

MODUL PEMBELAJARAN

KODE : MKH.KE (1) 09 (80 Jam)

PIRANTI SEMIKONDUKTOR

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMBANGKITAN**



**PROYEK PENGEMBANGAN PENDIDIKAN BERORIENTASI KETERAMPILAN HIDUP
DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
2003**

KATA PENGANTAR

Bahan ajar ini disusun dalam bentuk modul/paket pembelajaran yang berisi uraian materi untuk mendukung penguasaan kompetensi tertentu yang ditulis secara sequensial, 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 walaupun modul ini dipersiapkan untuk peserta diklat/siswa SMK 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 SMK. Penyusunan Bahan Ajar Modul bertujuan untuk menyediakan bahan ajar berupa modul produktif sesuai tuntutan penguasaan kompetensi tamatan SMK sesuai program keahlian dan tamatan SMK.

Demikian, mudah-mudahan modul ini dapat bermanfaat dalam mendukung pengembangan pendidikan kejuruan, khususnya dalam pembekalan kompetensi kejuruan peserta diklat.

Jakarta, 01 Desember 2003
Direktur Dikmenjur,

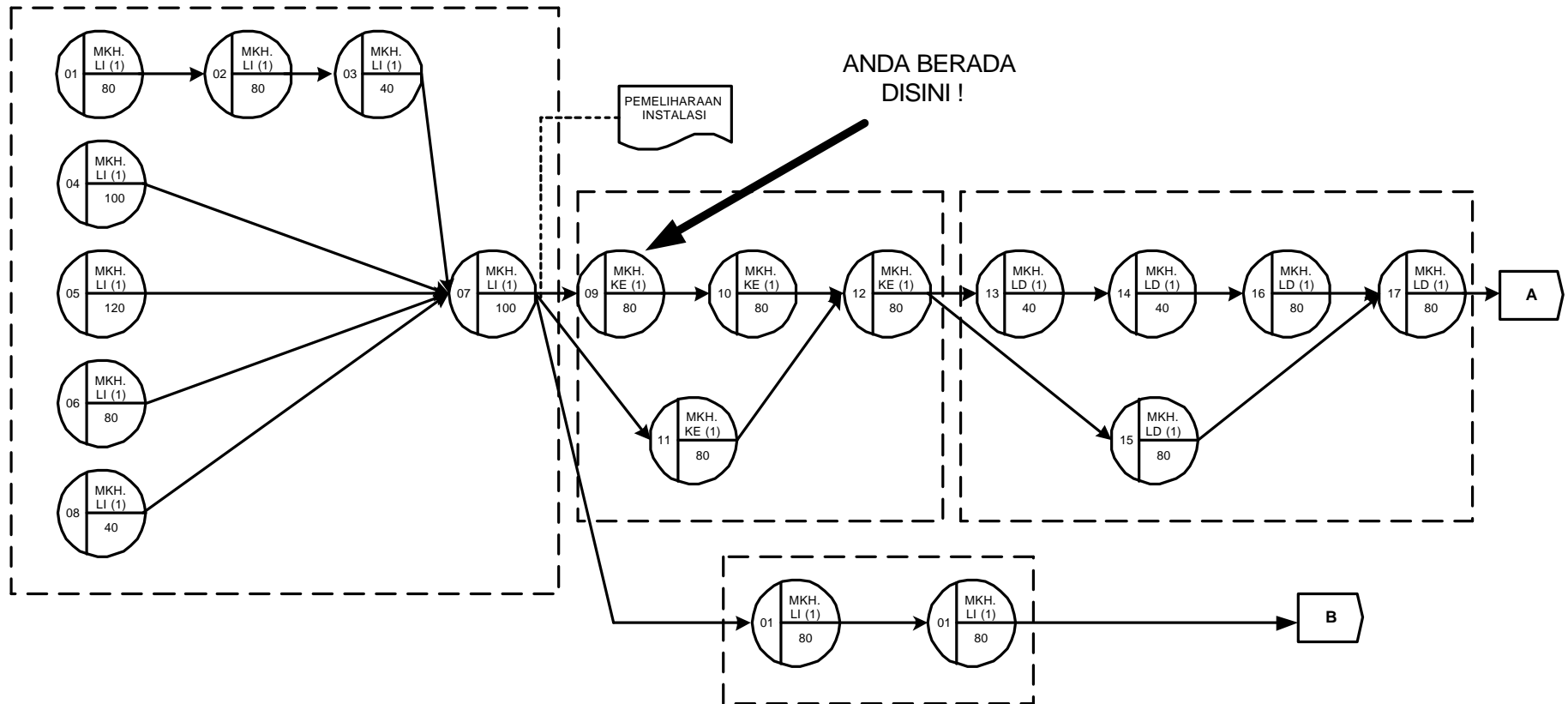
Dr. Ir. Gator Priowirjanto
NIP 130675814

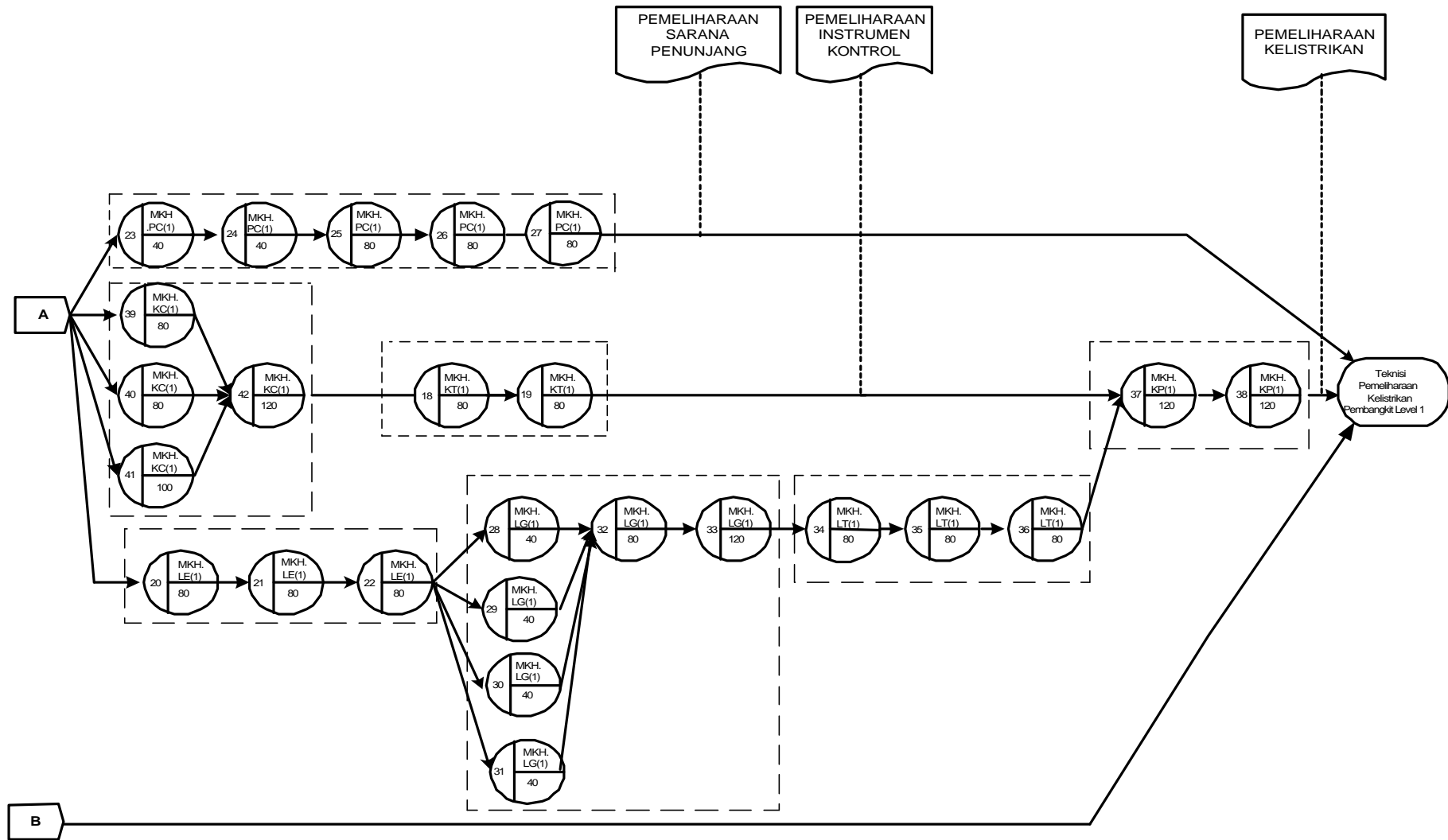
DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
REKOMENDASI	ii
DAFTAR ISI	iv
PETA KEDUDUKAN MODUL	v
GLOSARRY/PERISTILAHAN	
I PENDAHULUAN	1
A. Deskripsi	1
B. Prasyarat	1
C. Petunjuk Penggunaan Modul	2
D. Tujuan Akhir.....	3
E. STANDAR KOMPETENSI.....	4
F. Cek Kemampuan	6
II PEMBELAJARAN	7
A. RENCANA BELAJAR PESERTA DIKLAT.....	7
B. KEGIATAN BELAJAR.	8
Kegiatan Belajar 1	8
A. Tujuan Kegiatan	8
B. Uraian Materi	8
C. Rangkuman 1	18
D. Tugas 1	20
E. Formatif 1	21
F. Jawaban Test Formatif 1	25
Kegiatan Belajar 2	26
A. Tujuan Kegiatan	26
B. Uraian Materi	26
C. Rangkuman 2	48
D. Tugas 2	50

