



**MODUL MATA PELAJARAN DASAR-DASAR TEKNIK
ELEKTRONIKA DI SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN
RINTISAN SEKOLAH BERTARAF INTERNASIONAL (RSBI)**

Skripsi

disajikan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana
Pendidikan Prodi Pendidikan Teknik Elektro

Oleh

PERPUSTAKAAN
UNNES
Lutfia Mursalina

5301407010

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2011

PENGESAHAN

Skripsi ini telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 10 Agustus 2011.

Panitia:

Ketua,

Sekretaris,

Drs. Djoko Adi Widodo, M.T
NIP. 195909271986011001

Drs. Said Sunardiyo, M.T
NIP. 196505121991031003

Penguji,

Ir. Ulfah Mediaty Arief, M.T
NIP. 196605051998022001

Penguji/Pembimbing I,

Penguji/Pembimbing II,

Feddy Setio Pribadi, S.Pd, M.T
NIP. 197808222003121002

Drs. Said Sunardiyo, M.T
NIP. 196505121991031003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik

Drs. Abdurrahman, M.Pd
NIP. 196009031985031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa yang tertulis di dalam skripsi ini benar-benar hasil karya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain, baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat/temuan orang lain yang terdapat dalam skripsi ini dikutip untuk dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah dan disebutkan di dalam daftar pustaka.

Semarang, Agustus 2011

Lutfia Mursalina
NIM. 5301407010



MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

- Jadikanlah sabar dan sholat sebagai penolongmu, dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat kecuali bagi orang-orang yang khusyu'. (Q.S. Al Baqarah : 45)
- Pendidikan merupakan perlengkapan paling baik untuk hari tua. (Aristoteles)
- Manusia tak selamanya benar dan tak selamanya salah, kecuali ia yang selalu mengoreksi diri dan membenarkan kebenaran orang lain atas kekeliruan diri sendiri.
- Janganlah menengok ke belakang karena belakang adalah jurang.

Persembahan:

Skripsi ini kupersembahkan kepada:

- ✓ Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayahnya.
- ✓ Bapak dan Ibu tercinta yang senantiasa mendoakan dan memberi semangat untukku.
- ✓ Adik-adikku yang selalu kusayangi.
- ✓ Faqih kekasih yang selalu ada dalam senang maupun susah.
- ✓ Sahabat-sahabatku yang selalu memberi semangat.
- ✓ Teman-teman seperjuangan PTE'07 (adam, ardian, yusdi, rifka, ika, zuzu, ryan, ulya, aji, dkk) terima kasih atas perhatian dan bantuan kalian.
- ✓ Teman-teman kost Al Karima yang senantiasa membantu dan menghiburku di saat aku gundah.
- ✓ Temen-temen seperjuangan PPL SMKN 1 SMG 2010 yang selalu memberi semangat dan bantuannya.

ABSTRAK

Lutfia Mursalina. 2011. Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika Di Sekolah Menengah Kejuruan Rintisan Sekolah Bertaraf Internasional (RSBI). Skripsi. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Feddy Setio Pribadi, S.Pd, M.T dan Drs. Said Sunardiyo, M.T.

Salah satu yang mempengaruhi pembelajaran dasar-dasar teknik elektronika pada program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik di SMK adalah masih awamnya mata pelajaran produktif bagi sebagian masyarakat, sehingga belum ada buku-buku teks yang khusus diterbitkan untuk pegangan siswa dalam belajar. Buku-buku pelajaran yang ada di pasaran cenderung terlalu umum muatan materinya dan kurang sesuai dengan kurikulum yang berlaku di SMK tersebut. Sehingga kurang tepat apabila digunakan siswa untuk pedoman belajar. Salah satu pemilihan media pembelajaran sebagai alternatif sumber belajar adalah *modul* pembelajaran. Modul adalah suatu paket pengajaran yang dapat dipelajari oleh murid dengan bantuan dari guru atau di pelajari secara mandiri. Penggunaan modul pembelajaran diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi siswa dalam belajarnya, sehingga dapat meningkatkan kompetensi siswa terhadap materi pelajaran dan mengoptimalkan hasil belajarnya.

Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kelayakan modul pembelajaran sebagai pendukung proses pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Elektronika di Sekolah Menengah Kejuruan RSBI.

Adapun metode yang digunakan adalah metode kuesioner/angket yaitu untuk mengetahui apakah modul layak digunakan sebagai pendukung proses pembelajaran pada mata pelajaran dasar-dasar elektronika di SMK RSBI program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Data yang diambil berupa kelayakan modul yaitu penilaian oleh 2 orang guru dan 36 siswa dari SMKN 1 Semarang dan 2 orang guru dan 32 siswa dari SMKN 1 Kedungwuni Kabupaten Pekalongan. Kemudian data dianalisis secara deskriptif prosentase.

Hasil analisis statistik deskriptif prosentase menunjukkan bahwa modul dinyatakan layak digunakan sebagai media/bahan ajar penunjang proses pembelajaran dengan tingkat prosentase yang dilakukan kepada 4 guru yang menunjukkan hasil untuk kriteria pendidikan berdasarkan karakteristik modul menurut Rosyid (2010) adalah 82,30% termasuk dalam kategori sangat baik, untuk kriteria tampilan modul menyatakan sangat baik dengan prosentase 82,27%. Sedangkan hasil uji coba kepada 68 siswa menyatakan baik dengan prosentase 79,15%.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran dasar-dasar teknik elektronika berdasarkan karakteristik modul menurut Rosyid (2010) layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran. Saran, adapun keterbatasan yang ada dalam modul dasar-dasar teknik elektronika ini sebaiknya diperbaiki pada penelitian selanjutnya dengan model yang lain.

Kata kunci: Modul Pembelajaran, Dasar-dasar Teknik Elektronika

KATA PENGANTAR

Sesungguhnya tiada kata yang pantas diucapkan selain puji syukur bagi Allah SWT, Tuhan semesta alam yang telah memberikan kekuatan dan kemudahan kepada penulis untuk menyelesaikan skripsi ini dengan segala keterbatasan dan kekurangan.

Pada kesempatan ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Drs. Abdurrahman, M.Pd, selaku Dekan Fakultas Teknik UNNES.
2. Drs. Djoko Adi Widodo, M.T selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro UNNES.
3. Feddy Setio Pribadi, S.Pd., M.T selaku Dosen Pembimbing I dan Drs. Said Sunardiyo, M.T selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan pengarahan dalam penyusunan skripsi ini.
4. Drs. M. Sudarmanto, M.Pd selaku kepala sekolah SMKN 1 Semarang dan Suratno, S.Pd, M.Si selaku kepala sekolah SMKN 1 Kedungwuni yang telah mengizinkan penulis melakukan penelitian
5. Semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan kepada penulis.

Semoga mendapat balasan dari Allah SWT. Dengan penulisan skripsi ini penulis menyadari keterbatasan dan kemampuan yang penulis miliki. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca. Amin

Semarang, Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Tinjauan Pembelajaran	5
2.2 Tinjauan Modul	5
2.3 Tinjauan Modul sebagai Media Pembelajaran	6
2.4 Tinjauan Materi Modul Dasar-dasar Elektronika ..	13
2.5 Kerangka Berpikir	18
2.6 Hipotesis Penelitian	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Metode Penentuan Objek Penelitian	20
3.2 Tempat dan Pelaksanaan Penelitian	20
3.3 Jenis dan Desain Penelitian	20
3.4 Metode Pengumpulan Data	21

3.5 Metode Analisis Data	22
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Hasil Penelitian	25
4.2 Pembahasan	28
BAB V PENUTUP	39
5.1 Simpulan	39
5.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN-LAMPIRAN	43



DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 1. Range presentasi dan kriteria kualitatif	24
---	----



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Grafik skor angket pada kriteria pendidikan	25
Gambar 2. Grafil skor angket pada kriteria tampilan modul	26
Gambar 3. Grafik skor angket pada siswa	27



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 Analisis Angket Guru Untuk Kriteria Pendidikan	43
Lampiran 2 Analisis Angket Guru Untuk Tampilan Modul.....	45
Lampiran 3 Analisis Angket Siswa	47
Lampiran 4 Daftar Nama Responden	51
Lampiran 5 Silabus Dasar-dasar Teknik Elektronika	53
Lampiran 6 Angket Modul Dasar-dasar Teknik Elektronika untuk guru	55
Lampiran 7 Angket Modul Dasar-dasar Teknik Elektronika untuk siswa ...	59
Lampiran 8 Surat Tugas Dosen Pembimbing	62
Lampiran 9 Surat Permohonan Ijin Penelitian Dinas Pendidikan Kota Semarang	63
Lampiran 10 Surat Permohonan Ijin Penelitian di SMKN 1 Semarang	64
Lampiran 11 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian di SMKN 1 Semarang	65
Lampiran 12 Surat Keterangan Permohonan Ijin Penelitian di SMKN 1 Kedungwuni	66
Lampiran 13 Surat Keterangan Telah Melaksanakan Penelitian di SMKN 1 Kedungwuni	67
Lampiran 14 Profil Guru	68
Lampiran 15 Modul Dasar-dasar Teknik Elektro	72

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) menuntut peningkatan kualitas Sumber Daya Manusia (SDM). Pendidikan sebagai upaya untuk mencerdaskan kehidupan bangsa secara terus menerus melakukan pengembangan dalam sistem pelaksanaannya, salah satunya adalah dengan menerapkan pengembangan media yang memadai. Media adalah sarana pengajaran pendidikan yang fungsinya dapat digunakan untuk membantu tercapainya suatu tujuan.

Dalam konteks pembelajaran di kejuruan, belajar melibatkan perolehan pengetahuan, kecakapan, keterampilan, dan sikap berkenaan dengan kompetensi menyelesaikan tugas atau pekerjaan. Selain itu kegiatan pembelajaran di dalam pendidikan kejuruan merupakan proses yang melibatkan beberapa komponen antara lain: tujuan, materi pembelajaran, sumber belajar, metode dan guru. Gagne dan Briggs dalam Sawitri (2006) mengartikan pembelajaran sebagai suatu usaha untuk membantu siswa dalam belajar. Tujuan akhir dari suatu proses pembelajaran adalah tercapainya kompetensi. Kompetensi dari suatu program pembelajaran dapat dicapai oleh siswa apabila proses pembelajaran dilaksanakan dengan menggunakan berbagai media dan sumber pembelajaran serta pemilihan bahan ajar yang tepat sesuai dengan kompetensi yang telah dirumuskan.

Memilih sumber belajar maupun bahan ajar harus didasarkan atas tujuan yang hendak dicapai dalam pembelajaran atau kompetensi yang telah dirumuskan. Bahan ajar yang dipilih tidak hanya sekedar memaparkan materi secara rinci, namun lebih dari itu harus dapat memberikan pengalaman belajar yang lebih bermakna bagi siswa. Bahan ajar itu sendiri juga harus menyertakan latihan-latihan yang dapat menggali kemampuan berpikir siswa sehingga siswa mampu belajar mandiri.

Modul pembelajaran adalah suatu paket pengajaran yang memuat satu unit konsep bahan pelajaran yang bersifat *self instructional* (Vembriarto). Jadi modul adalah suatu cara atau metode yang dapat membantu dalam proses belajar mengajar atau belajar mandiri.

Teknik instalasi tenaga listrik adalah salah satu program keahlian yang ada di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK), dalam program keahlian tersebut terdapat mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Elektronika. Untuk mencapai standar kelulusan tersebut harus menempuh mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Elektronika. Berdasarkan wawancara dengan guru pengampu mata pelajaran tersebut, salah satu hal yang mempengaruhi pembelajaran adalah masih awamnya mata pelajaran produktif bagi sebagian masyarakat, sehingga belum ada buku-buku teks yang khusus diterbitkan untuk pegangan siswa dalam belajar. Buku-buku pelajaran yang ada di pasaran cenderung terlalu umum muatan materinya dan kurang sesuai dengan kurikulum yang berlaku di SMK tersebut. Sehingga kurang tepat apabila digunakan siswa untuk pedoman belajar.

Oleh karena itu, peneliti berinisiatif untuk mengembangkan salah satu media pembelajaran sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu pemilihan media pembelajaran sebagai alternatif sumber belajar adalah *modul* pembelajaran. Penggunaan modul pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum diharapkan dapat memberikan kemudahan bagi siswa dalam belajarnya, sehingga dapat meningkatkan kompetensi siswa terhadap materi pelajaran dan mengoptimalkan hasil belajarnya.

Berdasarkan paparan tersebut maka akan diteliti penelitian dengan judul **”Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika Di Sekolah Menengah Kejuruan Rintisan Sekolah Bertaraf Internasional”**.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang hendak dikaji dalam penelitian ini adalah “Bagaimana membuat dan menguji modul pembelajaran yang dibuat berdasarkan karakteristik modul menurut Rosyid (2010) layak digunakan sebagai penunjang mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Elektronika di SMK RSBI?”

1.3 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini perlu dilakukan pembatasan masalah agar penelitian lebih berfokus pada masalah yang dihadapi. Adapun fokus penelitian tersebut adalah :

1. Modul berisi materi Dasar-dasar Teknik Elektronika dengan pokok bahasan sesuai dengan silabus tahun 2010 untuk program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik kelas X.

2. Pengujian modul pembelajaran yang dibuat hanya meliputi pengujian kelayakan berdasarkan karakteristik modul menurut Rosyid (2010) saja, tidak diuji pengaruhnya terhadap prestasi siswa.
3. Sekolah Menengah Kejuruan yang di ambil sampel dalam penelitian ini yaitu sekolah yang bertaraf Rintisan Sekolah Bertaraf Internasional (RSBI).

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kelayakan modul pembelajaran yang berdasarkan karakteristik modul menurut Rosyid (2010) sebagai pendukung proses pembelajaran pada mata pelajaran Dasar-dasar Teknik Elektronika di Sekolah Menengah Kejuruan RSBI.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam penelitian ini diharapkan mempunyai manfaat:

1. Bagi peneliti, dapat berlatih untuk merencanakan modul yang nantinya akan digunakan dalam proses belajar mengajar.
2. Bagi sekolah, merupakan kebijakan pihak sekolah untuk menggunakan modul pembelajaran pada setiap mata pelajaran yang lain
3. Bagi guru, dapat digunakan sebagai pedoman atau pegangan guru dalam mengajar dan mempermudah dalam penyampaian materi.
4. Bagi siswa, siswa lebih mudah mempelajari materi yang akan diajarkan oleh guru, sehingga selain siswa dapat belajar di sekolah, siswa juga dapat belajar mandiri (belajar di rumah).

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pembelajaran

Pembelajaran terjemahan dari kata “*instruction*” yang berarti *self instruction* (dari internal) dan *external instruction* (dari eksternal) (Sugandi dan Haryanto, 2007:9). Menurut Briggs dalam Sugandi dan Haryanto (2007:9-10) menjelaskan bahwa pembelajaran adalah seperangkat peristiwa yang mempengaruhi si belajar sedemikian rupa sehingga si belajar itu memperoleh kemudahan dalam berinteraksi berikutnya dengan lingkungan.

Pembelajaran atau pengajaran menurut Degeng dalam Uno (2006:2) adalah upaya untuk membelajarkan siswa. Pembelajaran adalah proses interaksi peserta didik dengan pendidik dan sumber belajar pada suatu lingkungan belajar, (UU Sistem Pendidikan Nasional No. 20/2003).

Instruction atau pembelajaran adalah suatu sistem yang bertujuan untuk membantu proses belajar siswa, yang berisi serangkaian peristiwa yang dirancang, disusun sedemikian rupa untuk mempengaruhi dan mendukung terjadinya proses belajar siswa yang bersifat internal, Gagne dan Briggs dalam Krisna (2009).

2.2 Tinjauan Modul

Modul merupakan suatu paket pembelajaran mandiri yang meliputi serangkaian pengalaman belajar yang direncanakan dan dirancang secara sistematis untuk membantu peserta didik mencapai tujuan belajar. *Modul*

adalah suatu proses pembelajaran mengenai suatu satuan kompetensi tertentu yang disusun secara sistematis, operasional, dan terarah untuk digunakan oleh peserta didik, disertai dengan pedoman penggunaannya untuk para guru (Mulyasa, 2006:43). Sebuah *modul* adalah pernyataan satuan pembelajaran dengan tujuan-tujuan, pre-tes, aktivitas belajar yang memungkinkan peserta didik memperoleh kompetensi-kompetensi yang belum dikuasai dari hasil pre-tes, dan mengevaluasi kompetensinya untuk mengukur keberhasilan belajar.

Modul pembelajaran adalah suatu paket pengajaran yang memuat satu unit konsep bahan pelajaran yang bersifat *self introductional* (Vembriarto, 1975:35). *Modul* adalah serangkaian kegiatan program belajar mengajar yang dapat dipelajari oleh murid dengan bantuan yang minimal dari guru pembimbing meliputi perencanaan, tujuan yang akan dicapai secara jelas, penyediaan materi pelajaran, alat yang dibutuhkan, serta alat untuk penilaian, mengukur keberhasilan murid dalam penyelesaian pelajaran (Tim Penyusun Kamus, 2003:751) dalam Nurul (2010:9).

2.3 Tinjauan Modul sebagai Media Pembelajaran

2.3.1 Pengertian dan karakteristik modul

Menurut Rosyid (2010), modul merupakan alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan, dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan sesuai dengan tingkat kompleksitasnya. Sebuah modul bisa dikatakan baik dan menarik apabila terdapat karakteristik sebagai berikut:

1) *Self Instructional* yaitu melalui modul tersebut seseorang atau peserta belajar mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain. Untuk memenuhi karakter *self instructional*, maka dalam modul harus:

- a. Berisi tujuan yang dirumuskan dengan jelas;
- b. Berisi materi pembelajaran yang dikemas ke dalam unit-unit kecil/spesifik sehingga memudahkan belajar secara tuntas;
- c. Menyediakan contoh dan ilustrasi yang mendukung kejelasan pemaparan materi pembelajaran;
- d. Menampilkan soal-soal latihan, tugas dan sejenisnya yang memungkinkan pengguna memberikan respon dan mengukur tingkat penguasaannya;
- e. Kontekstual yaitu materi-materi yang disajikan terkait dengan suasana atau konteks tugas dan lingkungan penggunanya;
- f. Menggunakan bahasa yang sederhana dan komunikatif;
- g. Terdapat rangkuman materi pembelajaran;
- h. Terdapat instrumen penilaian/*assessment*, yang memungkinkan penggunaan diklat melakukan '*self assessment*';
- i. Terdapat instrumen yang dapat digunakan penggunanya mengukur atau mengevaluasi tingkat penguasaan materi;
- j. Terdapat umpan balik atas penilaian, sehingga penggunanya mengetahui tingkat penguasaan materi; dan

k. Tersedia informasi tentang rujukan/pengayaan/referensi yang mendukung materi pembelajaran dimaksud.

2) *Self Contained* yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh. Tujuan dari konsep ini adalah memberikan

kesempatan pembelajar mempelajari materi pembelajaran yang tuntas, karena materi dikemas ke dalam satu kesatuan yang utuh. Jika harus dilakukan pembagian atau pemisahan materi dari satu unit kompetensi harus dilakukan dengan hati-hati dan memperhatikan keluasan kompetensi yang harus dikuasai.

3) *Stand Alone* yaitu modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media pembelajaran lain. Dengan menggunakan modul, pembelajar tidak tergantung dan harus menggunakan media yang lain untuk mempelajari dan atau mengerjakan tugas pada modul tersebut. Jika masih menggunakan dan bergantung pada media lain selain modul yang digunakan, maka media tersebut tidak dikategorikan sebagai media yang berdiri sendiri.

4) *Adaptive*, modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Dikatakan adaptif jika modul dapat menyesuaikan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta fleksibel digunakan. Dengan memperhatikan percepatan perkembangan ilmu dan teknologi pengembangan modul multimedia hendaknya tetap

“*up to date*”. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.

- 5) *User Friendly*, modul hendaknya bersahabat dengan pemakainya. Setiap instruksi dan paparan informasi yang tampil bersifat membantu dan bersahabat dengan pemakainya, termasuk kemudahan pemakai dalam merespon, mengakses sesuai dengan keinginan. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.

2.3.2 Modul sebagai media pembelajaran

Media adalah perantara atau pengantar pesan dari pengirim ke penerima pesan, Sadiman dalam UPI (2010). Secara umum media pembelajaran dalam pendidikan disebut media, yaitu berbagai jenis komponen dalam lingkungan siswa yang dapat merangsangnya untuk berpikir, menurut Gagne dalam UPI (2010).

Menurut W.S Winkle dalam Elis (2009:31) modul dapat menunjuk pada suatu paket pengajaran yang memuat pedoman bagi guru dan bahan pelajaran bagi siswa.

Modul adalah suatu paket pengajaran yang berkenaan dengan suatu unit terkecil bertahap dari mata pelajaran tertentu. Modul dikatakan bertahap karena dipelajari secara individual dari satu unit ke unit lainnya (Hamalik) dalam Elis (2009:31). Modul merupakan satuan program belajar terkecil, yang dipelajari oleh siswa sendiri secara sendiri atau diajarkan oleh siswa

pada dirinya sendiri (*self instructional*). Setelah mahasiswa menyelesaikan satuan yang satu, akan melangkah maju dan mempelajari satuan berikutnya.

Berdasarkan pengertian-pengertian di atas dapat di simpulkan bahwa modul sebagai media pembelajaran merupakan segala sesuatu yang digunakan dalam kegiatan pembelajaran agar dapat merangsang pikiran, perasaan, minat, dan perhatian siswa sehingga proses interaksi komunikasi guru dan siswa dapat berlangsung secara tepat guna dan berdayaguna.

2.3.3 Tujuan pembelajaran modul

Tujuan utama sistem pembelajaran modul menurut Mulyasa (2006:43) adalah untuk meningkatkan efisiensi dan efektifitas pembelajaran di sekolah, baik waktu, dana, fasilitas, maupun tenaga guna mencapai tujuan secara optimal.

Menurut Nasution (2005:205-206) tujuan sistem pembelajaran modul antara lain :

- a. Membuka kesempatan bagi siswa untuk belajar menurut kecepatan masing-masing.
- b. Memberikan kesempatan kepada siswa untuk belajar menurut cara masing-masing, sebab mereka menggunakan teknik yang berbeda-beda untuk memecahkan masalah tertentu berdasarkan latar belakang pengetahuan dan kebiasaan masing-masing.
- c. Memberikan pilihan dari sejumlah besar topik dalam rangka suatu mata pelajaran, mata kuliah, bidang studi atau disiplin bila kita anggap bahwa

pelajar tidak mempunyai pola minat yang sama, motivasi yang sama, untuk mencapai tujuan yang sama.

- d. Memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengenal kelebihan dan kekurangannya dan memperbaiki kelemahannya melalui modul remedial, ulangan-ulangan, atau variasi dalam cara belajar.

2.3.4 Keuntungan dan kelemahan sistem belajar bermodul

Keuntungan sistem belajar bermodul menurut Nasution (2005:206-207) antara lain :

- a. Balikan (*feed back*)

Modul memberikan balikan (*feed back*) yang banyak dengan segera sehingga siswa dapat mengetahui taraf hasil belajarnya.

- b. Penguasaan Tuntas (*mastery*)

Pembelajaran modul tidak menggunakan kurva normal sebagai dasar distribusi angka-angka. Setiap siswa mendapat kesempatan untuk mencapai angka tertinggi dengan menguasai bahan pelajaran secara tuntas. Dengan penguasaan bahan itu sepenuhnya ia memperoleh dasar yang lebih mantap untuk menghadapi materi baru.

- c. Tujuan

Modul disusun sedemikian rupa sehingga tujuannya jelas, lebih spesifik, dan dapat dicapai oleh siswa.

d. Motivasi

Pembelajaran yang membimbing siswa untuk mencapai sukses melalui langkah-langkah teratur tertentu akan menimbulkan motivasi yang kuat untuk berusaha segiat-giatnya.

e. Fleksibilitas

Pembelajaran modul disesuaikan dengan perbedaan siswa antara lain mengenai kecepatan belajar, cara belajar, dan bahan pelajaran.

f. Kerjasama

Pembelajaran modul mengurangi atau menghilangkan sedapat mungkin rasa persaingan diantara siswa sebab semua dapat mencapai hasil tertinggi.

g. Pengajaran Remedial

Pembelajaran modul dengan sengaja memberi kesempatan untuk pelajaran remedial yakni memperbaiki kelemahan, kesalahan atau kekurangan siswa yang segera dapat ditemukan sendiri oleh siswa berdasarkan evaluasi yang diberikan secara kontinyu. Siswa tidak perlu mengulangi kompetensi itu seluruhnya akan tetapi hanya yang berkenaan dengan kekurangan itu.

Keuntungan sistem pembelajaran modul ini yakni siswa dapat lebih banyak belajar, daripada guru mengajar. Belajar akan lebih efektif dan siswa dapat bekerja secara langsung dan dapat memilih waktu yang cocok dengan belajarnya.

2.4 Tinjauan Materi Modul Dasar-dasar Teknik Elektronika

Dasar-dasar teknik elektronika adalah salah satu standar kompetensi yang terdapat dalam program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK). Untuk mencapai standar kelulusan di SMK pada program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik harus menempuh standar kompetensi Dasar-dasar Teknik Elektronika. Standar kompetensi Dasar-dasar Teknik Elektronika dalam KTSP dipelajari di kelas X semester satu dan semester dua. Standar kompetensi ini terdiri dari beberapa kompetensi dasar, yaitu memahami konsep dasar elektronika, memahami simbol komponen elektronika, memahami sifat-sifat komponen elektronika, dan menggambar karakteristik komponen elektronika.

Materi yang terdapat dalam modul pembelajaran dasar-dasar teknik elektronika yang dibuat sesuai dengan kompetensi dasar yang ada dalam silabus dasar-dasar teknik elektronika. Dimana dalam modul pembelajaran dibuat tiga kegiatan belajar, yaitu kegiatan belajar I tentang konsep dasar elektronika, kegiatan belajar II tentang pengenalan komponen elektronika, dan kegiatan belajar III tentang karakteristik komponen elektronika aktif.

Dalam kegiatan belajar I, materi yang dibahas sesuai dengan indikator dalam silabus dasar-dasar teknik elektronika, yaitu materi tentang teori elektron, materi tentang hukum Ohm, materi tentang AVOMeter dan materi tentang penghantar listrik. Materi teori elektron ini membahas tiga pokok bahasan, yaitu pembahasan tentang teori elektron dan proton, pembahasan tentang arus listrik dan muatan listrik dan pembahasan tentang tegangan

listrik. Materi tentang hukum Ohm membahas tentang terjadinya hukum Ohm dan pengaplikasian hukum Ohm dalam kehidupan sehari-hari. Materi tentang AVOMeter dalam modul pembelajaran ini menjelaskan tentang bagian-bagian AVOMeter dan Penggunaan AVOMeter. Materi tentang penggunaan AVOMeter yang dibahas dalam modul pembelajaran ini meliputi, penggunaan AVOMeter untuk mengukur tegangan AC, penggunaan AVOMeter untuk mengukur tegangan DC Volt, penggunaan AVOMeter untuk mengukur tegangan DC Ampere, dan penggunaan AVOMeter untuk mengukur hambatan.

Materi yang terakhir dibahas dalam kegiatan belajar I yaitu materi tentang penghantar listrik. Materi penghantar listrik ini meliputi materi tentang konduktor, isolator dan semikonduktor. Materi tentang konduktor dalam modul pembelajaran membahas tentang bentuk-bentuk penghantar/konduktor dan sifat dasar penghantar. Bentuk-bentuk penghantar/konduktor yang dibahas meliputi penghantar bentuk padat dan penghantar bentuk cair. Sedangkan sifat dasar dari penghantar yang dibahas dalam modul pembelajaran ini yaitu besar tahanan jenis penghantar, daya hantar panas, koefisien suhu tahanan, kekuatan tahanan tarik dan medan termoelektromagnetis yang timbul. Pembahasan materi isolator dalam modul pembelajaran ini sama seperti pembahasan materi konduktor, yaitu meliputi materi tentang bentuk-bentuk dari isolator dan materi tentang sifat-sifat dari isolator. Materi tentang bentuk-bentuk isolator meliputi isolator yang berbentuk padat, isolator yang berbentuk cair dan isolator yang berbentuk

gas. Sedangkan sifat-sifat isolator yang dibahas yaitu sifat listrik dari isolator, sifat mekanis, sifat termis, dan sifat kimia dari isolator. Materi yang terakhir dalam materi penghantar listrik yaitu materi tentang semikonduktor. Materi semikonduktor membahas tentang atom dan hubungan P-N. Materi atom yang dibahas yaitu tentang struktur atom dan pengotoran ikatan atom. Sedangkan materi hubungan P-N semikonduktor membahas tentang karakter keping P-N dan pembangkitan tenaga barrier.

Kegiatan belajar II dalam modul pembelajaran ini membahas materi tentang pengenalan komponen elektronika yang mencakup materi berdasarkan indikator dalam silabus dasar-dasar teknik elektronika, yaitu materi tentang resistor, kapasitor, induktor, dioda, transistor, transformator dan IC. Pembahasan yang pertama untuk materi pengenalan komponen elektronika yaitu materi tentang resistor yang meliputi pembahasan tentang macam-macam resistor, kode warna dan rangkaian resistor. Pembahasan tentang macam-macam resistor itu sendiri meliputi pembahasan tentang resistor linier/tetap dan resistor variabel/tidak tetap. Sedangkan untuk materi rangkaian resistor membahas dua materi, yaitu materi rangkaian resistor seri dan rangkaian resistor paralel. Pembahasan yang kedua yaitu materi tentang kapasitor. Materi kapasitor mencakup lima pembahasan yaitu pembahasan macam-macam kapasitor, cara membaca kapasitor, kapasitansi pada kapasitor, pengisian dan pengosongan kapasitor dan sifat-sifat yang dimiliki kapasitor. Pembahasan tentang macam-macam kapasitor ini meliputi pembahasan kapasitor linier/tetap dan kapasitor variabel/tidak tetap.

Sedangkan pembahasan materi tentang sifat-sifat kapasitor meliputi pembahasan sifat kapasitor terhadap tegangan DC dan sifat kapasitor terhadap tegangan AC.

Pembahasan yang ketiga dalam materi pengenalan komponen elektronika adalah pembahasan tentang induktor. Materi induktor meliputi empat pembahasan, yaitu pembahasan tentang fungsi dari induktor, pembahasan tentang jenis-jenis lilitan, pembahasan tentang pengisian dan pengosongan induktor dan pembahasan tentang sifat-sifat induktor. Pembahasan tentang sifat-sifat dari induktor itu sendiri meliputi pembahasan sifat induktor terhadap tegangan DC dan pembahasan sifat induktor terhadap tegangan AC. Pembahasan yang keempat adalah pembahasan tentang dioda. Materi yang dibahas dalam pembahasan tentang dioda hanyalah materi macam-macam dioda saja. Macam-macam dioda yang dibahas dalam modul pembelajaran ini adalah dioda penyearah, dioda zener, dioda varaktor, dioda LED, dioda photo, dioda schottky dan dioda tunnel. Pembahasan yang kelima yaitu materi tentang transistor. Materi transistor ini membahas tiga pokok bahasan, yaitu prinsip kerja transistor, cara kerja transistor dan jenis-jenis transistor. Pembahasan yang keenam mengenai materi tentang transformator. Materi transformator yang dibahas yaitu tentang prinsip kerja dari transformator dan jenis-jenis transformator. Pembahasan yang ketujuh yaitu materi tentang IC/Integrated circuit. Materi yang dibahas dalam pembahasan IC ini yaitu tentang pengertian dari IC dan jenis-jenis IC beserta fungsinya.

Kegiatan belajar yang ke III dalam modul pembelajaran ini membahas materi tentang karakteristik komponen elektronika aktif. Berdasarkan silabus dasar-dasar teknik elektronika, pembahasan materi karakteristik komponen elektronika aktif terdapat dua pokok bahasan, yaitu pembahasan materi tentang karakteristik dioda dan pembahasan materi tentang karakteristik transistor. Pembahasan yang pertama dalam kegiatan belajar III ini adalah materi tentang karakteristik dioda. Materi karakteristik dioda terdiri dari tiga sub pokok bahasan, yaitu pembahasan materi tentang dioda P-N junction, pembahasan materi tentang dioda zener, dan pembahasan materi tentang dioda khusus. Materi yang dibahas dalam sub pokok bahasan dioda P-N junction, yaitu materi tentang karakteristik dioda dan materi tentang macam-macam penyearah dan cara kerjanya. Sedangkan materi yang dibahas dalam sub pokok bahasan dioda zener adalah materi tentang karakteristik dioda zener dan materi tentang dioda sebagai stabilisator. Materi yang terakhir dalam pembahasan tentang karakteristik dioda yaitu materi tentang dioda khusus. Dalam pembahasan pada materi sub pokok bahasan dioda khusus, materi yang dibahas adalah materi tentang karakteristik dioda varaktor dan karakteristik dioda tunnel.

Pembahasan yang kedua dalam kegiatan belajar III pada modul pembelajaran dasar-dasar teknik elektronika ini adalah materi yang membahas tentang karakteristik transistor. Materi yang dibahas dalam pembahasan karakteristik transistor adalah materi tentang garis beban DC,

materi tentang bias tetap, materi tentang bias sendiri, dan materi tentang emitter bias.

2.5 Kerangka Berpikir

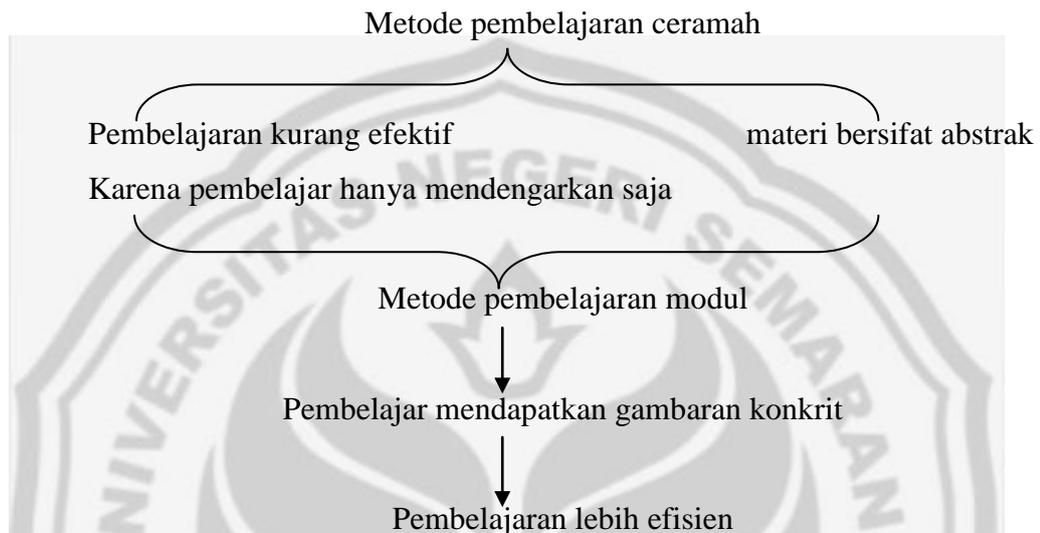
Untuk mempermudah pelaksanaan penelitian sekaligus untuk mempermudah dalam penelitian agar tidak menyimpang dari inti permasalahan maka perlu dijelaskan suatu kerangka pemikiran sebagai landasan dalam pembahasan.

Metode pembelajaran ceramah dalam mata pelajaran dasar-dasar teknik elektronika adalah metode penyampaian materi pelajaran dasar-dasar teknik elektronika oleh guru sebagai pembicara kepada siswa sebagai kelompok pendengar. Perubahan yang diperoleh siswa dalam metode pembelajaran ceramah adalah penguasaan materi yang diperoleh dengan cara mendengarkan materi yang disampaikan oleh guru.

Sedangkan pelaksanaan metode pembelajaran modul pada mata pelajaran dasar-dasar teknik elektronika akan membuat siswa lebih aktif dalam belajar secara mandiri dengan cara membaca modul pembelajaran. Dalam pembelajaran menggunakan modul siswa yang belum memahami bagian materi tertentu mereka akan bertanya kepada guru sehingga perubahan yang dicapai dalam pembelajaran menggunakan modul akan membuat siswa menjadi lebih aktif dalam proses pembelajaran. Perubahan lain yang diperoleh dalam pembelajaran modul adalah siswa akan mendapatkan gambaran secara langsung melalui modul yang berupa gambar, simbol

ataupun diagram yang terdapat dalam modul pembelajaran dasar-dasar teknik elektronika.

Dari penjabaran diatas, dapat digambarkan dalam bagan seperti dibawah ini:



2.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis adalah dugaan yang mungkin benar dan mungkin juga salah. Hipotesis akan ditolak apabila salah atau palsu dan akan diterima jika benar. Penolakan maupun penerimaan hipotesis sangat tergantung hasil-hasil penyelidikan terhadap fakta-fakta yang dikumpulkan.

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa hipotesis adalah jawaban sementara dari rumusan masalah dan membutuhkan pembuktian lebih lanjut.

Dalam penelitian ini, penulis menyimpulkan bahwa perencanaan modul pembelajaran pada mata pelajaran dasar-dasar teknik elektronika di yang dikembangkan dalam penelitian ini layak digunakan di SMK RSBI untuk kelas X program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penentuan Objek Penelitian

3.1.1 Populasi

Populasi adalah wilayah generalisasi yang terdiri atas: obyek/subyek yang mempunyai kualitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2009:80). Populasi dalam penelitian ini adalah siswa-siswi SMK RSBI program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

3.1.2 Sampel

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut. (Sugiyono, 2009:81). Sampel dalam penelitian ini adalah kelompok siswa kelas X SMKN 1 Semarang dan SMKN 1 Kedungwuni, guru SMKN 1 Semarang dan guru SMKN 1 Kedungwuni program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

3.2 Tempat dan Pelaksanaan Penelitian

Tempat penelitian pada skripsi ini dilaksanakan di SMK Negeri 1 Semarang dan SMK Negeri 1 Kedungwuni kelas X program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

3.3 Jenis dan Desain Penelitian

Menurut Sugiyono (2003:51) dalam Ana (2010:33) terdapat beberapa jenis penelitian, antara lain adalah:

- a. Penelitian Kuantitatif yaitu penelitian dengan maksud memperoleh data yang berbentuk angka atau data kualitatif yang diangkakan
- b. Penelitian kualitatif yaitu data yang berbentuk kata, skema, gambar.

Penelitian ini termasuk dalam penelitian kualitatif, karena dalam penelitian ini lebih menitikberatkan pada kelayakan modul pembelajaran dan tidak melihat aspek statistik secara mendalam, sehingga dalam penelitian ini data dianalisis dengan sistem deskriptif prosentase.

3.4 Metode Pengumpulan Data

Dalam penelitian ini metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode kuesioner atau angket. Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara memberi seperangkat pertanyaan atau pernyataan tertulis kepada responden untuk dijawabnya. Kuesioner merupakan teknik pengumpulan data yang efisien bila peneliti tahu dengan pasti variable yang akan diukur dan tahu apa yang dapat diharapkan dari responden. Bila penelitian dilakukan pada lingkup yang tidak terlalu luas, sehingga kuesioner dapat diantarkan langsung dalam waktu tidak terlalu lama, maka pengiriman angket kepada responden tidak melalui pos (Sugiyono, 2009:142).

Menurut Arikunto (2006:225), memang kuisisioner baik, asal cara dan pengadaannya mengikuti persyaratan telah digariskan dalam penelitian, maka harus melalui prosedur berikut :

- a. Merumuskan tujuan yang akan dijadikan sasaran kuesioner.
- b. Mengidentifikasi variabel yang akan dijadikan sasaran kuesioner.

- c. Menjabarkan setiap variabel menjadi sub-variabel yang lebih spesifik dan tunggal.
- d. Menentukan jenis data yang akan dikumpulkan, sekaligus untuk menentukan teknik analisisnya.

Untuk memperoleh kuisioner dengan hasil mantap adalah dengan proses uji coba. Sampel yang diambil untuk keperluan uji coba haruslah sampel dari populasi dimana sampel penelitian akan diambil.

Skala *Likert* (Sugiyono, 2009:93) digunakan untuk mengukur sikap, pendapat, dan persepsi seseorang atau sekelompok orang tentang fenomena sosial. Dengan skala *Likert*, maka variabel yang akan diukur dijabarkan menjadi indikator variabel. Kemudian indikator tersebut dijadikan sebagai titik tolak untuk menyusun item-item instrumentasi yang dapat berupa pertanyaan atau pernyataan.

Untuk keperluan analisis kuantitatif, maka jawaban itu dapat diberi skor sebagai berikut :

SS (Sangat Setuju)	diberi skor 5
S (Setuju)	diberi skor 4
RG (Ragu-Ragu)	diberi skor 3
TS (Tidak Setuju)	diberi skor 2
STS(Sangat Tidak Setuju)	diberi skor 1

3.5 Metode Analisis Data

Setelah data diperoleh, maka langkah selanjutnya adalah menganalisa data. Dalam penelitian ini lebih menitik beratkan pada bagaimana modul

pembelajaran dan tidak melihat aspek statistik secara mendalam. Sehingga dalam penelitian ini data dianalisis dengan sistem deskriptif persentase. Untuk menganalisis data hasil angket dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

1. Angket yang telah diisi responden, diperiksa kelengkapannya kemudian disusun sesuai dengan angket responden.
2. Mengkuantitatifkan data hasil *checking* sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan dengan memberi skor sesuai dengan bobot yang telah ditentukan sebelumnya.
3. Membuat tabulasi data atau menyusun menjadi tabel
4. Menghitung persentase dengan cara membagi suatu skor dengan totalnya dan mengalikan 100.

$$\% = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Keterangan :

% : prosentase

n : jumlah nilai yang diperoleh

N : jumlah seluruh nilai yang diperoleh

(Muhammad Ali, 1993:186)

5. Dari presentase yang diperoleh kemudian ditransformasikan ke dalam kalimat yang bersifat kualitatif. Untuk menentukan kriteria kualitatif dilakukan dengan cara:
 - a. Menentukan presentase skor ideal (skor maksimal) = 100%
 - b. Menentukan presentase skor terendah (skor minimal) = 0%

- c. Menentukan range = $100 - 0 = 100$
- d. Menentukan interval yang dikehendaki = 5 (sangat baik, baik, cukup baik, tidak baik, sangat tidak baik)
- e. Menentukan lebar interval = $(100/5) = 20$

Berdasarkan perhitungan, maka range presentasi dan kriteria kualitatif dapat ditetapkan dalam tabel 1.

Tabel 1. Range Presentasi dan Kriteria Kualitatif

No	Interval	Kriteria
1.	$80\% < \text{prosentase} \leq 100\%$	Sangat Baik
2.	$60\% < \text{prosentase} \leq 80\%$	Baik
3.	$40\% < \text{prosentase} \leq 60\%$	Cukup Baik
4.	$20\% < \text{prosentase} \leq 40\%$	Tidak Baik
5.	$0\% < \text{prosentase} \leq 20\%$	Sangat Tidak Baik

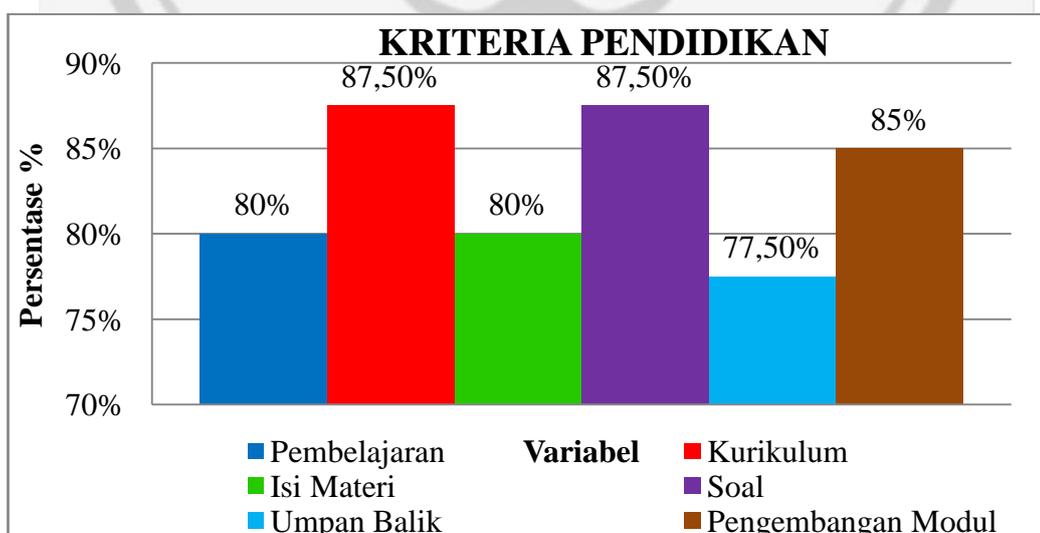
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

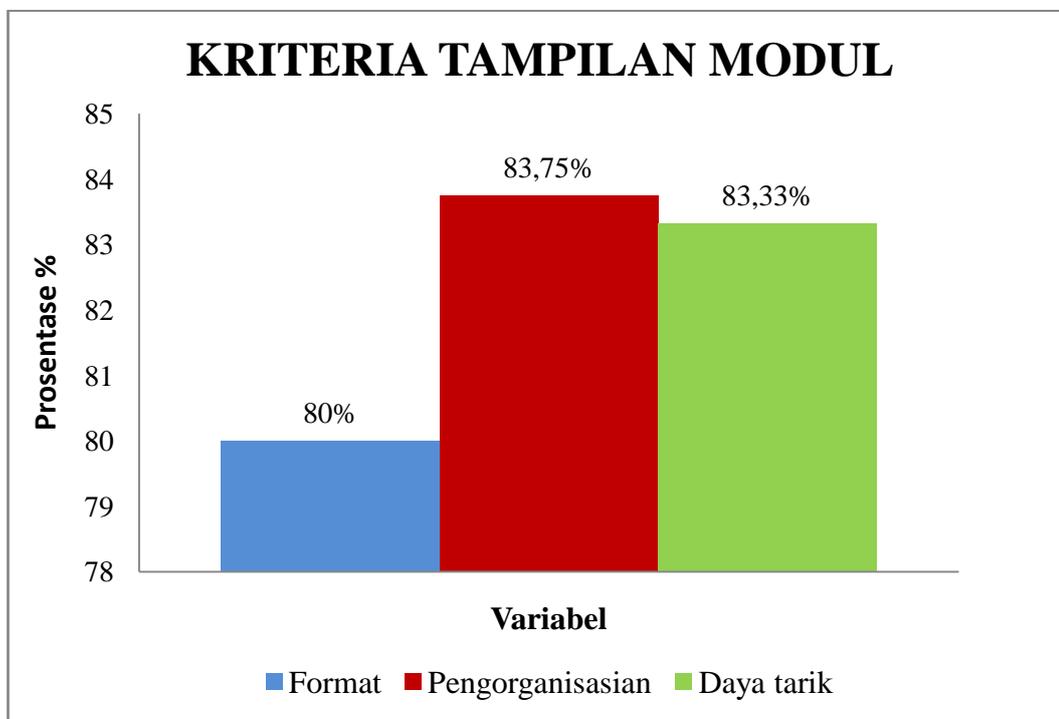
4.1.1 Analisis Hasil Angket (Kuesioner)

Modul pembelajaran Dasar-dasar Teknik Elektronika telah diujikan kepada beberapa guru yang berkompeten dalam bidangnya, untuk memvalidasi modul dan kemudian diujicobakan pada sejumlah siswa untuk mencari tanggapan dan sikap siswa terhadap modul pembelajaran yang telah dibuat. Uji coba modul pembelajaran terhadap 2 orang guru dari SMKN 1 Semarang dan 2 orang guru dari SMKN 1 Kedungwuni Kabupaten Pekalongan dari program keahlian yang sama yaitu program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik. Adapun jumlah guru yang telah menjawab angket dengan baik dan benar sejumlah 4 orang. Hasil analisis skor angket untuk kriteria pendidikan yang telah diisi oleh guru ditunjukkan oleh gambar 1.



