga isolasi yang baik sukar untuk dipertahankan dan resistans isolasi antara badan manusia dan bumi berkurang.

ruang sangat panas

ruang yang suhunya sangat tinggi dengan akibat menurunnya (tidak dapat dipertahankannya) daya sekat bahan isolasi yang lazim digunakan di tempat lain, atau menurunnya resistans listrik tubuh manusia yang berada dalam ruang itu.

ruang uji atau laboratorium listrik

ruang terbuka atau tertutup tempat dilakukan pemeriksaan, pengujian atau percobaan listrik, yang selama berlangsungnya pekerjaan itu hanya boleh dimasuki oleh orang yang berwenang saja.

S

sakelar

gawai untuk menghubungkan dan memutuskan sirkit dan mengubahnya menjadi berbeban atau tidak.

sakelar cabang

sakelar untuk menghubungkan dan memisahkan masing-masing cabang.

sakelar keluar

sakelar pada PHB di sisi tenaga listrik keluar dari PHB tersebut.

sakelar masuk

sakelar pada PHB di sisi tenaga listrik masuk ke PHB tersebut.

sakelar pemisah

sakelar untuk memisahkan atau menghubungkan sirkit dalam keadaan tidak atau hampir tidak berbeban (lihat definisi pemutus sirkit).

(disconnector)

sakelar pemisah pengaman

sarana pengamanan untuk memisahkan sirkit perlengkapan listrik dari jaringan sumber dengan menggunakan transformator pemisah atau motor generator, pemisahan dimaksudkan untuk mencegah timbulnya tegangan sentuh yang terlalu tinggi pada BKT perlengkapan yang diamankan, bila terjadi kegagalan isolasi dalam perlengkapan tersebut.

(protective disconnector)

sakelar utama

sakelar masuk dan keluar pada PHB utama instalasi atau PHB utama subinstalasi.

saluran listrik

seperangkat penghantar, isolator dan lengkapan untuk mengalirkan energi antara dua titik suatu jaringan.

(electrical line)

saluran luar

saluran yang dipasang di atas tanah dan di luar bangunan.

sambungan rumah

saluran listrik yang menghubungkan instalasi pelanggan dan jaringan distribusi.

saluran tegangan rendah

bagian jaringan tegangan rendah tidak termasuk sambungan pelayanan.

saluran transmisi

saluran listrik yang merupakan bagian dari suatu instalasi, biasanya terbatas pada konstruksi udara.

(transmission line) – SAA Wiring rules

saluran utama pelanggan

saluran antara meter atau kotak pelayanan rumah dan PHB utama.

(consumer's mains) – SAA Wiring rules

saluran utama subinstalasi

saluran antara PHB utama dan PHB utama subinstalasi, atau saluran antar PHB utama subinstalasi.

(subinstallation line)

sentuh langsung

persentuhan manusia atau ternak dengan bagian aktif.

(direct contact) – IEV 826-03-05

sentuh tak langsung

persentuhan manusia atau ternak dengan bagian konduktif terbuka yang bertegangan jika terjadi gangguan.

(indirect contact) – IEV 826-03-06

sirkit akhir

a) sirkit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus sirkit, dan yang menghubungkan titik beban atau pemanfaat listrik.

b) sirkit yang terhubung langsung ke perlengkapan pemanfaat arus listrik atau ke kotak kontak.

(final circuit) – IEV 826-05-03

sirkit cabang

sirkit keluar dari PHB, yang dilindungi oleh pengaman lebur dan atau pemutus tenaga, dan yang menghubungkannya ke PHB lain.

(branch circuit)

sistem IT atau sistem Pengantar Pengaman (HP)

sistem yang semua bagian aktifnya tidak dibumikan, atau titik netral dihubungkan ke bumi melalui impedans. BKT instalasi dibumikan secara independen atau kolektif, atau ke pembumian sistem.

sistem TN atau sistem Pembumian Netral Pengaman (PNP)

sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung, dan BKT instalasi dihubungkan ke titik tersebut oleh pengantar proteksi.

sistem TT atau sistem Pembumi Pengaman (PP)

sistem yang mempunyai titik netral yang dibumikan langsung dan BKT instalasi dihubungkan ke elektrode bumi yang secara listrik terpisah dari elektrode bumi sistem tenaga listrik.

T

tegangan

klasifikasi sistem tegangan adalah sebagai berikut :

a) tegangan ekstra rendah - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 50 V a.b. atau 120 V a.s.

CATATAN Tegangan ekstra rendah ialah sistem tegangan yang aman bagi manusia.

b) tegangan rendah (TR) - tegangan dengan nilai setinggi-tingginya 1000 V a.b. atau 1500 V a.s..

c) tegangan di atas 1000 V a.b., yang mencakup :

1) tegangan menengah (TM), tegangan lebih dari 1 kV sampai dengan 35 kV a.b. digunakan khususnya dalam sistem distribusi; (medium voltage) – IEC MDE, 1983, p.435

2) tegangan tinggi (TT), tegangan lebih dari 35 kV a.b.

tegangan elektrode

tegangan antara elektrode dan titik acuan yang ditetapkan, biasanya pada katode.

CATATAN Kecuali jika dinyatakan lain, tegangan elektrode diukur pada terminal yang tersedia.

tegangan gangguan

tegangan yang timbul antara dua BKT, atau antara BKT dan bumi acuan/referensi.

tegangan langkah

bagian tegangan elektrode bumi antara dua titik di permukaan bumi, yang jaraknya sama dengan satu langkah biasa.

(step voltage)

tegangan nominal

a) (pada sistem atau perlengkapan, atau bagian sistem) – nilai tegangan yang lebih kurang sesuai untuk mengidentifikasi sistem atau gawai.

CATATAN 1 : Nilai-nilai nominal dibakukan.

(nominal voltage) – IEV 601

b) (pada instalasi) – tegangan yang diperuntukkan bagi instalasi atau bagian instalasi.

CATATAN 2 : Tegangan aktual boleh berbeda dari tegangan nominal dengan kuantitas yang dibatasi oleh toleransi.

(nominal voltage of an instalation) – IEV 826-02-01

tegangan pengenal – (suatu perlengkapan atau gawai)

tegangan yang disyaratkan oleh suatu instalasi atau oleh bagian daripadanya.

CATATAN Tegangan yang sebenarnya boleh berbeda dari tegangan nominal sebesar toleransi yang diizinkan.

tegangan sentuh

tegangan yang timbul selama gangguan isolasi antara dua bagian yang dapat terjangkau dengan serempak.

CATATAN :

- a) Berdasarkan perjanjian, istilah ini hanya dipakai dalam hubungan dengan proteksi dari sentuh tak langsung.
- b) Dalam hal tertentu, nilai tegangan sentuh dapat dipengaruhi cukup besar oleh impedans orang yang menyentuh bagian tersebut.

(touch voltage) – IEC MDE, 1983, p.437, IEV 826-03-02

tegangan sentuh prospektif

tegangan sentuh tertinggi yang besar kemungkinan dapat timbul pada kejadian gangguan dengan impedans sangat kecil mendekati nol dalam instalasi listrik.

(prospective touch voltage) – IEV 826-02-03.

tegangan uji

tegangan yang diberikan kepada suatu objek uji untuk menunjukkan sifat isolasi objek tersebut.

titik beban

titik pada sirkuit akhir instalasi untuk dihubungkan dengan beban.

titik lampu

titik beban yang dimaksudkan untuk dihubungkan beban penerangan seperti lampu, luminair atau kabel lampu gantung.