E.	Test Formatif 2	52
F.	Jawaban Test Formatif 2	55
G.	Lembar Kerja Praktek.....	56
III	EVALUASI	58
IV	PENUTUP	65
	DAFTAR PUSTAKA	66
	STORYBOARD	68

PETA POSISI MODUL KOMPETENSI SMK
PROGRAM KEAHLIAN TEKNIK PEMBANGKITAN TENAGA LISTRIK
MODUL PIRANTI SEMIKONDUKTOR
(MKH.KE(1).09)





PERISTILAHAN (GLOSSARIUM)

Analog	Sebanding (dalam alat ukur biasanya diartikan dengan meter yang menggunakan alat penunjuk jarum)
Bias	<i>Pemberian sumber daya (tegangan atau arus).</i>
Bidirectional	<i>Dua arah.</i>
Continous Tester	<i>Alat penguji kondisi sambungan penghantar.</i>
Dominasi	<i>Kelompok terbesar yang menguasai</i>
Ekuivalen	<i>Sejenis dan mempunyai sifat yang serupa.</i>
Elektroda	<i>Kaki sambungan yang bersifat sebagai penghantar</i>
Emisi	<i>Memancarkan</i>
Heat Sink	<i>Peredam panas piranti elektronik yang terbuat dari bahan logam, misal alumunium bersirip.</i>
Indikator	<i>Tanda (penanda)</i>
Inverse Voltage	<i>Tegangan balik</i>
Ion	<i>Atom bermuatan</i>
Junction	<i>Sambungan atau gandengan antara dua jenis atau lebih bahan yang berbeda sifat.</i>
Karakteristik	<i>Sifat atau ciri kinerja</i>
Kuadran (Quadrant)	<i>Empat wilayah kerja dalam grafik salib sumbu</i>
Over Current	<i>Arus lebih (berlebihan)</i>
Pasta Silikon	<i>Pasta pendingin yang terbuat dari bahan silikon</i>
Range	<i>Batas ukur</i>
Rangkaian kaskade	<i>Rangkaian seri dari dua jenis piranti elektronik, misal transistor PNP dan NPN.</i>
Solid State Lamp	<i>Lampu yang rijid (kokoh).</i>
Temperatur Mutlak	<i>Temperatur dalam satuan derajat Kelvin (SI unit) yang setara dengan $- 273^{\circ}C$.</i>
Valensi	<i>Martabat atau pembawa sifat dari sebuah atom unsur</i>

I. PENDAHULUAN

A. DESKRIPSI

Modul ini berjudul *Piranti Semikonduktor* dari Unit Kompetensi Memerika Elektronik (K.HKE 1) dipersiapkan bagi anda siswa Sekolah Menengah Kejuruan Kelompok Rekayasa Teknologi Program Keahlian Pembangkitan Level II direncanakan untuk 80 jam.

Modul ini berisikan tentang *pengetahuan dan pemahaman akan piranti* (komponen Semikonduktor dimulai dari pengertian bahan semikonduktor, macam-macam IKT Transistor Bipolar, Keluarga Thyristor serta pemanfaatannya tanpa dilengkapi a rangkaian dan uraian lengkap karakteristiknya.

Modul ini tidak ada kaitan secara langsung dengan modul lainnya, jadi dipelajari tersendiri.

Setelah modul ini dapat anda kuasai, maka hasil belajar yang akan anda capai adalah adanya pemahaman terhadap ilmu elektronika, khususnya mampu mengidentifikasi komponen elektronik.

Dengan pengetahuan dasar ini akan membimbing anda ke arah pekerjaan kemampuan yang dimiliki khususnya *bidang keahlian perawatan dan perbaikan* berkaitan dengan dunia elektronik dan bidang keahlian Pembangkitan umumnya.

B. PRASYARAT

Untuk mempelajari modul ini tidak diperlukan prasyarat khusus, tapi dikare modul ini dilengkapi dengan Lembar Kerja, maka sudah tentu diperlukan pengu

anda terhadap alat-alat ukur besaran listrik dan yang paling penting adalah r
anda terhadap Keselamatan Kerja dan Bahaya Listrik.

C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

1. Modul ini dapat anda pelajari secara klasikal ataupun individual, di setiap kompetensi dapat diukur setelah menyelesaikan tugas-tugas terdapat dalam topik-topik pembelajaran modul ini secara tuntas (M: Learning) baik ranah pengetahuan, sikap dan khususnya ranah keterampilan
2. Jika anda sudah merasa mampu untuk menyelesaikan salah satu topik modul ini, maka anda **diperkenankan** untuk meminta kepada pembimbing anda guna **diuji** kompetensinya.
3. Jika anda sudah dinyatakan kompeten untuk satu topik pertama **dilewati** uji kompetensi tersebut di atas, maka anda **diperkenankan** melanjutkan ke topik (pembelajaran) berikutnya.
Tapi jika dianggap belum kompeten, maka sebaiknya anda tidak segan mengulang kembali dengan arahan guru pembimbing.
4. Dalam pembelajaran modul ini diperlukan persiapan beberapa peralatan dan piranti-piranti elektronik baik aktif maupun pasif serta sumber searah dan bolak-balik yang tetap maupun variabel.

D. TUJUAN AKHIR

Karena modul ini mengacu pada Kurikulum 2004 (Standar Kompetensi Nasic maka setelah anda menyelesaikan kegiatan belajar ini ada beberapa kinerja diharapkan untuk anda kuasai dan telah memenuhi persyaratan dari dunia seperti berikut :

1. Memahami prosedur pemeliharaan elektronik
 2. Menyiapkan pelaksanaan pemeliharaan elektronik
 3. Melaksanakan pemeliharaan elektronik
-

E. STANDAR KOMPETENSI

Kode Kompetensi	: K.HKE (1)
Kompetensi	: Memelihara Piranti Elektronik
Sub Kompetensi	: 1. Mengidentifikasi Piranti Elektronik 2. Menguji Piranti Semikonduktor
Kriteria Unjuk Kerja	: 1.1. Piranti Semikonduktor diidentifikasi berdasarkan dan karakteristiknya. 2.1. Piranti Semikonduktor diuji dengan menggunakan peralatan yang tepat sesuai dengan karakteristiknya
Lingkup Belajar	: Unit Kompetensi ini berkaitan dengan pemahaman kemampuan tentang pemeliharaan piranti elektronik digunakan di industri.
Pengetahuan	: - Menjelaskan fisik dan karakteristik piranti semikonduktor - Menjelaskan cara pengujian piranti dengan alat yang tepat
Keterampilan	: Menguji piranti semikonduktor dengan alat yang tepat.
Sikap	: Mematuhi prosedur dan keselamatan kerja yang ditetapkan
Kode Modul	: MKH.KE(I).09

E. CEK KEMAMPUAN

KONDISI	PENGUASAAN		REMARK
	YA	BELUM	
1. Penguasaan terhadap peralatan ukur listrik analog			
2. Penguasaan terhadap peralatan ukur listrik digital			
3. Penguasaan terhadap peralatan ukur elektronik (Oscilloscope)			
4. Penguasaan terhadap peralatan perbaikan elektronik			
5. Penguasaan terhadap prosedur perbaikan dan perawatan elektronik			
6. Penguasaan terhadap jenis piranti aktif semikonduktor			

II. PEMBELAJARAN

RENCANA PEMBELAJARAN SISWA

No.	Jenis Kegiatan	Tanggal	Waktu (menit)	Tempat Belajar	Paraf Guru
01.					
02.					
03.					
04.					
05.					
06.					
07.					
08.					
09.					
10.					
11.					
12.					
13.					
14.					
15.					
16.					
17.					
18.					
19.					
20.					
TOTAL					

CATATAN : Diisi oleh petatar / siswa dan diketahui oleh guru pembimbing.

KEGIATAN BELAJAR 1

BAHAN SEMIKONDUKTOR

TUJUAN




Setelah mengikuti Kegiatan Belajar – 1 ini diharapkan anda mempunyai kemampuan dalam :

- ✍ Memahami bahan semikonduktor dan sifatnya
- ✍ Memahami terbentuknya bahan semikonduktor tipe P dan N dan Junction PN
- ✍ Memahami sifat PN Junction dalam bias maju dan mundur

1. PENDAHULUAN

Bahan semikonduktor (setengah penghantar) adalah bahan selain penghantar dan penyekat yang pada temperatur mutlak yaitu pada temperatur 0° K atau -273° C dan dalam keadaan murninya mempunyai sifat sebagai penyekat ; sedangkan pada temperatur kamar (27° C) dapat berubah sifatnya menjadi bahan penghantar. Dengan demikian bahan semikonduktor ini adalah bahan yang dapat berubah sifat kelistrikannya apabila temperaturnya berubah-ubah.

Berikut ini adalah tabel periodik unsur golongan atom bahan semikonduktor.