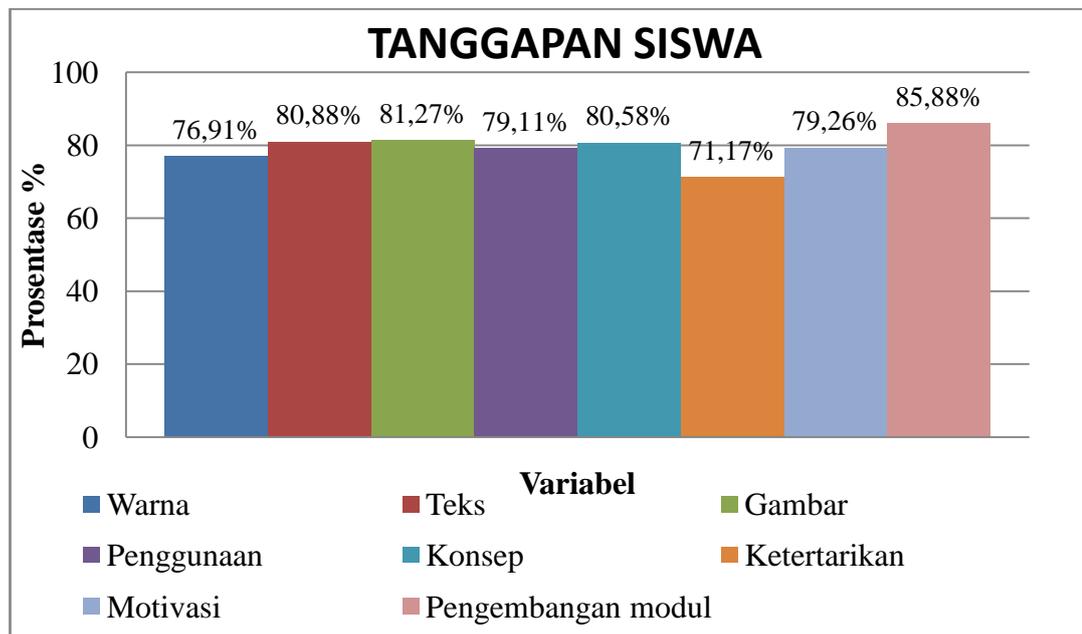
Gambar 1. Grafik skor angket pada kriteria pendidikan

Hasil analisis skor angket untuk kriteria tampilan modul yang telah diisi oleh guru ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik skor angket pada kriteria tampilan modul

Uji coba selanjutnya kepada 36 siswa kelas X TITL 1 program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMKN 1 Semarang dan 32 siswa kelas X TITL 1 program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik SMKN 1 Kedungwuni Kabupaten Pekalongan. Siswa yang telah menjawab angket dengan baik dan benar, dalam arti seluruh pertanyaan angket dijawab semua sejumlah 68 siswa. Hasil analisis skor angket untuk mencari tanggapan siswa ditunjukkan oleh gambar 3.



Gambar 3. Grafik skor angket pada siswa

4.1.2 Analisis Jawaban Terbuka

Dari jawaban yang telah diberikan oleh responden atas pertanyaan terbuka, maka terdapat berbagai hal yang harus ditulis tentang modul tersebut. Menurut guru, modul ini memiliki kelebihan-kelebihan sebagai berikut: materi yang disajikan lengkap dan sesuai dengan kurikulum yang berlaku, terdapat kegiatan praktikum, disajikan gambar yang menarik sehingga mempermudah dalam memahami materi dan modul dilengkapi dengan contoh soal dan evaluasi. Sedangkan menurut siswa kelebihan-kelebihan dari modul pembelajaran ini yaitu warna yang digunakan pada gambar dalam modul pembelajaran ini menarik dan tidak mencolok, materi yang disajikan mudah dipahami dan modul pembelajaran ini dapat digunakan untuk belajar mandiri.

Tetapi modul pembelajaran ini memiliki kekurangan-kekurangan. Menurut guru kekurangan-kekurangan yang terdapat dalam modul ini antara

lain: modul belum disajikan dalam setiap pertemuan, materi dalam modul pembelajaran ini masih banyak menggunakan alat ukur analog dari pada alat ukur digital, serta kegiatan praktik belum disajikan dengan format yang sesuai dengan SMK. Sedangkan menurut siswa kekurangan dari modul pembelajaran ini gambar-gambar penjelas materi kurang banyak dan ukuran modul terlalu tebal.

Untuk mengatasi kekurangan-kekurangan tersebut guru mempunyai saran sebagai berikut: modul disajikan dalam setiap pertemuan dan menyajikan kegiatan praktikum sesuai dengan format yang ada di SMK. Sedangkan menurut siswa gambar-gambar yang terdapat dalam modul lebih diperbanyak dan materi lebih dipersingkat.

Sedangkan pertanyaan apakah modul pembelajaran ini layak digunakan sebagai media pembelajaran. Menurut guru dan siswa sudah layak digunakan sebagai media pembelajaran dengan memperbaiki atau membenahi media pembelajaran ini.

4.2 Pembahasan

4.2.1 Penilaian guru tentang modul dasar-dasar teknik elektronika

4.2.1.1 Penilaian guru untuk kriteria pendidikan

Dari hasil analisis angket pada lampiran 1, menurut guru untuk kriteria pendidikan berdasarkan karakteristik modul menurut Rosyid (2010), secara umum menunjukkan kategori sangat baik dengan perolehan skor 82,30%. Dalam kriteria pendidikan tersebut terdapat berbagai variabel, diantaranya

variabel pembelajaran, variabel kurikulum, variabel isi materi, variabel soal, variabel umpan balik dan variabel pengembangan modul.

Menurut Mulyasa (2006) dalam Indah (2011:40) pembelajaran dengan sistem modul memiliki karakteristik antara lain: modul harus memberikan informasi dan petunjuk yang jelas tentang apa yang harus dilakukan oleh siswa, modul merupakan pembelajaran individual, pengalaman belajar dalam modul disediakan untuk membantu peserta didik mencapai tujuan pembelajaran seefektif dan seefisien mungkin, materi disajikan secara logis dan sistematis, memiliki mekanisme untuk mengukur pencapaian tujuan pembelajaran. Pendapat tersebut didukung oleh hasil penilaian guru pada variabel pembelajaran yang menunjukkan kategori baik dengan skor 80%. Pada variabel pembelajaran tersebut 80% guru menyatakan bahwa modul yang dikembangkan mampu mengarahkan siswa untuk belajar mandiri, 65% guru menyatakan modul yang dikembangkan dapat dipelajari secara tuntas dan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersamaan dengan media lain, dan 95% guru menyatakan modul yang dikembangkan dapat digunakan untuk pembelajaran individu, kelompok kecil dan kelompok besar.

Pada variabel kurikulum secara keseluruhan hasil analisis menunjukkan kategori sangat baik dengan perolehan skor 87,50%. Dalam point-point variabel kurikulum, 90% guru menyatakan bahwa modul pembelajaran tersebut sesuai dengan kurikulum yang berlaku dan 85% guru menyatakan modul pembelajaran tersebut disusun sesuai tingkat kompetensi. Hal ini

menunjukkan bahwa modul telah mencerminkan substansi materi yang terkandung dalam SK dan KD. Sesuai dengan pendapat Sudrajat (2008) yang menyatakan salah satu prinsip bahan ajar dapat tercapai apabila bahan ajar memiliki keterkaitan antara materi dengan pencapaian SK dan KD serta memiliki keajegan antara bahan ajar dan KD yang harus dikuasai siswa.

Materi yang disajikan dalam modul pembelajaran terdiri dari submateri-submateri yang dirangkum dari berbagai sumber yang relevan dan mencerminkan kondisi termasa (up to date). Selain itu juga disesuaikan dengan devinisi yang berlaku dalam bidang Elektronika dengan penambahan glosarium untuk menghindari kesalahan penafsiran. Bahan ajar juga dilengkapi dengan adanya rangkuman materi dan kegiatan praktikum yang terdapat pada setiap akhir kegiatan belajar. Hal ini tercermin pada penilaian guru untuk variabel isi materi yang secara keseluruhan menunjukkan hasil yang baik dengan perolehan skor 80%. Dalam point-point variabel isi materi, 65% guru menyatakan materi dalam modul pembelajaran termasuk bahan terkini, 90% guru menyatakan dalam modul pembelajaran terdapat rangkuman materi, dan 75% guru menyatakan dalam modul pembelajaran terdapat kegiatan praktikum.

Penilaian pada variabel soal menunjukkan kategori sangat baik dengan skor 87,50%. Hal ini dikarenakan dalam modul terdapat contoh-contoh soal yang relevan dengan materi yang disajikan dalam modul, sehingga siswa dapat lebih mudah dalam memahami materi. Soal-soal yang disajikan dalam modul juga mampu merangsang siswa untuk berpikir lebih jauh, kritis, kreatif

dan inovatif serta mendorong siswa untuk memperoleh informasi dari berbagai sumber. Seperti pendapat Mulyani et al. (2008) dalam Indah (2011:36), bahwa pengetahuan tidak didapat begitu saja tetapi didapatkan dengan interaksi dengan lingkungannya melalui alat indera.

Modul juga menyajikan umpan balik untuk evaluasi diri berupa tes formatif/latihan soal disetiap akhir kegiatan pembelajaran. Tes formatif sangat penting dimunculkan diakhir kegiatan pembelajaran, karena dapat mengukur sampai dimana pemahaman siswa terhadap materi yang dipelajari. Tes formatif merupakan salah satu cara atau sarana untuk mengetahui tingkat penguasaan siswa tentang materi yang telah dijelaskan guru pada mereka apakah ada umpan balik yang baik atau tidak, Indrayanto (2010). Setelah mengerjakan tes formatif dan mengetahui hasilnya maka selanjutnya siswa harus membandingkan hasil yang diperoleh dengan kriteria keberhasilan yang ditetapkan, sehingga siswa akan memperoleh informasi tentang kegiatan tindak lanjut yang harus dilakukannya, Widyarningsih dalam Wulansasi (2011:46). Menurut hasil penilaian dari para guru, secara keseluruhan penilaian pada variabel umpan balik menunjukkan kategori nilai baik dengan perolehan skor 77,50%. Dalam point-point variabel umpan balik, terdapat 75% guru menyatakan bahwa di dalam modul pembelajaran tersebut terdapat umpan balik evaluasi yang dapat membantu siswa mengetahui seberapa jauh kemampuan mereka dan 80% guru menyatakan bahwa di dalam modul pembelajaran tersebut terdapat instrumen penilaian dimana siswa bisa memperoleh informasi tentang kelanjutan kegiatan belajarnya.

Pada variabel pengembangan modul yaitu modul layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran, para guru menilai modul layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran dengan perolehan skor 85% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini karena modul pembelajaran sudah sesuai dengan karakteristik dalam modul pembelajaran.

4.2.1.2 Penilaian guru untuk kriteria tampilan Modul

Analisis hasil angket pada lampiran 2 menurut guru untuk kriteria tampilan modul pembelajaran secara umum menunjukkan kategori sangat baik dengan perolehan skor 82,27%. Dalam kriteria tampilan modul pembelajaran tersebut terdapat beberapa variabel, diantaranya adalah variabel format, variabel pengorganisasian dan variabel daya tarik.

Penilaian guru pada variabel format menunjukkan kategori sangat baik dengan perolehan skor 80%. Variabel format tersebut meliputi: penggunaan font, spasi dan tata letak sudah sesuai dengan memperoleh skor 75% yang termasuk dalam kategori baik, bentuk dan ukuran huruf mudah dibaca dengan kategori sangat baik dan memperoleh skor 90%, menghindari penggunaan huruf kapital untuk seluruh teks termasuk dalam kategori baik dengan perolehan skor 75% dan format kertas vertikal atau horisontal dengan perolehan skor 80% yang termasuk dalam kategori baik. Pada variabel format ini, peneliti menyajikan tampilan modul yang sedemikian rupa agar pembaca/siswa lebih tertarik dan lebih mudah dalam pemahaman materi. Seperti pendapat yang dikemukakan oleh Sapta (2009), bahwa tampilan,

bahasa, kalimat, font, spasi, bentuk, huruf, dan foto/gambar yang didesain secara baik dapat memberikan pemahaman yang lebih baik.

Menurut pendapat para guru, pada variabel pengorganisasian secara umum menunjukkan kategori sangat baik dengan perolehan skor 83,75%. Hal ini ditunjukkan oleh 85% guru yang menyatakan modul yang dikembangkan ini menampilkan peta/bagan konsep modul, 80% guru menyatakan penempatan naskah, gambar dan ilustrasi yang menarik, 85% guru menyatakan penyusunan alur antar bab, antar unit dan antar paragraf mudah dipahami, dan 85% guru menyatakan penyusunan judul, sub judul (kegiatan belajar) dan uraian mudah diikuti. Uraian tersebut sejalan dengan pendapat Sudrajat (2008), yang menyatakan pengorganisasian dalam penyusunan bahan ajar harus diperhatikan, sehingga bahan ajar tersusun secara sistematis. Selain itu, naskah, gambar, dan ilustrasi harus menarik dan antar paragraf tersusun secara urut.

Motivasi belajar yang tinggi merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan siswa. Seorang siswa yang memiliki motivasi belajar tinggi akan lebih berhasil dalam belajar. Untuk itu, maka salah satu faktor penting dalam penyusunan bahan ajar adalah memberikan dorongan (motivasi) agar siswa senang mempelajarinya. Banyak cara untuk memberikan motivasi, antara lain memberikan ilustrasi yang bagus, bentuk layout yang menarik, tujuan dan manfaat bahan ajar yang jelas, memberi contoh-contoh yang tepat, agar membuat siswa senang belajar, (Widayanto, 2010:17-18). Dengan adanya pernyataan tersebut, maka modul pembelajaran ini dibuat semenarik mungkin

dengan pengkombinasian warna, gambar, bentuk dan ukuran huruf yang serasi agar siswa terangsang untuk belajar lebih baik. Hal ini ditunjukkan dengan penilaian guru pada variabel daya tarik yang menyatakan skor 83,33% dengan kategori sangat baik. Variabel daya tarik sendiri, didalamnya meliputi: kriteria pengkombinasian warna, gambar, bentuk dan ukuran huruf yang serasi yang termasuk dalam kriteria baik dengan perolehan skor 80%. 85% guru menyatakan bahwa penempatan rangsangan-rangsangan berupa gambar, pencetakan huruf tebal, miring, garis bawah atau warna sangat baik dan 85% guru menyatakan pengemasan tugas dan latihan yang menarik dengan kategori sangat baik.

4.2.2 Penilaian siswa tentang modul dasar-dasar elektronika

Hasil analisis angket siswa pada lampiran 3 secara umum menunjukkan kategori baik dengan perolehan skor 79,15%. Dalam angket tersebut meliputi berbagai variabel, diantaranya adalah variabel warna, variabel teks, variabel gambar, variabel penggunaan, variabel konsep, variabel ketertarikan, variabel motivasi, dan variabel pengembangan modul.

Untuk menarik minat baca siswa bahan ajar harus disusun dengan mengombinasikan warna, gambar, bentuk dan ukuran huruf yang serasi.

Gambar-gambar yang sifatnya mendukung isi materi sangat diperlukan, karena disamping memperjelas penjelasan juga dapat menambah daya tarik bagi siswa untuk mempelajarinya, (Widayanto, 2010:37). Hal ini ditunjukkan dengan penilaian siswa pada variabel warna yang menunjukkan kategori baik dengan perolehan skor 76,91%. Dimana dalam variabel warna tersebut,

terdapat 75% siswa yang menyatakan bahwa warna-warna yang terdapat dalam modul pembelajaran tidak mencolok dan 79,70% siswa menyatakan bahwa warna-warna yang digunakan dalam modul pembelajaran tersebut menarik, sehingga siswa tidak merasa jenuh dalam kegiatan belajar.

Modul yang dikembangkan ini dibuat sedemikian rupa sehingga bahasa yang digunakan dalam modul mudah dipahami, baku, sesuai dengan tingkat perkembangan peserta didik, komunikatif, lugas, interaktif, sesuai dengan kaidah bahasa Indonesia, serta menggunakan istilah dan simbol/lambang yang konsisten dan tepat. Pada variabel teks ini secara umum menunjukkan kategori sangat baik dengan persentase 80,88%. Terdapat 83,82% siswa yang menyatakan bahwa teks yang terdapat dalam modul yang dikembangkan dapat dibaca dengan jelas dan 77,97% siswa yang menyatakan bahwa penggunaan bahasa dalam modul mudah dipahami. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sapta (2009), yang menyatakan bahan ajar yang baik adalah bahan ajar yang ditulis dengan menggunakan bahasa yang baik dan mudah dimengerti, disajikan secara menarik dilengkapi dengan gambar dan keterangan-keterangannya, isi buku juga menggambarkan sesuatu yang sesuai dengan ide penulisnya.

Pada variabel gambar/ilustrasi secara umum menunjukkan kategori sangat baik dengan perolehan skor 81,27%. Hal ini ditunjukkan pada penilaian siswa yang menyatakan bahwa modul pembelajaran dilengkapi gambar pendukung materi yang termasuk dalam kategori sangat baik dengan perolehan skor 86,76%. 81,47% siswa menyatakan gambar yang terdapat

dalam modul pembelajaran mampu menjelaskan materi lebih baik, dan 75,85% siswa menyatakan grafis dalam materi modul pembelajaran dapat menjelaskan lebih baik. Uraian tersebut sesuai dengan pendapat Paulina Panen dalam Rismawaty (2009:25), yang menyatakan ilustrasi dalam bahan ajar memegang peranan penting, karena ilustrasi dapat memperjelas konsep, pesan, gagasan, atau ide yang disampaikan.

Pada dasarnya salah satu tujuan pembelajaran dengan modul adalah memungkinkan siswa belajar mandiri sesuai kemampuannya, hal ini tercermin dalam hasil tanggapan siswa pada variabel penggunaan yang menunjukkan kategori sangat baik dengan perolehan skor 79,11%. Variabel penggunaan tersebut meliputi: modul dapat digunakan secara mandiri yang termasuk dalam kategori baik dengan perolehan skor 72,94% dan modul dapat digunakan dalam kelompok kecil dan kelompok besar dalam kategori sangat baik dengan skor 85,29%. Uraian tersebut diketahui bahwa karakteristik modul untuk mengarahkan siswa belajar mandiri dan bertanggung jawab atas apa yang mereka lakukan sudah terpenuhi (Mulyasa dalam Indah, 2011:39).

Menurut siswa, penampilan modul pembelajaran secara keseluruhan sudah sangat menarik. Hal ini ditunjukkan pada variabel konsep yang memperoleh skor 80,58% dengan kategori sangat baik. Dimana dalam variabel konsep tersebut meliputi kriteria urutan dan susunan konsep dalam modul sistematis dengan skor 80% dan kriteria modul terdapat kegiatan praktikum sangat baik dengan skor 81,17%. Dengan adanya kegiatan

praktikum dan penyajian modul dengan susunan yang sistematis dalam setiap kegiatan belajar, siswa merasa lebih mudah dalam mempelajari modul tersebut. Pengorganisasian tampilan bahan ajar menjadi hal yang penting untuk diperhatikan karena dengan terorganisasinya suatu bahan ajar, maka akan diperoleh penguasaan materi dengan lebih mudah, (Depdiknas dalam Wulansasi, 2011:51).

Ketertarikan siswa terhadap suatu bahan ajar menentukan hasil belajar siswa, karena semakin tertarik siswa terhadap bahan ajar maka semakin termotivasi ia untuk mempelajari lebih dalam, Sugandi dan Haryanto dalam wulansasi (2011:47). Dengan adanya pernyataan dari Sugandi dan Haryanto, maka modul pengembangan ini dibuat semenarik mungkin agar siswa tidak merasa jenuh dan senang belajar dengan menggunakan modul tersebut. Hal ini ditunjukkan dengan penilaian siswa yang menyatakan secara keseluruhan pada variabel ketertarikan memperoleh skor 71,17% dengan kategori baik. Pada point-point variabel ketertarikan, terdapat 70,29% siswa menyatakan lebih senang menggunakan modul pembelajaran tersebut dibandingkan dengan buku sejenis dan 72,05% siswa menyatakan tidak jenuh ketika belajar dengan menggunakan modul pembelajaran tersebut.

Menurut Susento dan Rudhito (2009), seseorang menjadi tertarik atau berminat mengerjakan sesuatu apabila berada dalam ruang lingkup atau berkaitan dengan masalah yang dihadapinya. Modul pembelajaran ini juga meningkatkan motivasi dan gairah belajar siswa. Hal ini dikarenakan setiap kegiatan belajar terdapat latihan soal yang dapat membantu siswa dalam

mengetahui kemampuan diri. Materi yang disajikan berkaitan dengan kehidupan sehari-hari dan lingkungan sekitar mereka, sehingga membuat mereka lebih bersemangat. Hal ini sekaligus membantu mereka dalam mengatasi kesulitan dan kejenuhan belajar. Pernyataan tersebut tercermin dari penilaian siswa pada variabel motivasi belajar yang menunjukkan skor 79,26% dengan kategori nilai baik. Dalam variabel motivasi tersebut 82,35% siswa menyatakan latihan soal dalam modul membantu mereka dalam mengetahui kemampuan dirinya dengan kategori nilai sangat baik dan 76,17% siswa menyatakan modul membantu mereka lebih aktif dalam pembelajaran dengan kategori baik.

Pada variabel pengembangan modul yaitu modul layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran, siswa menilai modul layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran dengan perolehan skor 85,88% yang termasuk dalam kategori sangat baik. Hal ini karena siswa merasa lebih tertarik belajar dengan menggunakan modul pembelajaran tersebut dibanding dengan buku pembelajaran yang sejenis. Siswa juga berpendapat bahwa mereka bisa belajar secara mandiri/individu karena modul diperbolehkan dibawa pulang sehingga siswa punya banyak waktu untuk mempelajari secara mandiri.

Hasil analisis data dari uji coba yang telah dilakukan berdasarkan responden guru dan siswa dapat memberikan gambaran bagi kita, bahwa pembuatan modul pembelajaran seperti ini perlu untuk dikembangkan lagi, mengingat tanggapan positif dari responden terhadap modul pembelajaran ini.

BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa modul pembelajaran dasar-dasar teknik elektronika adalah layak digunakan sebagai pendukung proses belajar di Sekolah Menengah Kejuruan yang bertaraf RSBI, hal ini ditunjukkan dengan hasil analisis data yang yang diperoleh dari uji coba kepada guru dan siswa. Hasil uji coba kepada 4 guru untuk kriteria pendidikan berdasarkan karakteristik modul menurut Rosyid (2010) menyatakan sangat baik dengan prosentase 82,30% dan untuk kriteria tampilan modul menyatakan sangat baik dengan prosentase 82,27%. Sedangkan hasil uji coba kepada 68 siswa menyatakan baik dengan prosentase 79,15%.

5.2. Saran

1. Kelemahan-kelemahan yang ada dalam modul pembelajaran ini, diantaranya modul belum disajikan dalam setiap pertemuan, gambar-gambar penjelas materi kurang banyak dan ukuran modul terlalu tebal, sebaiknya diperbaiki pada penelitian selanjutnya.
2. Modul pembelajaran ini sebaiknya menggunakan tampilan yang lebih baik sehingga modul pembelajaran mudah dipelajari.
3. Perlu diadakannya penelitian lanjutan tentang pengembangan modul pembelajaran dengan model penelitian yang membandingkan hasil belajar

siswa sebelum menggunakan modul pembelajaran ini dengan hasil belajar siswa yang tidak menggunakan modul pembelajaran ini.



DAFTAR PUSTAKA

- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : PT. Rineka Cipta.
- Arikunto, Suharsimi. 2007. *Dasar – Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Ernawati, Elis. 2009. *Perencanaan Modul Dasar-dasar Gerbang Logika Pada Program Keahlian Teknik Pemanfaatan Tenaga Listrik (TPTL)*. Skripsi. [Tidak di Publikasikan]
- Fadillah, Kismet dkk. 2000. *Penerapan Konsep Dasar Listrik Jilid 1*. Bandung: PT. Angkasa.
- Manurung, Sonti dkk. 1997. *Teknik Elektronika Jilid 1*. Bandung: PT. Angkasa
- Muhammad Ali . 1993 . *Penelitian Kependidikan , Prosedur dan Strategi*. Bandung Angkasa .
- Nasution, S. 2008. *Asas-asas Kurikulum*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Qomariayah, Nurul. 2010. *Modul Pembelajaran Sebagai Penunjang Mata Kuliah Praktik Pengukuran Besaran Listrik Pada Jurusan Teknik Elektro Uneversitas Negeri Semarang*. Skripsi. [Tidak di Publikasikan]
- Santoso, Anton. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Pekalongan: SMKN 1 Kedungwuni.
- Sari, Dita Indah Puspita. 2011. *Pengembangan Modul Berbasis Jelajah Alam Sekitar (JAS) pada Materi Fotosintesis*. Skripsi. [Tidak di Publikasikan]
- Sitorus, Dewi Rismawati. 2009. *Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Inggris Tentang Konsep Sistem Gerak Pada Manusia Untuk Kelas Imersi Jenjang SMP*. Skripsi. [Tidak di Publikasikan]
- Sudjana. 2005. *Metode statistika*. Bandung: PT. Tarsito Bandung.
- Sugandi dan Haryanto. 2007. *Teori Pembelajaran*. Semarang:UNNES PRESS.
- Sugiyono. 2009. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Sulistiyo, Agung. 2005. *Menguasai Teori Dasar Elektronika*. Semarang: SMKN 4 Semarang.

- Tim Penyusun Kamus. 2003. *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Jakarta: Balai Pustaka
- Uno, Hamzah. B. 2006. *Perencanaan Pembelajaran*. Jakarta: PT. Bumi Aksara
- Vembriarto, S.T. 1975. *Pengantar Pembelajaran Modul*. Yogyakarta: Yayasan Pendidikan Paramita
- Wulansasi. 2011. *Pengembangan Modul Biologi Perikanan Berorientasi Problem Based Learning di SMKN 2 Rembang*. Skripsi. [Tidak di Publikasikan]
- Krisna. 2009. *Pengertian dan ciri-ciri Pembelajaran*, dalam <http://krisna1.blog.uns.ac.id/2009/10/19/pengertian-dan-ciri-ciri-pembelajaran/> [Diunduh 10 februari 2011].
- Rosyid. 2010. *Pengertian, fungsi dan tujuan penulisan*, dalam <http://www.rosyid.info/2010/06/pengertian-fungsi-dan-tujuan-penulisan.html> [Diunduh 8 februari 2011].
- Susento dan Rudhito. 2009. *Pendekatan Pembelajaran Berbasis Masalah*. Yogyakarta, Dalam <http://warungpendidikan.blogspot.com/2009/01/pendekatan-pembelajaran-berbasis.html>. [Diunduh 11 juli 2011]
- Sapta, A. 2009. *Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta. Dalam <http://andy-sapta.blogspot.com/2009/01/pengembangan-bahan-ajar-6.html> [Diunduh 11 juli 2011]
- Sofyan. 2010. *Pengertian Media Pembelajaran*, dalam <http://forum.upi.edu/v3/index.php?topic=15693.0> [Diunduh 31 Januari 2011]
- Sudrajat, A. 2008. *Konsep Pengembangan Bahan Ajar*. Dalam <http://akhmadsudrajat.wordpress.com/2008/03/04/konsep-pengembangan-bahan-ajar-2/> [Diunduh 11 juli 2011]

LAMPIRAN



Lampiran 1

ANALISIS ANGKET UNTUK GURU KRITERIA PENDIDIKAN

1. Prosentase (%) Tiap Item

a. Item 1

Diketahui: $n = 16$, $N = 4$ (jumlah responden) * 5 (Nilai maksimal) = 20

$$\text{Prosentase} = \frac{n}{N} \times 100\% = \frac{16}{20} \times 100\% = 80\%$$

b. Item 2

Item 2 dan item selanjutnya diperoleh dengan menggunakan cara yang sama, sehingga hasil analisis bilah dilihat pada tabel dibawah.

NO	Responden	Item indikator													Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
1.	Responden 1	4	4	5	5	4	2	5	5	5	4	4	4	4	55
2.	Responden 2	4	4	5	5	5	4	4	5	5	4	5	5	5	60
3.	Responden 3	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	52
4.	Responden 4	4	2	4	4	4	3	5	3	4	3	3	4	4	47
Jumlah Nilai/Skor		16	13	19	18	17	13	18	17	18	15	16	17	17	214
Prosentase %		80	65	95	90	85	65	90	85	85	75	80	85	85	82,3
Kriteria		B	B	SB	SB	SB	B	SB	SB	SB	B	B	SB	SB	SB

2. Prosentase Keseluruhan

Mencari prosentase keseluruhan, yaitu: $\frac{\sum \text{nilai (n)}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100\% = \frac{214}{260} \times 100\% = 82,3\%$

3. Prosentase per variabel (kriteria)

a. Variabel pembelajaran (item 1 + item 2 + item 3)

Prosentase (%) = $\frac{n \text{ item 1} + n \text{ item 2} + n \text{ item 3}}{\text{nilai maksimum 3 item}} \times 100\% = \frac{48}{60} \times 100\% = 80\%$

b. Variabel kurikulum

Variabel kurikulum dan variabel selanjutnya diperoleh dengan menggunakan cara yang sama, sehingga hasil analisis bilah dilihat pada tabel dibawah.

variabel	Item Indikator													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	10	11	13	
Pembelajaran	x	x	x											
Kurikulum				x	x									
Isi materi						x	x	x						
Soal									x	x				
Umpan balik											x	x		
Pengembangan modul													x	
Nilai (n)	16	13	19	18	17	13	18	17	18	17	15	16	17	
Nilai (n) per variabel	48			35			48			35		31		17
Prosentase (%) per variabel	80			87,5			80			87,5		77,5		85
Kriteria	B			SB			B			SB		B		SB

Lampiran 2

ANALISIS ANGKET UNTUK GURU KRITERIA TAMPILAN MODUL

1. Prosentase (%) Tiap Item

a. Item 1

Diketahui: $n = 15$, $N = 4$ (jumlah responden) * 5 (Nilai maksimal) = 20

$$\text{Prosentase} = \frac{n}{N} \times 100\% = \frac{15}{20} \times 100\% = 75\%$$

b. Item 2

Item 2 dan item selanjutnya diperoleh dengan menggunakan cara yang sama, sehingga hasil analisis bilah dilihat pada tabel dibawah.

NO	Responden	Item indikator											Total Skor	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1.	Responden 1	2	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	41
2.	Responden 2	5	5	4	4	5	4	5	5	4	5	5	5	51
3.	Responden 3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	44
4.	Responden 4	4	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	45
Jumlah Nilai/Skor		15	18	15	16	17	16	17	17	16	17	17	17	181
Prosentase %		75	90	75	80	85	80	85	85	80	85	85	85	82,27
Kriteria		B	SB	B	B	SB	B	SB	SB	B	SB	SB	SB	SB

2. Prosentase Keseluruhan

Mencari prosentase keseluruhan, yaitu: $\frac{\sum \text{nilai (n)}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100\% = \frac{181}{220} \times 100\% = 82,27\%$

3. Prosentase per variabel (kriteria)

a. Variabel format (item 1 + item 2 + item 3 + item 4)

Prosentase (%) = $\frac{n \text{ item 1} + n \text{ item 2} + n \text{ item 3} + n \text{ item 4}}{\text{nilai maksimum 4 item}} \times 100\% = \frac{64}{80} \times 100\% = 80\%$

b. Variabel pengorganisasian dan variabel daya tarik

Variabel pengorganisasian dan variabel daya tarik selanjutnya diperoleh dengan menggunakan cara yang sama, sehingga hasil analisis bilah dilihat pada tabel dibawah.

variabel	Item Indikator										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Format	x	x	x	x							
Pengorganisasian					x	x	x	x			
Daya tarik									x	x	x
Nilai (n)	15	18	15	16	17	16	17	17	16	17	17
Nilai (n) per variabel	64				67				50		
Prosentase (%) per variabel	80				83,75				83,33		
Kriteria	B				SB				SB		

Lampiran 3

ANALISIS ANGKET UNTUK SISWA

1. Prosentase (%) Tiap Item

a. Item 1

Diketahui: $n = 253$, $N = 68$ (jumlah responden) * 5 (Nilai maksimal) = 340

$$\text{Prosentase} = \frac{n}{N} \times 100\% = \frac{253}{340} \times 100\% = 75\%$$

b. Item 2

Item 2 dan item selanjutnya diperoleh dengan menggunakan cara yang sama, sehingga hasil analisis bilah dilihat pada tabel dibawah.

NO	Responden	Item Indikator																Total Skor
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
1	Responden 1	4	5	4	4	4	5	5	3	4	4	3	4	4	4	4	5	66
2	Responden 2	4	4	4	3	5	3	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	58
3	Responden 3	5	4	4	4	5	4	3	3	4	3	3	3	3	4	3	5	60
4	Responden 4	4	4	3	4	4	3	4	4	5	5	4	3	5	4	4	5	65
5	Responden 5	4	4	4	4	5	5	4	3	4	4	4	3	4	5	4	5	66
6	Responden 6	4	2	4	3	5	4	4	4	4	5	5	3	3	4	4	4	62
7	Responden 7	4	2	4	4	5	4	4	4	4	5	5	3	3	5	3	3	62
8	Responden 8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3	5	63
9	Responden 9	4	4	4	5	5	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	62
10	Responden 10	4	3	4	3	4	4	3	3	3	4	4	3	3	4	3	3	55
11	Responden 11	4	4	5	4	5	4	4	3	4	4	4	3	4	4	3	4	63
12	Responden 12	2	4	4	4	4	4	2	4	4	5	3	3	3	5	4	4	59
13	Responden 13	2	4	4	3	4	4	4	3	5	4	5	3	4	5	4	4	62
14	Responden 14	5	5	5	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4	3	3	3	66

15	Responden 15	4	4	5	5	4	3	3	3	5	3	3	4	3	5	3	5	62
16	Responden 16	4	4	4	3	5	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	60
17	Responden 17	2	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	4	3	4	4	4	62
18	Responden 18	3	4	4	4	4	3	4	4	5	4	4	3	4	4	5	4	63
19	Responden 19	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	3	4	5	4	64
20	Responden 20	2	4	5	4	3	4	2	3	5	4	5	4	4	5	4	5	63
21	Responden 21	4	2	3	2	2	2	3	4	4	3	4	2	2	4	3	4	48
22	Responden 22	4	4	3	3	4	3	4	3	4	4	4	3	3	4	3	4	57
23	Responden 23	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	5	3	4	5	4	4	63
24	Responden 24	4	4	3	3	4	4	3	3	5	4	3	3	4	5	4	5	61
25	Responden 25	4	4	4	4	3	4	3	3	4	5	3	2	3	4	4	5	59
26	Responden 26	4	4	5	3	4	4	3	3	4	4	4	3	4	4	3	4	60
27	Responden 27	3	5	4	5	5	5	3	4	4	3	5	3	4	4	4	4	65
28	Responden 28	4	3	5	4	4	4	4	3	4	3	3	5	4	5	4	4	63
29	Responden 29	4	4	5	4	4	3	3	3	4	3	3	3	3	4	5	5	60
30	Responden 30	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	3	3	5	65
31	Responden 31	4	4	3	4	5	4	3	3	4	5	4	5	4	4	4	4	64
32	Responden 32	2	4	4	4	4	4	3	2	4	4	5	4	3	3	4	4	58
33	Responden 33	4	4	4	4	5	4	4	5	5	4	4	3	4	5	4	4	67
34	Responden 34	5	5	3	3	5	5	4	4	5	5	3	4	4	5	5	5	70
35	Responden 35	4	5	3	5	5	4	3	3	5	4	5	5	3	5	3	4	66
36	Responden 36	4	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	4	4	5	73
37	Responden 37	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	3	4	4	4	4	69
38	Responden 38	4	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	4	4	4	4	5	69
39	Responden 39	4	4	4	4	4	5	4	5	4	4	5	4	4	4	4	4	67
40	Responden 40	4	4	4	5	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	65
41	Responden 41	4	4	4	4	5	5	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4	62
42	Responden 42	4	5	4	5	4	4	4	5	4	4	5	5	4	5	4	5	71
43	Responden 43	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
44	Responden 44	4	2	3	4	1	1	2	3	4	5	4	3	2	1	2	3	44
45	Responden 45	2	4	5	3	4	4	3	3	5	4	4	3	3	5	4	5	61
46	Responden 46	2	5	5	4	4	4	4	4	5	4	4	2	4	4	4	5	64

47	Responden 47	5	4	5	4	5	5	5	4	5	4	5	4	4	4	4	4	71
48	Responden 48	4	5	4	4	5	5	4	5	5	4	4	3	3	5	4	4	68
49	Responden 49	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
50	Responden 50	4	4	4	3	5	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	4	62
51	Responden 51	2	4	5	3	5	4	4	3	4	3	4	4	2	4	3	3	57
52	Responden 52	4	4	5	4	4	4	5	3	4	2	4	5	4	5	4	5	66
53	Responden 53	4	4	5	4	5	5	4	3	4	3	3	3	4	4	4	4	63
54	Responden 54	4	5	4	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4	4	5	68
55	Responden 55	5	5	5	4	4	4	5	5	4	4	4	4	5	5	4	5	72
56	Responden 56	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	61
57	Responden 57	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
58	Responden 58	2	4	4	3	5	4	4	3	5	4	4	5	4	5	4	5	65
59	Responden 59	5	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	4	4	4	75
60	Responden 60	4	4	4	4	5	5	5	4	5	5	5	3	4	4	4	4	69
61	Responden 61	2	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	4	4	58
62	Responden 62	4	3	5	4	5	3	2	4	5	3	4	2	3	3	4	5	59
63	Responden 63	4	4	5	4	5	5	5	4	4	4	4	3	4	4	4	5	68
64	Responden 64	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	2	3	4	4	4	59
65	Responden 65	4	4	5	4	5	5	4	3	4	4	4	3	3	3	4	5	64
66	Responden 66	4	4	5	4	5	5	5	3	4	4	5	4	2	4	4	5	67
67	Responden 67	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
68	Responden 68	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	64
Jumlah Skor		255	271	285	265	295	277	257	248	290	272	276	239	245	280	259	292	4306
Prosentase %		75	79,7	83,82	77,94	86,76	81,47	75,58	72,94	85,29	80	81,17	70,29	72,05	82,35	76,17	85,88	79,15
Kriteria		B	B	SB	B	SB	SB	B	B	SB	B	SB	B	B	SB	B	SB	B

2. Prosentase Keseluruhan

Mencari prosentase keseluruhan, yaitu: $\frac{\sum \text{nilai (n)}}{\text{Nilai Maksimum}} \times 100\% = \frac{4306}{5440} \times 100\% = 79,15\%$

3. Prosentase per variabel (kriteria)

a. Variabel warna (item 1 + item 2)

$$\text{Prosentase (\%)} = \frac{n \text{ item 1} + n \text{ item 2}}{\text{nilai maksimum 2 item}} \times 100\% = \frac{523}{680} \times 100\% = 76,91\%$$

b. Variabel Teks

Variabel teks dan variabel selanjutnya diperoleh dengan menggunakan cara yang sama, sehingga hasil analisis bilah dilihat pada tabel dibawah.

variabel	Item Indikator															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Warna	x	x														
Teks			x	x												
Gambar					x	x	x									
Penggunaan								x	x							
Konsep										x	x					
Ketertarikan												x	x			
Motivasi														x	x	
Pengembangan modul																x
Nilai (n)	252	271	285	265	295	277	257	248	290	272	276	239	245	280	259	292
Nilai (n) per variabel	523		550		829			538		548		484		539		292
Prosentase (%) per variabel	76,91		80,88		81,27			79,11		80,58		71,17		79,26		85,88
kriteria	B		SB		SB			B		SB		B		B		SB

Lampiran 4

DAFTAR NAMA RESPONDEN

1. Daftar Nama Responden (Guru)

No	Nama Responden	NIP	Asal Instansi
1	Drs. Niswan	196410131995121001	SMKN 1 Kedungwuni
2	Syukron, S.Pd	196410062003121001	SMKN 1 Kedungwuni
3	Hery Prabowo, S.Pd	-	SMKN 1 Semarang
4	Edi Sarwono, S.Pd	-	SMKN 1 Semarang

2. Daftar Nama Responden (Siswa)

No	Nama Responden	Asal Instansi
1	A. Rosyid	SMKN 1 Kedungwuni
2	Abdurohman	SMKN 1 Kedungwuni
3	Afrian Misbachul Ulum	SMKN 1 Kedungwuni
4	Ahmad Khafidhi	SMKN 1 Kedungwuni
5	Ahmad Musyafa	SMKN 1 Kedungwuni
6	Ahmad Syahrurridlo	SMKN 1 Kedungwuni
7	Ahmad Taufik	SMKN 1 Kedungwuni
8	Ahmad Yogo Suparno	SMKN 1 Kedungwuni
9	Alif Setya Dharmawan	SMKN 1 Kedungwuni
10	Andi Eko Prasetyo	SMKN 1 Kedungwuni
11	Ardath Suganda	SMKN 1 Kedungwuni
12	Ardy Dharmawan Ramelan	SMKN 1 Kedungwuni
13	Ari Ferdian	SMKN 1 Kedungwuni
14	Arif Hardanu	SMKN 1 Kedungwuni
15	Arif Raharjo	SMKN 1 Kedungwuni
16	Azwar Nazarudin	SMKN 1 Kedungwuni
17	Bachrul 'Ulum	SMKN 1 Kedungwuni
18	Bagus Romansyah	SMKN 1 Kedungwuni
19	Baitul Amri	SMKN 1 Kedungwuni
20	Budi Hermawan	SMKN 1 Kedungwuni
21	Choirul Anwar	SMKN 1 Kedungwuni
22	Ciswantoro	SMKN 1 Kedungwuni
23	Devi Andelina	SMKN 1 Kedungwuni
24	Dewi Lestari	SMKN 1 Kedungwuni
25	Dewi Mukaromah	SMKN 1 Kedungwuni
26	Dika Hadi Darmanto	SMKN 1 Kedungwuni
27	Dwi Afrianto	SMKN 1 Kedungwuni
28	Dwi Budi Laksono	SMKN 1 Kedungwuni
29	Dwi Hartati	SMKN 1 Kedungwuni
30	Fadlun Akmal	SMKN 1 Kedungwuni
31	Faisal Anggar Tiastoro	SMKN 1 Kedungwuni
32	Faisal Hardiyanto	SMKN 1 Kedungwuni
33	M. Iski Juliawan	SMKN 1 Semarang
34	Ade Wicaksana	SMKN 1 Semarang

35	Agus Supriyono	SMKN 1 Semarang
36	Ahmad Sugiharto	SMKN 1 Semarang
37	Anditya Yudha Perkasa	SMKN 1 Semarang
38	Ardi Kurnianto	SMKN 1 Semarang
39	Ardian Maysar Kristanto	SMKN 1 Semarang
40	Argadiyan Fariyanto	SMKN 1 Semarang
41	Ayup Apriyanto	SMKN 1 Semarang
42	Bayu Pratama Putra	SMKN 1 Semarang
43	Bayu Pujo Laksono	SMKN 1 Semarang
44	Dicky Wicaksono	SMKN 1 Semarang
45	Dwi Putro Setianto	SMKN 1 Semarang
46	Fadhel Ristanto	SMKN 1 Semarang
47	Farid Ulfa Fazza	SMKN 1 Semarang
48	Gifari Arief Setiadi	SMKN 1 Semarang
49	Hanif Anwar	SMKN 1 Semarang
50	Irwan Adiansah Dwi P	SMKN 1 Semarang
51	Kurnia Deva Razqa	SMKN 1 Semarang
52	Leonard Diaz Agusty	SMKN 1 Semarang
53	Linggar Baruna	SMKN 1 Semarang
54	May Arkhanur Caksana	SMKN 1 Semarang
55	Mohammad Firman Prabowo	SMKN 1 Semarang
56	Noval Ditya Sutyono	SMKN 1 Semarang
57	Okky Moekti Abdi Pamungkas	SMKN 1 Semarang
58	Ragil Puspito	SMKN 1 Semarang
59	Reno Adhi Nugroho	SMKN 1 Semarang
60	Ricky Septiawan Bachtiar	SMKN 1 Semarang
61	Sartika Dewi	SMKN 1 Semarang
62	Son Hadji Muarif K.	SMKN 1 Semarang
63	Stairya Priya Pramudita	SMKN 1 Semarang
64	Tegar Adi Mulyana	SMKN 1 Semarang
65	Teguh Hendriyanto	SMKN 1 Semarang
66	Tria Adi Saputra	SMKN 1 Semarang
67	Tuhu Eka Nur Setyawan	SMKN 1 Semarang
68	Zaki Zamani Imron	SMKN 1 Semarang

Lampiran 5

SILABUS

NAMA SEKOLAH : SMK NEGERI KEDUNGWUNI
 MATA PELAJARAN : Dasar – Dasar Teknik Elektronika (DDE)
 KELAS/SEMESTER : 1 / 1 dan 2
 STANDAR KOMPETENSI : Memahami dasar-dasar elektronika
 KODE KOMPETENSI : KTL.011B.01
 ALOKASI WAKTU : 66 x 45 menit

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR	MATERI PEMBELAJARAN	KEGIATAN PEMBELAJARAN	PENILAIAN	ALOKASI WAKTU			SUMBER BELAJAR
					TM	PS	PI	
Memahami konsep dasar elektronika	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan teori elektron; Dapat menjelaskan Hukum Ohm; Dapat mengukur listrik dengan AVO meter; Dapat menjelaskan macam dan sifat bahan isolator dan konduktor; Dapat menjelaskan macam, sifat dan karakteristik bahan semi konduktor. 	<ul style="list-style-type: none"> Teori electron. Hukum Ohm. Mengukur listrik dengan AVO meter. Macam, sifat bahan konduktor dan iso;ator. Macam, sifat bahan dan prinsip kerja semi konduktor (macam dioda dan transistor bipolar). Pengukuran komponen semi konduktor (dioda dan transistor). Dasar rangkaian common dan penguatan trnsistor. Prinsip kerja dan rangkaian dasar saklar elektronik. 	<ul style="list-style-type: none"> Mrendiskusikan teori elektron. Memahami dan mempraktekkan. Mengukur listrik dengan AVO meter. Menyimpulkan hasil pengamatan. Mendiskusikan manfaat bahan isolator dan konduktor. Merangkum sumber bacaan mengenai peralatan bahan isolator dan konduktor. Mencermati penggunaan bahan isolator dan konduktor. Mendiskusikan prinsip kerja komponen semi konduktor. Merangkum sumber bacaan rangkaian dasar dioda dan transistor. Menganalisis dan menjelaskan rangkaian dasar dioda dan transistor. Mencermati uji komponen dioda dan transistor dengan 	<ul style="list-style-type: none"> Tes tertulis. Tanya jawab. Kesimpulan. Laporan Tes tertulis. Wawancara. Pengamatan. Laporan. Tes tertulis. Wawancara. Pengamatan. Laporan. 	18			<ul style="list-style-type: none"> Buku Elektronika Dasar Alat peraga Alat ukur listrik. Manual alat. Panel listrik. Buku Elektronika Dasar Alat peraga Alat ukur listrik. Manual alat. Panel listrik.

			alat ukur. <ul style="list-style-type: none"> Menjelaskan rangkaian dan fungsi transistor sebagai saklar elektronik. 				
Memahami simbol komponen elektronika	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menyebutkan nama komponen elektronika. Dapat menggambarkan simbol komponen elektronika. Dapat memahami 	<ul style="list-style-type: none"> Nama komponen elektronika dan lambangnya. Menggambar simbol komponen elektronika. Fungsi – fungsi komponen elektronika. 	<ul style="list-style-type: none"> Mendemonstrasikan bentuk komponen elektronika dan lambangnya. Menggambar simbol komponen elektronika. Mendiskusikan fungsi komponen elektronika. Menyimpulkan fungsi tiap – tiap komponen. 	<ul style="list-style-type: none"> Tes tertulis. Tanya jawab. Pengamatan. Laporan. 	18		<ul style="list-style-type: none"> Buku elektronika. Alat peraga. Internet. SOP.
Memahami sifat-sifat komponen elektronika pasif	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menjelaskan sifat – sifat komponen elektronika pasif. 	<ul style="list-style-type: none"> Macam – macam komponen elektronika pasif. Sifat – sifat komponen elektronika pasif. 	<ul style="list-style-type: none"> Mendemonstrasikan bentuk komponen elektronika pasif. Menjelaskan sifat – sifat komponen elektronika pasif. 	<ul style="list-style-type: none"> Tes tertulis. Tanya jawab. Pengamatan. Laporan. 	18		<ul style="list-style-type: none"> Komponen. Alat ukur. Buku elektronika.
Menggambar karakteristik komponen elektronika	<ul style="list-style-type: none"> Dapat menggambarkan karakteristik komponen elektronika. 	<ul style="list-style-type: none"> Menggambarkan karakteristik dioda. Menggambarkan karakteristik transistor. Menggambarkan karakteristik SCR. 	<ul style="list-style-type: none"> Menyiapkan kertas dan alat gambar. Menggambar karakteristik komponen. Mengumpulkan hasil gambar. 	<ul style="list-style-type: none"> Penilaian gambar : 1. Kerajinan; 2. Kebersihan; 3. Ketelitian. 	2	10 (20)	<ul style="list-style-type: none"> Buku elektronika. Alat peraga. Skema



Lampiran 6**ANGKET MODUL PEMBELAJARAN
DASAR-DASAR TEKNIK ELEKTRONIKA****ANGKET UNTUK GURU**

Nama :

Asal Instansi :

Petunjuk:

1. Isilah nama dan asal instansi Anda pada kolom yang telah disediakan.
2. Angket ini merupakan tindak lanjut dari pengembangan modul dasar-dasar elektronika.
3. Berilah pendapat anda dengan sejujurnya dan sebenarnya.
4. Berikan tanda (√) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan pernyataan yang diberikan.

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

R : Ragu-ragu

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

No	Kriteria	SS	S	R	TS	STS
Kriteria pendidikan						
1	Modul ini dapat dipelajari peserta secara mandiri.					
2	Modul ini dapat dipelajari secara tuntas, tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain.					
3	Modul ini dapat digunakan untuk pembelajaran individu, kelompok kecil dan kelompok besar.					
4	Modul ini sesuai dengan kurikulum yang berlaku.					
5	Modul disusun sesuai dengan tingkat kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik.					
6	Meteri modul ini termasuk bahan terkini (up to date) sesuai tuntutan perkembangan					
7	Terdapat rangkuman materi di dalam modul ini.					
8	Modul ini terdapat kegiatan praktikum					
9	Dalam modul ini terdapat alat evaluasi pembelajaran.					
10	Terdapat umpan balik atas penilaian peserta didik, sehingga peserta didik mengetahui tingkat penguasaan materi.					
11	Modul ini menyajikan instrumen penilaian, yang memungkinkan peserta didik melakukan penilaian mandiri.					
12	Contoh soal dan soal latihan dalam modul ini sudah relevan/sesuai dengan materi.					
13	Modul ini layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran.					
Kriteria Tampilan Modul						
1	Penggunaan font, spasi dan tata letak (layout) sudah sesuai.					
2	Bentuk dan ukuran huruf mudah dibaca.					
3	Menghindari penggunaan huruf kapital untuk seluruh teks.					
4	Format kertas vertikal atau horisontal.					
5	Menampilkan peta/bagan konsep modul.					
6	Penempatan naskah, gambar dan ilustrasi					

	yang menarik.					
7	Antar bab, antar unit dan antar paragraf dengan susunan dan alur mudah dipahami.					
8	Judul, sub judul (kegiatan belajar), dan uraian mudah diikuti.					
9	Pengkombinasian warna, gambar (ilustrasi), bentuk dan ukuran huruf yang serasi.					
10	Menempatkan rangsangan-rangsangan berupa gambar atau ilustrasi, pencetakan huruf tebal, miring, garis bawah atau warna.					
11	Tugas dan latihan dikemas sedemikian rupa sehingga menarik.					

Pertanyaan pendukung

1. Apa saja kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam modul ini?

.....

.....

.....

.....

2. Sebutkan kelemahan-kelemahan dalam modul ini!

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana pendapat dan saran anda tentang modul ini?

.....

.....

.....

.....

4. Apakah modul ini layak digunakan sebagai media pembelajaran?

.....

.....

.....

.....



Lampiran 7**ANGKET MODUL PEMBELAJARAN
DASAR-DASAR TEKNIK ELEKTRONIKA****ANGKET UNTUK SISWA**

Nama :

Asal Instansi :

Petunjuk:

1. Isilah nama dan asal instansi Anda pada kolom yang telah disediakan.
2. Angket ini merupakan tindak lanjut dari pengembangan modul dasar-dasar elektronika.
3. Berilah pendapat anda dengan sejujurnya dan sebenarnya.
4. Berikan tanda (√) pada kolom yang telah disediakan sesuai dengan pernyataan yang diberikan.

Keterangan:

SS : Sangat Setuju

S : Setuju

R : Ragu-ragu

TS : Tidak Setuju

STS : Sangat Tidak Setuju

No	Kriteria	SS	S	R	TS	STS
1	Menurut saya warna-warna yang digunakan pada modul tidak terlalu mencolok.					
2	Menurut saya warna-warna yang digunakan pada modul menarik.					
3	Menurut saya teks yang ada dalam modul ini dapat dibaca dengan jelas.					
4	Bahasa dalam modul ini menggunakan bahasa yang mudah dipahami.					
5	Modul dilengkapi dengan gambar pendukung materi.					
6	Gambar dalam materi modul ini dapat menjelaskan lebih baik					
7	Grafis dalam materi modul ini dapat menjelaskan lebih baik.					
8	Saya dapat belajar mandiri dengan menggunakan modul ini.					
9	Modul ini dapat digunakan untuk pembelajaran individu, kelompok kecil dan kelompok besar.					
10	Urutan dan susunan dalam konsep modul ini sistematis.					
11	Modul ini terdapat kegiatan praktikum.					
12	Saya lebih senang belajar dengan menggunakan modul ini dibandingkan dengan buku sejenis.					
13	Ketika belajar menggunakan modul ini saya tidak merasa jenuh.					
14	Latihan soal dalam modul ini membantu saya untuk mengetahui kemampuan diri.					
15	Modul ini dapat membantu saya lebih aktif dalam pembelajaran.					
16	Menurut saya modul ini layak digunakan sebagai pendukung pembelajaran.					

Pertanyaan pendukung

1. Bagaimana kelebihan-kelebihan yang terdapat dalam modul ini

.....

.....

.....

2. Sebutkan kelemahan-kelemahan dalam modul ini

.....

.....

.....

.....

3. Bagaimana pendapat dan saran anda tentang modul ini

.....

.....

.....

.....

4. Apakah modul ini layak digunakan sebagai media pembelajaran

.....

.....

.....

.....



Pekalongan,

NIS.

Lampiran 8



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Telp/Fax (024) 8508101 – 8508009
Website : ft.unnes.ac.id Semarang – 50229

KEPUTUSAN
DEKAN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
Nomor : 374 /FT – UNNES/2010

Tentang
PENETAPAN DOSEN PEMBIMBING SKRIPSI SEMESTER GASAL
TAHUN AKADEMIK 2010/2011

Menimbang : Bahwa untuk memperlancar mahasiswa Jurusan/Prodi Pendidikan Teknik Elektro S1 Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang membuat Skripsi, maka perlu menetapkan Dosen-dosen Prodi Pendidikan Teknik Elektro S1 Fakultas Teknik UNNES untuk menjadi pembimbing.

Mengingat :

1. Undang-undang No. 20 Tahun 2003 tentang Sistem Pendidikan Nasional (Tambahkan Lembaran Negara RI No.4301, penjelasan atas Lembaran Negara RI Tahun 2003, Nomor 78);
2. SK. Rektor UNNES No. 164/O/2004 tentang Pedoman penyusunan Skripsi/Tugas Akhir Mahasiswa Diploma III UNNES;
3. SK Rektor UNNES No. 162/O/2004 tentang penyelenggaraan Pendidikan UNNES;
4. SK Rektor Universitas Negeri Semarang Nomor. 123/P/2007, tanggal 24 Oktober 2007 tentang Pengangkatan Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Memperhatikan : Usul Ketua Jurusan Teknik Elektro/Prodi Pendidikan Teknik Elektro S1 Tanggal 14 Oktober 2010

MEMUTUSKAN

Menetapkan :
PERTAMA : Menunjuk dan menugaskan kepada :

1. Nama : Feddy Setio Pribadi, S.Pd., M.T.
NIP : 19780822003121002
Pangkat/Golongan : Penata Muda Tk. I, III/b
Jabatan Akademik : Lektor
Sebagai Pembimbing I
2. Nama : Drs. Said Sunardiyo, M.T.
NIP : 196505121991031003
Pangkat/Golongan : Pembina Tk. I, IV/b
Jabatan : Lektor Kepala
Sebagai Pembimbing II

Untuk membimbing mahasiswa penyusun skripsi :

Nama	: Lutfia Mursalina ✓
NIM	: 5301407010
Prodi	: Pendidikan Teknik Elektro S1
Judul	: Perencanaan Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika Di SMK.

KEDUA : Keputusan ini mulai berlaku sejak tanggal ditetapkan.

DITETAPKAN DI : SEMARANG
PADA TANGGAL : 20 Oktober 2010

Drs. Abdul Wahman, M.Pd.
NIP. 196109031985031002

Tembusan
1. Pembantu Dekan Bidang Akademik
2. Ketua Jurusan TE
3. Dosen Pembimbing
4. Pertinggal

FM-03-AKD-24

Lampiran 9



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. Fax (024) 8508101 – 8508009
http://ft.unnes.ac.id Email : ft@unnes.ac.id - 50229

Nomor : 02174 /H37.1.5/PP/2011
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth : Kepala Dinas Pendidikan
Jl. Dr. Wahidin No. 118 Semarang

Dengan ini kami mohonkan ijin penelitian di SMKN 1 Semarang dalam rangka Penyusunan Skripsi mahasiswa kami :

Nama : Lutfia Mursalina
NIM : 5301407010
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perencanaan Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika di Sekolah Menengah Kejuruan

Waktu Penelitian : Mulai tanggal 27 Mei 2011 s/d selesai.

Atas bantuannya kami ucapkan terima kasih.

Semarang, 23 Mei 2011

A.n. Dekan
Pembantu Dekan Bidang Akademik



[Handwritten Signature]
Drs. Suprpto, M. Pd
NIP. 195704111988031001 ‡

Tembusan
1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Ketua Jurusan TE

Lampiran 10



PEMERINTAH KOTA SEMARANG
DINAS PENDIDIKAN

Jl. Dr. Wahidin 118 Semarang Telp. 8412180, Fax. 8317752, Kode Pos 50234

SURAT IJIN KEPALA DINAS PENDIDIKAN KOTA SEMARANG
Nomor : 070 / 2358

TENTANG IJIN PENELITIAN

Dasar : Surat dari Universitas Negeri Semarang.
No.1217A/H37.1.5/PP/2011 , Tgl. 23 Mei 2011
Perihal : Ijin Penelitian

Berdasarkan hal tersebut di atas, Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang mengizinkan Mahasiswa sebagai berikut :

NAMA : Lutfia Mursalina
NIM : 5301407010
Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul : Perencanaan Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika di Sekolah Menengah Kejuruan".

Untuk melaksanakan Penelitian di SMK Negeri 1 Semarang.
Dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

1. Penelitian tidak mengganggu proses kegiatan pembelajaran di sekolah.
2. Mentaati peraturan dan ketentuan yang berlaku di tempat penelitian.
3. Hasil penelitian tidak dipublikasikan untuk mencari keuntungan/kepentingan lain.
4. Menyampaikan laporan kepada Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang segera setelah selesai pelaksanaan kegiatan tersebut.
5. Penelitian dilaksanakan sejak tgl 27 Mei 2011 s/d selesai.

Semarang, 26 Mei 2011

An. Kepala Dinas Pendidikan
Kota Semarang
Kepala Bidang Monbang



Tembusan Yth.

1. Walikota Semarang (sebagai laporan)
2. Kepala Sekolah ybs
3. Peringgal

Lampiran 11

	PEMERINTAH KOTA SEMARANG DINAS PENDIDIKAN SMK NEGERI 1 SEMARANG		
	Jl. Dr. Cipto 93 Telp. (024) 3545601. Fax (024) 3587193 Semarang Email : smkn1smg@smkn1-smg.sch.id Website : smkn1-smg.sch.id		

Form 14-POS C.6.2-00

SURAT KETERANGAN

Nomor : 070 / 640 / 2011

Berdasarkan surat An. Kepala Dinas Pendidikan Kota Semarang, Kepala Bidang Monbang Nomor : 070 / 2358 , tanggal 26 Mei 2011.

Kepala SMK Negeri 1 Semarang menerangkan bahwa :

Nama : Lutfia Mursalina
 N I M : 5301407010
 Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Elektro
 Jurusan : Teknik Elektro
 Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang

Telah melaksanakan penelitian di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 1 Semarang, pada tanggal 8 Juni 2011.

Dengan judul " Perencanaan Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika di Sekolah Menengah Kejuruan "

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya sesuai dengan prosedur penelitian dalam rangka penyelesaian penyusunan skripsi.

Semarang, 15 Juni 2011



 Kepala Sekolah,

 Drs. M. Sudarmanto, M.Pd
 NIP. 19610824 198703 1 009

Lampiran 12



KEMENTERIAN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
FAKULTAS TEKNIK

Gedung E1 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. Fax (024) 8508101 – 8508009
http://ft.unnes.ac.id Email: ft@unnes.ac.id - 50229

Nomor : 12184/H37.1.5/PP/2011
Lampiran : -
Hal : Permohonan Izin Penelitian

Yth : Kepala SMK N 1 Kedungwuni
Jl. Paesan Utara Kedungwuni Pekalongan

Dengan ini kami mohonkan ijin penelitian di SMKN 1 Kedungwuni dalam rangka Penyusunan Skripsi mahasiswa kami :

Nama : Lutfia Mursalina
NIM : 5301407010
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perencanaan Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika di Sekolah Menengah Kejuruan

Waktu Penelitian : Mulai tanggal 28 Mei 2011 s/d selesai.

Atas bantuannya kami ucapkan terima kasih.

Semarang, 23 Mei 2011

A.n. Dekan
Pembantu Dekan Bidang Akademik



Suprpto
Drs. Suprpto, M. Pd
NIP. 195704111988031001

Tembusan
1. Rektor Universitas Negeri Semarang
2. Ketua Jurusan TE

Lampiran 13



PEMERINTAH KABUPATEN PEKALONGAN
DINAS PENDIDIKAN
SMK 1 KEDUNGWUNI

Jalan Paesan Utara Kedungwuni Telp. (0285) 785146 Kab. Pekalongan
Website : www.smk1kedungwuni.net_e-mail : smkn01kedungwuni@yahoo.com



SURAT KETERANGAN

NO. : 072 / 489 / 2011

Berdasarkan surat dari Universitas Negeri Semarang Fakultas Teknik No. : 1218A/H37.1.5/PP/2011 tanggal 23 Mei 2011 Hal : Permohonan Izin Penelitian, maka Kepala Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) 1 Kedungwuni Kabupaten Pekalongan menerangkan bahwa :

Nama : Lutfia Mursalina
NIM : 5301407010
Program Studi : S1 Pendidikan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Perencanaan Modul Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika di Sekolah Menengah Kejuruan

Bahwa tersebut diatas telah melaksanakan penelitian dalam rangka menyusun skripsi di SMK Negeri 1 Kedungwuni Kabupaten Pekalongan mulai tanggal 28 Mei 2011 s/d selesai.

Demikian surat keterangan ini dikeluarkan untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Kedungwuni, 4 Juni 2011

Kepala Sekolah



SURATNO, S.Pd, M.Si

NIP : 19550601 198003 1 012

Lampiran 14



PEMERINTAH KABUPATEN PEKALONGAN
DINAS PENDIDIKAN
SMK 1 KEDUNGWUNI

Jalan Paesan Utara Kedungwuni Telp.(0285) 785146 Kab. Pekalongan
Website: www.smk1kedungwuni.net_e-mail : smkn01kedungwuni@yahoo.com



PROFIL GURU SMKN 1 KEDUNGWUNI

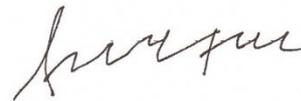
Nama Sekolah : SMK 1 KEDUNGWUNI
 Nama Tenaga : DR. NISWAN
 NIP : 1964101311995121001
 Jenis Kelamin : L/P*)
 Tempat dan tanggal Lahir : PEKALONGAN, 13 OKTOBER 1964
 Pendidikan : S1 TEKNIK ELEKTRO UNNES
 Mengajar Bidang Studi : TEKNIK INSTALASI TENAGA LISTRIK
 Lama mengajar : 19 TAHUN
 Riwayat Mengajar : - SMK MUHAMMADIYAH PEKALONGAN
 - SMK 1 KEDUNGWUNI
 Agama : Islam/Katolik/Protestan/Advent/Hindu/Budha/Kong Hu-Cu *)
 Golongan Darah : A/B/AB/O *)
 Status : PNS/non-PNS *)
 Jabatan : Kepala Sekolah/Guru/Kepala Tata Usaha/Tata Usaha *)
 Tugas : Edukatif/Administratif*)
 Alamat : DS. KALIKETING, Gg. II KEC. DORO, PEKALONGAN

*) Coret yang tidak perlu

Mengetahui,
Kepala Sekolah


 SURATNO, S.pd, M.si
 NIP: 19550601 198003 1 012

Kedungwuni, 16 Juli 2011
Yang membuat,



Drs. Niswan
NIP. 196410131995121001



**PEMERINTAH KABUPATEN PEKALONGAN
DINAS PENDIDIKAN
SMK 1 KEDUNGWUNI**

Jalan Paesan Utara Kedungwuni Telp.(0285) 785146 Kab. Pekalongan
Website: www.smk1kedungwuni.net_e-mail : smkn01kedungwuni@yahoo.com



PROFIL GURU SMKN 1 KEDUNGWUNI

Nama Sekolah : SMKN 1 KEDUNGWUNI
 Nama Tenaga : S. YUKRON, S.Pd
 NIP : 196410062003121001
 Jenis Kelamin : L/P*)
 Tempat dan tanggal Lahir : PEKALONGAN, 6 OKTOBER 1964
 Pendidikan : S1 TEKNIK ELEKTRO UNNES
 Mengajar Bidang Studi : TEKNIK INSTALASI TENAGA LISTRIK
 Lama mengajar : 19 TAHUN
 Riwayat Mengajar : - SMP ISLAM GIMBANG WETAN - SMPN 3 DORO
 - SMAN 2 PEKALONGAN - SMKN 1 KEDUNGWUNI
 Agama : Islam/~~Katolik~~/Protestan/Advent/Hindu/Budha/Kong Hu Cu*)
 Golongan Darah : A/B/AB/O*)
 Status : PNS/non-PNS*)
 Jabatan : Kepala Sekolah/Guru/Kepala Tata Usaha/Tata Usaha*)
 Tugas : Edukatif/Administratif*)
 Alamat : KERTI SAYAN, EG. I, No. 22 KEC. BUARAN, PEKALONGAN

*) Coret yang tidak perlu

Mengetahui,
Kepala Sekolah

 SURATNO, S.pd, M.si
 NIP. 19350601 198003 1 012

Kedungwuni, 16 Juli 2011
Yang membuat,



Syukron, S.Pd
NIP. 196410131995121001

	PEMERINTAH KOTA SEMARANG DINAS PENDIDIKAN SMK NEGERI 1 SEMARANG		
	Jl. Dr. Cipto 93 Telp. (024) 3545801. Fax (024) 3587193 Semarang Email : smkn1smg@smkn1-smg.sch.id Website : smkn1-smg.sch.id		

PROFIL GURU SMKN 1 SEMARANG

Nama Sekolah : SMK NEGERI 1 SEMARANG
 Nama Tenaga : EDI SARWONO, S.Pd
 NIP : —
 Jenis Kelamin : L/P*)
 Tempat dan tanggal Lahir : DILASAP, 15 MEI 1984
 Pendidikan : S-1 PENDIDIKAN TEKNIK ELEKTRO
 Mengajar Bidang Studi : PRODUKTIF LISTRIK
 (Dasar-Dasar Elektronika)
 Lama mengajar : 2 TAHUN
 Riwayat Mengajar : SMKN 1 SEMARANG
 Agama : Islam/Katolik/Protestan/Advent/Hindu/Budha/Kong Hu Cu*)
 Golongan Darah : ~~A/B/AB/O~~ *)
 Status : ~~PNS/non PNS~~ *)
 Jabatan : Kepala Sekolah/Guru/Kepala Tata Usaha/Tata Usaha *)
 Tugas : Edukatif/Administratif*)
 Alamat : PERUM MANGUNSAH ASRI NO 75 GUNUNG PATI - SMG

*) Coret yang tidak perlu



Semarang, 24/7/2011

Yang membuat,

Edi Sarwono, S.Pd.

Lampiran 15



MODUL PEMBELAJARAN

DASAR-DASAR ELEKTRONIKA

Untuk

Sekolah Menengah Kejuruan
2011



Disusun

OLEH: **Lutfia Mursalina**

Kata Pengantar

Puji Syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyusun bahan ajar modul pembelajaran manual dengan Judul “Dasar-Dasar Elektronika” Pada Mata Pelajaran Dasar-Dasar Teknik Elektronika, Standart Kompetensi Dasar-Dasar Elektronika. Adapun modul manual ini didalamnya mencakup materi-materi yang meliputi konsep dasar elektronika, simbol-simbol komponen elektronika, sifat-sifat komponen elektronika pasif, dan karakteristik komponen elektronika.

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sistematis dan sesuai dengan prinsip pembelajaran dengan pendekatan kompetensi (Competency Based Training). Untuk itu modul ini sangat sesuai dan mudah untuk dipelajari secara mandiri dan individual. Oleh karena itu selain modul ini dipersiapkan untuk peserta didik/siswa dapat digunakan juga untuk diklat lain yang sejenis.

Dalam penggunaannya, bahan ajar ini tetap mengharapkan asas keluwesan dan keterlaksanaannya, yang menyesuaikan dengan karakteristik peserta, kondisi fasilitas dan tujuan kurikulum/program diklat, guna merealisasikan penyelenggaraan pembelajaran di Perguruan Tinggi. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi Sekolah Menengah Kejuruan program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan di Sekolah Menengah Kejuruan program keahlian Teknik Instalasi Tenaga Listrik.

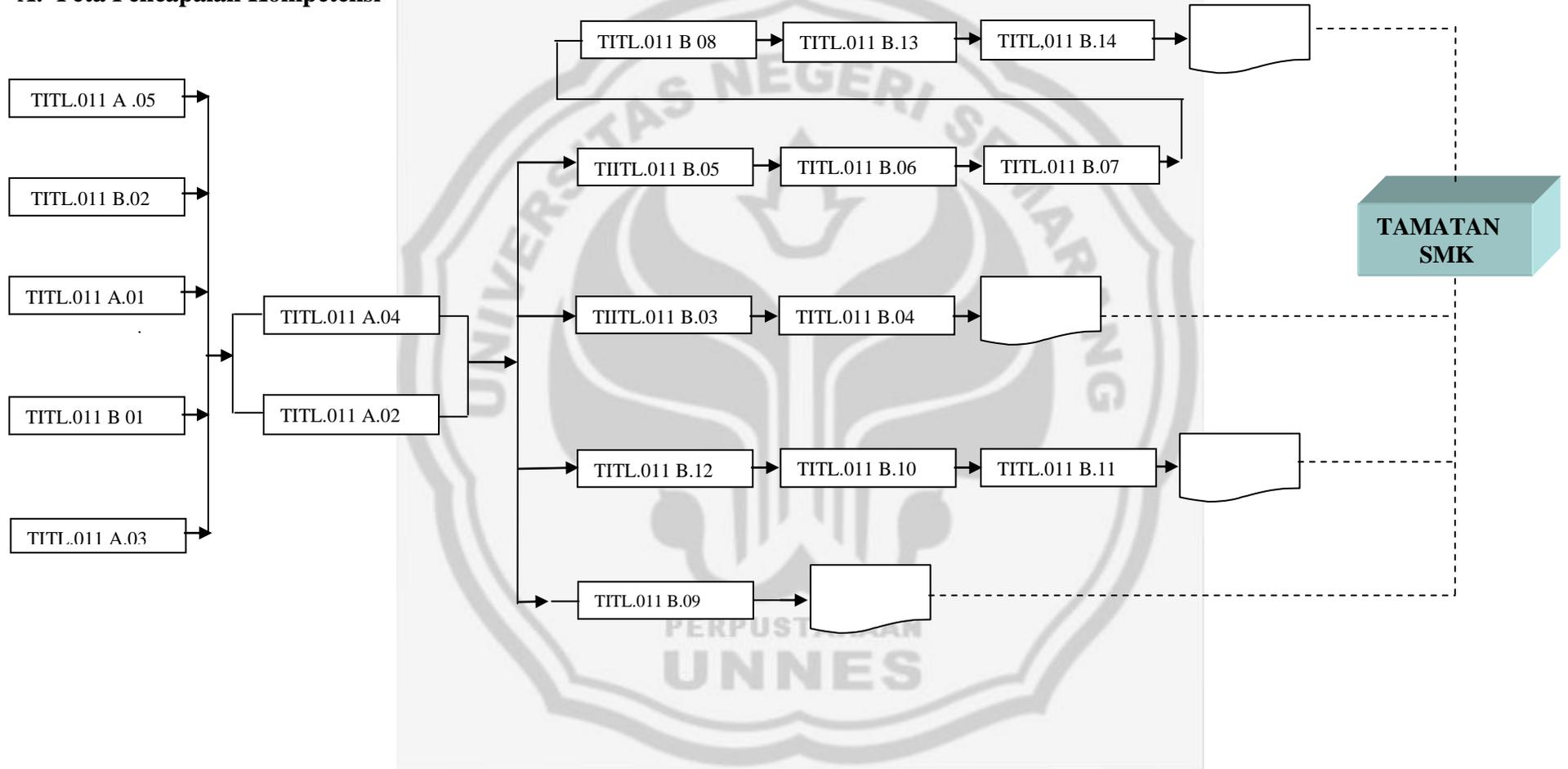
Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI.....	iii
PETA KONSEP	iv
MEKANISME PEMBELAJARAN.....	ix
GLOSARIUM.....	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul.....	2
D. Tujuan Akhir	3
E. Cek Kemampuan	3
BAB II PEMBELAJARAN	
A. Rencana Pembelajaran.....	5
B. Kegiatan Belajar	5
1. Kegiatan Belajar 1 : Konsep dasar elektronika.....	5
2. Kegiatan Belajar 2 : Pengenalan komponen elektronika	48
3. Kegiatan Belajar 3 : Karakteristik komponen elektronika pasif.	88
BAB III EVALUASI	
A. Pertanyaan	111
B. Kunci Jawaban.....	115
C. Kriteria Penilaian.....	123
BAB IV PENUTUP	125
DAFTAR PUSTAKA	126

PETA KONSEP

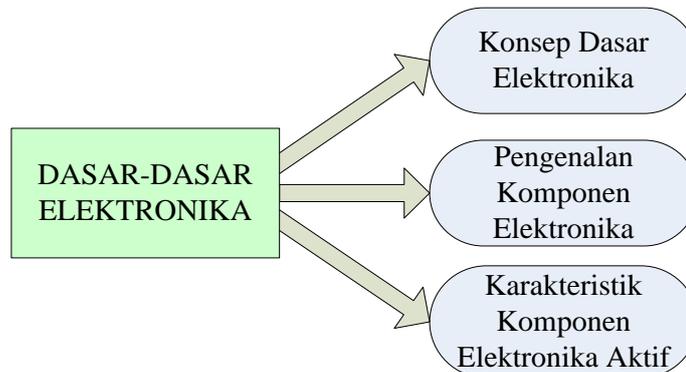
A. Peta Pencapaian Kompetensi

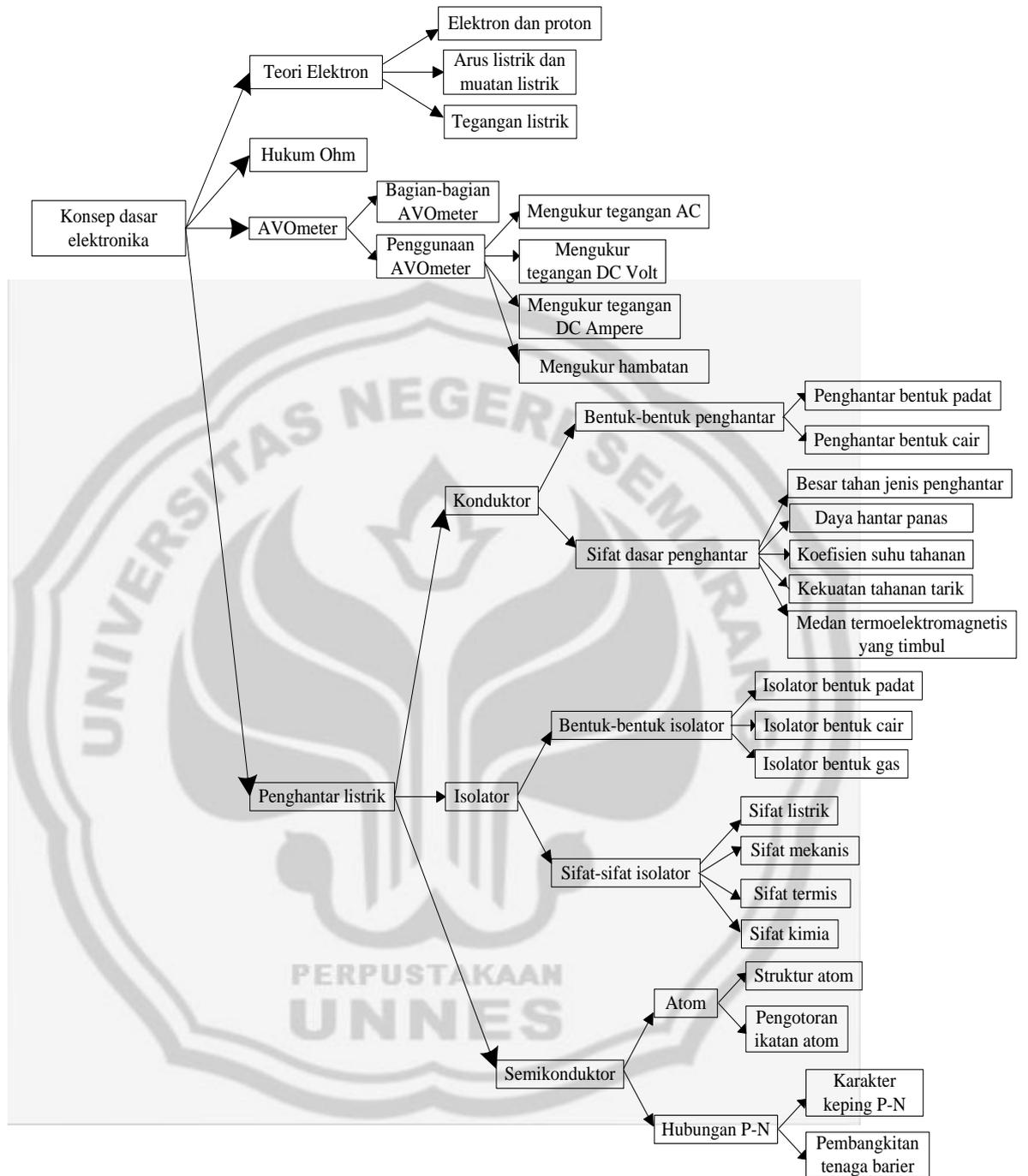


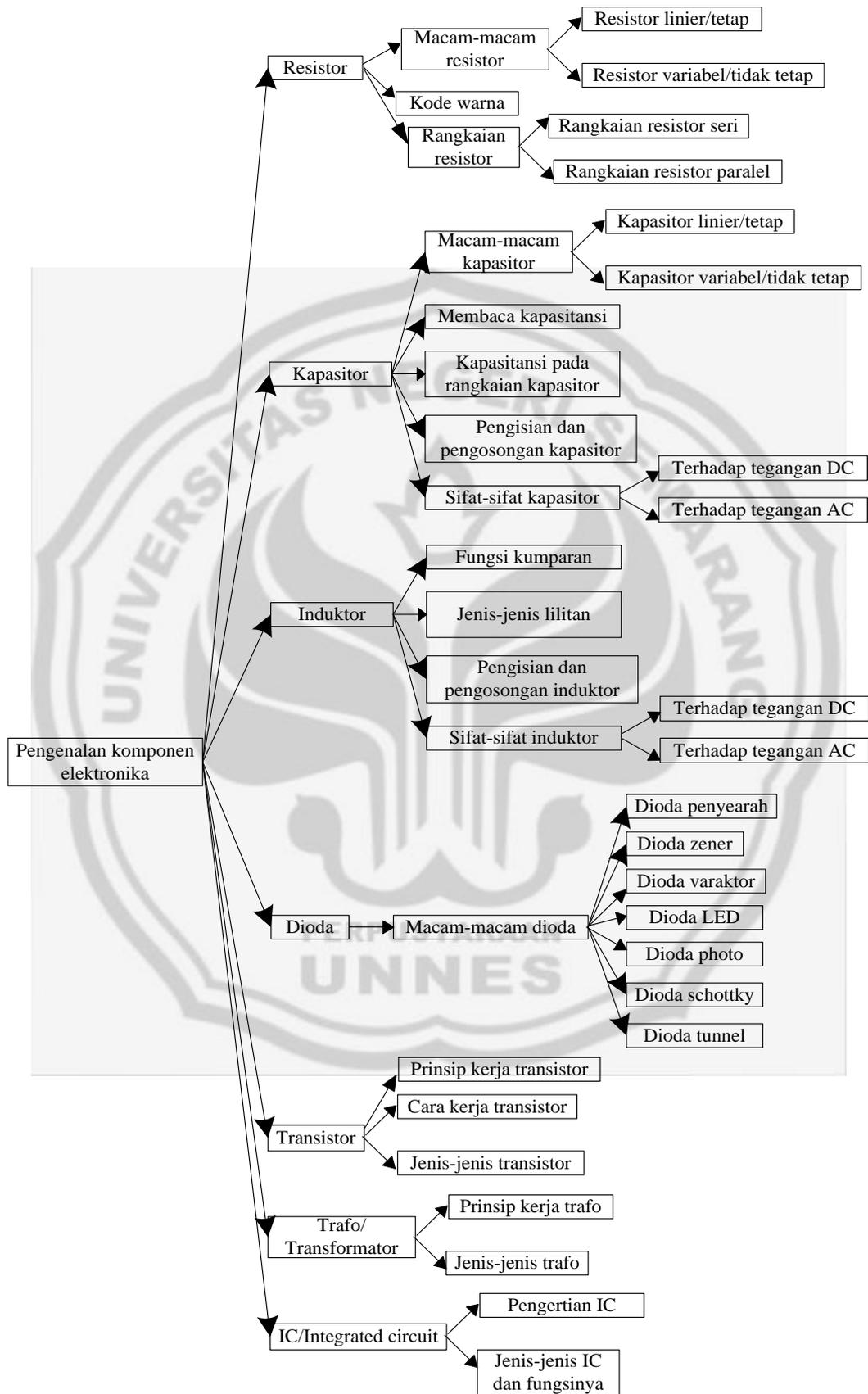
Keterangan :

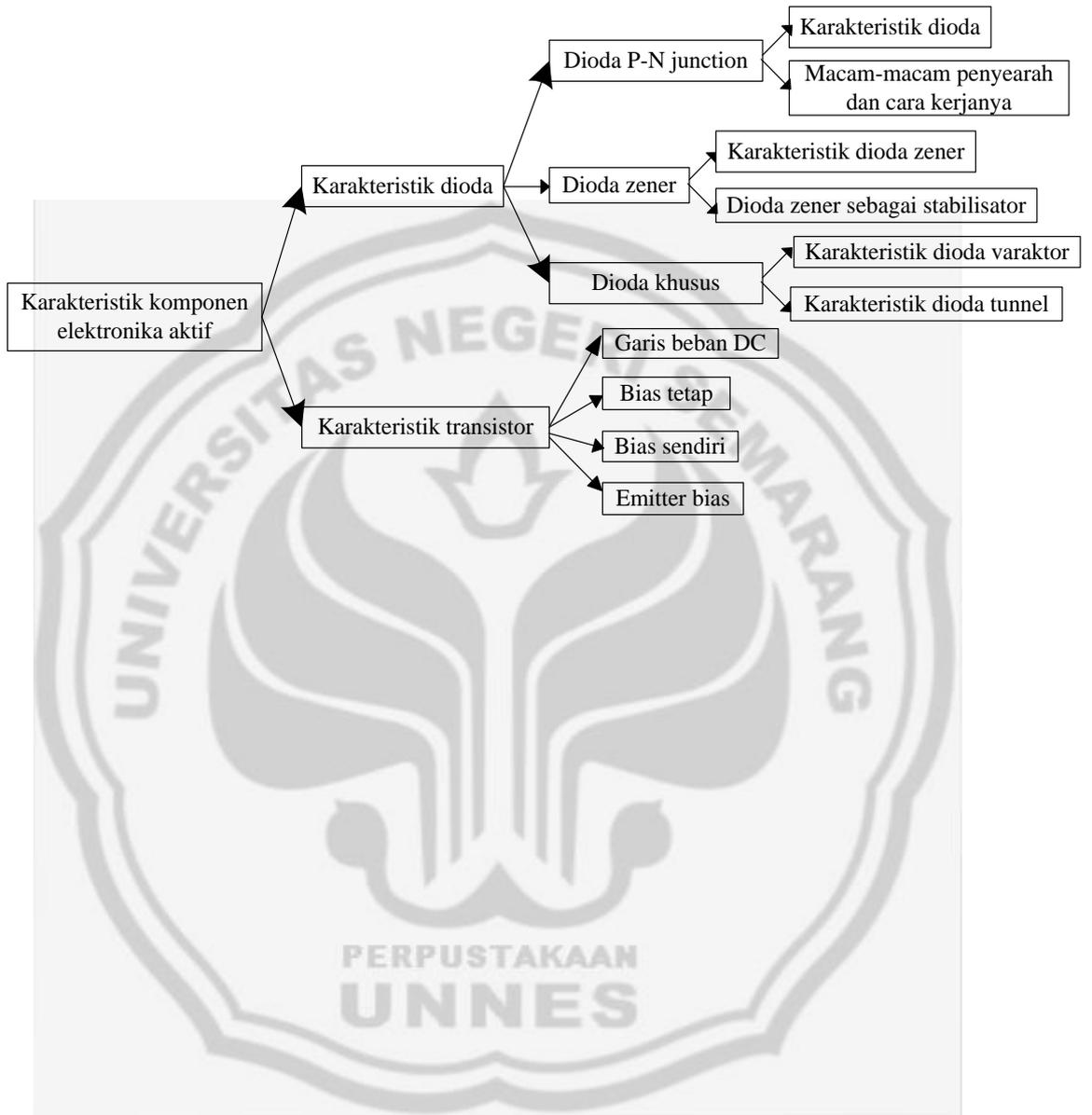
- TITL.011 A.01 : Menganalisis rangkaian listrik
- TITL.011 A.02 : Menggunakan hasil pengukuran
- TITL.011 A.03 : Menafsirkan gambar teknik listrik
- TITL.011 A.04 : Melakukan pekerjaan mekanik dasar
- TITL.011 A.05 : Menerapkan keselamatan dan kesehatan kerja (K3)
- TITL.011 B.01 : Memahami dasar-dasar elektronika
- TITL.011 B.02 : Menerapkan pengukuran komponen elektronika
- TITL.011 B.03 : Merawat peralatan rumah tangga listrik
- TITL.011 B.04 : Memperbaiki peralatan rumah tangga listrik
- TITL.011 B.05 : Memasang instalasi penerangan listrik bangunan sederhana
- TITL.011 B.06 : Memasang instalasi tenaga listrik bangunan sederhana
- TITL.011 B.07 : Memasang instalasi penerangan listrik bangunan bertingkat
- TITL.011 B.08 : Memasang instalasi tenaga listrik bangunan bertingkat
- TITL.011 B.09 : Memperbaiki motor listrik
- TITL.011 B.10 : Mengoperasikan sistem pengendali elektronik
- TITL.011 B.11 : Mengoperasikan peralatan pengendali daya tegangan rendah
- TITL.011 B.12 : Mengoperasikan sistem pengendali elektromagnetik
- TITL.011 B.13 : Memasang sistem pentanahan instalasi listrik
- TITL.011 B.14 : Merawat panel listrik dan *switchgear*
- KTL.OPS 006 : Mengoperasikan sistem pengendali PLC

B. Peta Materi



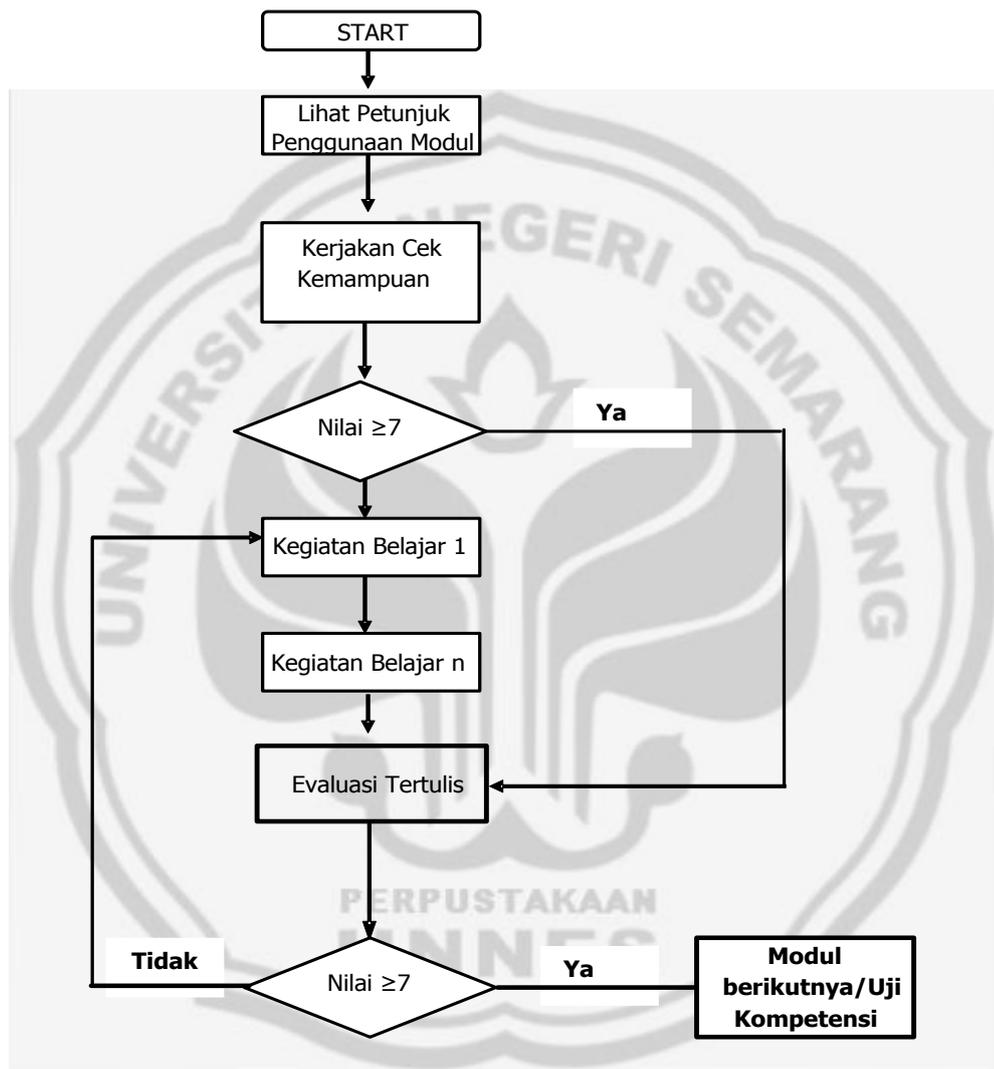






Mekanisme Pembelajaran

Untuk mencapai penguasaan modul ini dilakukan melalui diagram alur mekanisme pembelajaran sebagai berikut:



GLOSARIUM

AVOmeter	: alat untuk mengukur tegangan, arus dan hambatan listrik
Atom	: bagian terkecil dari suatu unsur.
BJT	: bipolar <i>junction</i> transistor
Elektron valensi	: elektron yang berada pada orbital terluar dan elektron ini yang berperan untuk melakukan interaksi.
FET	: field effect transistor
GGL	: Gaya gerak listrik
Isolator	: jenis bahan yang sulit menghantarkan listrik.
Konduktor	: suatu bahan yang dapat menghantarkan listrik.
LDR	: Light Dependen Resistor
Semikonduktor	: Suatu bahan yang tidak dapat digolongkan penghantar tetapi tidak pula dapat digolongkan kepada isolator.
Tegangan	: beda potensial antara dua titik yang mempunyai perbedaan jumlah muatan.
Toleransi	: satu satuan nilai yang diperkenankan
UHV	: <i>ultra high frequensi</i>
VHF	: <i>very high frequensi</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Deskripsi Modul

Dalam modul ini Anda akan mempelajari tentang Kompetensi dasar-dasar teknik elektronika yang di dalamnya mencakup materi-materi yang meliputi konsep dasar elektronika, simbol-simbol komponen elektronika, sifat-sifat komponen elektronika pasif dan karakteristik komponen elektronika.