III A 	IV A 	V A 
5 B BORON 10,82	6 C CARBON 12,01	7 N NITROGEN 14,008
13 Al ALUMINIUM 26,97	14 Si SILICON 28,09	15 P PHOSPHORUS 31,02
31 Ga GALIUM 69,97	32 Ge GERMANIUM 72,60	33 As ARSENIC 74,91
49 In INDIUM 114,8	50 Sn TIN 118,7	51 Sb ANTIMONY 121,8

Tabel 1-1. Tabel periodik

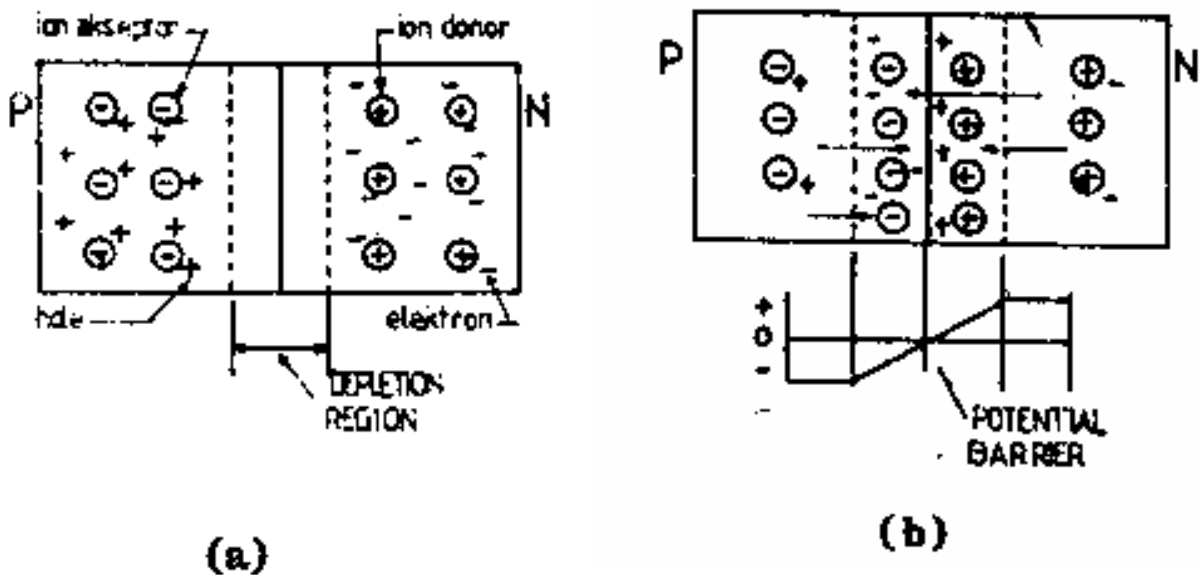
Bahan dasar yang banyak digunakan untuk pembuatan piranti semikonduktor (elektronik) adalah *Silikon* (Silizium) disingkat **Si** dan *Germanium* disingkat **Ge** dimana kedua unsur bahan ini mempunyai jumlah elektron valensi yang sama, yaitu empat buah elektron valensi sehingga dari tabel kedua unsur tersebut berada pada golongan periodik yang sama, yaitu golongan IV.

2. TERBENTUKNYA JUNCTION –PN

Bahan dasar tersebut selanjutnya dicampurkan dengan unsur lain yang bervalensi berbeda, misalnya Silikon yang bervalensi empat dicampur dengan unsur Galium (Ga) yang bervalensi tiga sehingga hasilnya adalah bahan semikonduktor *Silikon tipe P* (positip). Sedangkan jika unsur Silikon ini dicampur dengan unsur lain yang bervalensi lima misalnya unsur Arsenikum (As) akan menghasilkan bahan semikonduktor *Silikon tipe N* (negatip).

Jika tipe P dan tipe N tersebut dilekatkan (junction), maka akan terbentuk suatu gabungan baru yang dikenal sebagai PN-Junction.

Sebelum terjadi penggabungan, muatan terbanyak (mayoritas) pada P adalah positip dan pada N adalah negatip. Setelah sambungan terjadi maka akan terjadi sebaliknya dimana terjadinya suatu proses penyeberangan muatan (diffusi) antar P dan N. Gambar 1.1. memperlihatkan proses diffusi tersebut.

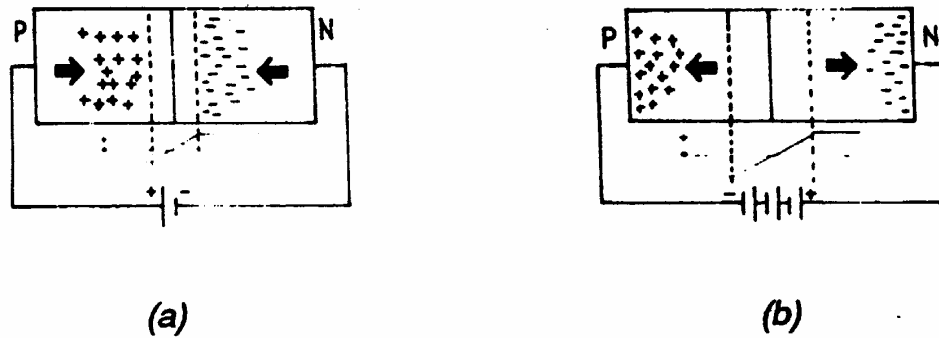


Gambar 1.1. Diffusi muatan pada PN-Junction

Di daerah perbatasan terdapat suatu lapisan pengosongan (Depletion Layer), dimana pada daerah tersebut banyak ion-ion yang mengambang dan membentuk daerah penghalang yang mengakibatkan munculnya potensial penghalang (Potential-Barrier).

3. BIAS MAJU DAN MUNDUR PN-JUNCTION

Jika sekarang PN-Junction ini kita beri muatan dari suatu sumber searah, dimana lapisan P diberi muatan positif dan N diberi negatif batere, maka gerakan elektron akan menuju ke arah kiri sedangkan gerakan muatan positif (hole) ke arah kanan seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.2. (a).



Gambar 1.2. Bias maju dan mundur PN-Junction

Pada daerah sambungan banyak terdapat elektron-bebas yang bergerak ke arah kiri sehingga potensial penghalang menjadi surut. Karena mayoritas muatan pada P adalah negatif, maka banyak elektron dari daerah ini mengalir menuju kutub (+) batere dan sebaliknya muatan positif (hole) akan bergerak menuju arah kanan, sementara di daerah tengah potensial penghalangnya akan surut dan hambatannya berkurang. Sistem bias yang diperlihatkan pada gambar 1.2. (a) disebut *bias maju* (Forward-Bias).

Gambar 1.2.(b). memperlihatkan lapisan P diberi muatan negatif dan N positif, system ini disebut *bias mundur* (Reverse-Bias). Karena mayoritas lapisan P adalah negatif, maka antara muatan yang sejenis akan terjadi tolak-menolak sehingga banyak elektron yang bergerak ke arah kanan sedangkan hole akan bergerak ke arah kiri. Pada kejadian ini pada daerah sambungan terjadi penumpukan atom yang berubah kembali menjadi netral. Akibatnya potensial-penghalang akan semakin lebar yang berarti hambatannya akan semakin besar sehingga tidak terjadi aliran elektron atau dengan perkataan lain *arus tidak dapat mengalir pada bias mundur* ini.

RANGKUMAN – 1

- ⌘ Dalam keadaan murni dan pada temperature absolute ($-273^0\text{ C} = 0^0\text{ K}$) bahan semikonduktor bersifat sebagai penyekat (isolator) arus listrik.
- ⌘ Bahan semikonduktor yang banyak digunakan sebagai piranti elektronik adalah bahan dari unsur Silikon (Si) dan Germanium (Ge) yang mempunyai valensi empat.
- ⌘ Pencampuran antara bahan silikon atau germanium dengan unsur lain yang bervalensi tiga, misalnya Galium (Ga) menghasilkan bahan Semikonduktor tipe P (positip). Sedangkan campuran antara bahan Si atau Ge dengan unsur yang bervalensi lima misalkan Indium (In) akan menghasilkan bahan semikonduktor tipe N (negatip).
- ⌘ Gandengan (junction) bahan semikonduktor P dan N disebut PN-Junction dan mendasari PN-Dioda.

LATIHAN – 1

1. Apa yang dimaksud dengan bahan semikonduktor dalam keadaan murni ?
2. Kapan atau dalam kejadian apa bahan semikonduktor murni berubah sifat ?
3. Ceriterakan terjadinya tipe N semikonduktor !
4. Apa yang terjadi dengan lapisan (junction) PN, jika diberi bias maju dan mundur ?
5. Apa yang dimaksud dengan potensial penghalang ?

JAWABAN LATIHAN - 1

1. Yang dimaksud dengan bahan semikonduktor dalam keadaan murni adalah bahan asli yang belum dicampur (dikontaminasikan) dengan unsur lain.
2. Bahan semikonduktor murni akan berubah sifat dari isolator ke konduktor apabila temperaturnya dinaikkan atau juga apabila bahan murni tersebut dicampurkan dengan unsur lainnya (doping).
3. Tipe N semikonduktor terjadi apabila unsur murni dari Germanium atau Silikon yang bervalensi empat dicampurkan dengan unsur lain misal Arsenikum, Antimon yang bervalensi lima.
4. Jika PN Junction diberi bias maju, maka akan terjadi penyempitan di daerah deplesi, sehingga nilai hambatnya mengecil dan mempermudah arus listrik untuk mengalir dari P ke N atau dari anoda ke katoda.
Sedangkan jika diberi bias mundur, maka daerah deplesi akan melebar atau nilai hambatnya semakin besar sehingga menyulitkan arus untuk mengalir.
5. Potensial penghalang atau potential Barrier adalah potensial pada sambungan PN yang melawan polaritas lapisan, dimana pada lapisan P didominasi oleh ion negatif sedangkan pada lapisan N didominasi oleh ion positif. Akibatnya akan menghalangi perlintasan hole dan elektron bebas.