Adapun hasil belajar yang akan dicapai setelah menguasai modul pembelajaran ini adalah diharapkan agar siswa dapat mengetahui dan mempelajari konsep dasar elektronika, simbol-simbol komponen elektronika, sifat-sifat komponen elektronika pasif dan karakteristik komponen elektronika dan mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari yang semuanya itu merupakan materi dasar dan saling berkaitan dengan materi yang lain.

B. Prasyarat

Dalam mempelajari modul pembelajaran ini Anda harus sudah mengerti tentang konsep dasar elektronika, entah itu pengertian komponen-komponen elektronika, sifat-sifat komponen elektronika pasif dan karakteristik komponen elektronika. Materi-materi yang ada di dalam modul pembelajaran ini nantinya dapat dipergunakan dalam kehidupan sehari-hari entah itu dapat dipergunakan setiap orang yang berkecimpung dalam bidang kelistrikan. Dengan dibekali pengetahuan yang memadai mengenai konsep dasar rangkaian elektronika ini, maka mereka mampu melakukan pemilihan jenis penggunaan elektronika yang sesuai dengan kebutuhan yang akan digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

C. Petunjuk Penggunaan Modul

1. Petunjuk bagi Siswa

Langkah-langkah dalam mempelajari modul ini :

- a. Pelajari keseluruhan dari modul ini, seperti halaman judul, pendahuluan, daftar isi, isi modul, dan penutup dengan cermat dan teliti. Karena dengan mempelajari semua isi dari modul ini diharapkan Anda mengetahui maksud penyusunan modul ini.
- b. Kerjakan soal-soal dalam cek kemampuan untuk mengukur sampai sejauh mana pengetahuan yang telah Anda miliki.
- c. Apabila Anda dalam mengerjakan soal cek kemampuan mendapat nilai $\geq 70,00$, maka Anda dapat langsung mempelajari modul ini. Tetapi apabila Anda mendapat nilai $< 70,00$, maka Anda harus mengerjakan soal cek kemampuan lagi sampai mendapat nilai $\geq 70,00$.
- d. Perhatikan langkah-langkah dalam melakukan pekerjaan dengan benar untuk mempermudah dalam memahami suatu proses pekerjaan.
- e. Pahami setiap materi teori dasar yang akan menunjang dalam penguasaan suatu pekerjaan dengan membaca secara teliti. Kemudian kerjakan soal-soal evaluasi sebagai sarana latihan.
- f. Untuk menjawab tes formatif usahakan memberi jawaban yang singkat, jelas dan kerjakan sesuai dengan kemampuan Anda setelah mempelajari modul pembelajaran ini.
- g. Bila terdapat penugasan, kerjakan tugas tersebut dengan baik dan bilamana perlu konsultasikan hasil tersebut pada guru/pembimbing.
- h. Catatlah kesulitan yang Anda dapatkan dalam modul pembelajaran ini untuk ditanyakan pada guru/pembimbing pada saat kegiatan tatap muka.
- i. Bacalah referensi lainnya yang berhubungan dengan materi modul agar Anda mendapatkan tambahan pengetahuan.

2. Petunjuk bagi guru

- a. Menjelaskan petunjuk-petunjuk kepada siswa yang masih belum mengerti.
- b. Mengawasi dan memandu siswa apabila ada yang masih kurang jelas
- c. Menjelaskan materi-materi pembelajaran yang ditanyakan oleh siswa yang masih kurang dimengerti.
- d. Membuat pertanyaan dan memberikan penilaian kepada setiap siswa.

D. Tujuan Akhir

Setelah mengikuti/menyelesaikan kegiatan belajar dari modul pembelajaran ini, diharapkan siswa memiliki spesifikasi kinerja sebagai berikut:

- a. Memahami tentang konsep dasar elektronika yang akan digunakan dalam teknik listrik.
- b. Memahami simbol-simbol komponen elektronika.
- c. Memahami sifat-sifat komponen elektronika pasif.
- d. Menggambarkan karakteristik komponen elektronika.

E. Cek Kemampuan Pre-test

Untuk mengecek kemampuan anda sebelum mempelajari modul ini, kerjakanlah soal-soal dibawah ini dengan memberi tanda “√” (centang) pada kolom **Bisa** jika anda bisa mengerjakan soal itu atau tanda “√” pada kolom **Tidak** jika anda tidak bisa mengerjakan soal itu.

No	Soal Cek Kemampuan	Pernyataan Siswa	
		Bisa	Tidak
1.	Apakah anda sudah memahami tentang konsep dasar elektronika?		
2.	Apakah anda mampu menyebutkan dan menjelaskan macam-macam komponen elektronika?		
3.	Apakah anda sudah memahami sifat-sifat komponen elektronika pasif?		

4.	Apakah anda mampu menggambarkan karakteristik komponen-komponen elektronika?		
----	--	--	--

Apabila Anda menjawab “TIDAK” pada salah satu check list pada pertanyaan di atas pelajarilah sub kompetensi modul ini sampai menguasai dan Anda kompeten (mampu melakukan sesuatu dengan baik dan benar).

F. Cek Kemampuan Post-test

Untuk mengetahui kemampuan Anda setelah mempelajari modul ini, maka anda diharapkan untuk mengerjakan latihan soal yang ada dalam setiap kegiatan. Apabila Anda dalam mengerjakan soal latihan mendapat nilai $\geq 70,00$, maka Anda dapat langsung mempelajari modul ini. Tetapi apabila Anda mendapat nilai $< 70,00$, maka Anda harus mengerjakan soal soal latihan lagi sampai mendapat nilai $\geq 70,00$. Perolehan skor yang didapatkan, maka dimasukkan dalam tabel berikut:

No	Soal Latihan	Perolehan skor	Tanda Tangan Guru
1.	Kegiatan 1		
2.	Kegiatan 2		
3.	Kegiatan 3		

BAB. II

PEMBELAJARAN

A. Rencana Belajar Siswa

Kompetensi : Memahami Dasar-Dasar Elektronika

Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu	Tempat Belajar	Alasan Perubahan	Tanda tangan guru
Kegiatan Belajar I Konsep dasar elektronika					
Kegiatan Belajar II Pengenalan komponen elektronika					
Kegiatan Belajar III Karakteristik komponen elektronika aktif					

B. KEGIATAN PEMBELAJARAN

Kegiatan Belajar 1. Konsep Dasar Elektronika

1. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1

Setelah melaksanakan kegiatan belajar 1 diharapkan siswa dapat memahami konsep dasar elektronika.

2. Materi

1. BAB I. Konsep Dasar Elektronika

- 1) Teori Elektron
- 2) Hukum Ohm
- 3) AVOMeter
- 4) Penghantar Listrik
- 5) Rangkuman
- 6) Latihan Soal

KEGIATAN BELAJAR 1

KONSEP DASAR ELEKTRONIKA

Mata Pelajaran : Dasar-Dasar Teknik Elektronika (DDE)

Standart Kompetensi : Memahami Dasar-Dasar Elektronika

Kompetensi Dasar : Memahami Konsep Dasar Elektronika

Tujuan Kegiatan Belajar :

Setelah melaksanakan kegiatan belajar 1 diharapkan siswa dapat:

1. Memahami pengertian teori elektron
2. Memahami pengertian hukum Ohm dan pengaplikasiannya dalam kehidupan sehari-hari
3. Memahami penggunaan AVO meter dalam pelaksanaan praktikum
4. Memahami macam dan jenis bahan penghantar listrik

Kegiatan Awal :

Sebelum mempelajari unit ini, siswa harus memiliki kemampuan pengetahuan tentang :

1. Pemahaman tentang elektron
2. Pemahaman tentang hukum Ohm
3. Pemahaman tentang AVO meter
4. Pemahaman tentang bahan penghantar listrik

A. TEORI ELEKTRON

1. Elektron dan Proton

Setiap benda pada dasarnya terdiri dari dua jenis partikel, yaitu proton dan elektron. Partikel-partikel itu mengandung muatan listrik. Proton bermuatan listrik positif dan elektron bermuatan negatif. Bila sebuah benda kekurangan elektron maka dikatakan benda itu bermuatan positif. Akan tetapi, bila sebuah benda kelebihan elektron, benda itu dikatakan bermuatan negatif. Sedangkan bila jumlah muatan negatif dan muatan positifnya sama maka benda itu disebut netral.

Proton mempunyai massa $1,66 \times 10^{-27}$ kg dan elektron massanya $9,1 \times 10^{-31}$ kg. Sebuah elektron mempunyai muatan listrik sebesar $1,602 \times 10^{-19}$ coulomb, sehingga $1 \text{ coulomb} = 6,24 \times 10^{18}$ elektron.

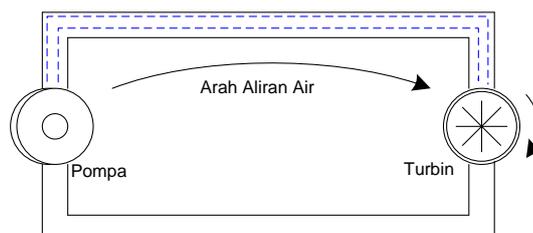
Dalam sebuah atom, proton merupakan inti atom (nucleus) dan elektron mengorbit di sekelilingnya. Karena itu, elektron mudah bergerak, sedangkan proton yang merupakan inti sulit bergerak. Elektron bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi (lihat gambar 1).



Gambar 1.1 Aliran elektron

2. Arus Listrik dan Muatan Listrik

Kata arus berarti aliran atau gerakan. Arus listrik mirip (analog) dengan aliran air. Perhatikan persamaan dan perbedaan dibawah ini.

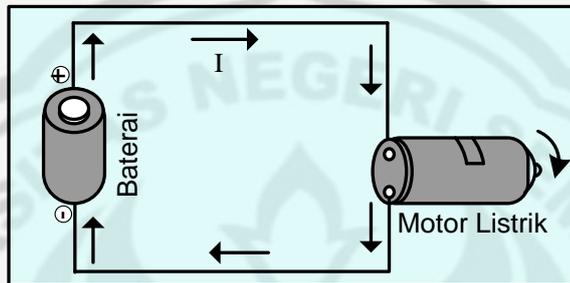


Gambar 1.2 Aliran air

Keterangan/penjelasan untuk aliran air:

- (a) Air Mengalir melalui rangkaian pipa
- (b) Pompa air menghasilkan tekanan yang memaksa air mengalir melalui rangkaian pipa
- (c) Air yang bergerak (mengalir) mampu melakukan usaha untuk memutar poros turbin

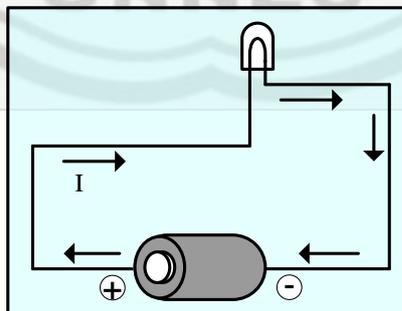
- (d) Air mengalir dari tempat tinggi ketempat yang rendah



Gambar 1.3 Arus listrik

Keterangan/penjelasan untuk arus listrik:

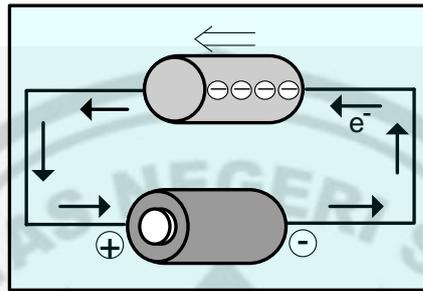
- (a) Arus listrik mengalir melalui rangkaian kabel listrik
- (b) Baterai menghasilkan tekanan listrik disebut gaya gerak listrik (tegangan listrik) yang memaksa muatan listrik yang bergerak (arus listrik) mengitari suatu rangkaian listrik
- (c) Arus listrik yang mengalir mampu melakukan usaha untuk memutar motor listrik
- (d) Listrik mengalir dari potensial tinggi kepotensial rendah



Gambar 1.4 Aliran arus

Sebelum elektron ditemukan, orang menyatakan bahwa arus listrik adalah aliran partikel-partikel bermuatan listrik yang bergerak dari kutub

positif ke kutub negatif baterai. Arah arus ini disebut arah arus konvensional. Sekarang telah kita ketahui bahwa sesungguhnya muatan listrik yang bergerak melalui konduktor adalah elektron-elektron yang mengalir dari kutub negatif ke kutub positif (berlawanan dengan arah arus listrik).



Gambar 1.5 Aliran elektron

Arus listrik mengalir dari potensial tinggi ke potensial rendah. Hal ini berlawanan dengan arah aliran elektron seperti yang dijelaskan pada gambar 1.5.

Arus listrik akan mengalir jika ada beban listrik, misalnya lampu, atau pemanas yang tertutup dengan sumber listriknya. Rangkaian tertutup berarti rangkaian yang seluruh bagiannya (beban, penghantar, saklar) terhubung dengan sumber listriknya.

Alat-alat tertentu (baterai) mampu menyimpan muatan listrik dan mengalirkannya. Jumlah muatan listrik yang bersimbol (Q), mengandung pengertian kemampuan alat untuk menyimpan atau membuang arus listrik (I) selama waktu tertentu (t).

Secara matematis dapat ditulis:

$$Q = I \times t \text{ (coulomb) } \dots\dots\dots(1)$$

= Ampere x detik

= coulomb

Keterangan:

- Q = muatan listrik dalam satuan coulomb (C)
- I = arus listrik dalam satuan ampere (A)
- t = waktu dalam satuan sekon (s)

Muatan listrik yang terkandung dalam akumulator dinyatakan dalam satuan amper jam (AH = *ampere hour*). Besarnya 1 AH = 3600 coulomb.

Satuan-satuan ini diambil dari nama penemunya, seperti acuan muatan listrik coulomb, diambil dari nama penemunya, Charles Augustin de Coulomb (1736 – 1806). Satuan arus listrik adalah ampere, diambil dari nama Andree Marie Ampere (1755 – 1836).

Seperti telah dinyatakan di atas, bahwa 1 coulomb = $6,24 \times 10^{18}$ elektron yang mengalir dalam rangkaian selama 1 detik.

Jadi:

$$\begin{aligned} I &= \frac{Q}{t} \dots\dots\dots(2) \\ &= \frac{\text{coulomb}}{\text{detik}} \\ &= \text{ampere} \end{aligned}$$

Contoh:

Jika arus listrik 3 ampere mengalir pada rangkaian selama 120 milidetik. Hitunglah jumlah muatan listrik yang dipindahkan!

Penyelesaian:

Diketahui: $I = 3 \text{ A}$
 $t = 120 \text{ ms} = 120 \times 10^{-3} \text{ sekon}$

Ditanya: $Q = ?$

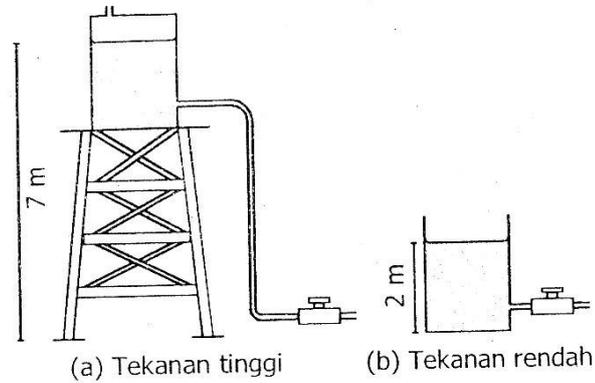
Jawab:

$$\begin{aligned} Q &= I \times t \\ &= 3 \times 120 \times 10^{-3} \\ &= 0,36 \text{ C} \end{aligned}$$

3. Tegangan Listrik

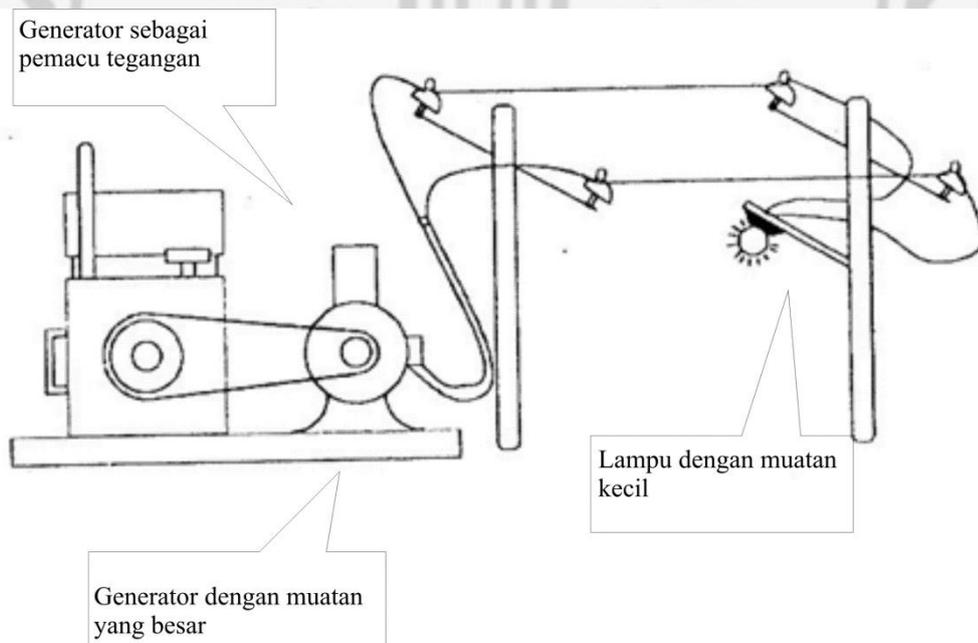
Tegangan listrik dapat dimisalkan dengan tekanan air di dalam menara air. Di atas menara terdapat bak air. Makin tinggi letak bak itu, maka makin

besar pula tekanannya. Jika keran di buka, air mulai bergerak dalam pipa dan kecepatan mengalirnya berhubungan erat dengan tekanan air tersebut.



Gambar 1.6 Perbedaan tekanan

Menurut teori elektron, sebuah benda bermuatan positif jika benda tersebut kehilangan elektron dan sebuah benda bermuatan negatif jika benda tersebut kelebihan elektron. Dalam keadaan berbeda muatan seperti inilah munculnya tenaga potensial pada sesuatu yang berada diantara benda itu. Oleh karena itu, bila sepotong kawat penghantar dihubungkan diantara kedua benda yang berbeda muatan tersebut, menyebabkan terjadinya perpindahan muatan diantara benda-benda tersebut.



Gambar 1.7 Perubahan energi

Peralihan energi itu akan berlangsung terus selama terdapat perbedaan potensial. Perbedaan potensial listrik dapat dihasilkan dengan memberikan tekanan listrik dari suatu pembangkit tenaga listrik.

Jadi, dapat dikatakan bahwa tegangan adalah suatu beda potensial antara dua titik yang mempunyai perbedaan jumlah muatan. Baterai atau generator dapat bertindak sebagai pemacu perbedaan tegangan diantara dua titik.

Sistem satuan internasional untuk tegangan adalah volt (V) yang diambil dari nama Alexander Volta (1748 – 1827) yang menyatakan: satuan volt adalah perubahan energi sebesar satu joule yang diambil oleh satu coulomb muatan listrik.

Dapat ditulis secara matematis:

$$V = \frac{W}{Q} \dots\dots\dots (3)$$

Volt = joule/coulomb

Persamaan (3) dapat diubah menjadi:

$$W = V \times Q \dots\dots\dots (4)$$

Keterangan:

V = tegangan listrik (volt)

W = energi listrik (joule)

Q = muatan listrik (coulomb)

Contoh

Sebuah baterai mempunyai tegangan 6 volt, digunakan pada lampu. Energi yang diserap lampu 12.000 joule. Berapakah muatan listrik yang dipindahkan?

Penyelesaian:

Diketahui: V = 6 volt

W = 12.000 joule

Ditanya: Q = ?

Jawab:

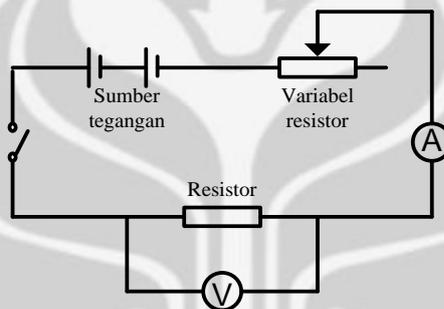
$$Q = \frac{W}{V} = \frac{12000}{6} = 2.000 \text{ coulomb}$$

B. HUKUM OHM

Pada tahun 1827, George Simon Ohm (ahli fisika Jerman) yang hidup antara tahun 1787 – 1854) melakukan percobaan untuk menentukan hubungan antara kuat arus (I) dan tegangan (V). percobaan berikut adalah untuk menyelidiki hubungan itu.

Membuktikan hukum Ohm

1. Siapkan sebuah sumber tegangan DC 6 volt, sebuah hambatan tetap 2 ohm/10 watt, sebuah variabel resistor, sebuah ampere meter DC 0-5 A, dan sebuah voltmeter DC 0-12 V.
2. Buat rangkaian seperti gambar.

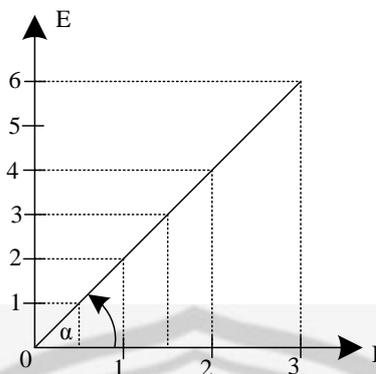


Gambar 1.8 Rangkaian

3. Ubahlah hambatan variabel dengan menggeser kontaknya.
4. Catat penunjukan ampere meter dan volt meter setiap perubahan hambatan variabel.
5. Buat grafik tegangan V terhadap I .
6. Nyatakan kesimpulan anda tentang hubungan tegangan dan arus.

Tabel 1.1 Hasil percobaan

Tegangan (Volt)	Kuat arus I (Ampere)
6	3
4	2
3	1,5
2	1
1	0,5



Gambar 1.9 Grafik V terhadap I

Jika percobaan diulang dengan resistor yang lain, maka grafik V terhadap I juga berbentuk garis lurus condong ke atas dan melalui titik asal 0, tetapi dengan kemiringan ($\text{tg } \alpha$) yang berbeda. Jika kemiringan grafik disebut hambatan (lambang R), maka hubungan antara tegangan dan kuat arus I dapat kita nyatakan dengan persamaan:

$$V = I.R$$

Keterangan:

V = tegangan listrik dalam satuan volt

I = arus listrik dalam satuan ampere

R = hambatan listrik dalam satuan ohm

Persamaan ini pertama kali dinyatakan oleh Simon Ohm, yang berbunyi: arus listrik I yang mengalir pada hambatan (resistor) sebanding dengan tegangan yang diberikan pada hambatan tersebut asalkan suhu dijaga konstan.

Hukum Ohm sangat sederhana dan sangat berguna untuk menganalisa suatu rangkaian listrik. Untuk mempermudah menggunakan persamaan Ohm jika kita akan menggunakan persamaan tersebut bukan hanya untuk mencari tegangan, misal kita ingin mengetahui arus listrik atau nilai resistansi yang belum diketahui pada suatu rangkaian listrik, gunakan trik berikut dengan menyusun V, I, dan R dalam bentuk segitiga transposisi seperti diilustrasikan berikut ini.



Untuk mengetahui tegangan (V), pada segitiga persamaan Ohm di atas, “V” diberi warna biru yang berarti nilai yang dicari. Sedangkan arus (I) dan resistansi (R) diberi warna hijau yang berarti solusi untuk mencari nilai “V”, karena posisi “I” dan “R” sejajar secara horizontal dalam segitiga tersebut yang memiliki arti $I \times R$, jadi $V = I \times R$.



Pada segitiga kedua digunakan untuk mencari nilai arus (I) ditandai dengan “I” diberi warna biru. Sedangkan tegangan “V” dan resistansi “R” diberi warna hijau yang berarti solusi untuk mencari nilai “I”. Posisi “V” dan “R” berada pada posisi vertikal sehingga memiliki arti V/R , jadi $I = V/R$.



Pada segitiga ketiga digunakan untuk mencari nilai resistansi (R) yang ditandai dengan “R” diberi warna biru. Sedangkan tegangan “V” dan arus “I” diberi warna hijau yang berarti solusi untuk mencari nilai “R” dan posisi “V” dan “I” berada pada posisi vertikal sehingga memiliki arti V/I , jadi $R = V/I$.

Contoh:

Sebuah lampu pijar dihubungkan pada tegangan 127 volt dan dialiri arus 1,5 ampere. Berapa besar resistansi lampu?

Jawab:

$$R = \frac{E}{I} = \frac{127 \text{ V}}{1,5 \text{ A}} = 84,7 \Omega$$

C. AVO METER

AVO meter yang sering disebut dengan *multimeter* atau *multitester* merupakan singkatan dari Ampere, Volt dan Ohm meter yang berarti bahwa alat ini gabungan dari tiga alat ukur, yaitu: Ampere meter (pengukur arus listrik), Volt meter (pengukur tegangan listrik), dan Ohm meter (pengukur hambatan listrik). Dari pengertian tersebut AVO meter dapat digunakan untuk mengukur tegangan dan arus listrik baik arus bolak-balik (AC) maupun arus searah (DC), serta untuk mengukur hambatan/tahanan.

1. Bagian-bagian AVOMeter

Bentuk nyata dari AVO meter dapat dilihat seperti pada gambar dibawah ini:



Gambar 1.10 AVO meter

Keterangan dan Fungsi dari masing-masing bagian AVO meter:

1. Skala meter, tempat besaran-besaran listrik dari hasil pengukuran nantinya.
2. Cermin digunakan untuk melihat bayangan jarum penunjuk.
3. Jarum penunjuk sebagai penunjuk terhadap kita untuk mengetahui berapa besaran listrik yang sedang diukur.

4. Pengatur nol tahanan (*zero Ohm adjuster knob*) sebagai penyetelan jarum penunjuk ke skala nol sewaktu mengadakan pengukuran tahanan agar terjadi ketepatan pada hasil ukuran.
5. Penyetelan jarum penunjuk nol (*zero corrector*) digunakan untuk menyetel jarum penunjuk meter agar hasil pengukuran nantinya tepat.
6. Daerah batas ukur arus DC digunakan untuk mempermudah dalam membaca skala meter pada arus DC.
7. Selektor (pemilih) batas ukur digunakan untuk memilih daerah batas ukur yang akan kita gunakan dalam pelaksanaan pengukuran.
8. Daerah batas ukur tegangan DC digunakan untuk mempermudah dalam membaca skala meter pada tegangan DC.
9. Terminal jack positif digunakan sebagai tempat penghubung kabel dan kabel ini pada umumnya berwarna merah.
10. Terminal jack negatif digunakan sebagai tempat penghubung kabel dan kabel ini pada umumnya berwarna hitam.
11. Papan/ruangan skala meter sebagai tempat skala meter dan jarum penunjuk meter.
12. Daerah batas ukur tahanan digunakan untuk mempermudah dalam membaca skala meter pada tahanan.
13. Daerah batas ukur tegangan AC digunakan untuk mempermudah dalam membaca skala meter pada tegangan AC.

Selain untuk mengukur besaran listrik tadi, AVO meter juga dapat digunakan untuk mengetes kondensator, mengetes transformator, mengetes dioda, mengetes transistor.

2.

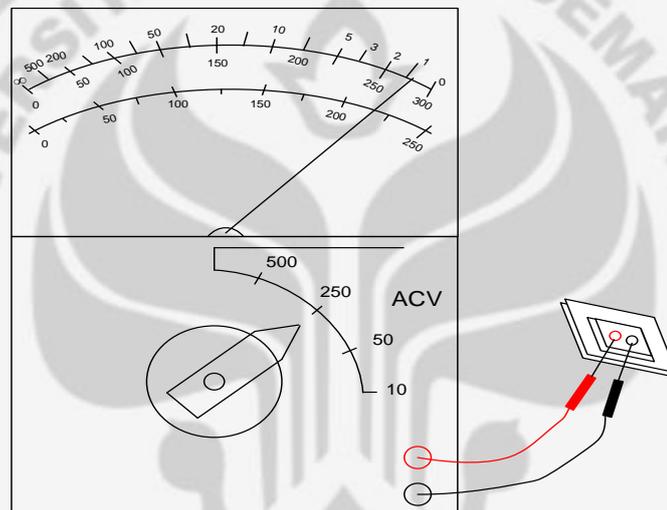
Penggunaan AVOMeter dalam Keperluan Praktikum

a.

Mengukur Tegangan AC pada batas ukur AC Volt

Pelaksanaan pengukuran tegangan dengan menggunakan AVOMeter analog, pertama-tama harus kita ingat bahwa yang mau kita ukur ini

tegangan AC atau tegangan DC (dalam hal ini tegangan AC). Pindahkan selektor/saklah pilih (*ring switch*) pada posisi daerah batas ukur AC volt, batas ukur yang kita pilih hendaknya lebih besar dari yang akan kita ukur. Kemudian masukkan kabel jack penghubung ke kontak-kontak yang akan kita ukur. Setelah itu pelaksanaan pengukuran dapat dimulai. Sebagai contoh yang sederhana misalnya kita mau mengukur tegangan AC dari sumber jala-jala PLN, maka selektor dipindahkan pada posisi 250 V pada daerah batas ukur AC Volt. Kemudian tempelkan masing-masing ujung kabel penghubung dari AVO meter yang kita gunakan ke kontak-kontak yang akan kita ukur, seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1.11 Pengukuran tegangan AC

Setelah itu perhatikan jarum penunjuk meter yang menyimpang ke kanan pada skala meter lalu berhenti pada besaran tertentu, misalnya 220. (perlu diingat bahwa besaran yang ditunjukkan oleh alat ukur untuk AC adalah harga efektifnya). Dapat kita lihat bahwa hasil pengukuran adalah 220 Volt.

Sekarang marilah kita lihat pada pengukuran yang sama, dengan batas ukur tetap yaitu $BU = 250\text{ V}$ (artinya selektor/saklar pilih tidak dirubah), didaerah skala kita baca penunjukkan jarum pada skala 50 V. Berapa nilai yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk? Ternyata jarum penunjuk menyimpang pada angka sebesar 44 Volt pada daerah skala 50 V. hasil pengukuran yang sebenarnya berapa?

Hasil pengukuran yang sebenarnya dapat kita hitung dengan menggunakan rumus berikut:

$$n = \frac{R_1}{R_2} \times m$$

Keterangan: n = hasil pengukuran

R_1 = batas ukur yang kita gunakan

R_2 = daerah skala yang kita baca

m = penunjukkan jarum pada R_2

Jadi hasil pengukuran yang sebenarnya adalah:

$$n = \frac{250}{50} \times 44 \text{ V} = 220 \text{ Volt}$$

Apabila dengan BU yang sama tetapi kita melihatnya didaerah skala pada 10 V. Angka berapakah yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk meter tersebut?

Hasil penunjukkan meter adalah:

Diketahui:

$$n = 220 \text{ Volt}$$

$$R_1 = 250 \text{ Volt}$$

$$R_2 = 10 \text{ Volt}$$

Ditanya: $m = \dots?$

Jawab:

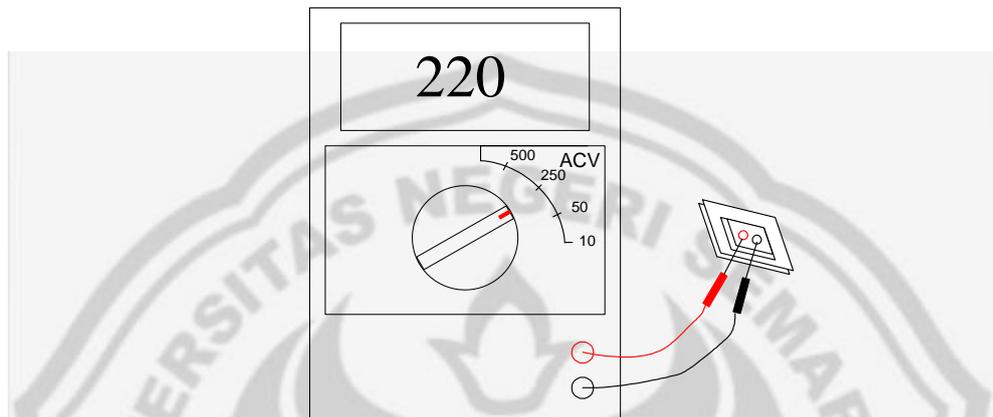
$$n = \frac{R_1}{R_2} \times m$$

$$220 = \frac{250}{10} \times m$$

$$m = 8,8 \text{ Volt}$$

Pengukuran tegangan dengan menggunakan AVOMeter digital pada dasarnya sama seperti pengukuran tegangan dengan menggunakan AVOMeter analog. Disini kita hanya memindahkan selektor/saklar pilih pada posisi daerah batas ukur AC, kemudian memasukkan kabel jack penghubung ke kontak-kontak yang akan kita ukur. Setelah itu pelaksanaan pengukuran dapat dimulai. Sebagai contoh yang sama dengan pengukuran tegangan AC dengan menggunakan AVOMeter digital yaitu mengukur

tegangan AC dari sumber jala-jala PLN. Pertama, selektor dipindahkan pada posisi 250 V pada daerah batas ukur AC Volt. Kemudian tempelkan masing-masing ujung kabel penghubung dari AVO meter yang kita gunakan ke kontak-kontak yang akan kita ukur, seperti yang terlihat pada gambar berikut.



Gambar 1.12 Pengukuran tegangan AC

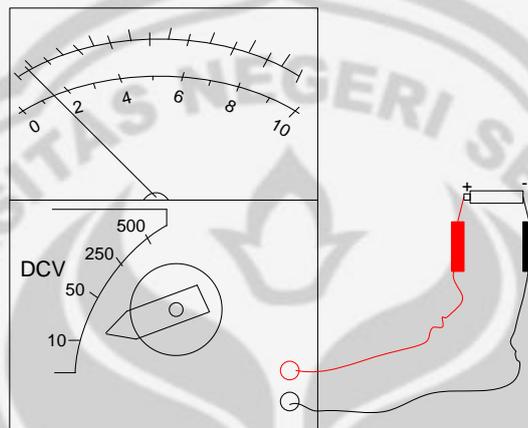
Setelah itu perhatikan angka yang muncul pada skala meter lalu berhenti pada besaran tertentu, misalnya 220. (perlu diingat bahwa besaran yang ditunjukkan oleh alat ukur untuk AC adalah harga efektifnya). Dapat kita lihat bahwa hasil pengukuran adalah 220 Volt.

b.

Mengukur Tegangan DC pada batas ukur DC Volt

Pengukuran tegangan DC dengan menggunakan alat ukur AVOMeter analog ini pada prinsipnya sama dengan pengukuran tegangan AC sebelumnya, akan tetapi disini perlu diperhatikan kutub-kutub dari tegangan yang akan diukur harus ditempelkan sesuai dengan terminal jack dari meter tersebut. Kenapa demikian? Karena apabila tidak sesuai atau terbalik, yaitu terminal jack positif ditempelkan dengan negatif tegangan, sedangkan terminal jack negatif ditempelkan dengan kutub positif tegangan yang akan kita ukur, maka penyimpangan jarum penunjuk akan ke kiri atau terbalik, sehingga tidak dapat kita baca hasil pengukuran tersebut.

Maka dari itu harus diperhatikan penempatan terminal jack yang sesuai dalam pelaksanaan pengukuran tegangan DC ini. Sebagai contoh: kita ukur sebuah baterai kering. Pertama-tama pindahkan selektor (saklar pilih) ke posisi daerah batas ukur DC yaitu 10 Volt. Kemudian tempelkan kabel jack penghubung dengan warna merah ke kutub positif baterai, dan ujung kabel jack penghubung dengan warna hitam ke kutub negatif baterai. Amati hasil penunjukkan jarum pada daerah skala meter. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 1.13 Pengukuran tegangan DC

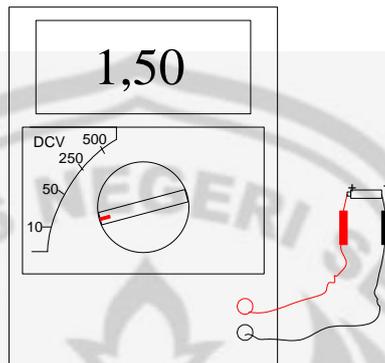
Dari gambar di atas dapat kita lihat bahwa hasil pengukuran sebesar 1,5 Volt. Jadi besarnya tegangan baterai adalah 1,5 volt. Sekarang perhatikan dengan batas ukur yang sama tetapi kita membaca pada daerah skala meter di posisi 50 volt. Berapa besarnya angka yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk meter?

Jawabnya:

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{R_1}{R_2} \times m \\
 &= \frac{250}{10} \times m \\
 1,5 &= \frac{1}{5} \times m \\
 m &= 7,5 \text{ Volt}
 \end{aligned}$$

Cara pengukuran tegangan DC pada baterai dengan menggunakan alat ukur AVOMeter digital sama dengan pengukuran tegangan DC dengan menggunakan alat ukur AVOMeter analog. Kita hanya memindahkan

selektor pada posisi daerah batas ukur DC Volt dan menghubungkan jack penghubung dengan kutub-kutub baterai. Setelah jack penghubung tersambung dengan kutub-kutub baterai, maka pada papan skala meter akan menunjukkan hasil pengukurannya dan kita bisa membaca langsung hasil yang ditunjukkan . Perhatikan gambar berikut.



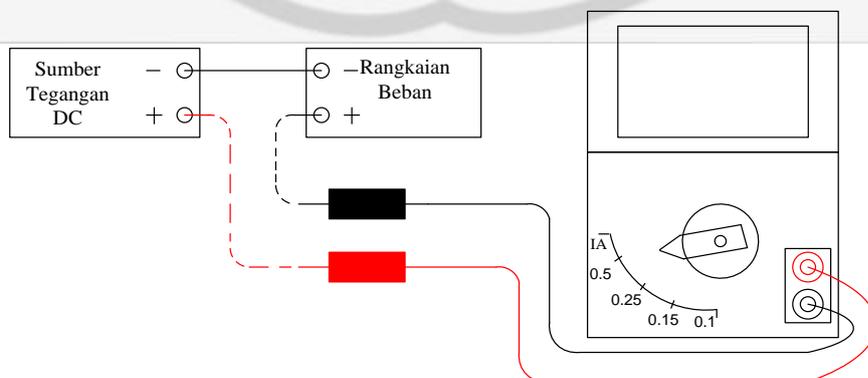
Gambar 1.14 Pengukuran tegangan DC

Gambar di atas menunjukkan hasil pengukuran sebesar 1,5 volt pada baterai. Jadi besarnya tegangan baterai yang diukur dengan alat ukur AVOMeter digital adalah 1,5 volt.

c.

Mengukur Tegangan DC pada batas ukur DC Ampere meter

Dalam pelaksanaan pengukuran arus DC harus diingat bahwa alat ukur disambungkan secara seri, dan pemasangan kutub-kutubnya juga harus sesuai seperti halnya pada saat kita melakukan pengukuran tegangan DC sebelumnya. Perhatikan gambar berikut:



Gambar 1.15 Pengukuran arus DC

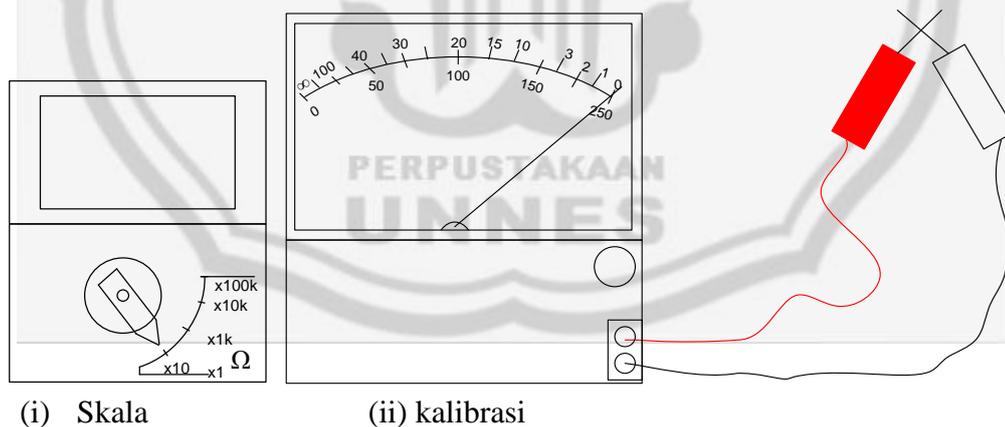
Dari gambar dapat kita lihat bahwa jarum penunjuk berhenti pada angka 125, dengan selektor kita putar pada batas ukur 500 mA. Benarkah hasil pengukurannya sebesar 250? Untuk mengetahuinya dapat kita hitung menggunakan rumus di atas.

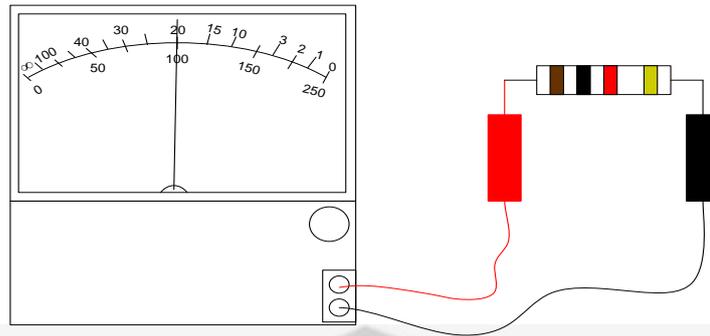
$$n = \frac{R_1}{R_2} \times m = \frac{500}{250} \times 125 = 250 \text{ mA,}$$

Jadi hasil pengukuran sebenarnya = 250mA

d. Mengukur Resistor/Hambatan pada batas ukur Ohm meter

Dalam pelaksanaan pengukuran hambatan yang baik berada dalam suatu rangkaian ataupun tidak, pertama kali yang harus kita lakukan adalah: selektor kita pindahkan/putar pada posisi Ohm (x1, x10, x1K dst), kedua ujung jack kabel penghubung kita tempelkan, kemudian putarlah *zero adjust* sehingga jarum penunjuk akan bergerak pada posisi angka nol (sebelah kanan). Kedua ujung jack kabel tadi kita lepaskan, jarum akan kembali bergerak ke kiri menunjuk pada angka tak terhingga (~). Sebagai contoh dapat kita lihat pada gambar berikut:

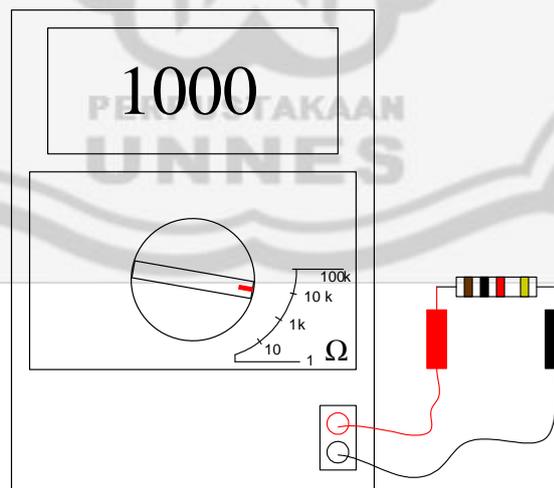




(iii) mengukur hambatan
Gambar 1.16 Pengukuran hambatan

Dari gambar di atas misalkan selektor kita putar pada posisi x10, simpangan jarum menunjukkan pada angka 100, sehingga hasil pengukurannya adalah 1000 ohm. Setiap kita akan melakukan pengukuran tahanan nilai resistor, maka perlu di ingat bahwa jack kabel penghubung selalu ditempelkan dulu agar posisi jarum penunjuk tepat di angka nol. Kalau tidak maka dapat mempengaruhi hasil pengukuran yang sebenarnya.

Dari contoh pengukuran hambatan dengan menggunakan alat ukur AVOMeter analog di atas, apabila kita menginginkan mengukur hambatan dengan alat ukur AVOMeter digital maka langkah-langkah yang digunakan sama saja. Hal ini bisa ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 1.17 Pengukuran hambatan

Gambar di atas menunjukkan hasil pengukuran hambatan sebesar 1000 ohm dengan kode warna resistor coklat hitam merah emas.

D. PENGHANTAR LISTRIK

Penghantar adalah suatu benda yang digunakan dalam teknik listrik atau elektronika. Seperti kita ketahui semua benda terdiri dari atom-atom, dan atom-atom terdiri dari proton dan elektron. Proton bermuatan positif (+) dan elektron bermuatan negatif (-). Dalam bentuk atom, proton mempunyai massa lebih besar sehingga dapat dikatakan tidak bergerak.

Setiap bahan memiliki susunan atom yang berbeda. Letak proton setiap bahan tidak sama dan tidak teratur. Elektron-elektron selalu mengelilingi proton, karena antara proton dan elektron ada gaya tarik. Besarnya gaya tarik ini tergantung dari jarak antara proton dan elektron-elektron.

Bahan yang dipakai dalam teknik listrik dan teknik elektronika dapat digolongkan menjadi 3 bagian yaitu: konduktor (penghantar), isolator (penyekat), semikonduktor (setengah penghantar).

1. Konduktor/penghantar

Konduktor merupakan suatu bahan yang dapat menghantarkan listrik. Bahan penghantar suatu bahan yang mempunyai banyak elektron-elektron bebasnya sehingga dengan mudah dapat dipengaruhi keadaan sekitarnya. Elektron-elektron bebas ini dapat meninggalkan daya tarik proton apabila mendapat pengaruh dari luar berupa tegangan listrik, pukulan, panas. Tegangan listrik ini menyebabkan elektron bebas bergerak atau mengalir. Aliran atau gerakan elektron ini mengakibatkan arus listrik.

Pada umumnya bahan penghantar (konduktor) ini terbuat dari logam, karena hampir semua logam dapat digunakan sebagai penghantar listrik. Misalnya tembaga, besi, perak, chrom, nikel, dan sebagainya. Dari sekian banyak logam itu yang umum dipakai sebagai penghantar dalam teknik listrik dan teknik elektronika adalah tembaga murni. Untuk keperluan tertentu dipakai juga kawat dari aluminium, brons atau besi. Selain bahan logam juga arang dan macam-macam zat cair yang mengandung zat asam atau garam dapat dialiri arus listrik.

1. Sifat-Sifat Dasar Penghantar

Sifat-sifat penting yang dimiliki suatu penghantar adalah kekuatan daya hantar listrik, besarnya tahanan jenis, daya hantar panas, koefisien suhu, tahanan dan daya hantar elektro magnetis termomotoris.

a.

Besar tahanan jenis penghantar

Untuk memudahkan siswa menghitung tahanan dan konduktivitas suatu rangkaian jaringan dan jaringan instalasi listrik dibawah ini kita cantumkan suatu tabel berat jenis, titik cair, tahanan jenis, dan konduktivitas berbagai bahan:

Tabel 1.2 Berat jenis, titik cair, tahanan jenis, dan konduktivitas berbagai bahan

Nama bahan	Berat jenis	Titik cair (°C)	Tahanan jenis (ohm.mm ² /meter)	Konduktivitas (mho.mm ² /meter)
Perak	10,5	960	0,016	62,5
Tembaga	8,9	1083	0,0175	57,14
Cobalt	8,42	1480	0,022	45,45
Emas	19,3	1063	0,022	45,45
Aluminium	2,56	660	0,03	33,33
Molybdenum	10,2	2620	0,05	20
Wolfram	19,1	3400	0,05	20
Seng	7,1	420	0,06	16,66
Kuningan	8,7	1000	0,07	14,28
Nikel	8,9	1455	0,079	13,33
Platina	21,5	1774	0,1	10
Karbon	-	-	0,1	10
Nikelin	-	-	0,12	8,33
Timah putih	7,3	232	0,12	8,33
Baja	7,8	1535	0,13	7,69
Vanadium	5,5	1710	0,13	7,69

Bismuth	9,85	371	0,2	5
Mangan	7,4	1260	0,21	4,76
Timbel	11,35	330	0,22	4,54
Duralumium	2,3		0,48	2,08
Manganin	-	-	0,48	2,08
Konstanta	8,9		0,5	2
Air raksa	13,56	-38,9	0,958	1,04

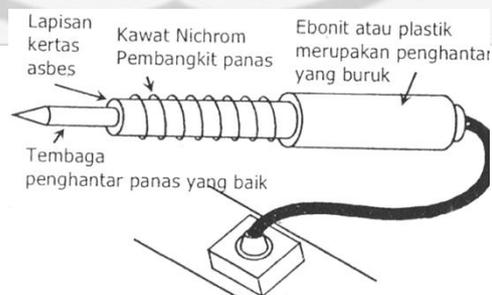
b.

Daya hantar panas

Panas merambat dari suatu titik ke titik yang lain banyak persamaannya dengan aliran arus listrik. Jumlah panas yang merambat melalui suatu jenis bahan diperhitungkan dalam satuan kilo kalori/meter.jam.derajat. Terutama diperhitungkan dalam pemakaian mesin listrik dan peralatannya, kabel dan bus bare. Pada umumnya logam mempunyai daya hantar panas yang tinggi dan pada bahan-bahan non logam sangat rendah.

Hantaran panas terjadi karena molekul-molekul atom suatu bahan penghantar saling berbenturan dengan demikian saling meneruskan energi panas yang mereka miliki.

Tidak semua bahan dapat menghantarkan panas sama baiknya. Pada umumnya, bahan penghantar listrik yang baik adalah merupakan penghantar listrik yang baik.



Gambar 1.18 Solder

c.

Koefisien suhu tahanan

Telah kita ketahui pada pelajaran fisika bahwa benda padat, cair dan gas akan memuai (membesar) apabila temperature (suhunya) naik dan akan menyusut (mengecil) apabila temperaturnya turun.

Apabila suatu penghantar temperaturnya naik yang menonjol bertambah ialah muai panjangnya sehingga dapat disimpulkan bahwa ketika temperatur pada suatu penghantar naik bila lebih tinggi maka tahanan (hambatan) terhadap arus yang mengalir pun akan naik.



(a) Penghantar pada suhu standar (20°C) kondisi penghantar normal



(b) Penghantar pada suhu di atas standar (30°C atau 60°C) kondisi penghantar memuai bertambah panjang

Gambar 1.19 Penghantar

Besarnya tahanan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$R = R_0 \{1 + \alpha (t - t_0)\}$$

Keterangan:

R = besar tahanan akhir dalam satuan ohm

R₀ = besar tahanan mula-mula dalam satuan ohm

T₀ = suhu mula-mula dalam °C

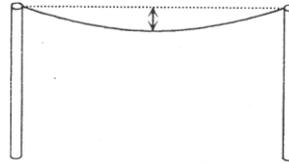
A = koefisien suhu tahanan

d.

Kekuatan tahanan tarik

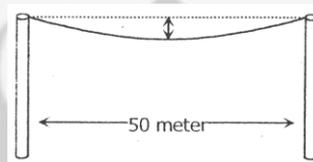
Sifat mekanis kekuatan tegangan tarik pada suatu jenis penghantar sangat penting terutama untuk jenis hantaran di atas tanah (penghantar dalam posisi menggantung). Untuk suatu keperluan hubungan jaringan antar tiang maka

bahan penghantar yang dipergunakan harus diketahui kekuatan tegangan tariknya.



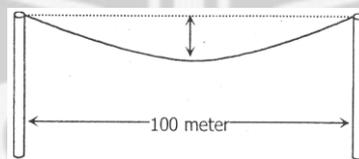
Gambar 1.20

Apabila kawat penghantar direntangkan pada dua buah tiang, maka kawat penghantar tersebut akan menggantung membentuk suatu lengkungan. Lengkungan kawat tersebut terbentuk disebabkan berat dari kawat penghantar itu sendiri.



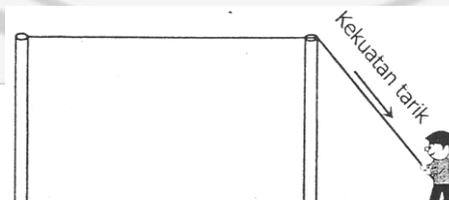
Gambar 1.21

Dan apabila jarak kedua tiang semakin jauh maka lengkungan yang terjadipun semakin besar.

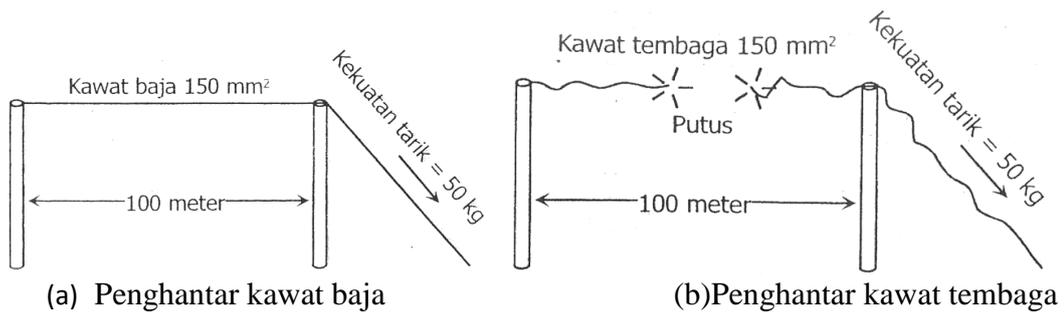


Gambar 1.22

Untuk mengurangi besar lengkungan tersebut kawat penghantar itu dapat ditarik dengan besar kekuatan tertentu sehingga menjadi agak lurus (lengkungannya kecil sekali).



Gambar 1.23



Gambar 1.24 penghantar

Pada gambar 1.24 mempunyai panjang rentang dan jarak tiang penyangga yang sama yaitu 100 meter sama-sama ditarik dengan kekuatan yang sama yaitu 50 kg.

- (1) Kawat baja tertarik tegang dan kencang lurus diantara dua tiang
- (2) Kawat tembaga bergerak tambah panjang (melar), kelengkungannya berkurang sedikit kemudian, des, putus.
- (3) Letak titik kekuatan kawat penghantar bertahan tidak putus, kekuatan tertinggi menahan beban tertentu itulah yang disebut titik kekuatan tegangan tarik.
- (4) Titik kekuatan tarik dari berbagai macam kawat penghantar berbeda-beda tergantung kepada kekerasan/kekenyalan bahan kawat penghantar yang bersangkutan.
- (5) Apabila temperature kawat penghantar tersebut semakin tinggi maka titik kekuatan tegangan tariknya semakin turun (semakin rendah).

e.

Medan termoelektromagnetis yang timbul

Sifat-sifat yang lain yang timbul pada rangkaian penghantar arus listrik adalah:

1. Medan elektromagnetis

Apabila sebuah pesawat sumber panas selain memanaskan benda yang menyentuhnya, panasnya pun dipancarkannya dalam bentuk radiasi terhadap benda-benda yang tidak bersentuhan langsung dengan kata lain panas dirambatkan melalui udara.

Dalam kasus aliran dan hantaran arus listrik hal yang agak sama pun terjadi, yaitu:

- (a) Apabila dua (atau lebih) kawat penghantar yang berbeda berimpitan dialiri dua arus yang berbeda akan timbul lingkaran medan elektromagnetis sepanjang hantaran tersebut.
- (b) Semakin tinggi tegangan, semakin besar medan elektromagnetis yang timbul.
- (c) Semakin rendah mutu isolasi antara dua penghantar akan semakin besar medan elektromagnetis yang timbul.

2. Medan termoelektromotoris

Medan elektromagnetis yang timbul diseputar penghantar akan menimbulkan perputaran atom-atom proton dan elektron pada penghantar

- (a) Perputaran atom-atom proton dan elektron akan menimbulkan gesekan-gesekan antar molekul-molekul atom pada penghantar dan hal ini akan mengakibatkan timbulnya suatu medan aliran panas
- (b) Medan aliran panas tersebut dikenal dengan medan termoelektromotoris
- (c) Medan termoelektromotoris juga dapat timbul dari dua titik kontak yang terbuat dari dua bahan yang berlainan
- (d) Medan termoelektromotoris sangat sensitif terhadap temperatur sehingga medan termoelektromotorisnya yang timbul pada penghantar dapat menyimpangkan pengukuran arus dan tegangan
- (e) Apabila dua jenis logam yang disatukan menjadi penghantar mempunyai elemen yang semakin seimbang (50%:50%) maka medan termoelektromotoris yang timbul akan semakin kuat.

2. Bentuk-Bentuk Penghantar

Bentuk-bentuk penghantar dibagi menjadi 2 yaitu bentuk padat dan bentuk cair.

a.

Jenis penghantar bentuk padat

Secara umum penghantar listrik yang dipergunakan kebanyakan berbentuk padat dan dari logam-logam, misalnya tembaga aluminium, seng, timah, dan lain-lain. Penghantar yang dari bukan logam juga ada semisal arang, carbon, atau granit.

b.

Jenis penghantar bentuk cair

Ada dua macam penghantar arus listrik yang berbentuk cair. Pertama, adanya gerakan elektron-elektron bebas melalui penghantar dan disebut sebagai penghantar elektronis, umumnya bahan penghantarnya dari logam atau paduan logam juga granit atau arang. Kedua, penghantaran disertai oleh reaksi kimia dan oleh gerakan zat-zat melalui penghantar cair dinamakan penghantar elektronis atau ionis.

Penghantar yang dipakai berbentuk cair disebut elektrolit yaitu suatu cairan yang dapat menghantarkan arus listrik. Umumnya merupakan larutan asam basa atau garam. Untuk elemen kering/baterai cairan dipadatkan sehingga menyerupai bubuk. Aliran arus disini ialah gerakan bagian-bagian yang disebut ion-ion dalam larutan elektrolitnya.

2.

Isolator/Penyekat

Bahan penyekat (isolator) adalah jenis bahan yang sulit menghantarkan listrik. Hal ini disebabkan karena dalam bentuk struktur atomnya, elektron-elektron terikat kuat oleh protonnya (intinya). Kemungkinan elektron dapat keluar dari ikatan intinya apabila tegangan dari luar jauh lebih besar dari daya tarik intinya, yaitu dengan memberikan tegangan listrik yang sangat tinggi. Kejadian ini disebut bahwa isolator itu mendapat tembusan, karena tegangan tembusan telah tercapai.

1. Sifat-sifat Bahan Isolator

Penyekatan listrik terutama dimaksudkan agar arus listrik dapat mengalir jika pada bahan penyekat tersebut diberi tegangan listrik. Untuk dapat memenuhi tujuan tersebut dibutuhkan bahan penyekat yang cocok. Selain harus memenuhi tujuan pokok sebagai penyekat listrik diperlukan syarat-syarat lain untuk pertimbangan dalam pemakaiannya antara lain: Sifat listrik, Sifat mekanis, Sifat termis, Sifat kimia.

a) Sifat listrik

Sifat utama yang harus dimiliki bahan penyekat ialah mempunyai tahanan jenis listrik yang sangat besar, gunanya untuk mencegah terjadinya rambatan atau kebocoran arus listrik antara hantaran yang berbeda tegangan atau dengan tanah. Oleh karena dalam kenyataannya kebocoran sering terjadi maka harus dibatasi sampai sekecil-kecilnya.

b) Sifat mekanis

Karena penggunaan bahan penyekat ini sedemikian luasnya, maka perlu diperhatikan sifat mekanis dari bahan penyekat tersebut apakah dapat mengikuti gerak mekanis dari bahan yang disekat dan berapa kuat bahan penyekat tersebut.

Dengan demikian dapat dibatasi hal-hal penyebab kerusakan bahan penyekat atau yang disekat karena salah pakai. Misalnya diperlukan bahan yang tahan terhadap tarikan kita pilih bahan yang dari kain, bukan dari kertas. Atau dibutuhkan suatu penyekat yang tahan terhadap getaran kita pilih bahan dari karet.

c) Sifat termis

Panas dari dalam yang ditimbulkan oleh arus gaya magnet berpengaruh pada penyekat demikian pula panas dari luar yang mungkin timbul, cukup tinggi maka bahan penyekat harus yang tahan panas. Adanya panas diharapkan tidak melemahkan apalagi sampai merusakkan penyekat.

Bahan-bahan penyekat listrik telah digolongkan menurut kekuatannya masing-masing.

d) Sifat kimia

Panas yang tinggi biasanya dapat merubah susunan kimia dari bahan penyekat. Demikian pula adanya kelembaban udara atau basah yang ada disekelilingnya. Jika kelembaban dan keadaan basah tidak dapat dihindari haruslah dipilih penyekat yang tahan air. Demikian pula kemungkinan adanya zat-zat lain yang dapat merusak seperti zat asam-garam dan alkali.

2. Bentuk-Bentuk Isolator

Seperti keadaan umum benda alam, maka penyekat memiliki bentuk-bentuk yang sama, yaitu padat, cair, dan gas.

Hal ini berlaku sesuai dengan kebutuhan, sebab kadang-kadang perlu digunakan bahan padat, cair, atau gas kecuali ada bahan yang dipadatkan, jadi kedudukannya antara cair dan padat atau bentuk padat tetapi lunak.

a. Isolator Bentuk Padat

Mengingat adanya bermacam-macam asal, sifat, dan ciri maka untuk memudahkan pengertian penyekat dibagi-bagi menurut kelompoknya, dalam pembagian ini diutamakan asalnya, kemudian sifat, dan lainnya.

Kelompok tersebut adalah bahan tambang, bahan berserat, gelas dan keramik, bahan olahan industri, bahan yang dipadatkan.

1) Bahan tambang.

Yang dimaksud bahan tambang ialah bahan-bahan yang asal mulanya didapat dari penggalian dalam tanah. Yang termasuk dalam golongan ini adalah batu pualam (marmer), batu tulis, asbes, mika, dan lain-lain.

2) Bahan berserat

Bahan penyekat yang berbentuk serat-seratan dibagi tiga kelompok bahan dasar yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, binatang, dan bahan

tiruan (sintesis). Yang termasuk dalam golongan ini adalah benang, kain, kertas, kayu, fiber dan lain-lain.

3) Gelas dan keramik

Bahan penyekat yang merupakan bahan tambang dari alam yang kemudian diolah dengan dibakar atau dipanasi adalah bahan gelas dan keramik. Dalam industri peralatan komponen listrik penggunaan gelas dan keramik sangat luas karena kemampuannya yang tinggi untuk menyekat arus listrik.

4) Bahan olahan industri kimia

Bahan olahan industri kimia adalah bahan-bahan yang bukan berupa serat-serat selulosa maupun bahan-bahan tambang padat yang merupakan bahan baku utamanya.

Jenis bahan ini banyak dipergunakan dalam industri listrik yang berbahan baku utama merupakan hasil proses kimia dan industri utama (hulu). Bahan-bahan tersebut adalah plastik, karet, ebonite, dan bakelit.

5) Bahan-bahan yang dipadatkan

Bahan-bahan yang dipadatkan adalah bahan-bahan yang kedudukannya antara cair dan padat atau dapat berubah-ubah; padat – cair – padat lagi – cair – dan padat lagi. Yang termasuk dalam golongan ini ialah lilin, dammar dan lain-lain.

b.

Isolator Bentuk Cair

Cairan atau bahan bentuk cair ialah benda yang pada suhu biasa berbentuk cair. Bahan cairan yang paling penting dan banyak dipergunakan sebagai unsur penyekat ialah minyak transformator dan minyak kabel.

1) Minyak transformator

Minyak transformator ialah salah satu jenis minyak hasil proses pengolahan minyak bumi. Minyak transformator berfungsi sebagai minyak pendingin.

2) Minyak kabel

Minyak kabel juga merupakan salah satu hasil pemurnian minyak bumi. Kebanyakan minyak berbeda dalam kepekatannya akan tetapi minyak kabel justru dibuat kental dan pekat. Minyak kabel dipergunakan untuk mengisi celah-celah penyekat kertas pada kabel tenaga, kabel tanah dan terutama kabel tenaga bertegangan tinggi.

c.

Isolator Bentuk Gas

Gas merupakan benda yang paling ringan diantara benda-benda. Gas tidak mempunyai bentuk dan volume yang tetap. Gas dapat mengisi segala ruangan dan mudah berubah-ubah sesuai dengan ruangan yang ada. Penyekat yang berbentuk gas ini antara lain udara, nitrogen, hidrogen dan karbon dioksida.

3.

Semikonduktor

Suatu bahan yang tidak dapat digolongkan penghantar tetapi tidak pula dapat digolongkan kepada isolator disebut bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor yang banyak dipakai pada teknik elektronika adalah germanium dan silikon. Dasar dari semikonduktor adalah sebagai berikut:

1.

Atom

Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur. Unsur adalah suatu zat kimia yang tidak dapat diuraikan lagi menjadi zat baru, yang berbeda dari zat semula.

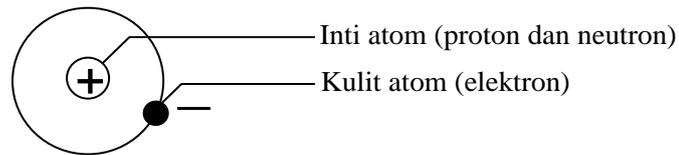
a.

Struktur Atom

Struktur atom terdiri dari inti atom (positif) dan sejumlah elektron (negatif) yang mengelilingi inti.

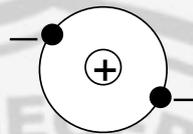
Contoh atom yang sederhana:

- a) Atom hidrogen (terdiri dari sebuah inti positif yang dikelilingi oleh sebuah elektron negatif).



Gambar 1.25 Atom Hidrogen

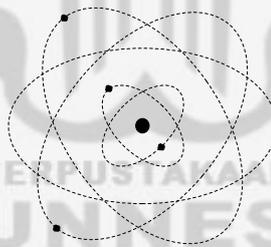
- b) Atom helium (terdiri dari sebuah inti yang mempunyai 2 proton dan 2 neutron yang dikelilingi oleh 2 elektron didalam kulit yang sama).



Gambar 1.26 Atom Helium

Bohr mengidealkan atom. Ia melihatnya sebagai inti yang dikelilingi oleh elektron-elektron yang mengorbit (gambar 1.27).

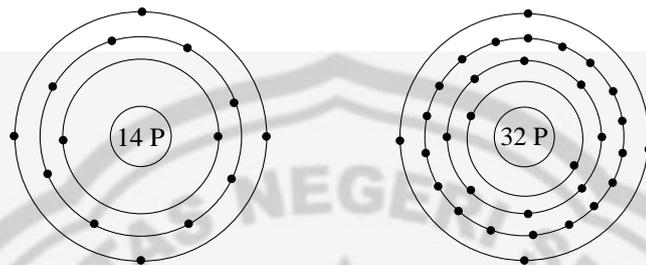
Inti atom mempunyai muatan positif dan menarik elektron. Elektron akan jatuh ke dalam inti bila tanpa gaya centrifugal dalam gerakannya. Jika elektron bergerak dalam orbit yang stabil, ia mempunyai kecepatan yang sesuai untuk gaya centrifugal pada inti atom, ia harus bergerak lebih cepat untuk mengimbangi penarikan inti.



Gambar 1.27 Atom model Bohr

Gambar tiga-dimensi seperti gambar 1.27 sukar untuk menunjukkan atom-atom yang rumit. Oleh sebab itu, kita kerap kali melambangkan atom dalam dua dimensi. Atom silikon terisolir (Gb. 1.28a) mempunyai 14 proton dalam intinya. Dua elektron bergerak pada orbit pertama, delapan elektron pada orbit kedua dan empat elektron pada orbit terluar atau orbit valensi. 14 elektron yang berputar menetralkan muatan dari inti atom sehingga dari luar atom (secara urutan listrik) adalah netral.

Gambar 1.28b menunjukkan atom germanium terisolir. Perhatikan 32 proton dalam inti atom dan 32 elektron yang mengorbit. Khususnya adalah orbit terluar (orbit valensi) yang terdiri dari 4 elektron, sama seperti silikon. Oleh sebab itu silikon dan germanium disebut elemen tetravalent. (tetravalent berarti 4 elektron valensi).



(a) Atom silikon

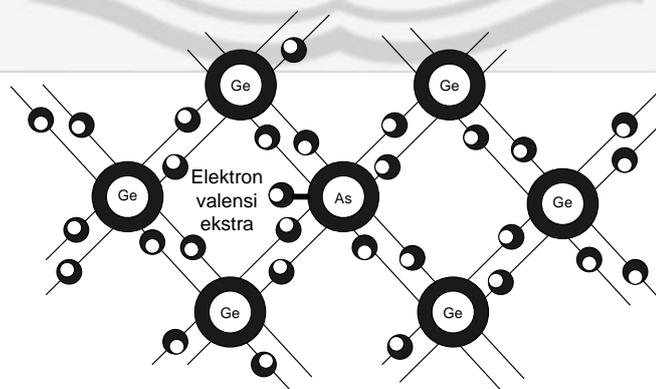
(b) Atom Germanium

Gambar 1.28 Atom

b.

Pengotoran ikatan Atom

Keadaan ini dapat dicapai dengan jalan menempatkan sebuah atom asing yang sesuai atau atom kotoran ke dalam kristal, sebagai contoh atom arsenikum (As) itu tidak memiliki empat buah elektron valensi seperti germanium, melainkan lima buah (lihat gambar 1.29). Elektron valensi kelima tidak diperlukan untuk ikatan dan dapat merenggut bebas dengan mudah dari atom arsenikum. Jadi dengan demikian, elektron valensi itu menjadikan elektron bebas. Pada suhu kamar terdapat sama banyak elektron bebas dalam hablur germanium seperti jumlah atom arsenikum yang terkandung oleh kristal itu.

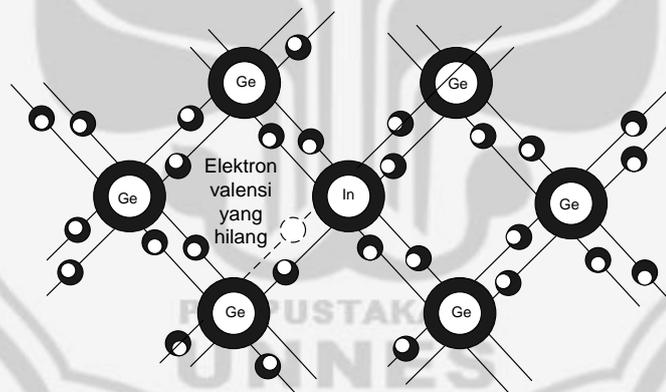


Gambar 1.29 Elektron valensi extra

Atom pengotor sebagaimana yang diterangkan di atas, dinamakan juga titik salah (titik salah dapat dibuat juga dengan menggunakan bahan lain dari pada atom pengotor). Titik salah yang membangkitkan satu elektron bebas atau lebih dinamakan donor. Donor membuat elektron ekstra dalam kristal semikonduktor atau dengan perkataan lain konduksi tipe-N. Memasukkan atom pengotor ke dalam hablur dinamakan penyisipan, yang dalam hal donor disebut penyisipan-N.

Untuk membuat penghantar dengan jalan penyisipan, masih terdapat satu jalan lain yaitu dengan cara memasukkan atom indium kedalam hablur germanium. Indium (In) hanya memiliki tiga elektron valensi, yang berarti terisi oleh satu elektron. Dengan perkataan lain terdapat satu lubang yang sama seperti elektron ekstra dari atom arsenikum, bergerak dengan bebas, bahkan juga pada suhu kamar.

Dengan demikian, dalam hablur germanium terdapat sama banyaknya lubang untuk konduksi arus dengan jumlah atom indium yang ada.



Gambar 1.30 Elektron valensi hilang

Atom indium merupakan suatu titik-salah pula dalam hablur germanium. Titik salah yang menimbulkan satu lubang atau lebih menyerap satu elektron berikat atau lebih, dinamakan akseptor. Akseptor membuat penghantaran kekurangan (defisiensi) dalam kristal semikonduktor (disebabkan oleh kekurangan elektron), dengan lain perkataan induksi tipe-P. Jadi dengan demikian kristal itu dinamakan penyisipan-P.

2. Hubungan P-N

Dalam teknik elektronika banyak dipakai semikonduktor dari germanium (Ge) dan dalam silikon (Si).

Dalam keadaan aslinya, germanium dan silikon itu adalah bahan-bahan pelikan dan merupakan isolator. Tetapi kemudian didalam pabrik germanium dan silikon itu masing-masing diberi kotoran (dopping) itu diperoleh bahan semikonduktor yang kemudian dinamai semikonduktor tipe-P.

Disebut semikonduktor tipe-P, sebab germanium (dan silikon) itu sekarang menjadi kekurangan elektron, sehingga bersifat positif.

Jika germanium (dan silikon) tersebut diberi kotoran fosfor, maka yang diperoleh adalah semikonduktor tipe-N. Dinamai semikonduktor tipe-N, sebab bahan ini berlebihan elektron, sehingga bersifat negatif. Pertemuan (*junction*) adalah daerah dimana semikonduktor tipe-P dan semikonduktor tipe-N bertemu yang nantinya kita namakan dioda *junction*.

a. Karakter keping P-N

Gambar 1.31a menunjukkan gambar dioda *junction*. Sisi P mempunyai banyak hole dan sisi N banyak elektron. Agar tidak membingungkan, pembawa minoritas tidak ditunjukkan tetapi ada beberapa (sindikat) elektron pada sisi P dan sedikit hole pada sisi N.

Elektron pada sisi N cenderung untuk berdifusi (tersebar) ke segala arah. Beberapa berdifusi melewati *junction*. Jika elektron masuk daerah P, ia akan merupakan pembawa minoritas. Dengan banyaknya hole disekitarnya, pembawa minoritas ini mempunyai umur hidup yang singkat, segera setelah memasuki daerah P, elektron akan jatuh ke dalam hole. Jika ini terjadi, hole lenyap dan elektron menjadi elektron valensi.

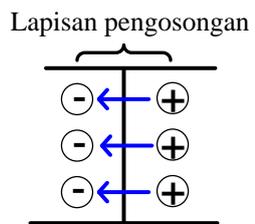
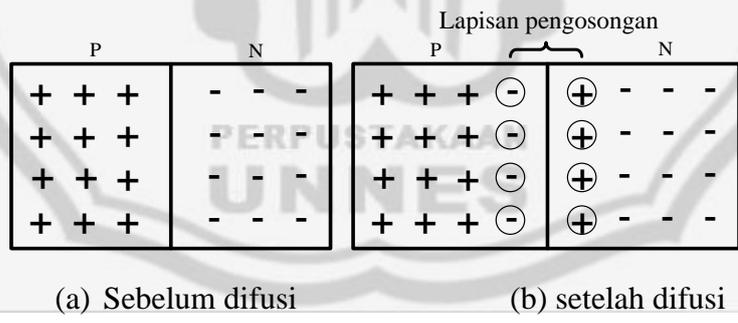
Setiap kali elektron berdifusi melalui *junction*, ia menciptakan sepasang ion. Gambar 1.31b menunjukkan ion-ion ini pada masing-masing sisi *junction*. Tanda positif berlingkaran menandakan ion positif dan tanda

negatif berlingkaran menandakan ion negatif. Ion tetap dalam struktur kristal karena ikatan kovalen dan tidak dapat berkeliling seperti elektron ataupun hole.

Tiap pasang ion positif dan negatif pada gambar 1.31b disebut dipole. Penciptaan dipole berarti satu elektron dan satu hole. Telah dikeluarkan dari sirkulasi. Jika terbentuk sebuah dipole, daerah dekat *junction* dikosongkan dari muatan-muatan yang bergerak. Kita sebut daerah yang kosong muatan ini dengan lapisan pengosongan (*depletion layer*).

b. Pembangkitan tenaga barier

Tiap dipole mempunyai medan listrik (gambar 1.31c). Anak panah menunjukkan arah gaya pada muatan positif. Oleh sebab itu elektron memasuki lapisan pengosongan, medan mencoba mendorong elektron kembali ke dalam daerah N. Kekuatan medan bertambah dengan berpindahannya tiap elektron sampai akhirnya medan menghentikan difusi elektron sampai akhirnya medan menghentikan difusi elektron yang melewati *junction*.



(c) medan pengosongan
Gambar 1.31 Hubungan P-N

Untuk pendekatan kedua, kita perlu memasukkan pembawa minoritas. Ingat sisi P mempunyai beberapa (sedikit) elektron yang dihasilkan secara thermal. Mereka yang didalam lapisan pengosongan didorong oleh medan ke dalam daerah N. Hal ini sedikit mengurangi kekuatan medan dan membiarkan beberapa (sedikit) pembawa mayoritas berdifusi dari kanan ke kiri untuk mengembalikan medan pada kekuatan semula.

Inilah gambaran terakhir dari kesamaan pada *junction*:

1. Beberapa pembawa minoritas bergeser melewati *junction*. Mereka akan mengurangi medan yang menerimanya.
2. Beberapa pembawa mayoritas melewati *junction* dan mengembalikan medan pada harga semula.

Gambar 1.31b terdapat medan di antara ion adalah ekuivalen dengan perbedaan potensial yang disebut tegangan barier. Pada 25°C tegangan kira-kira sama dengan 0,3 V untuk dioda germanium dan 0,7 V untuk dioda silikon. Tegangan barier tergantung pada suhu *junction*.

Rangkuman

Dalam sebuah atom, proton merupakan inti atom (nucleus) dan elektron mengorbit di sekelilingnya. Karena itu, elektron mudah bergerak, sedangkan proton yang merupakan inti sulit bergerak. Elektron bergerak dari potensial rendah ke potensial tinggi.

Arus listrik dari potensial tinggi ke potensial yang rendah dan akan mengalir jika ada beban listrik, misalnya lampu, atau pemanas yang tertutup dengan sumber listriknya. Rangkaian tertutup berarti rangkaian yang seluruh bagiannya (beban, penghantar, saklar) terhubung dengan sumber listriknya.

Alat-alat tertentu (baterai) mampu menyimpan muatan listrik dan mengalirkannya. Jumlah muatan listrik yang bersimbol (Q), mengandung pengertian kemampuan alat untuk menyimpan atau membuang arus listrik (I) selama waktu tertentu (t). Secara matematis dapat ditulis $Q = I \times t$ (coulomb).

Simon Ohm (ahli fisika Jerman), menemukan hukum Ohm yang berbunyi: arus listrik I yang mengalir pada hambatan (resistor) sebanding dengan tegangan yang diberikan pada hambatan tersebut asalkan suhu dijaga konstan. Secara matematis bias ditulis: $I = V/R$.

AVO meter yang sering disebut dengan *multimeter* atau *multitester* merupakan singkatan dari Ampere, Volt dan Ohm meter. Yang berarti bahwa alat ini gabungan dari tiga alat ukur, yaitu: Ampere meter (pengukur arus listrik), Volt meter (pengukur tegangan listrik), dan Ohm meter (pengukur hambatan listrik). Bahan yang dipakai dalam teknik listrik dan teknik elektronika dapat digolongkan menjadi 3 bagian yaitu: konduktor (penghantar), isolator (penyekat), semikonduktor (setengah penghantar).

Konduktor merupakan suatu bahan yang dapat menghantarkan listrik. Pada umumnya bahan penghantar (konduktor) ini terbuat dari logam, karena hampir semua logam dapat digunakan sebagai penghantar listrik. Misalnya tembaga, besi, perak, chrom, nikel, dan sebagainya.

Sifat-sifat penting yang dimiliki suatu penghantar adalah kekuatan daya hantar listrik, besarnya tahanan jenis, daya hantar panas, koefisien suhu, tahanan dan daya hantar elektro magnetis termomotoris.

Bahan penyekat (isolator) adalah jenis bahan yang sulit menghantarkan listrik. Sifat-sifat penting yang dimiliki suatu bahan penyekat adalah sifat listrik, Sifat mekanis, Sifat termis, Sifat kimia.

Suatu bahan yang tidak dapat digolongkan penghantar tetapi tidak pula dapat digolongkan kepada isolator disebut bahan semikonduktor. Bahan semikonduktor yang banyak dipakai pada teknik elektronika adalah germanium dan silikon.

Latihan Soal 1

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Terangkan dengan bahasa anda, apakah yang dimaksud dengan arus listrik?
2. Apakah yang dimaksud dengan elektron dan proton?
3. Bila sebuah baterai memberikan kuat arus 0,5 A kepada sebuah lampu selama 2 menit. Berapakah banyak muatan listrik yang dialirkan?
4. Berapakah besarnya arus listrik yang mengalir bila jumlah muatan sebanyak 60 coulomb dipindahkan dalam sebuah rangkaian tertutup selama 0,5 menit?
5. Tentukan kuat arus listrik yang membawa 60 coulomb melalui sebuah filament lampu pijar selama 210 sekon!
6. Alat ukur apa saja yang bisa dipakai untuk membuktikan hukum Ohm?
7. Bagaimana bunyi hukum Ohm:
 - a. Dalam kata-kata
 - b. Dalam rumus
8. Sebuah lampu listrik dengan tegangan 110V dan arus mengalir 0,5A. berapa resistansi lampu tersebut?
9. Sebuah pesawat listrik mempunyai resistansi 275 Ohm saat pijar dihubungkan dengan tegangan 220V. berapakah besar arus yang mengalir dalam pesawat listrik tersebut?
10. Berapa besar tegangan yang diperlukan dalam sebuah kumparan apabila arus yang mengalir 10A sedangkan resistansinya kumparan 22 Ohm?
11. Berapa kuat arus yang mengalir melalui sebuah resistor 1,0 k Ω sewaktu tegangan 15V diberikan pada resistor tersebut?
12. Kata AVO dalam alat ukur AVO meter adalah singkatan dari?
13. Apa fungsi dari AVO meter?
14. Sebutkan bagian-bagian dari alat ukur AVO meter!

15. Mengapa pada saat mengukur tegangan DC, pemasangan kutub-kutub dari tegangan yang akan kita ukur tidak boleh terbalik dengan terminal jack pada meter?
16. Apa yang di maksud dengan:
- Konduktor
 - Isolator
 - Semikonduktor
17. Sebutkan sifat-sifat dari bahan konduktor dan isolator!
18. Sebutkan jenis-jenis bahan konduktor dan isolator!
19. Sebutkan bagian-bagian dari atom!
20. Berapakah tegangan barrier pada suhu 25 °C untuk dioda germanium dan dioda silikon?

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban latihan soal 1 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban anda yang benar, kemudian gunakan rumus yang terdapat pada kriteria penilaian di bagian akhir modul ini.

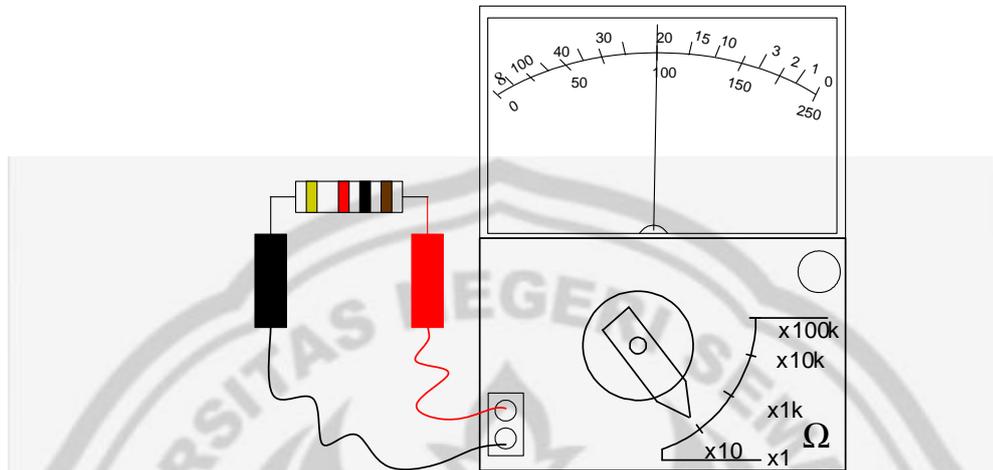
LEMBAR KEGIATAN PRAKTIKUM

Percobaan 1

- Judul** : Mengukur nilai resistor/tahanan dengan menggunakan alat ukur AVO meter.
- Tujuan** : Agar siswa dapat mengetahui cara mengukur nilai resistor/tahanan dengan menggunakan alat ukur AVO meter.
- Alat yang Digunakan:**
 - AVOMeter
 - R1 = 2K2
 - R2 = 2K8
 - R3 = 3K5
 - R4 = 4K7
 - R5 = 5K2

4. Langkah Kerja:

1. Siapkan AVOMeter/multimeter dan beberapa resistor.
2. Rangkailah AVOMeter/multimeter dan resistor seperti gambar 1.32.



Gambar 1.32 Pengukuran resistor

3. Karena yang kita ukur adalah hambatan/resistor, maka pastikan selektor pada posisi Ohm dan sebelum alat ukur digunakan untuk mengukur, terlebih dahulu alat ukur dikalibrasikan.
4. Ukur dan catat nilai masing-masing resistor ke dalam tabel 1.3.

Tabel 1.3 Hasil percobaan

Resistor	Kode Warna	Hasil Perhitungan	Hasil Pengukuran
R1			
R2			
R3			
R4			
R5			

5. Rapikan alat dan bahan dan kembalikan ke petugas alat.

5. Tugas dan Pertanyaan

1. Gambarkan cara mengkalibrasi alat ukur AVO meter!
2. Mengapa pada saat pengukuran harus memperhatikan posisi selektor?
3. Buatlah kesimpulan dari praktikum yang anda lakukan!

Percobaan 2

1. **Judul** : Membuktikan bahan konduktor dan bahan isolator.
2. **Tujuan** : Siswa dapat mengetahui cara membuktikan bahan konduktor dan bahan isolator.

3. **Alat dan Bahan yang Digunakan:**

- Sumber tegangan (catu daya atau baterai)
- Lampu dan kabel
- Berbagai bahan (seperti misalnya: sebuah paku besi atau sekrup besi, sebuah batu bata, sebuah lempengan tembaga atau kawat tembaga, sebuah tongkat plastik, selembar kertas aluminium foil, sebatang kayu, sekeping uang logam perak, batang “timah” sebuah pensil (bukan timah yang sebenarnya, namun bahan karbon), sebutir batu, dan bahan-bahan lainnya).

4. **Langkah Kerja:**

- a. Siapkan sumber tegangan (catu daya atau baterai), lampu, kabel dan berbagai bahan yang berbeda (yang disebutkan pada alat dan bahan di atas).
- b. Buatlah rangkaian seperti gambar 1.33.



Gambar 1.33

- c. Ujilah berbagai bahan yang tersebut di atas untuk mengetahui apakah bahan-bahan tersebut bersifat sebagai konduktor (penghantar) atau isolator (penyekat atau bukan penghantar).

- d. Apabila lampu berpijar maka bahan yang diuji bersifat sebagai konduktor. Dan apabila lampu tidak berpijar maka bahan yang diuji bersifat sebagai isolator.
- e. Buatlah daftar bahan-bahan yang merupakan konduktor dan yang bahan-bahan bukan merupakan konduktor pada table 1.4.

Tabel 1.4 hasil percobaan

No.	Bahan Konduktor	No.	Bahan Isolator

- f. Buatlah kesimpulan terhadap percobaan yang anda buat.

Kegiatan Belajar 2. Pengenalan Komponen Elektronika

1. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 2

Setelah melaksanakan kegiatan belajar 2 diharapkan siswa dapat memahami pengenalan komponen elektronika.

2. Materi

II. BAB 2. Pengenalan Komponen Elektronika

- 1) Resistor
- 2) Kapasitor
- 3) Induktor
- 4) Dioda
- 5) Transistor
- 6) Transformator/Trafo
- 7) IC (Integrated Circuit)
- 8) Rangkuman
- 9) Latihan Soal

KEGIATAN BELAJAR 2

Pengenalan Komponen Elektronika

Mata Pelajaran : Dasar-Dasar Teknik Elektronika (DDE)

Standart Kompetensi : Memahami Dasar-Dasar Elektronika

Kompetensi Dasar : - Memahami Simbol Komponen Elektronika
- Memahami Sifat-sifat Komponen Elektronika

Tujuan Kegiatan Belajar :

Setelah melaksanakan kegiatan belajar 1 diharapkan siswa dapat:

1. Memahami pengertian dan simbol komponen elektronika (resistor, kapasitor, induktor, dioda, transistor, transformator, dan IC)
2. Memahami sifat-sifat komponen elektronika

Kegiatan Awal :

Sebelum mempelajari unit ini, siswa harus memiliki kemampuan pengetahuan tentang komponen elektronika.

Sebelum kita mengenal lebih jauh mengenai suatu rangkaian elektronika, perlu kita ketahui terlebih dahulu komponen-komponen yang sering dijumpai pada rangkaian tersebut. Komponen-komponen elektronika tersebut meliputi:

A. RESISTOR/HAMBATAN

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Resistor bersifat resistif dan umumnya terbuat dari bahan karbon. Dalam teori dan praktikum resistor ditulis dengan huruf R dan satuannya disebut Ohm atau dilambangkan dengan simbol Ω (Omega). Besarnya resistansi dinyatakan dalam satuan ohm, kilo ohm dan mega ohm dicantumkan pada setiap resistor dalam bentuk lambang bilangan atau cincin kode warna.

Untuk menyatakan resistensi sebaiknya disertakan batas kemampuan dayanya. Berbagai macam resistor dibuat dari bahan yang berbeda dengan sifat-sifat yang berbeda juga. Dilihat dari ukuran fisik sebuah resistor yang satu dengan yang lainnya tidak berarti sama besar nilai hambatannya dan nilai hambatannya disebut juga resistansi.

1. Macam-Macam Resistor

Berdasarkan jenis bahan yang digunakan untuk membuat resistor dibedakan menjadi resistor kawat, resistor arang (resistor komposisi) dan resistor oksida (resistor film). Namun demikian dalam perdagangan resistor-resistor tersebut dibedakan menjadi resistor tetap dan resistor variabel.

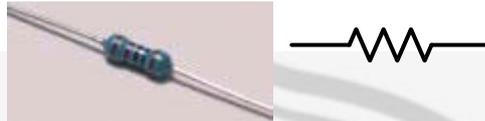
a. Resistor Linier/Tetap

Resistor tetap adalah resistor yang sudah ditentukan secara internasional oleh pabrik pembuat komponen elektronika. Macam-macam resistor tetap adalah sebagai berikut:

1) *Metal film resistor*

Metal Film resistor merupakan pilihan terbaik dari jenis resistor *Carbon composition* dan *carbon film*. Karena resistor ini lebih akurat,

tidak mempunyai *voltage coefficient*, *noise* dan *temperature coefficient* yang lebih rendah. Tetapi resistor ini tidak sebegus jenis *resistor Precision wirewound*. Bahan dasar pembuatan dari resistor ini adalah metal dan keramik, bahan ini mirip seperti yang digunakan untuk membentuk *carbon film resistor*.



Gambar 2.1 Metal film resistor dan simbolnya

2) *Carbon composition resistor*

Carbon composition resistor merupakan salah satu tipe resistor yang banyak sekali dijual dipasaran. Biasanya untuk nilai hambatan yang besar, misalnya 1K2, 2K2, 4K7, dll mudah mencarinya. Tetapi untuk nilai hambatan yang kecil, misalnya 2 Ω , 3 Ω , dll susah dicari. Resistor ini memiliki koefisien temperatur dengan batas 1000 ppm/ $^{\circ}$ C terhadap nilai hambatannya, dimana nilai hambatannya akan turun ketika suhunya naik. Selain itu resistor juga memiliki koefisien tegangan, dimana nilai hambatan akan berubah ketika diberi tegangan. Semakin besar tegangan maka semakin besar perubahannya. *Voltage Rating* dari resistor *Carbon Composition* ditentukan berdasarkan ukuran fisik, nilai, dan dayanya. Pada saat menggunakan resistor jenis ini diharapkan agar berhati-hati didalam perancangan, karena dapat menghasilkan noise dimana noise ini tergantung pada nilai dari resistor dan ukurannya.



Gambar 2.2 Carbon composition resistor dan simbolnya

3) *Carbon film resistor*

Resistor jenis *Carbon Film* mempunyai karakteristik yang sama dengan resistor *carbon composition* tetapi *noise*, *voltage coefficient*, *temperature coefficient* nilainya lebih rendah. *Carbon Film Resistor* dibuat dengan memotong batangan keramik yang panjang dan kemudian

dicampur dengan material karbon. Frekuensi respon dari resistor ini jauh lebih bagus dibandingkan dengan *wirewound* dan lebih bagus lagi dibandingkan dengan *carbon composition*. Dimana *wirewound* akan menjadi suatu induktansi ketika frekuensinya rendah dan akan menjadi kapasitansi apabila frekuensinya tinggi. dan untuk *carbon composition* hanya menjadi kapasitansi apabila dilalui oleh frekuensi tinggi dan frekuensi rendah.