KEGIATAN BELAJAR 2

DIODA SEMIKONDUKTOR

TUJUAN

Setelah mengikuti Kegiatan Belajar – 2 ini diharapkan anda mempunyai kemampuan dalam :

- ✍ Memahami dioda semikonduktor beserta sifatnya
- ✍ Mengidentifikasi dioda semikonduktor
- ✍ Menguji dan menggunakan dioda semikonduktor dalam rangkaian elektronik

1. PENDAHULUAN

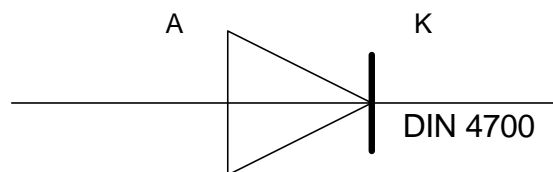
Sambungan bahan semikonduktor P dan N pada kegiatan belajar – 1 mendasari piranti elektronik aktif yang salah satunya disebut sebagai Dioda Semikonduktor. Dioda berasal dari kata *DI* = dua dan *ODA* = elektroda atau dua elektroda, dimana elektroda-elektrodanya tersebut adalah ANODA yang berpolaritas **positip** dan KATHODA yang berpolaritas **negatip**.

Ada berbagai jenis dioda yang dibuat sesuai dengan fungsinya tanpa meninggalkan karakteristik serta spesifikasinya, seperti dioda penyearah (rectifier), dioda Emisi Cahaya (LED), dioda Zenner, dioda photo (Photo-Dioda) dan Dioda Varactor.

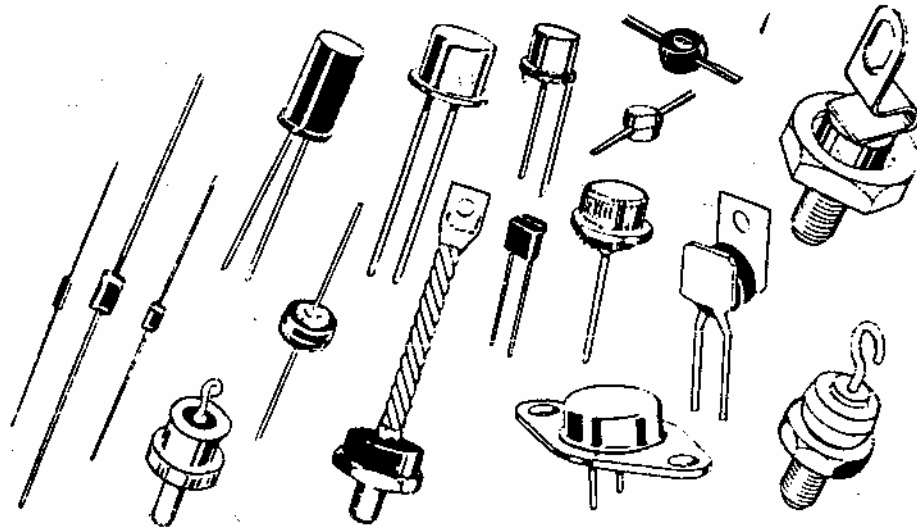
2. DIODA PENYEARAH (RECTIFIER)

Dioda penyearah adalah jenis dioda yang terbuat dari bahan Silikon yang berfungsi sebagai penyearah tegangan / arus dari arus bolak-balik (ac) ke arus searah (dc) atau mengubah arus ac menjadi dc.

Secara umum dioda ini disimbolkan seperti terlihat pada gambar 2.1. dan bangun fisiknya beragam seperti gambar 2.2.



Gambar 2.1. Simbol umum dioda versi DIN

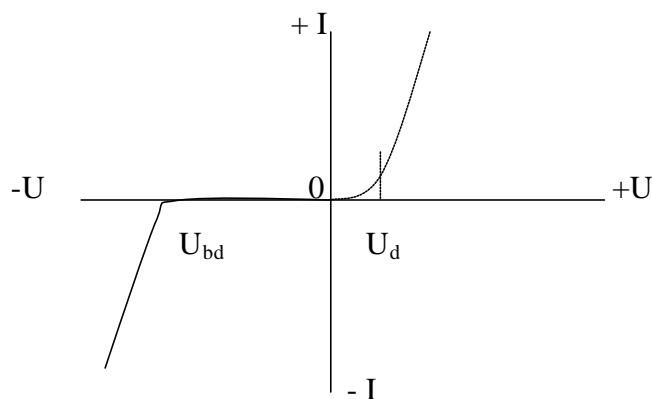


Gambar 2.2. Bentuk fisik bermacam-macam dioda rectifier

Karakteristik dioda pada umumnya adalah :

- a) Jika diberi bias maju, maka akan mengalirkan arus dari arah anoda ke kathoda, dan idealnya hambatan majunya $R_f = 0$ ohm,
- b) Jika diberi bias mundur tidak akan mengalirkan arus dan idealnya hambatan munduranya $R_b = ?$.

Gambar berikut memperlihatkan karakteristik listrik dioda penyearah hubungan antara arus dan tegangan [$I = f(U)$] untuk arah maju (forward) dan mundur (reverse).



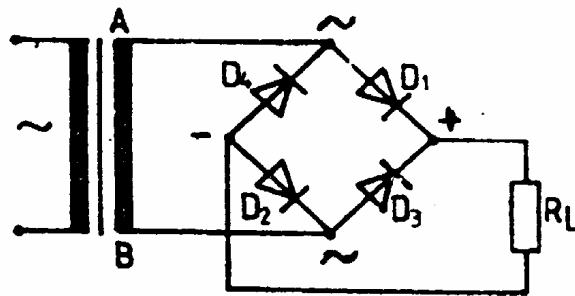
Gambar 2.3. Karakteristik listrik dioda

Tegangan saat dioda mulai menghantarkan arus disebut sebagai tegangan kerja dioda (U_d). Tegangan kerja dioda jenis silikon sekitar 0,6 volt sedangkan tegangan kerja dioda jenis germanium sekitar 0,3 volt.

Pada karakteristik reverse diperlihatkan adanya tegangan Break-Down (U_{bd}), dimana pada saat tegangan reverse dioda mencapai tegangan tertentu akan terjadi aliran arus yang drastis membesar. Jika tegangan ini diperbesar lagi, maka akan menimbulkan kerusakan pada dioda, oleh karena itu dalam penggunaannya diberikan nilai nominal yang dikenal sebagai *Peak Inverse Voltage* disingkat PIV.

Contoh penggunaan dioda dalam rangkaian diantaranya adalah sebagai *penyearah arus ac ke dc* baik setengah gelombang (half-wave rectifier) atau gelombang penuh (full-wave rectifier), pelipat tegangan (multiplier), pemotong (clipper), penjepit (clamper).

Gambar 2.4. memperlihatkan contoh penggunaan dioda dalam rangkaian penyearah gelombang penuh.



Gambar 2.4. Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh

 CATATAN :

3. PENGKODEAN DIODA

Ada tiga system pengkodean untuk dioda-dioda, yaitu

- a. *Sistem Amerika*, dimana dioda-dioda ditandai dengan angka dan huruf 1N dan diikuti dengan nomor tipe contohnya 1N4001, 1N4004 dan sebagainya,
- b. *Sistem Jepang*, ditandai dengan 1S dan diikuti dengan angka dan huruf seperti sistem amerika,
- c. *Sistem Eropa* terdiri dari dua atau tiga huruf dan diikuti dengan nomor seri, dimana huruf pertama menyatakan bahan dasar dari dioda tersebut.

A = Germanium dan B = Silikon.

Sedangkan huruf kedua menyatakan fungsinya, misalkan A = dioda umum, Y = dioda daya, Z = dioda Zener, P = dioda cahaya, E = Tunnel Dioda. Huruf ketiga biasa digunakan sebagai tipe industri dengan persyaratan-persyaratannya.

Contoh pengkodean sistem eropa ini adalah BY 127, BY 33.

4. MENGUJI DIODA

Dioda ini dapat diuji kondisinya secara sederhana dan ada beberapa cara pengujiannya, yaitu :

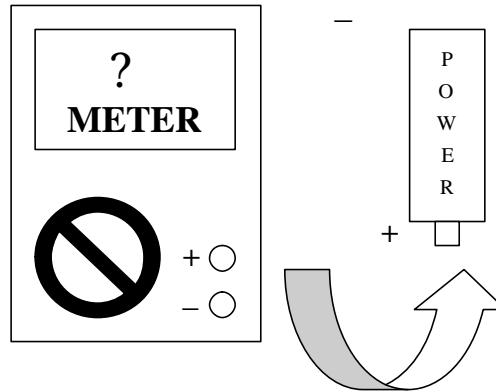
1. Pengujian dengan Multitester (Ohmeter)
2. Pengujian dengan Continous Tester
3. Pengujian dengan batere + lampu pijar
4. Pengujian dengan batere + loudspeaker
5. Dan lain-lain

3.1. Menguji dioda dengan Ohmmeter

Untuk itu diperlukan sebuah multitester atau sebuah ohmmeter analog/ digital.

Multitester atau Avometer Analog mempunyai fasilitas pengukur hambatan (ohmmeter) , dimana jenis ohmmeter yang digunakan biasanya *ohmmeter-seri*, dimana secara konstruksi polaritas batere yang terpasang dalam meter *berlawanan* polaritas dengan terminal ukurnya.

Atau dengan perkataan lain, terminal positif meter adalah mempunyai polaritas negatif batere, sebaliknya terminal negatif meter mempunyai polaritas positif batere.