Gambar 2.3 *Carbon film resistor* dan simbolnya

4) *Precision wirewound resistor*

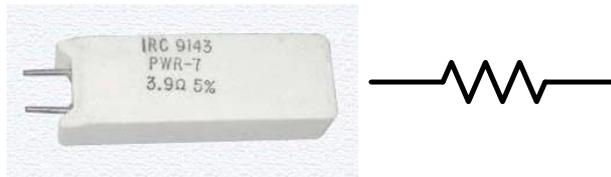
Merupakan tipe resistor yang mempunyai tingkat keakuratan sangat tinggi sampai 0.005% dan TCR (*Temperature coefficient of resistance*) sangat rendah. Sehingga sangat cocok digunakan untuk aplikasi DC yang membutuhkan keakuratan yang sangat tinggi. Tetapi jangan menggunakan jenis ini untuk aplikasi rf (radio frequency) sebab mempunyai Q resonant frequency yang rendah. Contoh aplikasi penggunaan resistor ini adalah DC *measuring equipment*, dan reference resistor untuk *voltage regulator* dan *decoding network*.



Gambar 2.4 *Precision wirewound resistor* dan simbolnya

5) *Power wirewound resistor*

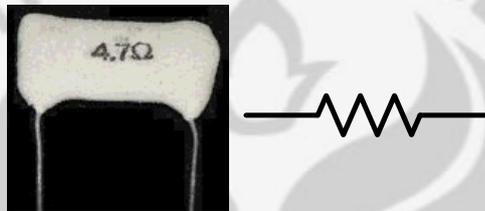
Biasanya resistor ini digunakan untuk aplikasi yang membutuhkan daya yang sangat besar. Komponen ini dapat mengatasi daya yang besar dibandingkan dengan resistor yang lain. Karena panas yang ditimbulkan cukup besar biasanya resistor ini dilapisi oleh bahan seperti *ceramic tube*, *ceramik rods*, *anodized aluminium*, *fiberglass mandrels*, dll.



Gambar 2.5 *power wirewound resistor* dan simbolnya

6) *Fuse resistor*

Komponen ini selain berfungsi sebagai resistor, juga berfungsi sebagai sekering. Resistor ini didesain sedemikian rupa sehingga bila ada arus yang sangat besar melaluinya maka hambatannya menjadi tak terhingga. Pada kondisi normal suhu dari resistor ini akan panas ketika ada arus yang melaluinya.



Gambar 2.6 *fuse resistor* dan simbolnya

b. Resistor Variabel/Tidak Tetap

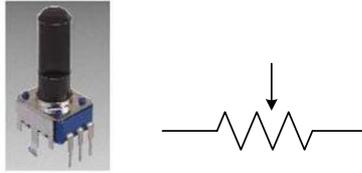
Resistor variabel adalah resistor yang nilainya dapat kita ubah-ubah secara sengaja ataupun tidak sengaja. Macam-macam resistor variabel adalah sebagai berikut:

1) Potensiometer

Potensiometer ini terbagi menjadi dua macam, yaitu potensiometer karbon dan potensiometer kawat. Kedua potensiometer ini diperoleh dipasaran dengan nilai/harga mulai dari 50Ω hingga $5\text{ M}\Omega$. Toleransinya berkisar antara 10% sampai 20% dan dengan kemampuan daya antara 2 sampai 3 Watt saja.

a. Potensiometer karbon.

Agar lebih jelas mengenai bentuk potensiometer karbon, lihat pada gambar dibawah ini. Perhatikan pemasangannya dan kaitannya dengan simbol dari potensiometer tersebut.

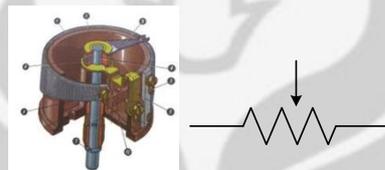


Gambar 2.7 Potensiometer karbon dan simbolnya

Potensiometer karbon jika mulai aus, akan terdengar suara grak...grek pada saat kita putar potensinya. Untuk penanggulangnya yang bersifat sementara dapat disemprotkan dengan contact cleaner pada lingkaran karbonnya.

b. Potensiometer kawat

Potensiometer jenis ini lebih awet dari pada potensiometer karbon, tetapi harganya lebih mahal.



Gambar 2.8 Potensiometer karbon

2) Trimpot

Trimpot biasanya dipakai pada rangkaian yang tidak terlalu sering diputar-putar. Harga/nilai trimpot ini berkisar dari beberapa ohm sampai 5 MΩ dan dengan toleransi sekitar 10%, daya maksimalnya adalah 1 Watt saja.

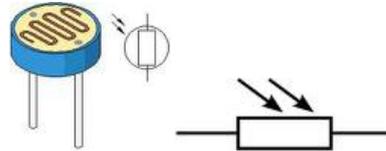


Gambar 2.9 Trimpot dan simbolnya

3) Light Dependen Resistor (LDR)

Resistor ini dapat berubah-ubah nilainya tergantung dari cahaya yang mengenainya. Apabila tidak terkena cahaya, hambatannya sangat besar sekali, sebaliknya bila terkena cahaya yang sangat terang, akan menjadi kecil hanya beberapa ohm saja. LDR dipakai sebagai saklar otomatis misalnya pada lampu penerang jalan dan pada lampu kebun. Sebab jika

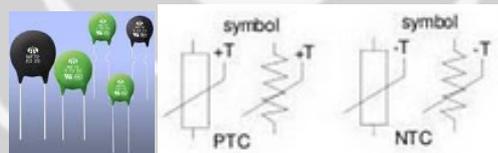
matahari terbit lampu penerangan menjadi padam secara otomatis, sebaliknya kalau terbenam lampu akan menyala.



Gambar 2.10 Light Dependen Resistor (LDR)

4) Thermistor

Thermistor adalah resistor yang nilainya tergantung dari pada suhu (thermal) yang mengenainya. Thermistor sendiri ada dua jenis yaitu NTC (Negatif Thermal Coefficient) dan PTN (Positif thermal Coefficient). Pada NTC jika terkena suhu panas maka nilai hambatannya akan menjadi kecil sekali bahkan sampai negatif. Sedangkan pada PTC sebaliknya, jika terkena panas maka nilai hambatannya akan menjadi besar sekali.

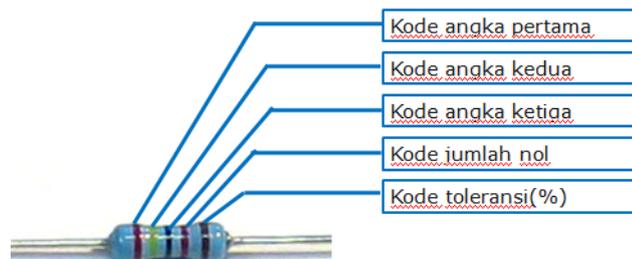


Gambar 2.11 Thermistor

2. Kode Warna Resistor

Tidak semua nilai resistansi sebuah resistor dicantumkan dengan lambang bilangan, melainkan dengan cincin kode warna. Kode warna tersebut adalah standar manufaktur yang dikeluarkan oleh EIA (*Elektronik Industries Association*) seperti yang ditunjukkan tabel 2.1.

Banyaknya cincin kode warna pada setiap resistor berjumlah 4 cincin atau ada juga yang 5 cincin.



Gambar 2.12 Urutan cincin warna pada resistor

Tabel 2.1 Nilai warna pada cincin resistor

Warna cincin	Cincin I	Cincin II	Cincin III	Cincin IV	Cincin V (toleransi)
Hitam	0	0	0	$\times 10^0$	
Coklat	1	1	1	$\times 10^1$	$\pm 1\%$
Merah	2	2	2	$\times 10^2$	$\pm 2\%$
Orange	3	3	3	$\times 10^3$	
Kuning	4	4	4	$\times 10^4$	
Hijau	5	5	5	$\times 10^5$	
Biru	6	6	6	$\times 10^6$	
Ungu	7	7	7	$\times 10^7$	
Abu-abu	8	8	8	$\times 10^8$	
Putih	9	9	9	$\times 10^9$	
Emas				$\times 10^{-1}$	$\pm 5\%$
Perak				$\times 10^{-2}$	$\pm 10\%$
Tak berwarna					$\pm 20\%$

Besarnya ukuran resistor sangat tergantung watt atau daya maksimum yang mampu ditahan oleh resistor. Umumnya dipasar tersedia ukuran 1/8, 1/4, 1, 2, 5, 10 dan 20 watt. Resistor yang memiliki daya maksimum 5, 10 dan 20 watt umumnya berbentuk balok berwarna putih dan nilai resistansinya dicetak langsung dibadannya, misalnya 1K Ω 5W.

Contoh:

Urutan cincin warna (resistor 4 cincin warna): Merah Ungu Biru Emas

Merah	Ungu	Biru	Emas	Hasilnya
2	7	$\times 10^6$	$\pm 5\%$	27M Ω $\pm 5\%$

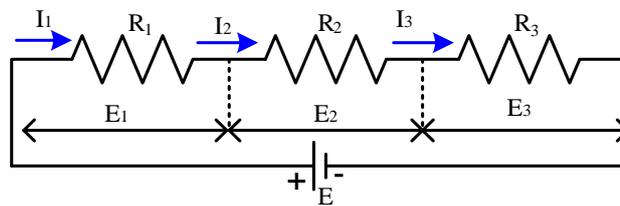
Urutan cincin warna (resistor 5 cincin warna): Coklat Merah Hitam Jingga Coklat

Coklat	Merah	Hitam	Jingga	Coklat	Hasilnya
1	2	0	$\times 10^3$	$\pm 1\%$	120K Ω $\pm 1\%$

3. Rangkaian Resistor

a. Rangkaian Seri Resistor

Yang dimaksud rangkaian seri adalah apabila resistor dihubungkan secara berturut-turut, yaitu ujung akhir dari resistor pertama disambung dengan ujung awal dari resistor yang kedua, dan seterusnya.



Gambar 2.13 Tiga buah resistor dihubungkan seri

Jika beberapa resistor dihubungkan secara seri, maka:

- (1) Besarnya hambatan pengganti (R_s) sama dengan jumlah hambatan pada rangkaian.

$$R_s = R_1 + R_2 + R_3 \dots\dots\dots = R_n$$

- (2) Besarnya kuat arus yang melalui tiap-tiap komponen sama, dan sama dengan kuat arus yang melalui hambatan seri R_s .

$$I = I_{R1} = I_{R2} = I_{R3} \dots\dots\dots = I_{Rn}$$

- (3) Besarnya tegangan tiap-tiap resistor dapat dihitung dengan hukum Ohm:

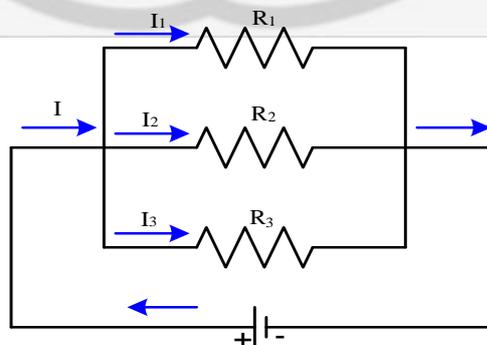
$$E_1 = I.R_1; E_2 = I.R_2; E_3 = I.R_3$$

- (4) Besarnya tegangan pada hambatan pengganti seri (E) sama dengan jumlah tegangan pada tiap-tiap komponen.

$$E = E_1 + E_2 + E_3 \dots\dots\dots = E_n$$

b. Rangkaian Paralel Resistor

Yang dimaksud rangkaian paralel jika beberapa resistor secara bersama dihubungkan antara dua titik yang dihubungkan pada suatu tegangan yang sama.



Gambar 2.14 Tiga buah resistor dihubungkan paralel

Jika beberapa resistor dihubungkan secara seri, maka:

- (1) Besarnya hambatan pengganti (R_p) sama dengan jumlah hambatan pada rangkaian.

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots\dots\dots = \frac{1}{R_n}$$

- (2) Besarnya kuat arus yang melalui hambatan pengganti paralel (I) sama dengan jumlah kuat arus yang melalui tiap-tiap komponen.

$$I = I_{R1} + I_{R2} + I_{R3} + \dots\dots\dots + I_{Rn}$$

- (3) Besarnya arus tiap-tiap resistor dapat dihitung dengan hukum Ohm:

$$I_1 = I \cdot \frac{E}{R_1}; I_2 = I \cdot \frac{E}{R_2}; I_3 = I \cdot \frac{E}{R_3}$$

- (4) Besarnya tegangan tiap-tiap komponen sama, dan sama dengan tegangan pada hambatan pengganti paralel R_p .

$$E = E_1 = E_2 = E_3 + \dots\dots\dots + E_n$$

B. KAPASITOR/KONDENSATOR

Kapasitor (Kondensator) adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Diberi lambang C dan satuannya Farad (F). Satu Farad = $9 \times 10^{11} \text{ cm}^2$ yang artinya luas permukaan kepingan tersebut.

Fungsi penggunaan kapasitor dalam suatu rangkaian :

1. Sebagai filter dalam rangkaian power supply
2. Sebagai pembangkit frekuensi dalam rangkaian penala/osilator
3. Untuk penyalut daya listrik pada lampu neon
4. Meredam bouncing (loncatan api) bila dipasang pada saklar

1. Macam-Macam Kapasitor

Berdasarkan kegunaannya kapasitor/kondensator di bagi menjadi 3, yaitu kapasitor tetap, kapasitor variabel.

a.

Kapasitor Tetap

Kapasitor tetap merupakan kapasitor yang nilai kapasitansinya tidak dapat diubah-ubah. Kapasitor tetap dibagi menjadi dua yaitu kapasitor polar dan kapasitor non polar.

1) Kapasitor polar

Kapasitor ini mempunyai kaki positif dan negatif, sehingga cara pemasangan pada rangkaian elektronika tidak boleh terbalik. Kelompok kapasitor polar atau *electrolytic* terdiri dari kapasitor-kapasitor yang bahan dielektriknya adalah lapisan metal-oksida. Umumnya kapasitor yang termasuk kelompok ini adalah kapasitor **polar** dengan tanda + dan - di badannya. Mengapa kapasitor ini dapat memiliki polaritas, adalah karena proses pembuatannya menggunakan elektrolisa sehingga terbentuk kutup positif anoda dan kutup negatif katoda.

Yang termasuk kapasitor jenis ini adalah Kondensator elektrolit atau *Electrolytic Condenser* (sering disingkat Elco). Kapasitor ini biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif sedangkan yang pendek negatif atau yang dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif. Nilai kapasitansinya dari 0,47 μF (mikroFarad) sampai ribuan mikroFarad dengan voltase kerja dari beberapa volt hingga ribuan volt.

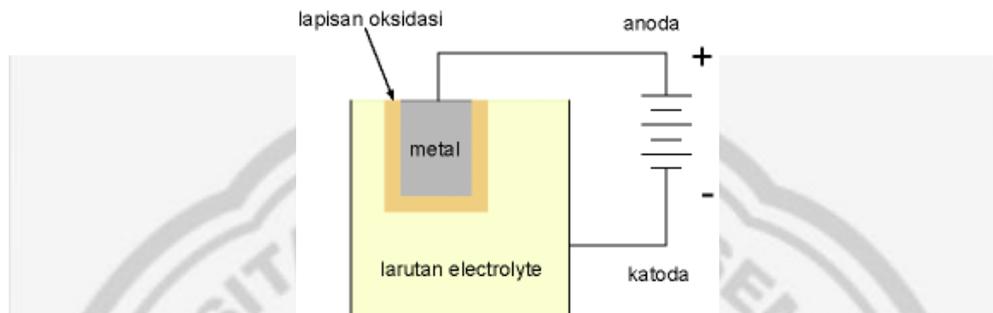


Gambar 2.15 kapasitor polar (Elco) dan simbolnya

Cara membuat Elco (*Electrolytic Condenser*)

Telah lama diketahui beberapa metal seperti tantalum, aluminium, magnesium, titanium, niobium, zirconium dan seng (*zinc*) permukaannya dapat dioksidasi sehingga membentuk lapisan metal-oksida (*oxide film*). Lapisan oksidasi ini terbentuk melalui proses elektrolisa, seperti pada proses penyepuhan emas. Elektroda metal yang dicelup kedalam larutan

elektrolit (*sodium borate*) lalu diberi tegangan positif (anoda) dan larutan electrolyte diberi tegangan negatif (katoda). Oksigen pada larutan electrolyte terlepas dan mengoksidai permukaan plat metal. Contohnya, jika digunakan Aluminium, maka akan terbentuk lapisan Aluminium-oksida (Al_2O_3) pada permukaannya.



Gambar 2.16 Pembuatan kapasitor Elco

Dengan demikian berturut-turut plat metal (anoda), lapisan-metal-oksida dan *electrolyte* (katoda) membentuk kapasitor. Dalam hal ini lapisan-metal-oksida sebagai dielektrik. Lapisan metal-oksida ini sangat tipis, sehingga dengan demikian dapat dibuat kapasitor yang kapasitansinya cukup besar. Karena alasan ekonomis dan praktis, umumnya bahan metal yang banyak digunakan adalah aluminium dan tantalum. Bahan yang paling banyak dan murah adalah Aluminium. Untuk mendapatkan permukaan yang luas, bahan plat Aluminium ini biasanya digulung radial. Sehingga dengan cara itu dapat diperoleh kapasitor yang kapasitansinya besar. Sebagai contoh 100uF, 470uF, 4700uF dan lain-lain, yang sering juga disebut kapasitor *elco*.

Bahan *electrolyte* pada kapasitor Tantalum ada yang cair tetapi ada juga yang padat. Disebut *electrolyte* padat, tetapi sebenarnya bukan larutan elektrolit yang menjadi elektroda negatif-nya, melainkan bahan lain yaitu manganese-dioksida. Dengan demikian kapasitor jenis ini bisa memiliki kapasitansi yang besar namun menjadi lebih ramping dan mungil. Selain itu karena seluruhnya padat, maka waktu kerjanya (*lifetime*) menjadi lebih tahan lama. Kapasitor tipe ini juga memiliki arus

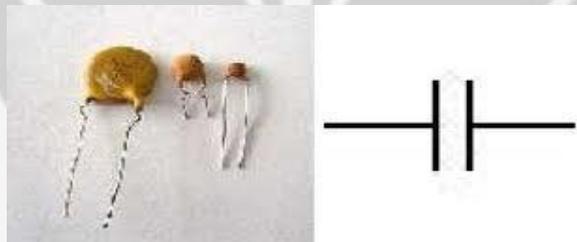
bocor yang sangat kecil Jadi dapat dipahami mengapa kapasitor Tantalum menjadi relatif mahal.

2) Kapasitor non polar

Kapasitor ini tidak mempunyai kaki positif dan negatif sehingga cara pemasangan pada rangkaian elektronika boleh bolak-balik. Yang termasuk kapasitor ini adalah kapasitor mika/milar, kapasitor keramik, kapasitor kertas, dan kapasitor polyester.

a. Kapasitor keramik

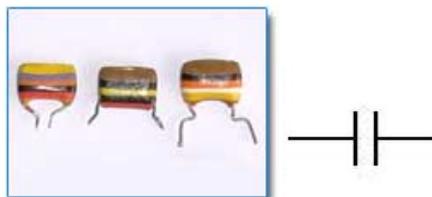
Bentuknya ada yang bulat tipis, ada yang persegi empat berwarna merah, hijau, coklat dan lain-lain. Dalam pemasangan di papan rangkaian (PCB), boleh dibolak-balik karena tidak mempunyai kaki positif dan negatif. Mempunyai kapasitas mulai dari beberapa piko Farad sampai dengan ratusan Nano Farad (nF). Dengan tegangan kerja maksimal 25 volt sampai 100 volt, tetapi ada juga yang sampai ribuan volt.



Gambar 2.17 Contoh kapasitor keramik dan simbolnya

b. Kapasitor polyester

Pada dasarnya sama saja dengan kondensator keramik begitu juga cara menghitung nilainya. Bentuknya persegi empat seperti permen. Biasanya mempunyai warna merah, hijau, coklat dan sebagainya.



Gambar 2.18 Contoh kapasitor polyester dan simbolnya

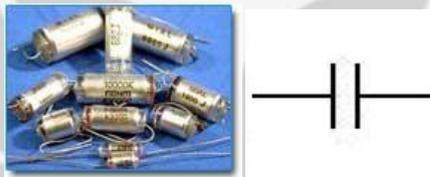
c. Kapasitor kertas

Kondensator kertas ini sering disebut juga kondensator padder. Misal pada radio dipasang seri dari spul osilator ke variabel condensator. Nilai kapasitas yang dipakai pada sirkuit oscilator antara lain:

Kapasitas 200 pF - 500 pF untuk daerah gelombang menengah (*Medium Wave / MW*) = 190 meter - 500 meter.

Kapasitas 1.000 pF - 2.200 pF untuk daerah gelombang pendek (*Short Wave / SW*) SW 1 = 40 meter - 130 meter.

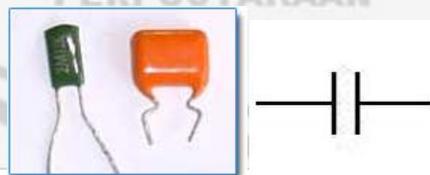
Kapasitas 2.700 pF - 6.800 pF untuk daerah gelombang SW 1, 2, 3 dan 4, = 13 meter - 49 meter. Nilai kapasitannya ada yang tertulis langsung ada juga ada pula yang memakai kode warna.



Gambar 2.19 Contoh kapasitor polyester dan simbolnya

d. Kapasitor Mika/milar

Kapasitor ini mempunyai elektroda logam dan lapisan dielektrikum dari polysteryne mylar dan teflon setebal 0,0064 mm. Digunakan untuk koreksi faktor daya. Seperti uji visi nuklir



Gambar 2.20 Contoh kapasitor mika/milar dan simbolnya

b.

Kapasitor Variabel/Tidak Tetap

Kapasitor yang nilai kapasitansinya dapat berubah-ubah, nilai kapasitansi pada kapasitor dapat dilihat dari kode yang terdapat pada fisik kapasitor. Sebagai contoh, jika tertera 105, itu berarti $10 \times 10^5 = 1.000.000 \text{ pF} = 1000 \text{ nF} = 1 \text{ }\mu\text{F}$. Nilai yang dibaca pF (pico farad). Kapasitor lain ada yang tertulis

0.1 atau 0.01, jika demikian, maka satuan yang dipakai μF . Jadi 0.1 berarti $0.1 \mu\text{F}$.



Gambar 2.21 Contoh kapasitor variabel dan simbolnya

Nilai kapasitansi satu Farad menunjukkan bahwa kapasitor memiliki kemampuan untuk menyimpan satu coulomb pada tegangan satu volt. Kapasitor pada power supply menggunakan kapasitan sebesar $4700 \mu\text{F}$. Sedang circuit pada radio sering menggunakan besar kapasitan di bawah 10pF . Waktu yang dibutuhkan kapasitor untuk mencapai pengisian optimal tergantung pada besarnya nilai kapasitansi dan resistansi. Formulasinya :

$$T = R \times C$$

Keterangan: T = time (waktu dalam detik)

R = resistansi (dalam ohm)

C = Kapasitansi (dalam Farad)

Formula ini merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai 63 % nilai tegangan pada sumber. Yang perlu diperhatikan adalah kapasitor akan melewatkan arus AC bukan DC. Dalam rangkaian elektronika ini merupakan hal yang penting.

2. Membaca Kapasitansi

Pada kapasitor yang berukuran besar, nilai kapasitansi umumnya ditulis dengan angka yang jelas. Lengkap dengan nilai tegangan maksimum dan polaritasnya. Misalnya pada kapasitor elco dengan jelas tertulis kapasitansinya sebesar $100\mu\text{F} 25\text{V}$ yang artinya kapasitor/ kondensator tersebut memiliki nilai kapasitansi $100 \mu\text{F}$ dengan tegangan kerja maksimal yang diperbolehkan sebesar 25 Volt.

Kapasitor yang ukuran fisiknya kecil biasanya hanya bertuliskan 2 (dua) atau 3 (tiga) angka saja. Jika hanya ada dua angka, satuannya adalah pF

(pico farads). Sebagai contoh, kapasitor yang bertuliskan dua angka 47, maka kapasitansi kapasitor tersebut adalah 47 pF. Jika ada 3 digit, angka pertama dan kedua menunjukkan nilai nominal, sedangkan angka ke-3 adalah faktor pengali. Faktor pengali sesuai dengan angka nominalnya, berturut-turut 1 = 10, 2 = 100, 3 = 1.000, 4 = 10.000, 5 = 100.000 dan seterusnya.

104	105	222
104 = 10 x 10.000 = 100.000 pF = 100 nF	105 = 10 x 100.000 = 1.000.000 pF = 1.000 nF = 1 μF	222 = 22 x 100 = 2.200 pF = 2,2 nF atau = 2n2

Untuk kapasitor polyester nilai kapasitansinya bisa diketahui berdasarkan warna seperti pada resistor.

Tabel 2.2 Tabel warna kapasitor

Warna	Nomor	Faktor Perkalian	Toleransi	Voltase maksimum
Hitam	0	×1	±20%	
Coklat	1	×10 ¹		100V
Merah	2	×10 ²		250V
Jingga	3	×10 ³		250V
Kuning	4	×10 ⁴		400V
Hijau	5	×10 ⁵		400V
Biru	6			630V
Ungu	7			630V
Abu-abu	8			630V
Putih	9		±10%	630V

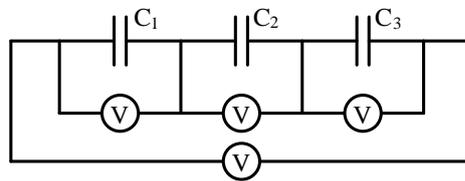
Contoh: coklat hitam jingga hitam merah
1 0 000 20% 250V

Nilainya: 10000pF ±20% 250V

3. Kapasitansi Pada Rangkaian Kapasitor

Kapasitor yang dihubungkan seri dengan kapasitor lain, kemampuan menahan listrik menjadi lebih tinggi, kapasitansi totalnya menjadi lebih rendah dan bahan dielektrikum seolah-olah menjadi lebih tebal. Jumlah muatan listrik pada setiap kapasitor menjadi sama besar. Jika perbedaan

potensial tiap-tiap kapasitor sama dengan pemberian tegangan pada rangkaian.



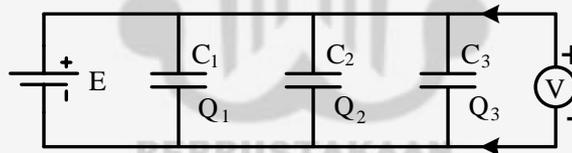
Gambar 2.22 Rangkaian seri 3 buah kapasitor

Berdasarkan gambar 2.22 maka didapat rumus :

$$\begin{aligned}
 V &= V_1 + V_2 + V_3, V_1 = Q_1/C_1 \\
 V_2 &= Q_2/C_2, V_3 = Q_3/C_3, V = Q/C \\
 Q/C &= Q_1/C_1 + Q_2/C_2 + Q_3/C_3 \text{ sehingga :} \\
 1/C_t &= 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3
 \end{aligned}$$

Bagaimana jika kapasitor dihubungkan secara paralel?

Beberapa kapasitor dihubungkan paralel yang diberi tegangan V seperti gambar dibawah, maka jumlah muatan seluruh sama dengan jumlah tegangan muatan kapasitor. Tegangan pada tiap-tiap kapasitor sama dengan tegangan sumber yang dicantumkan.



Gambar 2.23 Rangkaian paralel 3 buah kapasitor

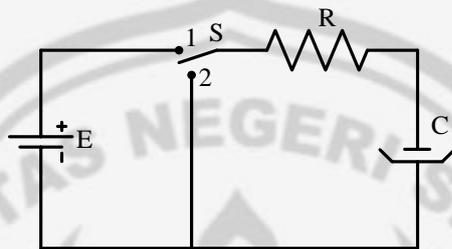
Berdasarkan gambar 2.23 maka didapat rumus:

$$\begin{aligned}
 V &= V_1 = V_2 = V_3 = E \\
 C_t \cdot V &= C_1 V_1 + C_2 V_2 + C_3 V_3 \\
 C_t &= C_1 + C_2 + C_3
 \end{aligned}$$

4. Pengisian Dan Pengosongan Kapasitor

Saat pengisian dan pengosongan muatan pada kapasitor, waktu lamanya pengisian dan pengosongan muatannya tergantung dari besarnya nilai

resistansi dan kapasitansi yang digunakan pada rangkaian. Pada saat saklar menghubungkan ketitik 1 arus listrik mengalir dari sumber-sumber tegangan melalui komponen R menuju komponen C. Tegangan pada kapasitor meningkat dari 0 volt sampai sebesar tegangan sumber, kemudian tak terjadi aliran, saklar dipindahkan posisinya ke titik 2 maka terjadi proses pengosongan. Seperti yang ditunjukkan oleh gambar di bawah ini:



Gambar 2.24 Rangkaian RC hubungan seri dicatu oleh tegangan DC.

Tegangan kapasitor menurun, arah arus berlawanan dari arah pengisian. Tegangan pada R menjadi negatif dan berangsur-angsur tegangannya menjadi 0 volt. Pengisian dan pengosongan masing-masing memerlukan $5 R.C$ (time constan).

5. Sifat-sifat kapasitor

a. Terhadap Tegangan DC

Jika dihubungkan pada tegangan DC, kapasitor tersebut akan terisi sampai penuh, dimana besar muatannya tergantung dari besarnya nilai kapasitansi kapasitor tersebut. Pada saat pertama kapasitor diisi, maka kapasitor seolah-olah seperti short circuit dan arus mengalir dari besar kemudian makin mengecil dan akhirnya akan berhenti seakan-akan rangkaian menjadi open circuit apabila kapasitor sudah terisi penuh.

b. Terhadap tegangan AC

Jika kapasitor diberi tegangan AC, maka pada kapasitor bersifat melewatkan, akan tetapi mempunyai reaktansi kapasitif yang besarnya dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$X_c = \frac{1}{2\pi fC}$$

Dimana: X_c = reaktansi kapasitif (Ohm)

f = frekuensi (Hz)

C = nilai kapasitansi (Farad)

Jadi semakin besar nilai kapasitansi dari kapasitor, akan semakin kecil besarnya reaktansi dan semakin besar frekuensi dari tegangan AC semakin kecil pula reaktansi yang timbul.

Jadi semakin tinggi frekuensi AC, semakin mudah diloloskan oleh kapasitor. Oleh karena itu kapasitor dapat digunakan kople dan dikople sinyal AC.

Dalam rangkaian elektronika kapasitor sering dipakai kombinasi dengan resistor maupun dengan induktor. Kombinasi antara resistor dan kapasitor sering digunakan untuk rangkaian delay, rangkaian trigger, oscillator, filter dan lain-lain. Sedangkan kombinasi antara induktor dan kapasitor biasanya digunakan untuk rangkaian resonansi dan filter.

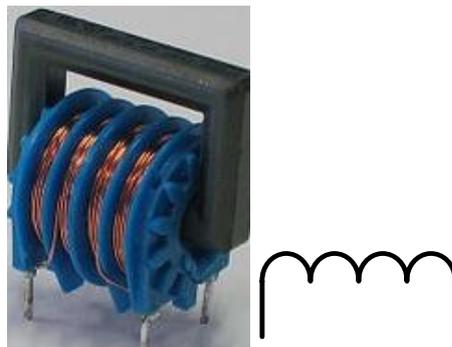
C. INDUKTOR/KUMPARAN

Induktor adalah komponen yang tersusun dari lilitan kawat. Induktor termasuk juga komponen yang dapat menyimpan muatan listrik. Nama lain kumparan adalah induktor atau coil.

Kumparan atau induktor yang dalam bahasa inggris disebut coil, diberi simbol L. Memiliki satuan henry (H), mili henry (mH), mikro henry (μ H).

1 henry (H) = 1000 mili henry (mH)

1 henry (H) = 1.000.000 mikro henry (μ H)



Gambar 2.25 Induktor dan simbolnya

1. Fungsi Kumparan

Kegunaan kumparan (coil) adalah sebagai berikut:

- a. Meredam atau menghambat arus bolak-balik (AC), tetapi melewatkan atau meneruskan arus searah (DC)
- b. Bersama-sama dengan kapasitor dapat membentuk rangkaian filter
- c. Mengubah besi menjadi magnet, sebab kumparan yang dililitkan pada besi dan dialiri arus searah, maka besi menjadi magnet.
- d. Bersama-sama dengan kapasitor membentuk rangkaian resonansi yang banyak dipakai dalam penalaan (tuning) gelombang radio
- e. Bersama dengan resistor, kapasitor dan transistor dapat membentuk rangkaian pembangkit frekuensi tertentu (osilator)

Contoh pengaplikasian induktor pada bidang elektronika:

1. Trafo ballast, digunakan pada lampu jenis TL
2. Trafo daya, dipakai untuk power supply/catu daya
3. Trafo OT dan IT, digunakan pada rangkaian audio amplifier

2. Jenis-jenis Lilitan

a) Lilitan ferit sarang madu

Lilitan sarang madu dililit dengan cara bersilangan untuk mengurangi efek kapasitansi terdistribusi. Ini sering digunakan pada rangkaian tala pada penerima radio dalam jangkah gelombang menengah dan gelombang panjang. Karena konstruksinya, induktansi tinggi dapat dicapai dengan bentuk yang kecil.

b) Lilitan inti toroid

Sebuah lilitan sederhana yang dililit dengan bentuk silinder menciptakan medan magnet eksternal dengan kutub utara-selatan. Sebuah lilitan toroid dapat dibuat dari lilitan silinder dengan menghubungkannya menjadi berbentuk donat, sehingga menyatukan kutub utara dan selatan. Pada lilitan toroid, medan magnet ditahan pada

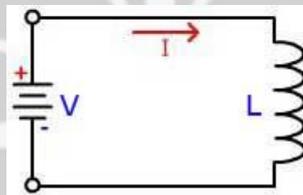
lilitan. Ini menyebabkan lebih sedikit radiasi magnetik dari lilitan, dan kekebalan dari medan magnet eksternal.

3. Pengisian dan Pengosongan Induktor

a. Pengisian induktor

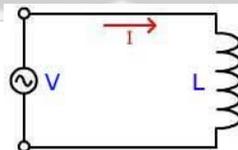
Bila kita mengalirkan arus listrik I , maka terjadilah garis-garis gaya magnet. Bila kita mengalirkan arus melalui spul atau coil (kumparan) yang dibuat dari kabel yang digulung akan terjadi garis-garis gaya dalam arah sama membangkitkan medan magnet. Kekuatan medan magnet sama dengan jumlah garis-garis gaya magnet dan berbanding lurus dengan hasil kali dari jumlah gulungan dalam kumparan dan arus listrik yang melalui kumparan tersebut.

Contoh rangkaian :



Rangkaian 2.26 Pengisian Induktasi dengan tegangan DC

Bila arus bolak – balik mengalir pada induktor, maka akan timbul gaya gerak listrik (ggl) induksi. Hal ini berarti antara arus dan tegangan berbeda fase sebesar $\pi/2 = 90^\circ$ dan arus tertinggal (lag) dari tegangan sebesar 90° . Jika merupakan perlawanan terhadap aliran arus

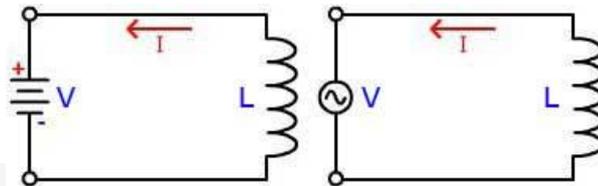


Gambar 2.27 Pengisian Induktasi dengan tegangan AC

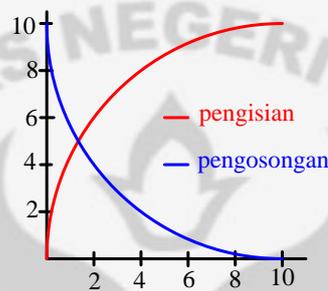
c. Pengosongan induktor

Bila arus listrik I sudah memenuhi lilitan, maka terjadilah arus akan bergerak berlawanan arah dengan proses pengisian sehingga pembangkitan

medan magnet dengan garis gaya magnet yang sama akan menjalankan fungsi dari lilitan tersebut makin tinggi nilai L (induktansi) yang dihasilkan maka makin lama proses pengosongannya.



Gambar 2.28 Rangkaian Pengosongan Induktansi



Gambar 2.29 Grafik pengisian dan pengosongan induktor

Keterangan: t = waktu pengisian (detik)
 L = induktansi (Henri)
 R = hambatan (Ohm)

$$t = \frac{L}{R}$$

4. Sifat-sifat Induktor

a. Induktor Terhadap Arus DC

Induktor terhadap arus DC mempunyai sifat:

- (1) Apabila dialiri arus DC (yang konstan) akan menimbulkan medan magnet
- (2) Saat dialiri arus konstan tidak terjadi tegangan induksi diri
- (3) Pada saat pertama kali switch dihubungkan/ON terjadi induksi diri sesaat, demikian juga pada saat switch diputuskan/OFF
- (4) Pada saat ON pertama kali terjadi pembentukan medan magnet (dari tidak ada medan magnet menjadi ada medan magnet), untuk

itu diperlukan energi. Saat arus sudah mengalir secara konstan maka energi akan tersimpan sebagai medan magnet

- (5) Pada saat di OFF kan medan magnet akan hilang, pada saat itulah terjadi pelepasan energi yang semula tersimpan sebagai medan magnet. Energi pelepasan ini dapat merusak saklar (terbakar) oleh karena itu pada saklar rangkaian induktif biasanya dipasang sebuah kapasitor untuk melindungi dari kerusakan

b. Induktor Terhadap Arus AC

Induktor terhadap arus AC mempunyai sifat:

- (1) kumparan lain yang berdekatan, maka kumparan tersebut akan selalu terjadi tegangan induksi diri (arus selalu berubah)
- (2) Besarnya tegangan induksi diri tergantung dari: jumlah lilitan, perubahan besarnya arus, perubahan arus terhadap waktu
- (3) Apabila terdapat terinduksi sehingga timbul tegangan induksi pada kumparan tersebut. Prinsip inilah yang dipakai untuk bahan pembuatan trafo

Apabila suatu induktor dilalui arus listrik bolak-balik, selain adanya resistansi yang terjadi karena bahan dari induktor tersebut (tergantung pada besarnya induktor, namun ini biasanya sangat kecil), juga terjadi reaktansi induktif (X_L). besarnya reaktansi induktif ini akan tergantung dari besarnya nilai induktor dan besarnya frekuensi. Sehingga besarnya reaktansi induktif dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$X_L = 2\pi fL$$

Dimana: X_L = reaktansi induktif (Ohm)

f = frekuensi (Hz)

L = induktor (Henry)

D. DIODA

Dioda merupakan jenis komponen pasif dengan dua terminal dan terbentuk dari dua jenis bahan semikonduktor (bahan jenis P dan bahan jenis

N). komponen ini mempunyai karakteristik dapat dialiri arus secara mudah dalam satu arah (mempunyai resistansi yang sangat kecil), tetapi sangat sukar dialiri arus pada arah sebaliknya (resistansinya sangat besar).

Simbol dari dioda dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.30 Simbol dioda

1. Macam-Macam Dioda

Dioda dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain:

a) Dioda penyearah

Simbol dari dioda penyearah sama seperti dioda pada umumnya. Cara kerjanya pun sama dengan sifat-sifat dari dioda secara umum. Perbedaannya terletak pada kemampuan arus dari dioda ini lebih besar, karena dioda ini digunakan untuk memberi supply pada rangkaian listrik.



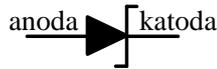
Gambar 3.31 Simbol dioda penyearah

Dioda penyearah berfungsi untuk menyearahkan atau merubah arus bolak-balik menjadi arus searah.

b) Dioda zener

Dioda zener pada prinsipnya sama dengan dioda biasa, yaitu akan menghantar/ON sama persis dengan dioda biasa jika diberi tegangan arah maju/forward. Perbedaannya terletak pada waktu diberi tegangan balik/reverse, pada nilai tertentu dioda akan ON dan tegangan akan terjaga secara konstan. Dioda akan rusak apabila arus baliknya melebihi kemampuan diri dari dioda tersebut.

Dioda zener berfungsi untuk menstabilkan tegangan, sebagai tegangan reference, pembatas tegangan.



Gambar 2.32 Simbol dioda zener

c) Dioda varaktor

Dioda ini jika diberi tegangan terbalik/reverse akan membentuk kapasitansi antara anoda dan katodanya. Besarnya harga kapasitansi tergantung dari besarnya tegangan reverse yang diberikan padanya. Nilai kapasitansinya akan berubah menjadi semakin kecil jika tegangan reverse dioda bertambah besar.

Dioda varaktor digunakan dalam berbagai bidang sebagai pengganti kondensator variabel, misalnya untuk rangkaian penala (tuning), dan AFC (automatic frekuensi control).



Gambar 2.33 Simbol dioda varaktor

d) Light Emitting Dioda (LED)

Pada LED energi yang ada diubah menjadi cahaya. Dengan menggunakan unsur-unsur seperti gallium, arsen, fosfor, pabrik dapat membuat LED yang memancarkan warna bermacam-macam seperti merah, kuning, hijau, biru, infra merah (sinar tidak kelihatan).

LED yang menghasilkan pancaran warna yang kelihatan dapat berguna pada display peralatan, mesin hitung, jam digital, remote kontrol, dll. Apabila LED disusun dalam garis-garis (segmen) maka dapat digunakan untuk menyatakan angka-angka atau huruf-huruf yang dikenal dengan istilah seven segment atau hexadecimal segment (16 segment) display.

LED mempunyai kemampuan arus yang rendah, oleh karena itu tidak boleh diberi tegangan yang besar, dan LED tidak akan menyala bila diberi tegangan balik/reverse.



Gambar 2.34 Simbol Light Emitting Dioda (LED)

e) Dioda photo

Dioda jenis ini akan menghantar arus apabila menerima cahaya dari luar. Besarnya arus yang dilewatkan tergantung pada besarnya intensitas cahaya yang diterima oleh dioda tersebut. Semakin besar intensitasnya, semakin besar arus yang dilewatkannya.

Terdapat jenis foto dioda yang khusus, yaitu hanya dapat menerima gelombang infra merah. Oleh karena itu jika sumbernya adalah infrared maka photo dioda yang dipakai juga harus photo dioda yang mampu menerima infrared.

Dilihat dari sifatnya dioda photo banyak digunakan pada remote control, juga sebagai saklar elektronik misalnya pada rangkaian alarm anti pencuri dan pembuka pintu.



Gambar 2.35 Simbol dioda photo

f) Dioda schottky

Dioda jenis ini mempunyai sifat yang sama persis seperti dioda biasa, hanya saja tegangan yang kecil saja sudah dapat membuat dioda schottky akan ON.



Gambar 2.36 Simbol dioda schottky

g) Dioda Tunnel atau Esakai

Dioda jenis ini mempunyai tegangan tembus yang sangat kecil, nol volt, maka dapat dikatakan dioda ini dapat bekerja pada tegangan tembus sebesar nol volt. Pada pemberian tegangan arah maju/forward, suatu saat setelah mencapai harga tegangan tertentu arus akan mengalir mencapai nilai maksimum, jika tegangan terus ditambah pada nilai tertentu arus akan turun, kemudian arus akan mengalir bertambah besar lagi. Maka jelaslah bahwa dioda ini dengan sifat yang demikian dapat merubah arus searah menjadi arus bolak-balik.

Dioda tunnel dapat digunakan untuk merubah tegangan searah menjadi tegangan bolak-balik (DC ke AC). Selain itu dapat pula digunakan sebagai: osilator (pembangkit frekuensi tinggi) high frekuensi pada daerah 3 – 30 MHz, osilator *very high frekuensi* (VHF) pada daerah 30 – 300 MHz, dan juga sebagai osilator *ultra high frekuensi* (UHF) pada daerah 300 – 3000 MHz.



Gambar 2.37 Simbol dioda tunnel

E. TRANSISTOR

1. Prinsip kerja Transistor

Transistor berasal dari perkataan transfer dan resistor yang artinya kurang lebih mengubah nilai tahanan. Transistor terbuat dari bahan semikonduktor yang merupakan hasil pengembangan dari dioda semikonduktor. Maksudnya transistor mempunyai sifat dari setengah penghantar menjadi bahan penghantar. Transistor mempunyai tiga buah kaki atau pena, yaitu basis, emitor dan kolektor.

Terdapat dua tipe pokok pada transistor, transistor tipe PNP dan transistor tipe NPN. Pada tipe PNP kaki emitor selalu lebih positif terhadap kaki kolektornya. Sedangkan pada tipe NPN justru terjadi hal yang sebaliknya.

Suatu arus kecil/lemah yang mengalir dari basis ke emitor akan menyebabkan terjadinya arus yang jauh lebih besar antara emitor dan kolektor. Karena itulah dapat dikatakan bahwa transistor memperkuat arus basis (penguatan arus). Sekarang ini transistor merupakan unsur-unsur yang paling penting dalam rangkaian penguatan.



Gambar 2.38 (a) transistor PNP (b) transistor NPN

Kegunaan Transistor

- a. Menguatkan arus rata-rata atau tegangan rata-rata maupun arus bolak-balik atau tegangan bolak-balik
- b. Membangkitkan getaran listrik, dinamai oscilator.
- c. Mencampur arus (atau tegangan) bolak-balik dengan frekuensi yang berlainan (permodulasian)
- d. Saklar elektronik; tujuannya agar saklar tidak cepat arus.

2. Cara kerja transistor

Dari banyak tipe-tipe transistor modern, pada awalnya ada dua tipe dasar transistor, bipolar *junction* transistor (BJT atau transistor bipolar) dan field-effect transistor (FET), yang masing-masing bekerja secara berbeda.

Transistor bipolar dinamakan demikian karena kanal konduksi utamanya menggunakan dua polaritas pembawa muatan: elektron dan lubang, untuk membawa arus listrik. Dalam BJT, arus listrik utama harus melewati satu daerah/lapisan pembatas dinamakan *depletion zone*, dan ketebalan lapisan ini dapat diatur dengan kecepatan tinggi dengan tujuan untuk mengatur aliran arus utama tersebut.