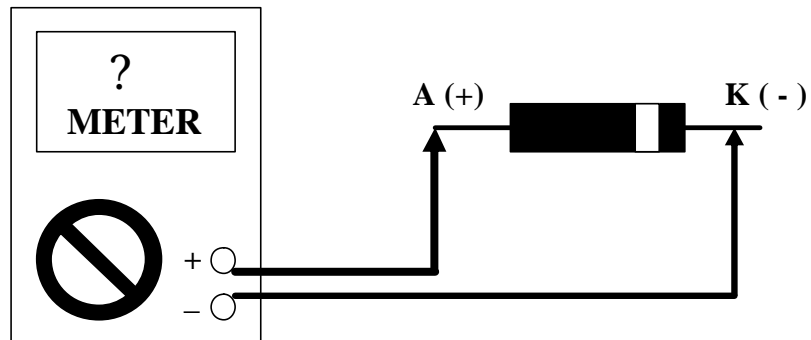
Gambar 2.5. Posisi batere dalam multitester

INGAT !!!
Polaritas terminal meter berlawanan dengan polaritas batere di dalamnya

Dengan demikian guna menguji sebuah dioda dengan menggunakan Avometer prinsipnya adalah sebagai berikut :

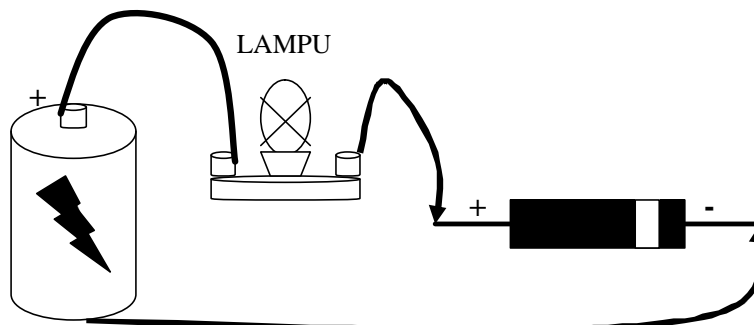
1. Anda posisikan Avometer pada posisi ohm dengan skala rendah
2. Tentukan terlebih dahulu elektroda anoda dan katoda dari dioda tersebut
3. Hubungkan terminal + (positip) meter dengan Anoda dari dioda yang akan ditest sedangkan terminal – (negatip) meter dengan Katoda dioda. (hubungan ini adalah reverse)
4. Dalam posisi semacam ini, jika dioda masih baik, maka jarum meter tidak akan bergerak. Namun jika dalam posisi ini jarum bergerak, maka dapat dikatakan dioda terhubung singkat (rusak).
5. Ulangi langkah 2 diatas dengan polaritas sebaliknya, dimana Anoda dihubungkan dengan negatip meter dan Katoda dengan positip meter. (hubungan ini adalah forward),

6. Dalam posisi semacam ini, jika dioda masih baik, maka jarum meter akan bergerak. Namun jika dalam posisi ini jarum meter tidak bergerak, maka dapat dikatakan dioda putus (rusak).



Gambar 2.6. Menguji Dioda dengan Ohmmeter

3.2. Pengujian dengan Batere + Lampu



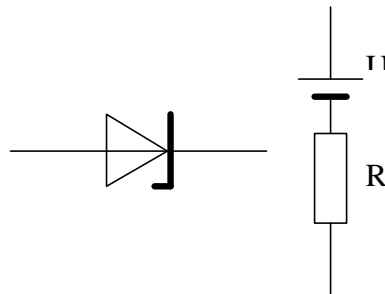
Gambar 2.7. Menguji dioda dengan Lampu

5. DIODA ZENER

Dioda Zener merupakan dioda junction P dan N yang terbuat dari bahan dasar silikon. Dioda ini dikenal juga sebagai Voltage Regulation Diode yang *bekerja pada daerah reverse* (kuadran III).

Potensial dioda zener berkisar mulai 2,4 sampai 200 volt dengan disipasi daya dari $\frac{1}{4}$ hingga 50 watt.

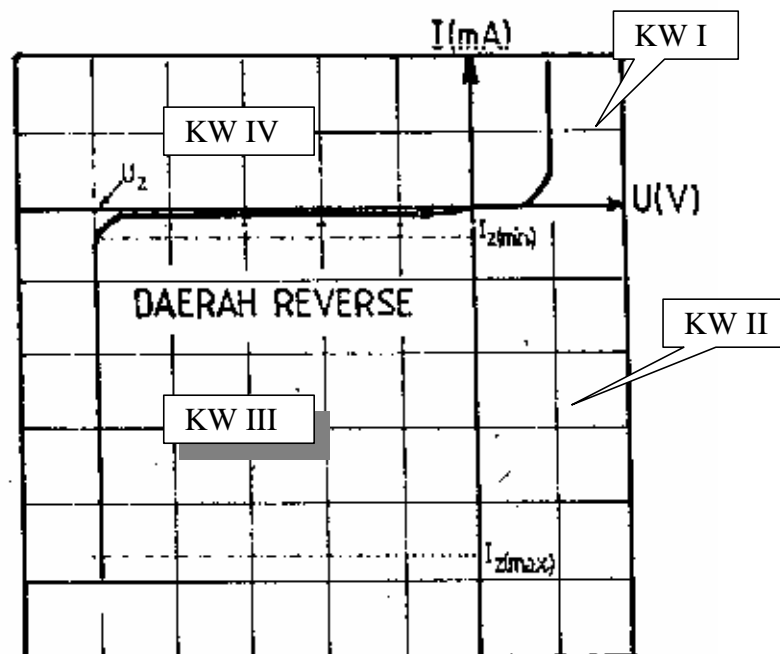
Simbol dan rangkaian penggantinya diperlihatkan seperti gambar 2.8.



Gambar 2.8. Simbol dan rangkaian pengganti dioda zener

Rangkaian pengganti yang lengkap merupakan sebuah hambatan dinamis yang relatif kecil dan sebuah batere yang besarnya sebanding dengan potensial dioda zener.

Sebagaimana disebutkan di atas, dioda zener ini bekerja pada daerah reverse atau kuadran III dari salib sumbu fungsi U dan I dan kurva karakteristiknya digambarkan seperti gambar 2.9.

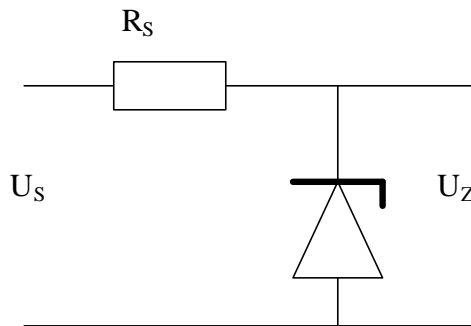


Gambar 2.9. Karakteristik Dioda Zener

Notasi U_z adalah tegangan reverse dioda zener dimana terjadi tegangan patah (breakdown-voltage) dan juga merupakan tegangan kerja dioda.

Jika kita perhatikan kurva, terlihat setelah terjadi tegangan patah, arus naik sedemikian rupa sedangkan tegangan zener akan bertahan tetap. Kenaikkan arus ini mempunyai nilai batas maksimal yang dikenal sebagai arus zener maksimum disingkat $I_z\text{-max}$ dimana jika terlampaui akan mengakibatkan kerusakan zener.

Gambar 2.10. memperlihatkan rangkaian dasar dioda zener, dimana dari rangkaian tersebut anda dapat tentukan besarnya hambatan nominal yang boleh dipasang seri dengan dioda zener.



Gambar 2.10. Rangkaian dasar zener dioda

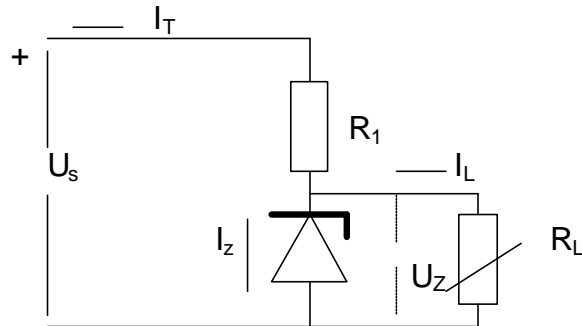
Jika dioda zener tersebut mempunyai data sebagai berikut :

$U_z = 12$ volt; I_z (mak.) = 45 mA, dihubungkan dengan suatu sumber tegangan searah $U_s = 24$ volt seperti gambar 2.10, maka guna menghitung besarnya hambatan shunt (R_s) agar dioda tersebut terhindar dari over-current digunakan persamaan sebagai berikut

$$R_s = \frac{U_s - U_z}{I_z(\text{mak.})}$$

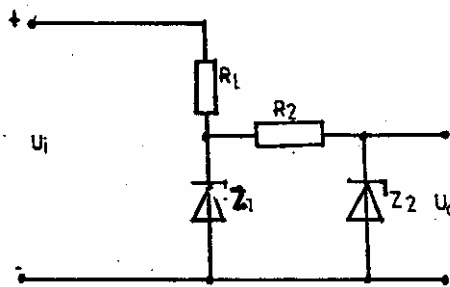
Jadi nilai R_s untuk persoalan di atas adalah ohm dan ini merupakan nilai minimal yang harus dipasang, sedangkan untuk nilai maksimal R_s yang harus terpasang anda harus mengetahui data I_z minimal yang dipunyai oleh dioda zener tersebut.

Dioda zener digunakan sebagai penstabil tegangan arus searah (dc) dalam suatu rangkaian Stabilizer (penstabil). Gambar 2.11. berikut memperlihatkan rangkaian dasar penstabil tegangan yang menggunakan dioda zener.