FET (juga dinamakan *transistor unipolar*) hanya menggunakan satu jenis pembawa muatan (elektron atau *hole*, tergantung dari tipe FET). Dalam FET, arus listrik utama mengalir dalam satu kanal konduksi sempit dengan *depletion zone* di kedua sisinya (dibandingkan dengan transistor bipolar dimana daerah Basis memotong arah arus listrik utama). Dan ketebalan dari daerah perbatasan ini dapat dirubah dengan perubahan tegangan yang diberikan, untuk mengubah ketebalan kanal konduksi tersebut.

3. Jenis-jenis Transistor

Secara umum, transistor dapat dibeda-bedakan berdasarkan banyak kategori:

- (a) Materi semikonduktor: Germanium, Silikon, Gallium Arsenide
- (b) Kemasan fisik: Through Hole Metal, Through Hole Plastic, Surface Mount, IC, dan lain-lain
- (c) Tipe: UJT, BJT, JFET, IGFET (MOSFET), IGBT, HBT, MISFET, VMOSFET, MESFET, HEMT, SCR serta pengembangan dari transistor yaitu IC (*Integrated Circuit*) dan lain-lain.
- (d) Polaritas: NPN atau N-channel, PNP atau P-channel
- (e) Maximum kapasitas daya: Low Power, Medium Power, *High Power*
- (f) Maximum frekuensi kerja: Low, Medium, atau *High Frequency*, RF transistor, Microwave, dan lain-lain
- (g) Aplikasi: Amplifier, Saklar, General Purpose, Audio, Tegangan Tinggi, dan lain-lain

F. TRANSFORMATOR

Transformator atau transformer atau trafo adalah komponen elektromagnet untuk memindahkan daya listrik (arus dan tegangan) dari satu tempat ke tempat yang lain. Alat ini terdiri dari kumparan kawat-kawat dengan ukuran dan jumlah kumparan kawat yang sudah ditentukan sesuai dengan kebutuhan. Kumparan kawat tersebut digulungkan pada inti besi (dari bahan ferromagnetik) yang dibuat tipis dan berlapis-lapis.

1. Prinsip Kerja Transformator

Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik. Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Jika

efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder.

2. Jenis-jenis Transformator

(a) Transformator step-up

Transformator step-up adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh.



Gambar 2.39 Simbol transformator step-up

(b) Transformator step-down

Transformator step-down memiliki lilitan sekunder lebih sedikit daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penurun tegangan. Transformator jenis ini sangat mudah ditemui, terutama dalam adaptor AC-DC.



Gambar 2.40 Simbol transformator step-down

(c) transformator auto/autotransformator

Transformator jenis ini hanya terdiri dari satu lilitan yang berlanjut secara listrik, dengan sadapan tengah. Dalam transformator ini, sebagian lilitan primer juga merupakan lilitan sekunder. Fasa arus dalam lilitan sekunder selalu berlawanan dengan arus primer, sehingga untuk tarif daya yang sama lilitan sekunder bisa dibuat dengan kawat yang lebih tipis dibandingkan transformator biasa. Keuntungan dari

autotransformator adalah ukuran fisiknya yang kecil dan kerugian yang lebih rendah daripada jenis dua lilitan. Tetapi transformator jenis ini tidak dapat memberikan isolasi secara listrik antara lilitan primer dengan lilitan sekunder.

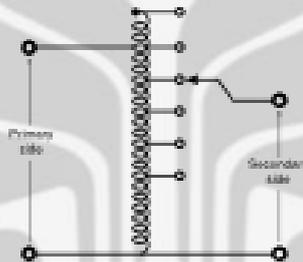


Gambar 2.41 Simbol transformator auto

Selain itu, autotransformator tidak dapat digunakan sebagai penaik tegangan lebih dari beberapa kali lipat (biasanya tidak lebih dari 1,5 kali).

(d) Autotransformator variabel

Autotransformator variabel sebenarnya adalah autotransformator biasa yang sadapan tengahnya bisa diubah-ubah, memberikan perbandingan lilitan primer-sekunder yang berubah-ubah.

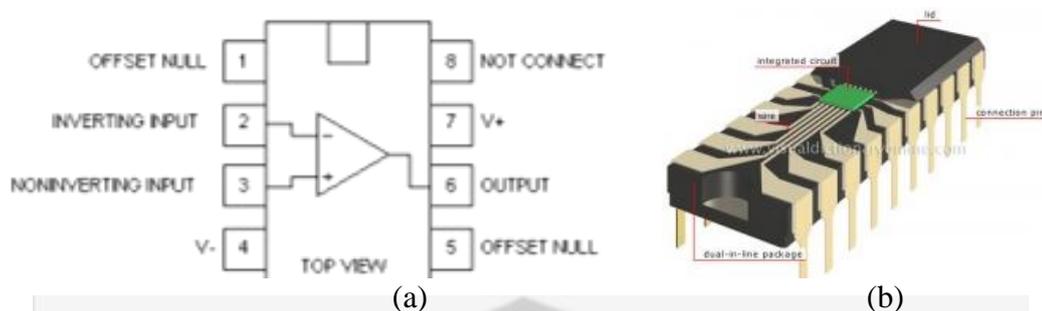


Gambar 2.42 Simbol transformator variabel

G. IC/INTEGRATED CIRCUIT

1. Pengertian IC

IC atau Integrated Circuit adalah komponen aktif yang merupakan gabungan dari komponen-komponen aktif (transistor, FET atau MOSFET) dan komponen pasif seperti misalnya resistor, kapasitor, dioda dan sebagainya yang terintegrasi menjadi satu. Jadi sebenarnya IC merupakan sebuah rangkaian elektronik yang dicecilkan. Dalam penggunaannya kita cukup menambahkan beberapa komponen luar saja agar bisa bekerja sebagai rangkaian elektronik lengkap.



Gambar 2.43 (a) simbol IC (b) bentuk fisik IC

Bahan pembuatan IC adalah semikonduktor. Dalam sebuah IC bisa terdapat ratusan dan bahkan ribuan komponen-komponen aktif dan pasif. Dengan adanya IC, sebuah rangkaian elektronik bisa lebih kompak lagi. Apalagi yang versi SMD (*Surface Mount Device*), sebuah IC SMD bisa berukuran 3-5 kali lebih kecil. Oleh karena itu peralatan-peralatan elektronik mutakhir memiliki dimensi yang sangat kecil dan kompak.

2. Jenis-jenis IC dan fungsinya

Jenis-jenis IC sangat banyak dan beraneka ragam sesuai dengan kebutuhan penggunaannya. Misalnya saja IC analog, digital, penguat audio, penguat RF (Radio Frequency), IC regulator, CMOS, TTL dan masih banyak lagi yang lainnya.

Pemasangan IC pada rangkaian elektronik harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak merusakkan IC tersebut. Beberapa IC malah ada yang sangat sensitif sekali yang dapat rusak hanya karena elektrostatis akibat sentuhan tangan seperti misalnya jenis IC CMOS. IC juga bisa rusak akibat panas yang berlebihan pada saat penyolderan. Agar lebih aman biasanya digunakan soket IC, kita pasang dan solder soketnya dulu lalu IC-nya tinggal kita tancapkan ke soket yang sudah tersolder tersebut. Dan ingat juga pemasangan IC tidak boleh terbalik, harus 100% benar.

Untuk IC-IC penguat yang bekerja mengeluarkan panas disipasi yang tinggi (misalnya IC power amplifier audio) harus ditambahkan pendingin heat zink untuk membuang panas agar tidak cepat rusak. Bisa juga

ditambahkan kipas. Dengan demikian IC akan bekerja dengan aman, stabil dan tidak cepat rusak.

Perbaiki sebuah rangkaian elektronik yang menggunakan IC biasanya akan lebih mudah. Jika komponen di sekitarnya kondisinya bagus maka sudah pasti IC-nya yang rusak, kita tinggal cabut dan ganti dengan IC yang baru. Kerusakan IC kadang agak sulit kita amati, secara fisik bisa terlihat seperti terbakar akibat panas berlebih tapi tidak selalu demikian. Kadang-kadang kerusakannya tidak terlihat secara fisik. Yang pasti jam terbang akan sangat berguna untuk menganalisanya karena IC tidak bisa ditest dengan menggunakan alat ukur semacam AVO meter secara langsung. Biasanya kita ukur tegangan pada kaki-kaki IC tersebut pada saat bekerja dalam rangkaian, jika tidak sesuai dengan yang semestinya maka bisa kita dipastikan kerusakannya.

R a n g k u m a n

Komponen-komponen yang sering kita jumpai dalam rangkaian elektronika adalah: resistor, kapasitor, induktor, dioda, transistor, transformator dan IC.

Resistor adalah komponen dasar elektronika yang digunakan untuk membatasi jumlah arus yang mengalir dalam suatu rangkaian. Diberi lambang R dan satuannya Ohm (Ω)

Kapasitor (Kondensator) adalah suatu alat yang dapat menyimpan energi/muatan listrik di dalam medan listrik, dengan cara mengumpulkan ketidakseimbangan internal dari muatan listrik. Diberi lambang C dan satuannya Farad (F).

Induktor adalah komponen yang tersusun dari lilitan kawat. Induktor termasuk juga komponen yang dapat menyimpan muatan listrik. Diberi lambang L dan satuannya Henry (H).

Dioda merupakan jenis komponen pasif dengan dua terminal dan terbentuk dari dua jenis bahan semikonduktor (bahan jenis P dan bahan jenis N) yang fungsinya sebagai penyearah dari arus bolak-balik (AC) menjadi arus searah (DC).

Transistor berasal dari perkataan transfer dan resistor yang artinya kurang lebih mengubah nilai tahanan.

Transformator atau transformer atau trafo adalah komponen elektromagnet untuk memindahkan daya listrik (arus dan tegangan) dari satu tempat ke tempat yang lain.

IC atau Integrated Circuit adalah komponen aktif yang merupakan gabungan dari komponen-komponen dan komponen pasif yang terintegrasi menjadi satu. Jadi sebenarnya IC merupakan sebuah rangkaian elektronik yang dibuat kecil.

Latihan Soal 2

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dengan benar!

1. Sebutkan macam-macam resistor yang anda ketahui!
2. Berapakah nilai resistor dengan gelang pertama berwarna hijau, gelang kedua berwarna orange, gelang ketiga berwarna coklat, gelang keempat berwarna kuning dan gelang kelima berwarna emas?
3. Tiga buah resistor dirangkai secara seri dengan nilai masing-masing $R_1 = 1K3$; $R_2 = 2K4$; dan $R_3 = 3K1$, berapakah nilai resistor penggantinya?
4. Berapakah nilai pengganti resistor yang dirangkai secara paralel, jika nilai masing-masing resistor $R_1 = 50\Omega$ $R_2 = 100\Omega$ dan $R_3 = 25\Omega$?
5. Bagaimana cara mengenali polaritas pada elco (*elektrolyt condensator*)?

6. Apakah yang dimaksud dengan:
 - a. Reaktansi induktif
 - b. Reaktansi kapasitif
7. Tiga buah kapasitor $2,2\mu\text{F}$, $3,3\mu\text{F}$ dan $4,7\mu\text{F}$ batas tegangan masing-masing 10 vol. Jika dirangkai secara seri berapakah kapasitansi totalnya?
8. Sumber listrik 50 Hz diberikan kepada kapasitor $100\ \mu\text{F}$. tentukan besarnya reaktansi kapasitif!
9. Sebutkan sifat-sifat induktor terhadap arus AC!
10. Tentukan reaktansi induktif jika diketahui frekuensi rangkaian AC 50 Hz dan induktansi induktor 1 H.
11. Sebutkan macam-macam dioda yang anda ketahui!
12. Jelaskan prinsip kerja transistor!
13. Sebutkan fungsi dari transistor!
14. Jelaskan prinsip kerja transformator!
15. Jelaskan apa yang anda ketahui tentang IC!

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban latihan soal 2 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban anda yang benar, kemudian gunakan rumus yang terdapat pada kriteria penilaian di bagian akhir modul ini.

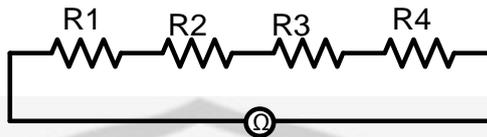
LEMBAR KEGIATAN PRAKTIKUM

Percobaan 3.

1. **Judul** : Mengukur tahanan pada rangkaian seri, rangkaian paralel dan rangkaian seri paralel.
2. **Tujuan** : Siswa dapat mengetahui cara mengukur tahanan pada rangkaian seri, rangkaian paralel dan rangkaian seri paralel.
3. **Alat dan Bahan yang Digunakan:**
 - Multimeter
 - Papan percobaan
 - Kabel
 - 4 buah resistor ($R_1=1\text{K}2$; $R_2=1\text{K}5$; $R_3=3\text{K}3$; $R_4=4\text{K}7$)

4. Langkah Kerja:

- a. Siapkan multimeter, papan percobaan, kabel dan 4 buah resistor ($R_1=1K2$, $R_2=1K5$, $R_3=3K3$, $R_4=4K7$)
- b. Buat rangkaian seri seperti gambar 2.44.



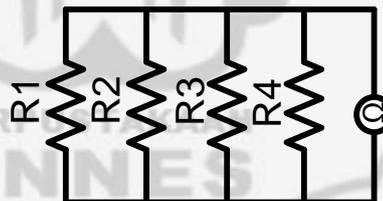
Gambar 2.44 Rangkaian seri

- c. Ukur, hitung dan catat nilai masing-masing resistor dan resistor total sesuai dengan tabel 2.2 dan masukkan juga hasilnya pada tabel 2.2.

Tabel 2.3 Hasil pengukuran

Resistor	Kode Warna	Penghitungan	Pengukuran
R1			
R2			
R3			
R4			
R_s			

- d. Buat rangkaian paralel seperti gambar 2.45.



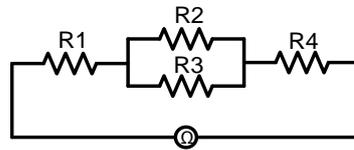
Gambar 2.45 Rangkaian paralel

- e. Ukur, hitung dan catat nilai masing-masing resistor dan resistor total sesuai dengan tabel 2.3 dan masukkan juga hasilnya pada tabel 2.4.

Tabel 2.4 Hasil pengukuran

Resistor	Kode Warna	Penghitungan	Pengukuran
R1			
R2			
R3			
R4			
R_p			

f. Buat rangkaian seri-paralel seperti gambar 2.46



Gambar 2.46 Rangkaian seri paralel

g. Ukur, hitung dan catat nilai masing-masing resistor dan resistor total sesuai dengan tabel 2.5 dan masukkan juga hasilnya pada tabel 2.5.

Tabel 2.5 Hasil pengukuran

Resistor	Kode Warna	Penghitungan	Pengukuran
R1			
R2			
R3			
R4			
Rt			

h. Buatlah kesimpulan

i. Rapikan alat dan bahan dan kembalikan ke petugas alat.

5. Pertanyaan.

- 1) Bandingkan hasil pengukuran dalam perhitungan dan pengukuran!
- 2) Apakah yang dimaksud dengan toleransi tahanan?

Percobaan 4.

1. **Judul** : Menguji Baik/Tidaknya Capacitor
2. **Tujuan** : Agar siswa dapat mengetahui cara menguji baik tidaknya suatu kapasitor
3. **Alat yang Dipakai:**
 - 1 buah Multimeter
 - Beberapa Capacitor elektrolyt (ELCO)

4. Langkah Kerja:

- a. Letakkan batas ukur ohm meter pada posisi:
x10 Ω untuk kapasitor yang nilainya 470 μ F - 6800 μ F
x1 K Ω untuk kapasitor yang nilainya 10 μ F - 470 μ F
x10 K Ω untuk kapasitor yang nilainya 1 μ F - 10 μ F
hal ini berguna untuk memudahkan pembacaan skala jarum meter
- b. Sebelum mengukur, hubung singkatkan kedua kaki kapasitor tersebut, agar muatannya dapat dibuang/hilang.
- c. Letakkan probe merah pada kaki (-) minus dan probe hitam kaki (+) dari kapasitor. Bila terbalik meletakkannya akan mengakibatkan penunjuk jarum meter meragukan kita seolah-olah kapasitor bocor.
- d. Capacitor dikatakan bocor apabila jarum menyimpang kekanan dan tidak kembali keposisi (semula)
- e. Capacitor dikatakan putus/kering bila jarum tidak bergerak sama sekali
- f. Capacitor dikatakan baik apabila jarum menyimpang ke kanan dan kembali ke tempat semula.
- g. Sekarang lakukan praktek sesungguhnya dengan cara seperti di atas.

5. Pertanyaan:

Cobalah balik cara mengukurnya, probe merah diberikan pad kaki positif dan probe hitam meter dihubungkan kaki negatif dari kapasitor, amatilah mengapa jarum meter tidak kembali lagi ke posisi semula?



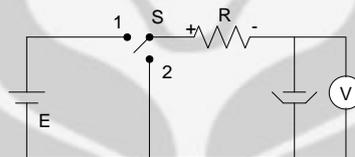
Gambar 2.46 Pengukuran kapasitor

Percobaan 5.

- Judul** : Mengisi dan Mengosongkan Kapasitor dengan diberi beban tertentu
- Tujuan** : agar siswa dapat mengetahui cara mengisi dan mengosongkan kapasitor dengan diberi beban tertentu
- Alat dan bahan yang dipakai** :

- 1 unit catu daya
- 3 buah Elco 1000 $\mu\text{F}/25\text{V}$, 100 $\mu\text{F}/25\text{V}$, 47 $\mu\text{F}/25\text{V}$
- 3 buah resistor 100 Ω , 1 K Ω , 10 K Ω
- 1 buah Multimeter

4. Gambar Rangkaian Pengisian dan Pengosongan Kapasitor



Gambar 2.46 Pengisian dan Pengosongan kapasitor

5. Langkah kerja:

- Rangkaianlah semua alat dan bahan seperti gambar disamping.
- Pastikan bahwa Elco sebelumnya dalam keadaan kosong.
- Hitunglah terlebih dahulu konstanta waktunya yaitu : $R \times C \dots$ detik.
- Berikan tegangan DC sebesar 10 volt.
- Siapkan voltmeter DC, dengan batas ukur 50 Volt, kemudian letakkan pada kaki Elco. Probe merah pada kaki positif dan hitam pada negatif ELCO.
- Siapkan arloji anda dimeja, agar dapat diketahui sampai beberapa detik ELCO menjadi penuh muatannya.
- Setelah siap semua tutuplah saklar pada posisi 1 (lihat gambar rangkaian) agar kapasitor dapat terisi, amati dan catatlah waktu yang diperlukan sampai kapasitor menjadi penuh.
- Bandingkan waktu pengukuran dengan waktu pengisian kapasitor menurut hasil perhitungan, dimana memerlukan waktu 5 RC untuk terisi penuh.

- i. Setelah ELCO penuh muatannya, bukalah saklar pada posisi 2 (lihat gambar rangkaian)

Perhatikan jarum DC Voltmeter akan turun dan catatlah waktu pengosongan sampai jarum 0 Volt. Catat pekerjaan anda dalam table 2.6.

Tabel 2.6 Hasil pengukuran

No	Resistor	Kapasitor	Waktu (t) penghitungan	Waktu (t ₁) pengukuran	Waktu (t ₂) pengukuran

- j. Buatlah kesimpulan dari hasil pengamatan anda!
- k. Rapikan dan kembalikan semua alat dan bahan di ruang alat.

Kegiatan Belajar 3. Karakteristik Komponen Elektronika Aktif

1. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 3

Setelah melaksanakan kegiatan belajar 3 diharapkan siswa dapat memahami karakteristik komponen elektronika aktif.

2. Materi

III. BAB 3. Karakteristik Komponen Elektronika Aktif

- 1) Karakteristik Dioda
- 2) Karakteristik Transistor
- 3) Rangkuman
- 4) Latihan Soal

KEGIATAN BELAJAR 3

KARAKTERISTIK KOMPONEN ELEKTRONIKA AKTIF

Mata Pelajaran : Dasar-Dasar Teknik Elektronika (DDE)

Standart Kompetensi : Memahami Dasar-Dasar Elektronika

Kompetensi Dasar : Memahami karakteristik komponen elektronika aktif

Tujuan Kegiatan Belajar :

Setelah melaksanakan kegiatan belajar 1 diharapkan siswa dapat:

1. Memahami karakteristik dioda
2. Memahami karakteristik transistor

Kegiatan Awal :

Sebelum mempelajari unit ini, siswa harus memiliki kemampuan pengetahuan tentang :

1. Pemahaman tentang dioda
2. Pemahaman tentang transistor

A. KARAKTERISTIK DIODA

1. Dioda P-N Junction

Dioda P-N *Junction* adalah hasil dipertemukannya semikonduktor tipe P dengan semikonduktor tipe N yang nantinya dinamai dioda (artinya: alat dengan dua elektroda)



Gambar 3.1 Simbol dioda (b) bentuk dioda

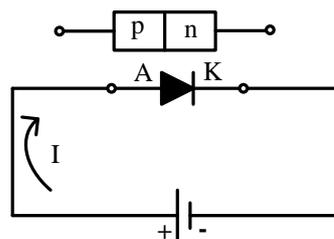
Pada dioda itu semikonduktor tipe P kita sebut anoda, sedang semikonduktor tipe N disebut katoda. Karena dioda dibuat dengan jalan mempertemukan kedua semikonduktor tipe P dan tipe N, maka itu dinamai dioda *junction* (lapisan) karena anoda dan katoda saling melapisi.

a.

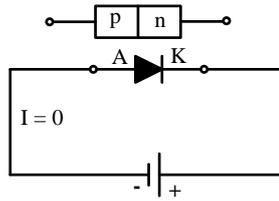
Karakteristik Dioda

Jika anoda (semikonduktor tipe P) dari pada dioda kita hubungan dengan kutub positif sumber arus, sedangkan katodanya (semikonduktor tipe N) dihubungkan dengan kutub negatif (lihat gambar 3.2), maka mengalirkan arus listrik dengan kuat lewat dioda. Arus itu dikeluarkan dari kutub positif baterai (+) mengalir lewat anoda, lewat katoda, dan kembali ke kutub negatif (-) baterai.

Jika anoda kita hubungkan dengan kutub negatif sumber arus, sedangkan katodanya dengan kutub positif, maka tidak ada arus mengalir atau arus mengalir sangat lemah sekali (lihat gambar 3.3).



Gambar 3.2 Arus mengalir kuat



Gambar 3.3 Arus mengalir sangat lemah

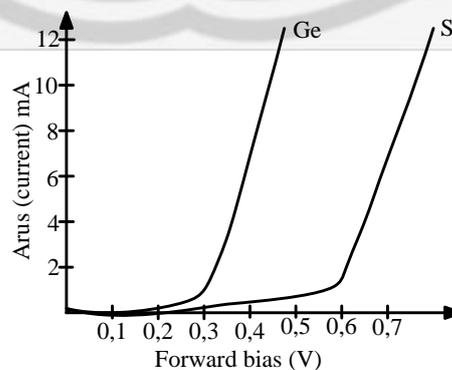
Dari kejadian-kejadian di atas dapat kita tarik kesimpulan:

Arus listrik dapat mengalir dari arah anoda ke katoda, tetapi tidak dapat mengalir dari arah katoda ke anoda.

Telah disebutkan bahwa arus hanya mengalir dalam dioda apabila anoda diberi tegangan positif dan katoda diberi tegangan negatif. Pemberian tegangan seperti dikenal pemberian panjaran maju (tegangan muka maju, forward biased). Sebaliknya, apabila anoda diberi tegangan negatif dan katoda diberi tegangan positif maka pemberian tegangan seperti itu dikenal dengan pemberian panjatan terbalik (tegangan muka terbalik, reverse biased).

1) Tegangan jatuh maju

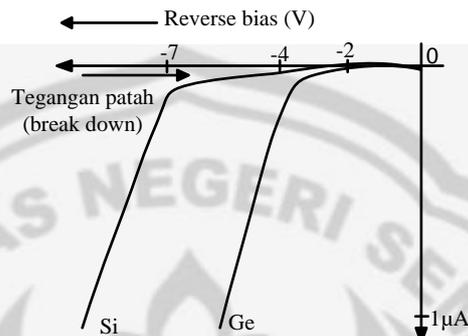
Sebelum arus dapat mengalir dalam sebuah dioda, tegangan muka maju harus mencapai tegangan tertentu, yang dikenal sebagai tegangan jatuh maju. Dengan kata lain, dioda akan mulai menghantar arus apabila tegangan muka maju telah melewati tegangan jatuh tersebut. Dalam gambar 3.4 diperlihatkan karakteristik dioda germanium (Ge) dan dioda silicon (Si). Tegangan jatuh untuk diodan Ge sekitar 0,3 volt sedangkan untuk dioda Si sekitar 0,6 volt.



Gambar 3.4 Tegangan jatuh maju

2) Tegangan patah (breakdown) terbalik

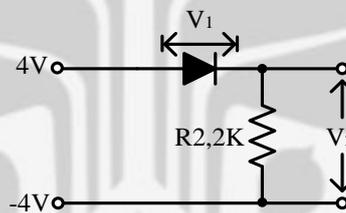
Setiap dioda memiliki tegangan terbalik maksimum yang tidak boleh dilewati. Apabila tegangan tersebut dilewati, maka dioda akan rusak dan arus akan mengalir dalam arah balik (reverse). Tegangan tersebut dikenal sebagai tegangan patah (breakdown voltage). (Lihat gambar 3.5)



Gambar 3.5 Tegangan patah

Contoh 1:

Perhatikan rangkaian dibawah ini. Hitung V_1 , V_2 dan arus anoda.



Gambar 3.6

Penyelesaian:

Pertama harus kita perhatikan, apakah dioda mendapatkan tegangan muka maju (forward bias) atau mendapatkan tegangan muka terbalik (reverse bias). Dalam rangkaian di atas dioda mendapat tegangan muka maju. Kita misalkan dioda silicon V_1 , (tegangan jatuh maju = 0,6 V).

Tegangan total adalah $4 + 4 = 8 \text{ V}$

Jadi $V_2 = 8\text{V} - 0,6 \text{ V} = 7,4 \text{ V}$

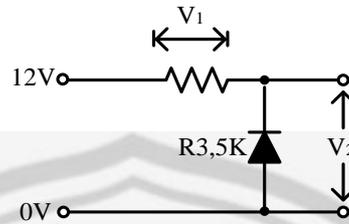
Arus dioda = arus yang melewati resistor R

$$I = \frac{V_2}{R} = \frac{7,4 \text{ V}}{2,2 \text{ K } \Omega} = 3,36 \text{ mA}$$

R 2,2 KΩ

Contoh 2:

Perhatikan rangkaian dibawah ini. Hitung V_1 , V_2 dan arus yang melewati resistor. Penyelesaian:



Gambar 3.7

Pada rangkaian di atas dioda mendapat tegangan muka terbalik (reverse bias) dan arus anodanya adalah=0. Karena resistor adalah seri dengan dioda, maka arus yang melewati resistor juga = 0.

Jadi tegangan pada resistor:

$$V_1 = I \times R = 0$$

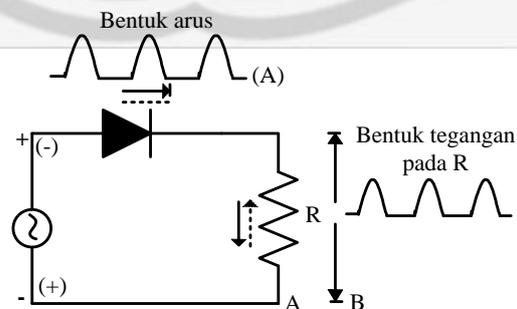
$$V_2 = \text{tegangan total} - V_1 = 12 \text{ V} - 0 = 12 \text{ V}$$

b.

Macam-macam Penyearah dan cara kerjanya

1) Penyearahan setengah gelombang (*half wave rectifier*)

Pada gambar diperhatikan sebuah penyearah setengah gelombang dengan dioda D1 sebagai komponen penyearah. Karena sumber tegangannya bolak balik maka pada suatu saat terminal atas adalah positif, sedangkan terminal bawah negatif. Pada saat berikutnya terminal atas negatif dan terminal bawah positif dan seterusnya.



Gambar 3.8 Penyearahan setengah gelombang

Pada saat-saat terminal A positif, dioda mendapatkan tegangan maju maka mengalirkan arus. pada saat-saat terminal A negatif, dioda mendapatkan tegangan terbalik dan tidak ada arus mengalir. Jadi belahan-belahan positif dari pada tegangan bolak balik menimbulkan arus, sedangkan belahan-belahan negatif tegangan bolak balik tidak menimbulkan arus. Dengan demikian pada dioda mengalirlah arus yang bentuknya dilukiskan seperti gambar 3.8a, arus itu tidak lagi bolak balik, melainkan searah (satu arah). Arus searah ini belum rata betul tetapi terbentuk denyut-denyut (pulsating) arus denyut inilah yang membangkitkan tegangan pada R.

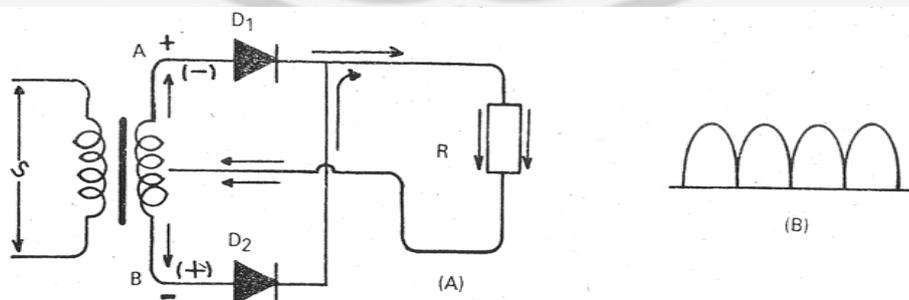
Kesimpulan:

Sebuah dioda dapat dipakai untuk mengubah arus bolak balik menjadi arus searah (atau dapat menyearahkan arus bolak balik). Tetapi hasilnya belum merupakan arus rata benar, melainkan arus berdenyut.

2) Penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*)

Penyearah dengan dua dioda menghantarkan kita menggunakan sebuah transformator daya yang menggunakan CT (*centre tap*). Terminal-terminal A dan B secara bergantian menjadi positif dan negatif.

Pada saat A positif (dan B negatif) dioda D1 menghantar, dan arus mengalir pada R beban dari atas ke bawah. Pada saat B positif (dan A negatif) dioda D2 menghantar dan D1 tersumbat, maka arus mengalir lagi pada beban dari gelombang bolak balik diserahkan, karenanya penyearah gelombang penuh (*full wave rectifier*).



Gambar 3.9 Penyearah gelombang penuh

2. Dioda Zener

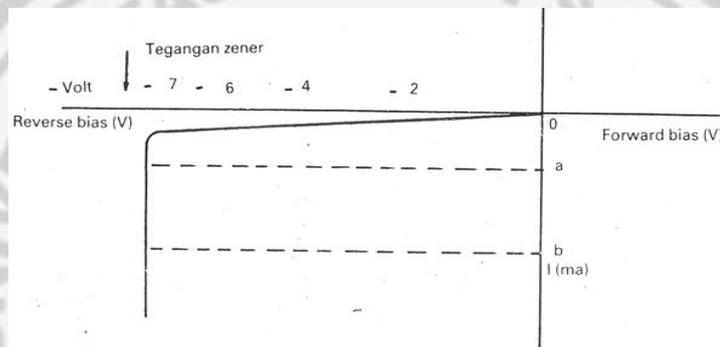
Dioda zener adalah sebuah dioda P-N *junction* juga yang mempunyai karakteristik terbalik dan terbuat dari silicon.

a.

Karakteristik dioda zener



Gambar 3.10 Simbol dioda zener



Gambar 3.11

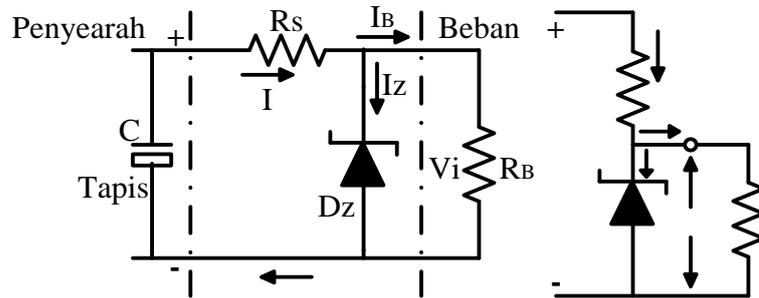
b.

Dioda zener sebagai stabilisator

Perhatikan gambar 3.12 dioda zener dirangkai kepada pencatu daya. Perkawanan R_s dan dioda zener D_Z dihubungkan seri, lihat gambar 3.12. arus yang lewat R_s kemudian terbagi, sebagian mengalir D_Z , dan sebagian lagi lewat beban R_B . dengan harga R_s yang tepat, maka dioda dengan sendirinya menyetel diri pada tegangan zener yang konstan. Perhatikanlah bahwa dioda terpasang terbalik.

Jika arus beban naik, maka turunlah arus anoda I_Z . demikian pula kalau arus beban turun, maka naiknya arus anoda. Tetapi meskipun arus dioda berubah-ubah, namun tegangan pada dioda (V_Z) tetap konstan besarnya.

Dengan dipasangnya dioda zener dapat menghilangkan kerat-kerut tegangan yang masih sisa dikeluarkan pencatu daya. Dari kejadian ini dioda zener dapat dikatakan sebagai penstabil tegangan.



Gambar 3.12 Stabilizer tegangan

Stabilisasi tegangan dengan dioda zener.

R_s diperlukan agar tegangan dan arus tidak akan terlampaui besar bagi dioda zener.

C = tapis perata dalam pencatu daya

D_z = juga menindas kerut-kerut tegangan

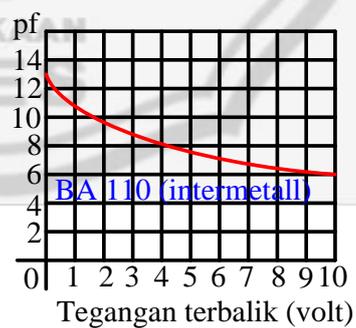
3. Dioda Khusus

a. Karakteristik dioda varaktor

Dioda varaktor atau disebut juga dengan dioda varicap adalah dioda silikon yang diberi tegangan muka terbalik dan dapat dipakai sebagai kapasitas yang dapat diatur-aturl.



(a)



(b)

gambar 3.13 karakteristik dioda varaktor

(a) simbol dioda varicap (variabel capacitor)

(dioda dengan kapasitas yang dapat berubah-ubah)

(b) kaitan antara kapasitas dan tegangan terbalik yang ada pada dioda varicap tipe BA 110.

Makin tinggi tegangan terbalik yang diberikan kepada dioda kapasitornya menjadi semakin kecil, lihat gambar 3.13

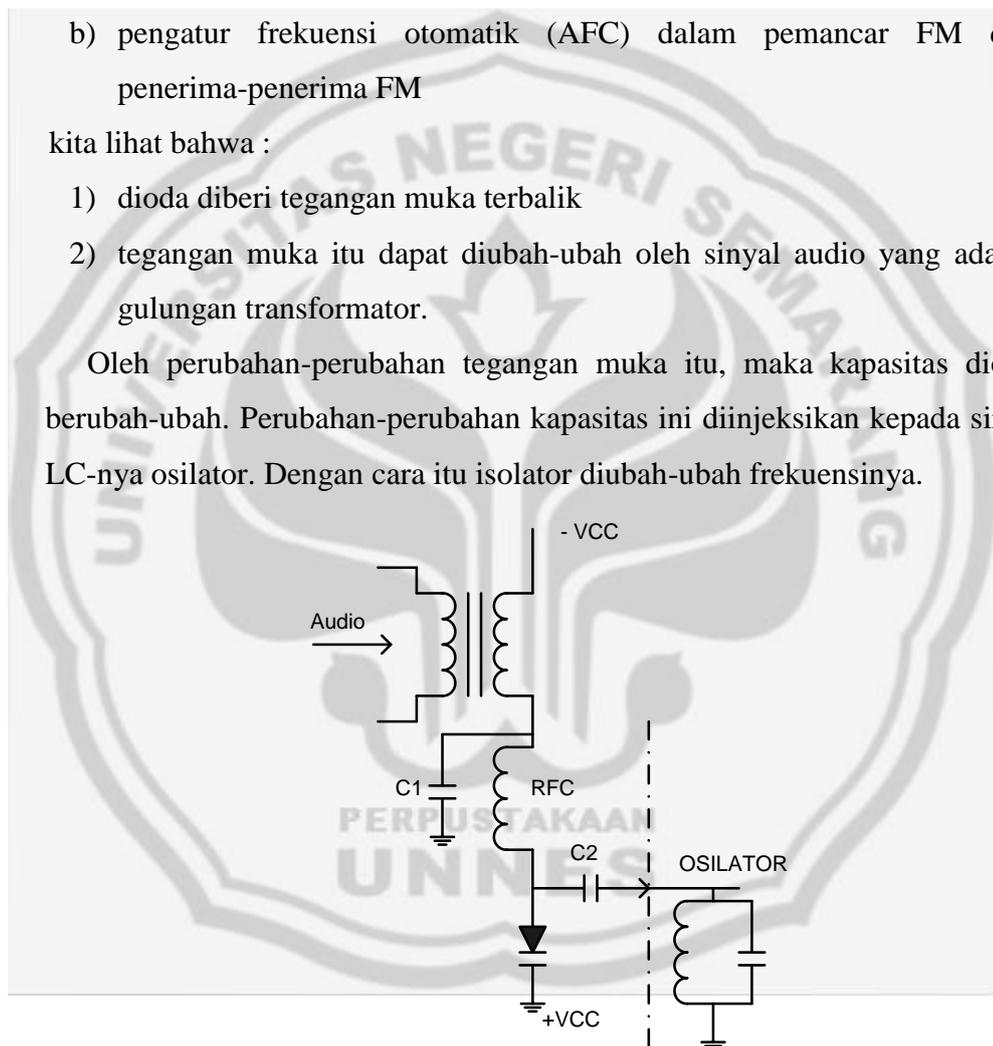
Dioda varactor dipakai terutama sebagai:

- a) modulator reaktansi
- b) pengatur frekuensi otomatis (AFC) dalam pemancar FM dan penerima-penerima FM

kita lihat bahwa :

- 1) dioda diberi tegangan muka terbalik
- 2) tegangan muka itu dapat diubah-ubah oleh sinyal audio yang ada di gulungan transformator.

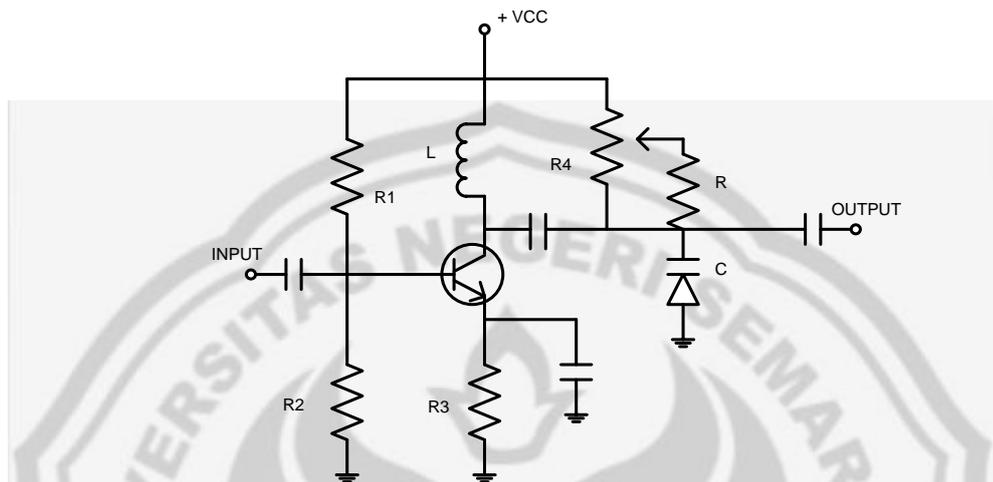
Oleh perubahan-perubahan tegangan muka itu, maka kapasitas dioda berubah-ubah. Perubahan-perubahan kapasitas ini diinjeksikan kepada sirkit LC-nya osilator. Dengan cara itu isolator diubah-ubah frekuensinya.



Gambar 3.14 Rangkaian osilator

Gambar 3.15 menunjukkan salah satu contoh pemakaian dioda varactor dalam rangkaian penguat. Dalam gambar ini R_1 , R_2 dan R_3 digunakan untuk keperluan pencatuan, sedangkan L dan C sebagai rangkaian resonansi. Apabila nilai R_4 diubah maka besarnya tegangan reverse terhadap dioda varaktor akan berubah sehingga nilai kapasitasnya akan berubah. Ini akan

menyebabkan berubahnya frekuensi resonansi rangkaian tersebut. Keuntungan pemakaian dioda varaktor ini seperti telah dikatakan di atas, ialah memungkinkan pengaturan jarak jauh (R_4 dapat diletakkan di sembarang tempat).



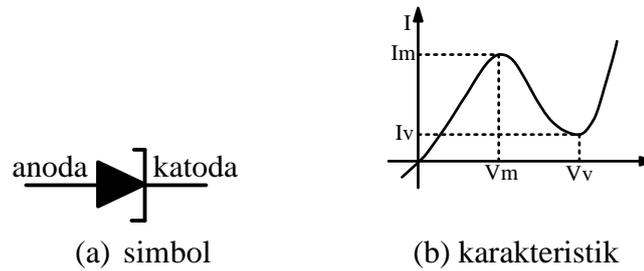
Gambar 3.15 Rangkaian penguat

b. Karakteristik dioda tunnel

Pada umumnya sebuah dioda mempunyai tegangan breakdown yang lebih besar dari 2 volt (dioda zener), tetapi bila taraf doping dibuat lebih berat, kita dapat memperoleh efek zener ini dibawah tegangan 2 volt.

Makin berat doping yang diberikan makin rendah tegangan breakdown yang didapat. Dan pada suatu taraf doping yang tertentu akan didapatkan breakdown pada 0 volt. Dioda yang mempunyai tegangan breakdown 0 volt ini, disebut dioda tunnel. Dan karena efek ini ditemukan oleh Leo Esaki, maka seringkali dioda ini disebut juga dioda Esaki.

Gambar 3.16a adalah simbol yang umum untuk menyatakan dioda tunnel dan gambar 3.16b menunjukkan karakteristik dioda tersebut, dari gambar ini tampak bahwa pada keadaan forward-bias dioda ini langsung bekerja. Dioda-dioda bias baru akan bekerja setelah mendapatkan forward-bias sebesar 0,3 volt untuk dioda germanium dan 0,7 volt untuk dioda silicon.

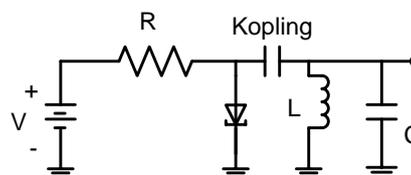


Gambar 3.16 dioda tunnel

Seperti tampak pada gambar, arus forward ini akan terus naik hingga mencapai harga maksimum I_m pada tegangan V_m . Setelah itu arus akan turun hingga mencapai nilai valley current I_v pada tegangan V_v . Setelah mencapai tegangan V_v ini, bila tegangan forward diperbesar arus akan naik lagi. Dan garis lengkung yang ada di sebuah dioda biasa. Salah satu sifat utama dari dioda tunnel ialah bahwa ia dapat membuka dan menutup dalam waktu yang lebih singkat dari pada rangkaian-rangkaian yang membutuhkan kecepatan kerja tinggi, misalnya osilator frekuensi tinggi, computer dan lain-lain.

Bila kita perhatikan karakteristik gambar 3.16b, tampak bahwa kenaikan tegangan diantara V_m dan V_v akan menyebabkan menurunnya arus. Oleh karena itu di daerah ini disebut daerah yang mempunyai tahanan negatif terhadap sinyal AC. Kemudian timbul pertanyaan “apakah pengertian tahanan negatif itu dan bagaimanakah kerjanya?”

Tahanan yang umum akan mengambil daya C, kebalikan daripada itu tahanan negatif akan menghasilkan daya AC. Sebagai contoh marilah kita perhatikan sebuah osilator dengan dioda tunnel seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.17 dibawah ini.



Gambar 3.17 Osilator dengan dioda tunnel

Dalam rangkaian yang biasa kita tidak akan mendapatkan sinyal AC output bila dalam rangkaian tersebut tidak terdapat sumber sinyal AC.

Tetapi dalam gambar 3.17 ini, akan mendapatkan sinyal AC output, walaupun tidak ada sumber sinyal AC dalam rangkaian tersebut. Hal ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

Bila tegangan V memberikan catu kepada dioda tunnel sedemikian sehingga dioda tunnel itu berada pada daerah yang mempunyai tahanan negatif tadi, maka dioda tunnel ini akan mengubah daya DC dari baterai menjadi daya AC. Frekuensi dari sinyal AC ini tergantung dari frekuensi resonansi rangkaian L-C. rangkaian seperti gambar 3.17 ini sering kali digunakan untuk membangkitkan sinyal dengan frekuensi-frekuensi tinggi (VHP).

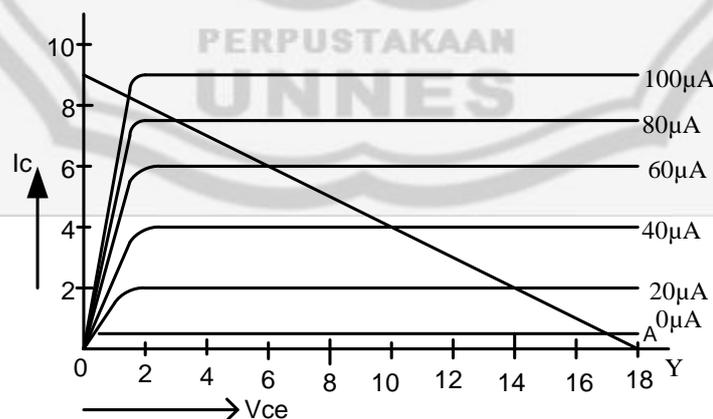
B. KARAKTERISTIK TRANSISTOR

1. Garis Beban DC

Untuk mempelajari kondisi bias pada rangkaian common emitter, pada karakteristik output yaitu dengan menggambarkan garis beban, perhatikanlah gambar berikut ini.

Tegangan kolektor – emitor (V_{CE}) = tegangan sumber dikurangi dengan tegangan pada RC atau:

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_L$$



Gambar 3.18 Garis beban

Bila tegangan bias V_B kurang dari 0,2 volt akan menyebabkan transistor tidak konduksi, maka $I_C = 0$ dan $V_{CE} = V_{CC} - (I_C \cdot R_L) = V_{CC} = 18 \text{ V}$.

Pada kurva karakteristik akan diperoleh titik A.

Jika V_B dinaikan hingga $I_C = 2 \text{ mA}$ kemudian $V_{CE} = 18 - (2 \text{ mA} \cdot 2,2 \text{ K}) = 13,6 \text{ V}$. diperoleh titik B

$I_C = 4 \text{ mA}$, $V_{CE} = 9,2 \text{ V}$, titik C

$I_C = 6 \text{ mA}$, $V_{CE} = 5,6 \text{ V}$, titik D

$I_C = 9 \text{ mA}$, $V_{CE} = 0$, titik E

Dari titik-titik tersebut maka dapat digambarkan satu garis lurus yang dinamakan garis beban untuk $R_L = 2,2 \text{ K}\Omega$.

Di titik A : $I_C = 0$ dan $V_{CE} = V_{CC} = 18 \text{ V}$

Di titik E : $V_{CE} = 0$ dan $I_C = \frac{V_{CC}}{R_L} = 9 \text{ mA}$

Dua transistor dengan tipe yang sama, dipasang pada rangkaian bias yang tergantung pada β , maka kedua transistor akan bekerja dengan titik kerja yang berbeda, pada kurva karakteristiknya. Jenis rangkaian tersebut mempunyai kelemahan yaitu sukar menetapkan hasilnya, respon frekuensi tinggi, stabilitas kurang dan perubahan panas menyebabkan perubahan titik kerja. Dua transistor tipe sama, dipasang pada rangkaian bias tidak tergantung pada β .

Keuntungannya:

1. Mudah member bias pada tegangan basis.
2. Stabilitas temperature dan penguatan tegangan tinggi.

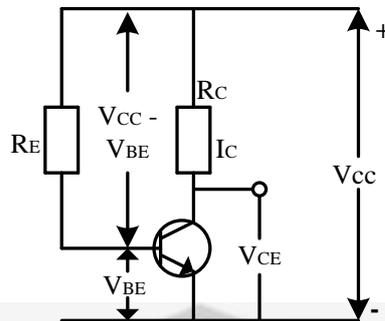
Bila nilai resistor tepat, pemberian bias pada tegangan basis mudah ditentukan. Penetapan titik kerja rangkaian tidak tergantung pada β transistor. Jika resistor emitor di cabang langsung, penguatan tegangan besar. Kelemahannya respon frekuensi tinggi baik.

1. Bias Tetap

Arus basis I_B ditentukan oleh tegangan bias V_{CC} dan resistor R_B .

$$I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B}$$

Merencanakan rangkaian bias seperti gambar 3.19.



Gambar 3.19 Rangkaian bias

Untuk rangkaian bias tetap menggunakan transistor BC 107 nilai h_{FE} rata-rata = 312,5, h_{FE} minimum = 125 dan h_{FE} maksimum = 500, $V_{CC} = 9$ V. kondisi bias DC yang diharapkan adalah pada saat $I_C = 0,25$ mA, $V_{CE} = 4,5$ volt. Berapa level I_E dan V_{CE} maksimum dan minimum, jika $R_C = 1,8$ K Ω dan $R_B = 1$ m Ω .

$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$R_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C}$$

$$I_B = I_C / h_{BE}$$

$$V_{BE} = V_{CC} - I_B \cdot R_B$$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{I_B}$$

$$\text{Bila } h_{FE} = 125 ; I_B = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_B} = \frac{9 - 4,5}{0,001} = 4,5 \text{ mA}$$

$$I_C = h_{FE} \cdot I_B$$

$$= 125 \cdot 4,5 \text{ mA} = 562,5 \text{ mA} = 0,5 \text{ A}$$

$$V_{CE} = 9 \text{ V} - (0,5 \text{ A} \cdot 1,8\text{K}) = 8,1 \text{ volt}$$

$$\text{Bila nilai } h_{FE} = 500 ; I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_B} = 4,5 \text{ A}$$

$$I_C = h_{FE} \cdot I_B = 500 \cdot 4,5 \text{ mA} = 2250 \text{ mA} = 2,25 \text{ A}$$

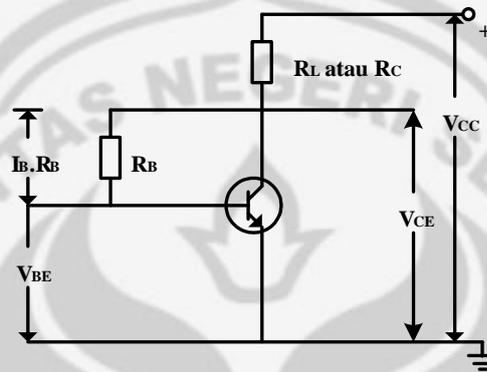
$$V_{CE} = V_{CC} - I_C \cdot R_C$$

$$= 9 \text{ V} - (2,25 \text{ A} \cdot 1,8 \text{ K}) = 5 \text{ Volt}$$

2.

Bias Sendiri

Pada self bias, resistor R_B dihubungkan dengan kolektor transistor. Tegangan yang melewati R_B tergantung pada nilai V_{CE} . Jika I_C lebih besar dari yang direncanakan menyebabkan tegangannya jatuh pada R_C menjadi besar dan V_{CE} menjadi lebih kecil. I_B akan lebih kecil daripada tingkat yang telah dirancang, seperti gambar dibawah ini.



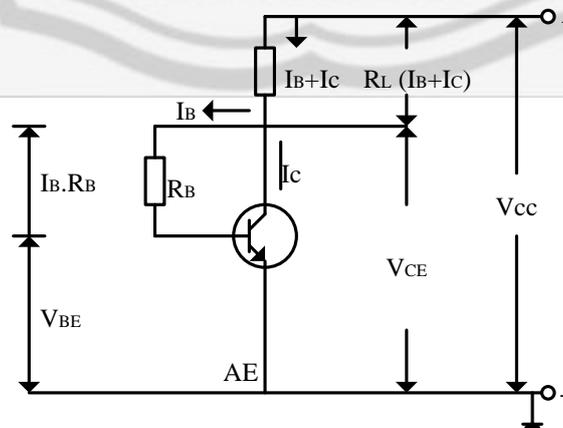
Gambar 3.20 Bias sendiri

$$\text{Rumusnya: } V_{CC} = R_L (I_B + I_C) + V_{CE}$$

$$\text{Dan } V_{CE} = (I_C \cdot R_L) + V_{BE}$$

Sebuah rangkaian bias sendiri dengan $I_C = 0,92 \text{ mA}$ seperti gambar di atas $V_{CE} = 3 \text{ volt}$ h_{FE} rata-rata 150. Berapa besar R_B , R_L , tingkat I_C dan V_{CE} terbesar dan terkecil.

Tegangan transistor pada saat mulai bekerja 0,6 volt, bahan silicon tegangan kerja 6 volt.



Gambar 3.21

Penyelesaian:

1) menghitung R_B

$$I_B = \frac{I_C}{h_{FE}}$$

$$V_{CE} = \frac{I_C}{h_{FE}} \cdot R_B + 0,6 \text{ V}$$

$$= \frac{0,92 \text{ mA}}{150} \cdot R_B + 0,6 \text{ V}$$

$$3 \text{ V} - 0,6 \text{ V} = 6,1 \mu\text{A} \cdot R_B$$

$$R_B = \frac{2,4 \text{ V}}{6,1 \mu\text{A}}$$

$$R_B = \frac{2,4 \text{ V}}{0,0000061 \text{ A}}$$

$$R_B = 390.000 \text{ ohm}$$

$$= 390 \text{ K}\Omega$$

2) menghitung R_C

$$V_{CC} = R_L \left(\frac{I_C}{h_{FE}} + I_C \right) + V_{CE}$$

$$6 \text{ V} = R_L (0,000006 \text{ A} + 0,00092 \text{ A}) + 3 \text{ V}$$

$$6 \text{ V} - 3 \text{ V} = R_L \cdot 0,000926 \text{ A}$$

$$3 \text{ V} = R_L \cdot 0,000926 \text{ A}$$

$$R_L = \frac{3 \text{ V}}{0,000926 \text{ A}}$$

$$R_L = 3239,7 \text{ ohm atau } R_L = 3,24 \text{ K}\Omega$$

Karena resistor 3,24 K tidak ada di pasaran maka resistor 3,24K diganti 3,3 K. bila $h_{FE} = 100$ maka . . .

3) $V_{CC} = R_L (I_B + I_C) + I_B \cdot R_B + V_{BE}$

$$V_{CC} = I_C \left(R_L \left(\frac{1}{h_{FE}} + 1 \right) + \frac{R_B}{h_{FE}} \right) + V_{BE}$$

$$6 \text{ V} = I_C \left(\frac{1}{100} + 1 \right) + \frac{390 \text{ K}}{100} + 0,6 \text{ V}$$

$$6 \text{ V} - 0,6 \text{ V} = I_C (3,3 \Omega + 3300 \Omega + 3900 \Omega)$$

$$5,4 \text{ V} = I_C \cdot 7233 \Omega$$

$$I_C = 0,00075 \text{ A}$$

$$I_C = 0,75 \text{ mA}$$

$$4) V_{CE} = \left(\frac{I_C}{h_{FE}} \cdot R_B \right) + V_{BE}$$

$$V_{CE} = \frac{0,75 \text{ mA} \cdot 390 \text{ K}}{100} + 0,6 \text{ V}$$

$$V_{CE} = 2,91 \text{ V} + 0,6 \text{ V}$$

$$V_{CE} = 3,15 \text{ volt}$$

5) Apabila $h_{FE} = 200$ maka:

$$V_{CC} = I_C \left(R_L \left(\frac{1}{h_{FE}} + 1 \frac{R_B}{h_{FE}} \right) \right) + V_{BE}$$

$$6 \text{ V} = I_C \left(3,3 \text{ K} \left(\frac{1}{200} + 1 \right) + \frac{390 \text{ K}}{200} \right)$$

$$5,6 \text{ V} = I_C \cdot 5,2665 \text{ K}$$

$$I_C = \frac{5,6 \text{ V}}{5,2665 \text{ K}} = 1,06 \text{ mA}$$

$$I_{CE} = \frac{1,06 \text{ mA}}{200} \cdot 390 \text{ K} + 0,6 \text{ V}$$

$$I_{CE} = 2,067 \text{ V} + 0,6 \text{ V}$$

$$I_{CE} = 2,667 \text{ V}$$

3.

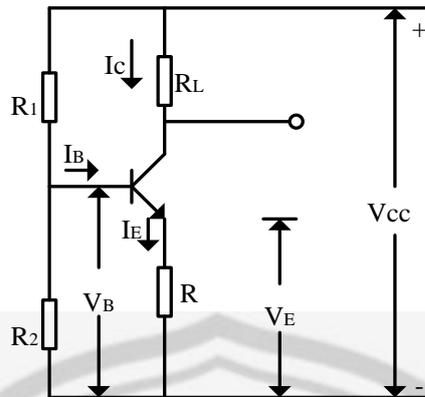
Emitter Bias

Rangkaian emitter bias seperti gambar di bawah resistor R_1 dan R_2 tegangan untuk mendapatkan tegangan bias pada basis (V_B) R_E yang dipasang seri terhadap emitornya.

$$R_E = V_E = I_E \times R_E \text{ dan } V_E = V_B - V_{BE}$$

$$I_E = \frac{V_B - V_{BE}}{R_E}$$

Bila $V_B > V_{BE}$, $I_E = V_B / R_E$



Gambar 3.22 emitor bias

Jika gambar rangkaian di atas diketahui $h_{FE} = 100$, $V_{CC} = 12$ volt, $I_C R_L = 4,2$ volt, $V_{CE} = 4,5$ volt, $V_E = 3,3$ volt dan $I_C = 1,1$ mA.

Hitung tingkat I_C dan V_{CE} pada $h_{FE} = 75$ dan $h_{FE} = 125$...

Penyelesaian:

$$1) I_B = \frac{I_C}{h_{FE}}$$

$$I_B = \frac{1,1 \text{ mA}}{100}$$

$$I_B = 10,1 \mu\text{A} = 0,0101 \text{ mA} = 0,000101 \text{ A}$$

$$R_L = \frac{I_C \cdot R_L}{I_C}$$

$$R_L = \frac{4,2 \text{ volt}}{1,1 \text{ mA}}$$

$$R_L = \frac{4,24 \text{ volt}}{0,0011 \text{ A}}$$

$$R_L = 3900 \text{ ohm atau } = 3 \text{ K } 9 \text{ ohm}$$

$$2) I_E = I_C + I_B$$

$$= 1,1 \text{ mA} + 10,1 \mu\text{A}$$

$$= 1120,2 \mu\text{A} + 10,1 \mu\text{A}$$

$$= 1120,2 \mu\text{A atau } \pm 1,120 \text{ mA atau } = 0,0012 \text{ A}$$

$$R_E = \frac{V_E}{I_E}$$

$$= \frac{3,3 \text{ volt}}{0,0012 \text{ A}}$$

= 2750 ohm digunakan R-2K7 ohm

3) $R_B \leq R_E$

Jika $R_B = 2,7K$ ohm atau 2700 ohm, maka

$$\begin{aligned} V_B &= (I_B \cdot R_B) + V_{BE} + (I_E \cdot R_E) \\ &= (0,0101 \text{ mA} \cdot 2700 \text{ ohm}) + 6 \text{ volt} + (0,0012 \text{ mA} \cdot 2700 \text{ ohm}) \\ &= 0,027 \text{ volt} + 0,6 \text{ volt} + 3,24 \text{ volt} \\ &= 3,867 \text{ volt atau } \pm 3,9 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{V_{CE} \cdot R_B}{V_B} \\ &= \frac{12 \text{ V} \cdot 2700 \text{ ohm}}{3,9 \text{ V}} \\ &= 8307 \text{ ohm digunakan 8200 ohm atau 8K2 ohm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{R_1 \cdot R_B}{(V_{CC} \cdot R_B)} \\ &= \frac{8200 \text{ ohm} \cdot 3,9 \text{ volt}}{12 \text{ volt} - 3,9 \text{ volt}} \\ &= \frac{31980 \text{ volt ohm}}{8,1 \text{ volt}} \\ &= 3948 \text{ ohm, digunakan 3900 ohm atau 3K9 ohm} \end{aligned}$$

Jika h_{FE} minimum = 75 dan h_{FE} maksimum 125.

4) $I_C = 75 \cdot 0,0101 \text{ mA}$
 $= 0,7575 \text{ mA atau } = 0,00076 \text{ A}$

$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_{CC} - (I_C \cdot R_L) - V_E \\ V_{CE} &= 12 \text{ volt} - (0,76 \text{ mA} \cdot 3900 \text{ ohm}) - 3,3 \text{ volt} \\ V_{CE} &= 12 \text{ volt} - 3,96 \text{ volt} - 3,3 \text{ volt} \\ V_{CE} &= 5,736 \text{ volt atau } \pm 5,70 \text{ volt} \end{aligned}$$

$$I_C = 125 \times 0,0101 \text{ mA} = 1,2625 \text{ mA atau } = 0,0013 \text{ A}$$

$$\begin{aligned} V_{CE} &= V_{CC} - (I_C \cdot R_L) - V_E \\ &= 12 \text{ volt} - (0,0013 \text{ A} \cdot 3900 \text{ ohm}) - 3,3 \text{ volt} \\ &= 12 \text{ volt} - 5 \text{ volt} - 3,3 \text{ volt} \\ &= 3,63 \text{ volt atau } \pm 3,6 \text{ volt} \end{aligned}$$

Rangkuman

1. Karakteristik Dioda

Jika anoda (semikonduktor tipe P) dari pada dioda kita hubungan dengan kutub positif sumber arus, sedangkan katodanya (semikonduktor tipe N) dihubungkan dengan kutub negatif, maka mengalirkan arus listrik dengan kuat lewat dioda. Arus itu dikeluarkan dari kutub positif baterai (+) mengalir lewat anoda, lewat katoda, dan kembali ke kutub negatif (-) baterai.

Jika anoda kita hubungkan dengan kutub negatif sumber arus, sedangkan katodanya dengan kutub positif, maka tidak ada arus mengalir atau arus mengalir sangat lemah sekali.

2. Karakteristik transistor

Karakteristik output transistor pada kondisi bias rangkaian common emitter dapat digambarkan dengan garis beban. Tegangan kolektor – emitor (C_{CE}) = tegangan sumber dikurangi dengan tegangan pada RC.

Latihan Soal 3

1. Apakah yang dimaksud dengan semikonduktor tipe-P dan semikonduktor tipe-N?
2. Apakah yang dimaksud dengan dioda mendapatkan tegangan muka maju dan dioda mendapatkan tegangan dioda muka terbalik?
3. Berapakah besar tegangan jatuh maju untuk dioda germanium dan dioda silikon?
4. Jelaskan karakteristik dioda!
5. Sebutkan fungsi dari dioda varaktor!
6. Sebutkan dua jenis transistor dilihat dari sifatnya!

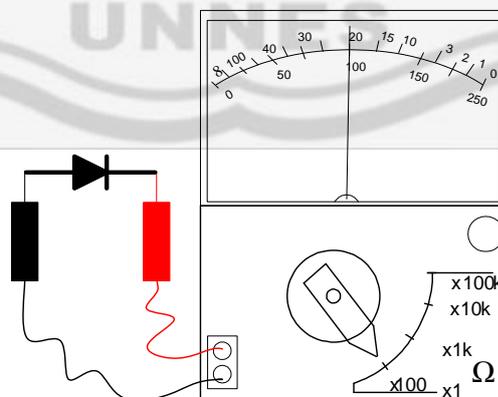
7. Gambarkan simbol transistor NPN dan PNP!

Cocokkanlah jawaban anda dengan kunci jawaban latihan soal 3 yang terdapat di bagian akhir modul ini. Hitunglah jawaban anda yang benar, kemudian gunakan rumus yang terdapat pada kriteria penilaian di bagian akhir modul ini.

LEMBAR KEGIATAN PRAKTIKUM

Percobaan 6.

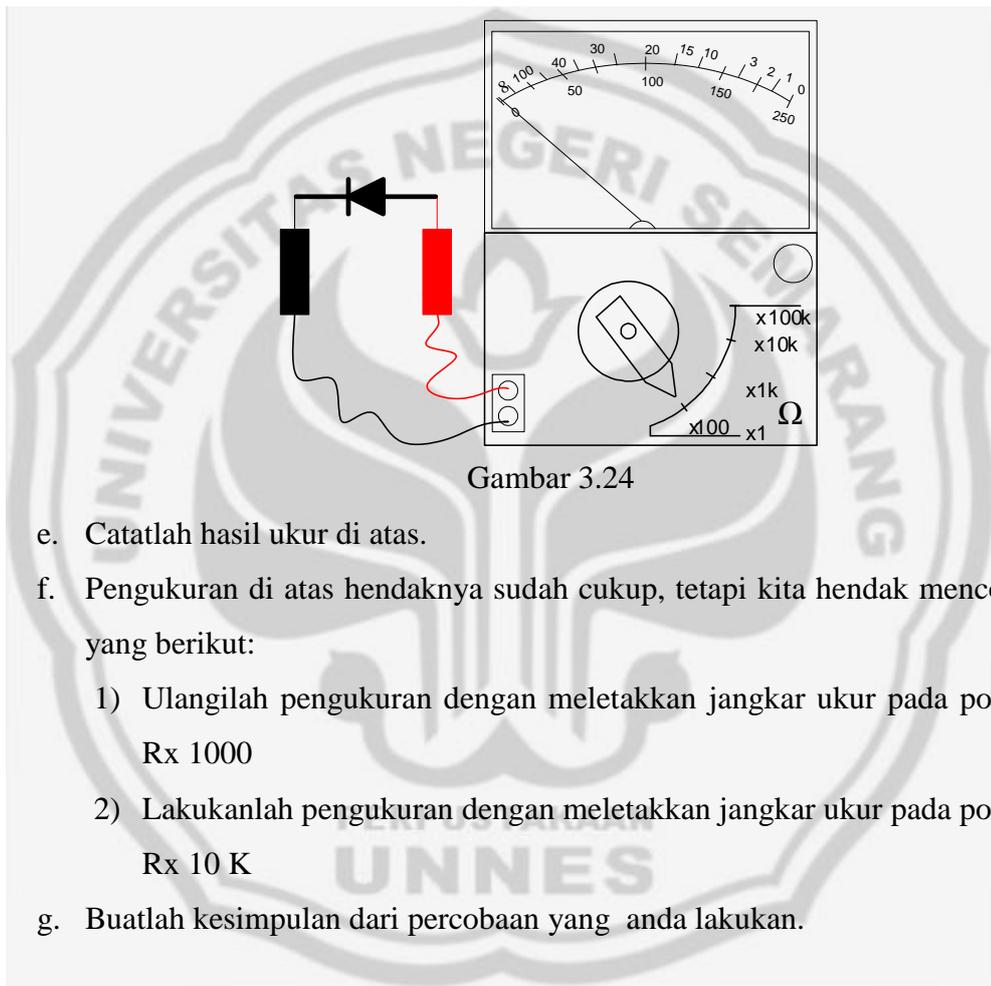
1. **Judul** : Mengukur perlawanan maju dan terbalik pada dioda.
2. **Tujuan** : Siswa dapat mengetahui cara mengukur perlawanan maju dan terbalik pada dioda.
3. **Alat dan Bahan yang digunakan:**
 - AVOMeter
 - Dioda
4. **Langkah Kerja:**
 - a. Letakkan saklar jangka alat ukur ohm pada posisi Rx 100.
 - b. Nolkan alat ukur.
 - c. Untuk mengukur dioda perlawanan maju. Tempelkan kawat positif (probe merah) pada katoda dioda dan kawat hitam (probe negatif) pada anoda dioda (lihat gambar 3.18).



Gambar 3.23

Dengan demikian katoda diberi potensial negatif dari baterai dan anoda diberi potensial positif. Jadi dioda mendapat tegangan muka maju. Maka yang diukurpun adalah perlawanan maju dioda.

- d. Untuk mengukur dioda perlawanan mundur. Tempelkan kawat positif (probe merah) pada anoda dioda dan kawat hitam (probe negatif) pada katoda dioda (lihat gambar 3.24).



Gambar 3.24

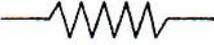
- e. Catatlah hasil ukur di atas.
- f. Pengukuran di atas hendaknya sudah cukup, tetapi kita hendak mencoba yang berikut:
- 1) Ulangilah pengukuran dengan meletakkan jangkar ukur pada posisi Rx 1000
 - 2) Lakukanlah pengukuran dengan meletakkan jangkar ukur pada posisi Rx 10 K
- g. Buatlah kesimpulan dari percobaan yang anda lakukan.

BAB III

EVALUASI

A. PERTANYAAN

Pilihlah salah satu jawaban yang paling tepat dengan memberi tanda silang (X) pada huruf a, b, c, atau d.

1. Yang mengalir dalam kawat penghantar dari kutub positif baterai ke kutub negatif baterai ialah
 - a. Arus elektron
 - b. Arus neutron
 - c. Arus proton
 - d. Arus listrik
2. Satuan hambatan listrik ialah
 - a. Ohm
 - b. Volt
 - c. Ampere
 - d. Watt
3. Satuan tegangan listrik ialah
 - a. Ohm
 - b. Volt
 - c. Ampere
 - d. Watt
4. Satuan arus listrik ialah:
 - a. Ohm
 - b. Volt
 - c. Ampere
 - d. Watt
5. Arus listrik dapat digunakan untuk, kecuali:
 - a. Memutar/menjalankan generator listrik
 - b. Memutar/menjalankan motor listrik
 - c. Menyalakan lampu
 - d. Membuat magnet listrik
6. Sebuah lampu pijar dihubungkan pada tegangan 220 volt dan dialiri arus 3,0 Ampere. Berapa besar resistansi lampu?
 - a. 7,33 Ω
 - b. 73,3 Ω
 - c. 36,6 Ω
 - d. 3,66 Ω
7. Gambar disamping adalah simbol dari:


- a. Kondensator
- b. Resistor
- c. Induktor
- d. Dioda

8. Fungsi resistor adalah untuk
- a. Menghambat besarnya arus listrik yang mengalir
 - b. Menyimpan muatan listrik

- c. Beban induktif
- d. Menahan/memblok arus DC

9. Gambar disamping adalah simbol dari:

- a. Kondensator
- b. Resistor
- c. Induktor
- d. Dioda

10. Fungsi kondensator adalah untuk
- a. Menghambat besarnya arus listrik yang mengalir
 - b. Menyimpan muatan listrik
 - c. Beban induktif
 - d. Menahan/memblok arus AC

11. Bahan pembuat resistor adalah kecuali
- a. Karbon
 - b. Kawat
 - c. paduan logam
 - d. keramik

12. Kondensator 1 nF sama dengan
- a. 10 pF
 - b. 100 pF
 - c. 1000 pF
 - d. 10000pF

13. Berapa tegangan yang ada pada resistor 100 Ohm yang dialiri arus 100 mA?
- a. 0,1 volt
 - b. 1 volt
 - c. 10 Volt
 - d. 100 volt

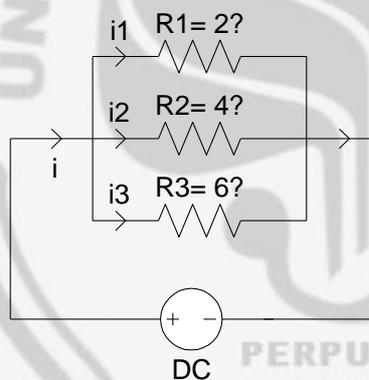
14. Berapa nilai resistor pengganti pada rangkaian dibawah ini?



- a. 0,69 Ω
- c. 690

Jawablah pertanyaan dibawah ini dengan benar!

1. Apa yang dimaksud dengan:
a. Proton b. Elektron c. Neutron
2. Sebutkan sifat-sifat rangkaian resistor seri dan rangkaian resistor paralel yang anda ketahui!
3. Tiga buah resistor dirangkai secara seri dengan nilai masing-masing $R_1 = 1K3$ $R_2 = 2K4$ dan $R_3 = 3K1$, berapakah nilai resistor penggantinya?
4. Berapakah nilai pengganti resistor yang dirangkai secara paralel, jika nilai masing-masing resistor $R_1 = 50\Omega$ $R_2 = 100$ dan $R_3 = 25$?
5. Jika suatu rangkaian seri mempunyai hambatan $R_1=20$, $R_2=200$, $R_3=2000$ dan arus sebesar 10A, maka hitunglah besarnya tegangan yang ada pada masing-masing hambatan total tegangan total!
6. Hitung berapa besarnya arus total dan arus pada masing-masing R_1 , R_2 , R_3 , jika tegangan sumbernya 12 V pada gambar dibawah ini!



7. Sebutkan sifat-sifat induktor terhadap arus AC!
8. Tentukan reaktansi induktif jika diketahui frekuensi rangkaian AC 50 Hz dan induktansi induktor 1 H.
9. Jika sumber listrik 50 Hz diberikan kepada kapasitas $47\mu F$, maka tentukanlah besarnya reaktansi kapasitif!
10. Jelaskan karakteristik dari dioda!

B. KUNCI JAWABAN

1) Kunci jawaban pilihan ganda soal evaluasi

- | | |
|-------|-------|
| 1. D | 11. D |
| 2. A | 12. C |
| 3. B | 13. C |
| 4. C | 14. D |
| 5. A | 15. C |
| 6. B | 16. B |
| 7. B | 17. D |
| 8. A | 18. A |
| 9. A | 19. C |
| 10. B | 20. D |

2) Kunci jawaban essay soal evaluasi

1.
 - a. Proton adalah partikel yang bermuatan listrik positif
 - b. Elektron adalah partikel yang bermuatan listrik negatif
 - c. Neutron adalah partikel yang tidak mempunyai muatan atau netral
2. - Sifat-sifat rangkaian resistor seri
 - a. Besarnya hambatan pengganti (R_s) sama dengan jumlah hambatan pada rangkaian.
 - b. Besarnya kuat arus yang melalui tiap-tiap komponen sama, dan sama dengan kuat arus yang melalui hambatan seri R_s .
 - c. Besarnya tegangan tiap-tiap resistor dapat dihitung dengan hukum Ohm:
 - d. Besarnya tegangan pada hambatan pengganti seri (E) sama dengan jumlah tegangan pada tiap-tiap komponen.
- Sifat-sifat rangkaian resistor paralel
 - a. Besarnya hambatan pengganti (R_p) sama dengan jumlah hambatan pada rangkaian.
 - b. Besarnya kuat arus yang melalui hambatan pengganti paralel (I) sama dengan jumlah kuat arus yang melalui tiap-tiap komponen.

c. Besarnya arus tiap-tiap resistor dapat dihitung dengan hukum Ohm:

d. Besarnya tegangan tiap-tiap komponen sama, dan sama dengan tegangan pada hambatan pengganti paralel R_p .

$$3. R_s = R_1 + R_2 + R_3 \\ = 1300 + 2400 + 3100 = 6800 \Omega$$

$$4. \frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{50} + \frac{1}{100} + \frac{1}{25} = \frac{2+1+4}{100} \\ R_p = \frac{100}{7} = 14,28 \Omega$$

$$5. E_1 = I.R_1 = 10.20 = 200 \text{ V} \\ E_2 = I.R_2 = 200.10 = 2000 \text{ V} \\ E_3 = I.R_3 = 2000.10 = 20000 \text{ V} \\ E = I (R_1+R_2+R_3) = 10 (2220) = 22200 \text{ V}$$

$$6. \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6} = \frac{6+3+2}{12} = \frac{11}{12} \\ R_t = \frac{12}{11} = 1,09 \Omega$$

$$I_t = \frac{E}{R_t} = \frac{12}{1,09} = 11 \text{ A}$$

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{10}{2} = 5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{10}{4} = 2,5 \text{ A}$$

$$I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{10}{6} = 1,3 \text{ A}$$

7. Sifat induktor terhadap arus AC:

a. kumparan lain yang berdekatan, maka kumparan tersebut akan

Akan selalu terjadi tegangan induksi diri (arus selalu berubah)

b. Besarnya tegangan induksi diri tergantung dari: jumlah lilitan, perubahan besarnya arus, perubahan arus terhadap waktu

c. Apabila terdapat terinduksi sehingga timbul tegangan induksi pada kumparan tersebut. Prinsip inilah yang dipakai untuk bahan pembuatan trafo

$$8. X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 1 = 314 \Omega$$

$$9. X_C = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)$$

$$= 1 / (2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 47 \times 10^{-6}) = 67,76 \Omega$$

10. Arus listrik dapat mengalir dari arah anoda ke katoda, tetapi tidak dapat mengalir dari arah katoda ke anoda. Arus hanya mengalir dalam dioda apabila anoda diberi tegangan positif dan katoda diberi tegangan negatif. Pemberian tegangan seperti dikenal pemberian panjaran maju (tegangan muka maju, forward biased). Sebaliknya, apabila anoda diberi tegangan negatif dan katoda diberi tegangan positif maka pemberian tegangan seperti itu dikenal dengan pemberian panjatan terbalik (tegangan muka terbalik, reverse biased).

3) Kunci jawaban latihan soal 1

1. Arus listrik adalah aliran partikel-partikel bermuatan listrik yang bergerak dari kutub positif ke kutub negatif baterai.
2. Elektron adalah partikel yang bermuatan listrik negatif, sedangkan proton adalah partikel yang bermuatan listrik positif.

3. Diket: $I = 0,5 \text{ A}$

$$t = 2 \text{ menit} = 120 \text{ s}$$

Ditanya: $Q ?$

$$\text{Jawab: } Q = I \times t$$

$$= 0,5 \times 120 = 60 \text{ C}$$

4. Diket: $Q = 60 \text{ C}$

$$t = 0,5 \text{ menit} = 30 \text{ s}$$

Ditanya: $I ?$

$$\text{Jawab: } I = Q/t$$

$$= 60/30 = 2 \text{ A}$$

5. Diket: $Q = 60 \text{ C}$

$$t = 210 \text{ s}$$

Ditanya: $I ?$

Jawab: $I = Q/t$
 $= 60/210 = 0,28 \text{ A}$

6. Ohm meter, multimeter

7. a. Dalam kata-kata : Arus listrik yang mengalir sebanding dengan tegangannya dan berbanding terbalik dengan hambatannya.

b. Dalam rumus: $I = V/R$

8. Diket: $V = 110 \text{ V}$

$$I = 0,5 \text{ A}$$

Ditanya: R ?

Jawab: $R = V/I$

$$= 110/0,5 = 5,5 \Omega$$

9. Diket: $R = 275 \Omega$

$$V = 220 \text{ V}$$

Ditanya: I ?

Jawab: $I = V/R$

$$= 220/275 = 0,8 \text{ A}$$

10. Diket: $I = 10 \text{ A}$

$$R = 22 \Omega$$

Ditanya: V ?

Jawab: $V = I \times R$

$$= 10 \times 22 = 220 \text{ V}$$

11. Diket: $V = 15 \text{ V}$

$$R = 1,0 \text{ K}\Omega = 1000 \Omega$$

Ditanya: I ?

Jawab: $I = V/R$

$$= 15/1000 = 0,015 \text{ A}$$

12. AVOMeter singkatan dari: Ampere meter, Volt meter dan Ohm meter.

13. AVO meter dapat digunakan untuk mengukur tegangan dan arus listrik baik arus bolak-balik (AC) maupun arus searah (DC), serta untuk mengukur hambatan/tahanan.

14. Bagian-bagian AVOMeter: Skala meter, cermin, jarum penunjuk, pengatur nol tahanan, penyetel jarum penunjuk nol, daerah batas ukur arus DC, selektor batas ukur, daerah batas ukur tegangan DC, terminal jack positif, terminal jack negatif, papan/ruangan skala meter, daerah batas ukur tahanan, daerah batas ukur tegangan AC.
15. Karena apabila tidak sesuai atau terbalik, yaitu terminal jack positif ditempelkan dengan negatif tegangan, sedangkan terminal jack negatif ditempelkan dengan kutub positif tegangan yang akan kita ukur, maka penyimpangan jarum penunjuk akan ke kiri atau terbalik, sehingga tidak dapat kita baca hasil pengukuran tersebut.
16. a. Konduktor: Konduktor merupakan suatu bahan yang dapat menghantarkan listrik.
b. Isolator: jenis bahan yang sulit menghantarkan listrik.
c. Semikonduktor: Suatu bahan yang tidak dapat digolongkan penghantar tetapi tidak pula dapat digolongkan kepada isolator
17. - Sifat-sifat penting yang dimiliki suatu penghantar adalah kekuatan daya hantar listrik, besarnya tahanan jenis, daya hantar panas, koefisien suhu, tahanan dan daya hantar elektro magnetis termomotoris.
- Sifat-sifat penting yang dimiliki suatu bahan penyekat adalah sifat listrik, Sifat mekanis, Sifat termis, Sifat kimia.
18. - Jenis penghantar bahan konduktor
a. Jenis penghantar bentuk padat (misal: aluminium, seng, besi)
b. Jenis penghantar bentuk cair (misal: larutan asam basa atau garam)
- Jenis penghantar bahan isolator
a. Isolator bentuk padat (batu pualam, plastik, lilin, asbes, mika)
b. Isolator bentuk cair (minyak transformator, minyak kabel)
19. Pada bagian inti atom terdapat proton dan neutron, sedangkan pada bagian kulit atom terdapat elektron.
20. Tegangan barrier pada suhu 25°C untuk dioda germanium adalah $0,3\text{ V}$ sedangkan dioda silikon adalah $0,3\text{ V}$

4) Kunci jawaban latihan soal 2

- a. Resistor tetap (metal film resistor, carbon komposisi resistor, fuse resistor)
b. Resistor variabel (misal: potensiometer, trimpot, LDR, thermistor)

- gelang 1 berwarna hijau = 5 (sebagai angka)
gelang 2 berwarna orange = 3 (sebagai angka)
gelang 3 berwarna coklat = 1 (sebagai angka)
gelang 4 berwarna kuning = $\times 10^4$ (sebagai pengali)
gelang 5 berwarna emas = $\pm 5\%$ (sebagai toleransi)
jadi hasilnya $5310 \text{ K}\Omega \pm 5\%$

- $R_1 = 1\text{K}3 = 1300 \Omega$
 $R_2 = 2\text{K}4 = 2400 \Omega$
 $R_3 = 3\text{K}1 = 3100 \Omega$
 $R_s = ?$
 $R_s = R_1 + R_2 + R_3$
 $= 1300 + 2400 + 3100 = 6800 \Omega$

- $R_1 = 50\Omega$; $R_2 = 100\Omega$; $R_3 = 25\Omega$

$$R_p = ?$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{50} + \frac{1}{100} + \frac{1}{25}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{2+1+4}{100}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{7}{100}$$

$$R_p = \frac{100}{7} = 14,28 \Omega$$

- Kapasitor elco biasanya berbentuk tabung, mempunyai dua kutub kaki berpolaritas positif dan negatif, ditandai oleh kaki yang panjang positif sedangkan yang pendek negatif atau yang dekat tanda minus (-) adalah kaki negatif.

6. a. Reaktansi induktif = Hambatan aliran elektron ketika melewati induktor pada rangkaian AC
 b. Reaktansi kapasitif = Hambatan aliran elektron ketika melewati kapasitor pada rangkaian AC
7. $C_1 = 2,2\mu\text{F}$; $C_2 = 3,3\mu\text{F}$; $C_3 = 4,7\mu\text{F}$
 $C_{\text{total}} = ?$

$$C_{\text{total}} = C_1 + C_2 + C_3$$

$$= 2,2\mu\text{F} + 3,3\mu\text{F} + 4,7\mu\text{F} = 10,2\mu\text{F}$$

8. $f = 50 \text{ Hz}$; $C = 100 \mu\text{F}$
 $X_C = ?$
 $X_C = 1 / (2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)$
 $= 1 / (2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 100 \times 10^{-6}) = 31,84\Omega$
9. Sifat-sifat induktor terhadap arus AC:
 a. kumparan lain yang berdekatan, maka kumparan tersebut akan Akan selalu terjadi tegangan induksi diri (arus selalu berubah)
 b. Besarnya tegangan induksi diri tergantung dari: jumlah lilitan, perubahan besarnya arus, perubahan arus terhadap waktu
 c. Apabila terdapat terinduksi sehingga timbul tegangan induksi pada kumparan tersebut. Prinsip inilah yang dipakai untuk bahan pembuatan trafo
10. $f = 50 \text{ Hz}$; $C = 1 \text{ H}$
 $X_L = ?$
 $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$
 $= 2 \cdot 3,14 \cdot 50 \cdot 1 = 314 \Omega$

11. Macam-macam dioda: dioda penyearah, dioda zener, dioda varaktor, Light Emitting Dioda (LED), dioda photo, dioda schottky, dioda tunnel atau esakai
12. Prinsip kerja transistor, arus akan mengalir dari kolektor ke emitor jika ada arus basis.

13. Kegunaan Transistor:

- a. Memperkuat arus rata-rata atau tegangan rata-rata maupun arus bolak-balik atau tegangan bolak-balik
- b. Menghasilkan getaran listrik, dinamai osilator.
- c. Mencampur arus (atau tegangan) bolak-balik dengan frekuensi yang berlainan (permodulasian)
- d. Saklar elektronik; tujuannya agar saklar tidak cepat arus.

14. Transformator bekerja berdasarkan prinsip induksi elektromagnetik.

Tegangan masukan bolak-balik yang membentangi primer menimbulkan fluks magnet yang idealnya semua bersambung dengan lilitan sekunder. Fluks bolak-balik ini menginduksikan GGL dalam lilitan sekunder. Jika efisiensi sempurna, semua daya pada lilitan primer akan dilimpahkan ke lilitan sekunder

15. IC adalah komponen elektronika aktif yang dikecilkan dan merupakan gabungan dari komponen-komponen aktif (transistor, FET atau MOSFET) dan komponen pasif seperti misalnya resistor, kapasitor, dioda dan sebagainya yang terintegrasi menjadi satu.

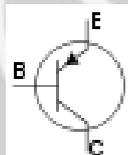
5) Kunci jawaban latihan soal 3

1. Disebut semikonduktor tipe-P, sebab germanium (dan silikon) itu sekarang menjadi kekurangan elektron, sehingga bersifat positif, sedangkan semikonduktor tipe-N, sebab bahan ini berlebihan elektron, sehingga bersifat negatif.
2. Disebut dioda mendapatkan tegangan muka maju apabila anoda diberi tegangan positif dan katoda diberi tegangan negatif. Sedangkan dioda mendapatkan tegangan dioda muka terbalik apabila anoda diberi tegangan negatif dan katoda diberi tegangan positif.
3. Tegangan jatuh untuk dioda Ge sekitar 0,3 volt sedangkan untuk dioda Si sekitar 0,6 volt.
4. - Jika anoda (semikonduktor tipe P) dari pada dioda kita hubungan dengan kutub positif sumber arus, sedangkan katodanya (semikonduktor tipe N) dihubungkan dengan kutub negatif, maka

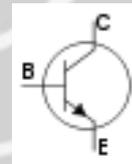
mengalirkan arus listrik dengan kuat lewat dioda. Arus itu dikeluarkan dari kutub positif baterai (+) mengalir lewat anoda, lewat katoda, dan kembali ke kutub negatif (-) baterai.

- Jika anoda kita hubungkan dengan kutub negatif sumber arus, sedangkan katodanya dengan kutub positif, maka tidak ada arus mengalir atau arus mengalir sangat lemah sekali.

5. Dioda varactor dipakai terutama sebagai:
 - a. modulator reaktansi
 - b. pengatur frekuensi otomatis (AFC) dalam pemancar FM dan penerima-penerima FM
6. Jenis transistor dilihat dari sifatnya, yaitu transistor NPN dan PNP.
7. Gambar simbol transistor NPN dan PNP



(a) transistor PNP



(b) transistor NPN

C. KRITERIA PENILAIAN

1. Penilaian teori

No	Penilaian	Jumlah Soal	Bobot masing-masing soal	Perolehan Skor	Ket
1.	Penilaian Pilihan ganda	20	1	$N = \frac{\sum \text{jawaban benar}}{20} \times 100$	Syarat lulus nilai minimal 70
2.	Penilaian essay evaluasi	10	1	$N = \frac{\sum \text{jawaban benar}}{10} \times 100$	
3.	Penilaian soal latihan 1	20	1	$N = \frac{\sum \text{jawaban benar}}{20} \times 100$	
4.	Penilaian soal latihan 2	15	1	$N = \frac{\sum \text{jawaban benar}}{15} \times 100$	
5.	Penilaian soal latihan 3	7	1	$N = \frac{\sum \text{jawaban benar}}{7} \times 100$	

2. Penilaian praktek

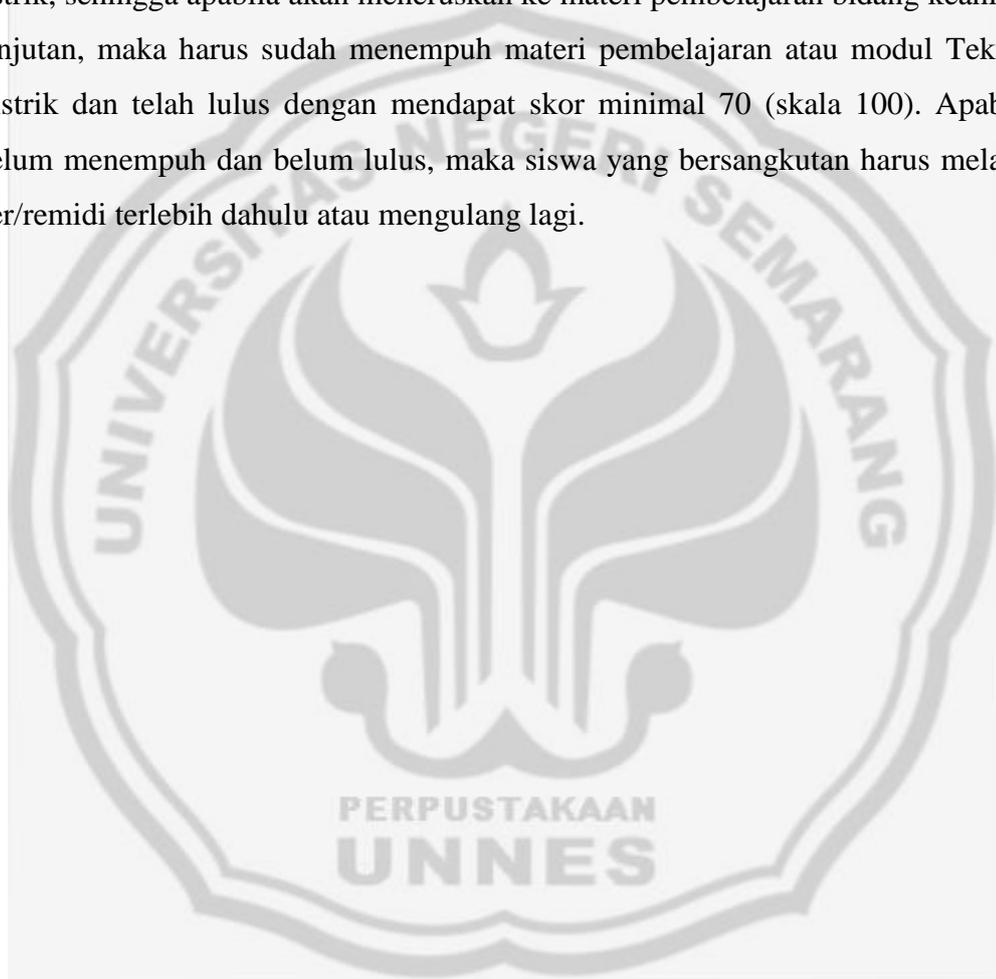
Kriteria	Skor (1-10)	Bobot	Nilai	Keterangan
Kognitif		3		Syarat lulus nilai minimal 70
Psikomotor		3		
Keberhasilann rangkaian bekerja		2		
Ketepatan waktu		1		
Ketepatan penggunaan alat		1		
Nilai Akhir				



BAB. IV

PENUTUP

Materi pembelajaran pada modul ini merupakan materi dasar yang harus dimiliki oleh setiap siswa yang mengambil keahlian di bidang teknik instalasi tenaga listrik, sehingga apabila akan meneruskan ke materi pembelajaran bidang keahlian lanjutan, maka harus sudah menempuh materi pembelajaran atau modul Teknik Listrik dan telah lulus dengan mendapat skor minimal 70 (skala 100). Apabila belum menempuh dan belum lulus, maka siswa yang bersangkutan harus melalui her/remidi terlebih dahulu atau mengulang lagi.



DAFTAR PUSTAKA

Bishop, Owen. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Jakarta: PT. Erlangga

Fadillah, Kismet dkk. 2000. *Penerapan Konsep Dasar Listrik Jilid 1*. Bandung: PT. Angkasa

Manurung, Sonti dkk. 1997. *Teknik Elektronika Jilid 1*. Bandung: PT. Angkasa

Santoso, Anton. 2004. *Dasar-dasar Elektronika*. Pekalongan: SMKN 1 Kedungwuni

Sulistiyono, Agung. 2005. *Menguasai Teori Dasar Elektronika*. Semarang: SMKN 4 Semarang

Tim Fakultas Teknik. 2003. *Elektronika Analog*. Yogyakarta: UNY