Gambar 2.11. Rangkaian dasar stabilizer tegangan dengan dioda Zener

Contoh lain penggunaan zener dalam rangkaian diperlihatkan pada gambar 2.12. berikut.



Gambar 2.12. Rangkaian parallel stabilisator

Cara menguji dioda zener adalah sama dengan menguji dioda rectifier, yaitu dapat dengan menggunakan multimeter (ohm-meter).

✍ Catatan :

6. DIODA EMISI CAHAYA (LIGHT EMITTING DIODE)

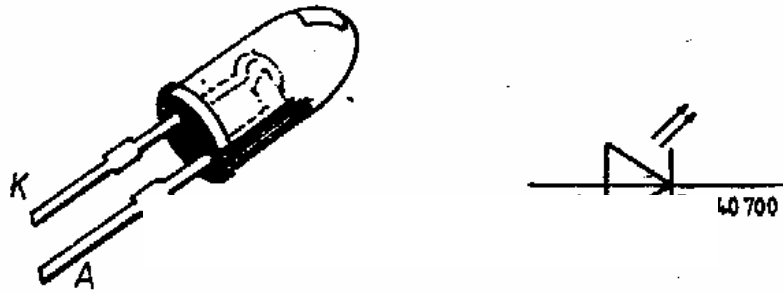
Dioda emisi cahaya atau dikenal dengan singkatan LED merupakan Solid State Lamp yang merupakan piranti elektronik gabungan antara *elektronik* dengan *optik*, sehingga dikategorikan pada keluarga “Optoelectronic”.

Sedangkan elektroda-elektrodanya sama seperti dioda lainnya, yaitu anoda (+) dan Katoda (-).

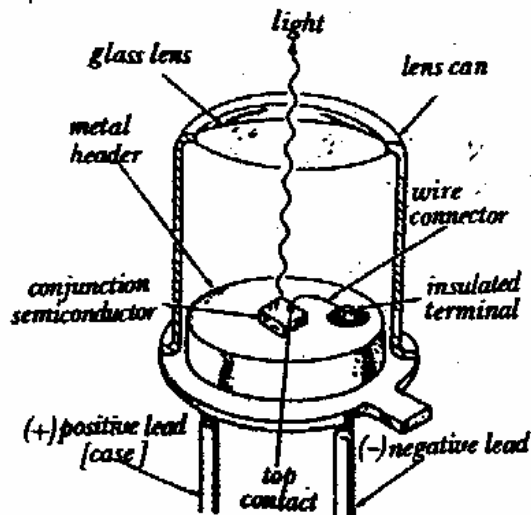
Ada tiga kategori umum penggunaan LED, yaitu :

- Sebagai lampu indikator,
- Untuk transmisi sinyal cahaya yang dimodulasikan dalam suatu jarak tertentu,
- Sebagai penggandeng rangkaian elektronik yang terisolir secara total.

Simbol, bangun fisiknya dan konstruksinya diperlihatkan pada gambar 2.13. berikut.



Gambar 2.45. Bangun-fisik dan simbol LED



Gambar 2.13. Simbol, bangun fisik dan konstruksi LED

Bahan dasar yang digunakan dalam pembuatan LED adalah bahan Galium Arsenida (GaAs) atau Galium Arsenida Phospida (GaAsP) atau juga Galium Phospida (GaP), bahan-bahan ini memancarkan cahaya dengan warna yang berbeda-beda. Bahan GaAs memancarkan cahaya infra-merah, Bahan GaAsP memancarkan cahaya merah atau kuning, sedangkan bahan GaP memancarkan cahaya merah atau hijau.

Seperti halnya piranti elektronik lainnya , LED mempunyai nilai besaran terbatas dimana *tegangan majunya* dibedakan atas jenis warna seperti pada tabel 2.1.

TABEL WARNA LED DAN TEGANGANNYA

Warna	Tegangan Maju
Merah	1.8 volt
Orange	2.0 volt
Kuning	2.1 volt
Hijau	2.2 volt

Tabel 2.1. Tegangan maju LED

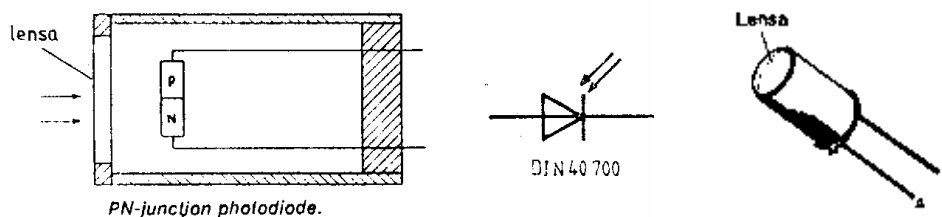
Sedangkan besar *arus maju* suatu LED standard adalah sekitar 20 mA.

Karena dapat mengeluarkan cahaya, maka pengujian LED ini mudah, cukup dengan menggabungkan dengan sumber tegangan dc kecil saja atau dengan ohmmeter dengan polaritas yang sesuai dengan elektrodanya.

7. DIODA CAHAYA (PHOTO-DIODE)

Secara umum dioda-cahaya ini mirip dengan PN-Junction, perbedaannya terletak pada persambungan yang diberi celah agar cahaya dapat masuk padanya.

Konstruksi simbol dan bentuk fisiknya dapat dilihat pada gambar 2.14.



Gambar 2.14. Konstruksi, bentuk fisik dan simbol dioda cahaya

Dioda cahaya ini bekerja pada daerah reverse, jadi hanya arus bocor saja yang melewatinya. Dalam keadaan gelap, arus yang mengalir sekitar 10^{-9} A untuk dioda cahaya dengan bahan dasar germanium dan 10^{-10} A untuk bahan silikon.

Kuat cahaya dan temperature keliling dapat menaikkan arus bocor tersebut karena dapat mengubah nilai resistansinya dimana semakin kuat cahaya yang menyinari semakin kecil nilai resistansi dioda cahaya tersebut.

Penggunaan dioda cahaya diantaranya adalah sebagai sensor dalam pembacaan pita data berlubang (Punch Tape), dimana pita berlubang tersebut terletak diantara sumber cahaya dan dioda cahaya. Jika setiap lubang pita itu melewati antara tadi, maka cahaya yang memasuki lubang tersebut akan diterima oleh dioda cahaya dan diubah dalam bentuk signal listrik.

Sedangkan penggunaan lainnya adalah dalam alat pengukur kuat cahaya (Lux-Meter), dimana dalam keadaan gelap resistansi dioda cahaya ini tinggi sedangkan jika disinari cahaya akan berubah rendah. Selain itu banyak juga dioda cahaya ini digunakan sebagai sensor sistem pengaman (security) misal dalam penggunaan alarm.

8. DIODA VARACTOR

Dioda Varactor disebut juga sebagai dioda kapasitas yang sifatnya mempunyai kapasitas yang berubah-ubah jika diberikan tegangan. Dioda ini bekerja didaerah reverse mirip dioda Zener. Bahan dasar pembuatan dioda varactor ini adalah silikon dimana dioda ini sifat kapasitansinya tergantung pada tegangan yang diberikan padanya. Jika tegangan tegangannya semakin naik, kapasitannya akan turun. Dioda varikap banyak digunakan pada pesawat penerima radio dan televisi di bagian pengaturan suara (Audio).

Bagan dan simbol dioda varactor diperlihatkan pada gambar 2.15.



Gambar 2.15. Bagan dan simbol Dioda Varactor

RANGKUMAN - 2

1. Dioda hanya mengalirkan arus dalam satu arah, yaitu dari anoda ke katoda saja
2. Bahan dasar dioda yang banyak dipakai adalah bahan semikonduktor dari unsur Germanium dan Silikon
3. Dioda dengan kemasan khusus dari logam, katodanya terhubung dengan kemasannya
4. Tegangan konduk dioda germanium sekitar 0,3 volt sedangkan jenis silikon sekitar 0,6 volt
5. Dioda dapat digunakan sebagai penyearah arus bolak-balik (ac) ke arus searah (dc)
6. Dioda Zener bekerja didaerah reverse dan dapat digunakan sebagai penstabil tegangan searah
7. Dioda Zener bahan dasarnya adalah silikon
8. Dioda Emisi Cahaya (LED) digunakan sebagai indikator cahaya
9. Dioda cahaya bekerja arah balik (reverse)
10. Nilai hambatan reverse sebuah dioda cahaya tergantung dari kuat cahaya yang menyinarinya.
11. Dioda Varactor mempunyai sifat jika tegangan yang diberikan padanya naik, maka nilai kapasitansinya turun
12. Dioda Varactor banyak digunakan pada pesawat penerima radio dan televisi pada bagian audio-nya.

LATIHAN - 2

1. Sebutkan sifat dioda untuk arah maju dan mundur !
2. Apa yang dimaksud dengan *Peak Inverse Voltage* suatu dioda dan apa perlunya diketahui ?
3. Apa arti pengkodean dioda BY 127 dan BZ 124 ?
4. Sebutkan cara pengujian suatu dioda dengan menggunakan ohmmeter !
5. Dengan alasan apa dioda daya terbuat dari bahan semikonduktor silicon ?
6. Sebuah dioda Zener diketahui cirinya sebagai berikut :

$$U_z = 12,3 \text{ volt}$$

$$I_z = 75 \text{ mA (maksimum)}$$

$$I_z = 2 \text{ mA (minimum)}$$

Zener tersebut akan dihubungkan dengan sebuah sumber searah (U_s) = 15 volt.

Berapakah nilai tahanan (R) seri minimum dan maksimum yang boleh terpasang dalam rangkaian tersebut ?

JAWABAN LATIHAN - 2

1. Sifat dioda pada arah maju adalah *melewatkan* arus listrik sedangkan pada arah mundur *menghambat* arus listrik.
2. *Peak Inverse Voltage (PIV)* suatu dioda adalah tegangan puncak maksimum dioda tersebut ketika dihubungkan dengan sumber bolak-balik (ac). Hal ini perlu diketahui untuk menjaga kerusakan dioda saat menerima tegangan balik (reverse) yang akan jatuh pada dioda tersebut .
3. Kode *BY 127* dan *BZ 124* diartikan sebagai berikut :
 - ✍ *BY 127*
B = Silikon
Y = Dioda daya
127 adalah nomor seri dioda tersebut.
 - ✍ *BZ 124*
B = Silikon
Z = Dioda zener
124 adalah nomor seri dioda tersebut
4. Dioda dapat diuji dengan ohmmeter, dimana harus memperhatikan polaritas batere di dalam ohmmeter yang *berlawanan* polaritas dengan terminal meternya.
Jika kaki anoda disambungkan dengan terminal (+) meter dan kathoda dengan (-) meter, jika dioda *masih baik* jarum meter harus *diam* (tidak bergerak). Sebaliknya jika kaki anoda disambungkan dengan terminal (-) dan kathoda dengan (+) meter, jika dioda *masih baik* jarum meter *harus bergerak*.
5. Dioda daya dibuat dari bahan silicon dengan alasan silicon lebih tahan panas dibandingkan dengan bahan germanium.
6. a. Besarnya nilai R seri minimum adalah :

$$R_s = \frac{U_s - U_z}{I_{z \text{ mak.}}} = \frac{(15 - 12,3)V}{75 \text{mA}} = 36 \Omega$$

- b. Besar nilai R seri maksimumnya adalah :

$$R_s = \frac{U_s - U_z}{I_{z \text{ min}}} = \frac{(15 - 12,3)V}{2 \text{mA}} = 1350 \Omega = 1,35 \text{M}\Omega$$

LEMBAR KERJA - 1

KARAKTERISTIK DIODA

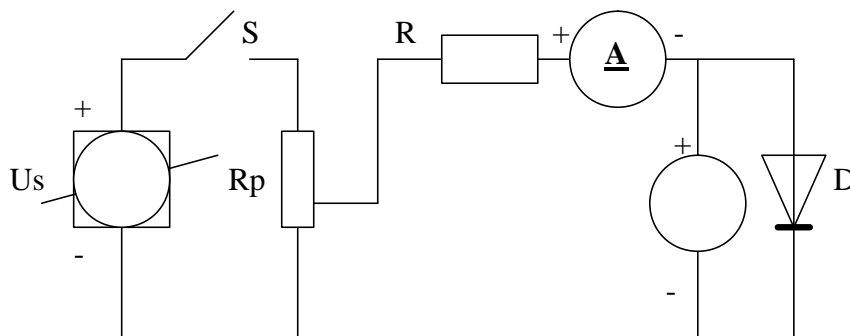
☞ TUJUAN

Setelah selesai mengerjakan lembar kerja – 1 ini diharapkan anda :

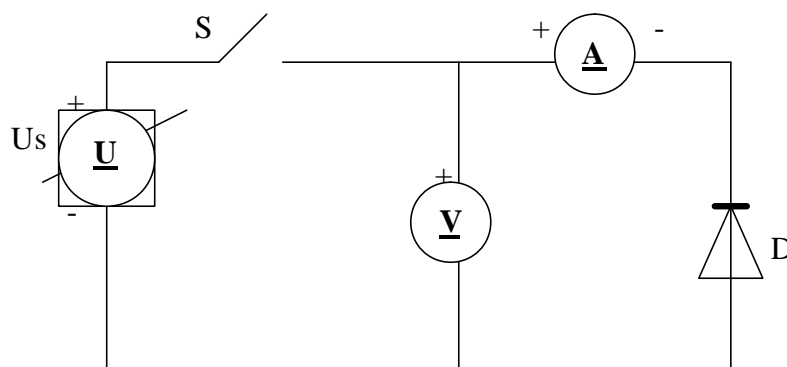
1. Dapat menggambarkan karakteristik listrik dioda arah maju dan mundur,
2. Dapat membuktikan sifat-sifat dioda secara umum.

☞ RANGKAIAN PERCOBAAN

A) ARAH MAJU



B) ARAH MUNDUR



☞ DAFTAR ALAT DAN BAHAN

1. Regulated DC Power Supply 0 –20 volt
2. mA meter dc,
3. ?A meter dc,
4. Saklar ON-OFF
5. V meter dc
6. Proto Board Trainer
7. Multimeter
8. Potensiometer limear 1 k?
9. Dioda Rectifier 1N4005
10. Resistor = 100 ? / 1 W
11. Kabel secukupnya.

☞ LANGKAH KERJA –1

1. Buat rangkaian seperti gambar 1 di atas, dimana semua posisi saklar pada posisi OFF,
catatan : *Dalam rangkaian ini sebagai pengukur arus digunakan mA meter.*
2. Periksa rangkaian tersebut kepada instruktur sebelum mulai percobaan.
3. Nyalakan Power Supply dan atur tegangan sebesar 1 volt,
4. Posisikan mA meter pada batas ukur 100 mA,
5. Posisikan V meter pada batas ukur 1 volt,
6. Hidupkan saklar (ON),
7. Atur tegangan melalui potensiometer secara bertahap setiap 0,1 volt,
8. Amati kedua meter dan catat hasil penunjukkannya pada tabel - 1 yang disediakan.
9. Hentikan percobaan jika pembacaan meter sulit dibaca !

TABEL – 1

U (volt)	I (mA)	R (ohm)
0		
0,1		
0,2		
0,3		
0,4		
0,5		
0,6		
0,7		
0,8		
0,9		
1,0		

$R = U / I$

≡ LANGKAH KERJA - 2

1. Buat rangkaian seperti gambar 2, posisi saklar pada posisi OFF.
Catatan : *Pengukur arus adalah ?A-meter*
2. Periksa kebenaran rangkaian pada instruktur anda,
3. Hidupkan saklar dan atur tegangan dari nol, kemudian naikan bertahap setiap 2 volt dan amati penunjukkan ?A-meter,
4. Masukkan hasil pengamatan anda pada Tabel –2 di bawah,
5. Hentikan percobaan, jika batas tegangan Power Supply telah mencapai 20 volt.

Catatan : Untuk percobaan ke 2 ini batas ukur ?A meter diatur pada batas terendah, sedangkan batas ukur V meter hingga diatas 20 volt.

TABEL – 2

U (volt)	I (?A)	R (ohm)
0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		

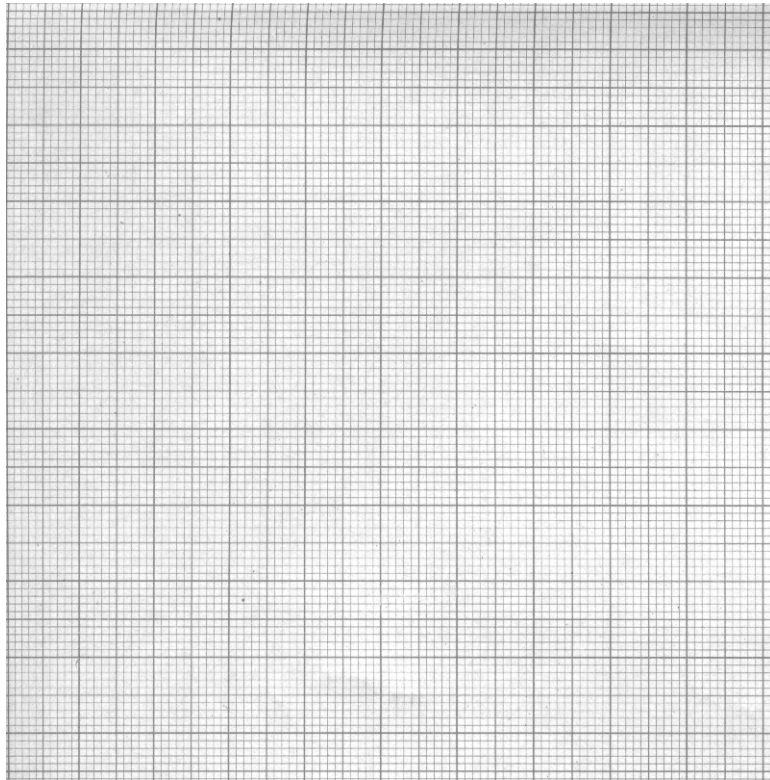
≡ KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

1. Perhatikan polaritas dioda dan meter pengukur dc !
2. Perhatikan juga batas ukur meter yang digunakan !
3. Kembalikan alat dan bahan pada tempat semula.

≡ TUGAS

Buat gambar karakteristik dioda arah maju dan mundur dari data tabel 1 dan 2 hasil pengukuran anda pada pola di bawah ini dengan skala :

- a. Untuk arah maju 5 mm ? 0,1 volt dan 5 mm ? 10 mA.
- b. Untuk arah mundur 20 mm ? 2 volt dan 5 mm ? 1 ?A.



✍ EVALUASI

1. Berapa titik konduk dioda yang anda amati ?

$U_d = ?$ volt

2. Berapa titik Breakdown-nya ?

$U_{bd} = ?$ volt

3. Kenapa rangkaian percobaan 1 dan 2 dibedakan posisi alat ukurnya ?

.....
.....
.....
.....

4. Kenapa pada rangkaian percobaan – 2 tidak digunakan R ?

.....
.....
.....

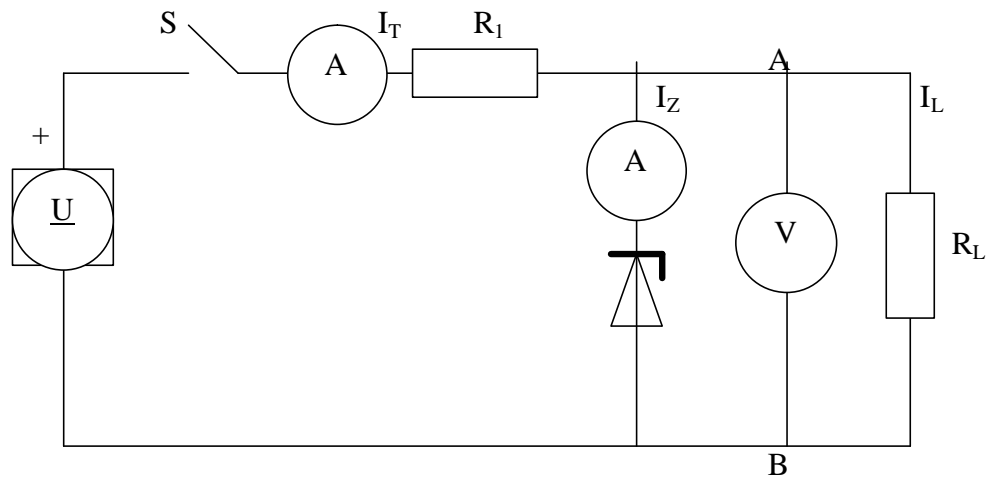
LEMBAR KERJA - 2

ZENER DIODA SEBAGAI PENSTABIL TEGANGAN SEARAH

○ TUJUAN

Dapat membuktikan dioda zener sebagai penstabil tegangan

○ RANGKAIAN PERCOBAAN



○ ALAT DAN BAHAN

$R_1 = 100 \text{ ohm}$

$R_L = 500 - 3000 \text{ ohm (variattiv)}$

$Z = 1N 4744 / 60 \text{ mA}$ atau yang sejenis

$U_s = 0-20 \text{ volt dc variable}$

$A = \text{mA meter dc}$

$V = \text{volt meter dc}$

○ LANGKAH KERJA

A. Tegangan sumber berubah, beban tetap

1. Tetapkan $R_L = 1000 \text{ ohm}$

2. Naikkan tegangan U_s hingga $I_z = 5 \text{ mA}$

3. Ukur dan catat hasil pengamatan anda untuk besaran U_{AB} , I_T dan U_s

4. Atur I_z sesuai tabel A dan catat setiap penunjukkan alat ukur pada tabel A yang tersedia.

B. Variasi beban R_L

1. Atur $I_z = 5 \text{ mA}$ dengan $R_L = 500 \text{ ohm}$, ukur dan catat penunjukkan meter.
2. Ubah R_L dari 500 ohm sampai 3000 ohm secara bertahap tanpa mengubah nilai U_s .
3. Pada setiap perubahan R_L tersebut perhatikan penunjukkan alat ukur dan catat hasil pengamatan anda pada tabel B yang tersedia.

☞ KESELAMATAN & KESEHATAN KERJA

1. Periksa rangkaian anda pada instruktur sebelum memulai percobaan.
2. Perhatikan polaritas zener dan alat ukur agar tidak terbalik !
3. Perhatikan penunjukkan A-meter (I_z) !
4. Hentikan pengukuran (percobaan) jika I_z menuju nilai maksimal (60 mA) !
5. Kembalikan alat dan bahan pada tempat semula !

○ TABEL PENGUKURAN

TABEL A $R_L = 1000 \text{ ohm}$

U_{AB}	I_z	I_L	I_T	U_s
	5			
	10			
	15			
	20			
	25			
	30			
	40			
	50			
	60			

TABEL B

R_L	I_z	I_T	U_{AB}	U_S
500				
1000				
1500				
2000				
2500				
3000				

- KOMENTAR DAN KESIMPULAN

KEGIATAN BELAJAR 3

TRANSISTOR BIPOLAR

TUJUAN

Setelah mengikuti Kegiatan Belajar – 3 ini diharapkan anda mempunyai kemampuan dalam :

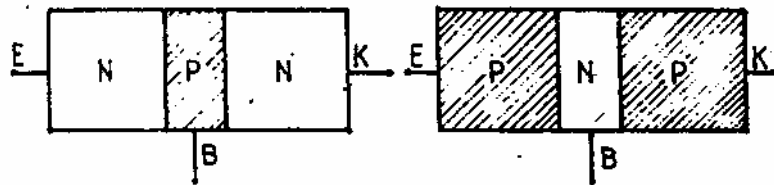
- ✍ Memahami Transistor bipolar dan sifatnya
- ✍ Mengidentifikasi transistor bipolar
- ✍ Menguji dan menggunakan transistor bipolar dalam rangkain elektronik

1. PENDAHULUAN

Transistor adalah piranti elektronik yang menggantikan fungsi tabung elektron-*trioda*, dimana transistor ini mempunyai tiga elektroda , yaitu *Emitter*, *Collector* dan *Base*.

Fungsi utama atau tujuan utama pembuatan transistor adalah sebagai penguat (amplifier), namun dikarenakan sifatnya, transistor ini dapat digunakan dalam keperluan lain misalnya sebagai suatu saklar elektronik.

Susunan fisik transistor adalah merupakan gandingan dari bahan semikonduktor tipe P dan N seperti digambarkan pada gambar 3.1.



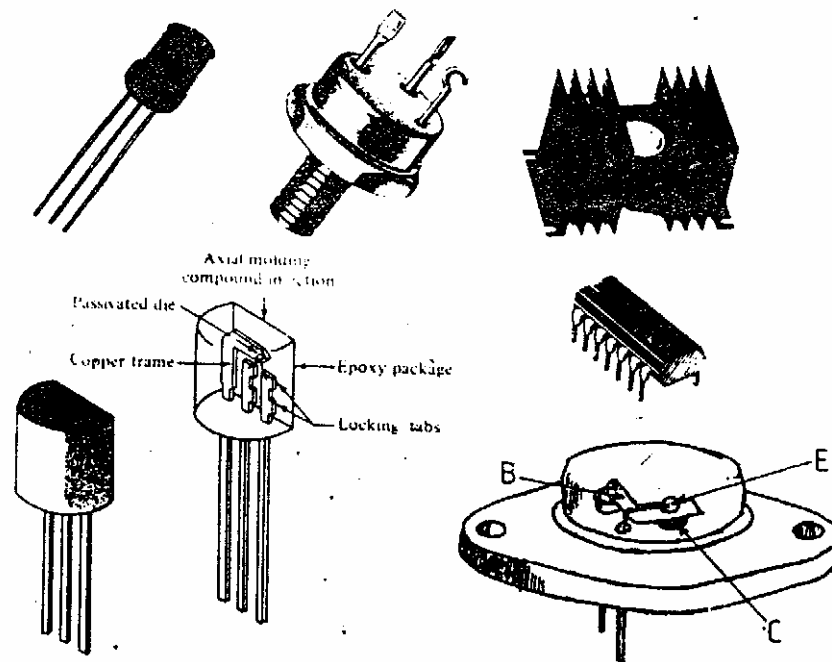
Gambar 3.1. Susunan fisik lapis transistor

Sedangkan gambar rangkaian penggantinya sama dengan dua buah dioda yang dipasang saling bertolak seperti terlihat pada gambar 3.2.

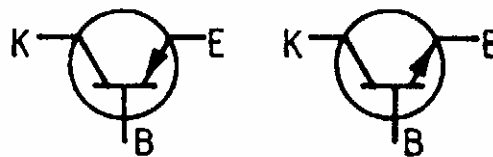


Gambar 3.2. Rangkaian pengganti transistor

Gambar 3.3. berikut memperlihatkan beberapa bangun fisik dan konstruksi transistor bipolar, dikatakan bipolar karena terdapat dua pembawa muatan , yaitu elektron bebas dan hole. Sedangkan jenisnya ada dua macam, yaitu jenis PNP dan NPN yang simbolnya diperlihatkan pada gambar 3.4.



Gambar 3.3. Bangun fisik dan konstruksi transistor bipolar



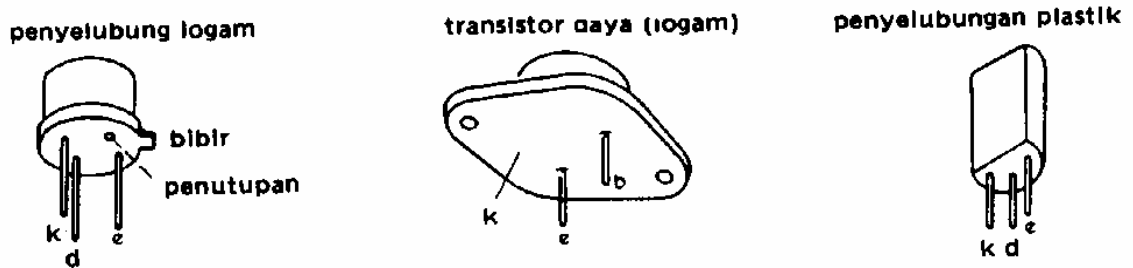
Gambar 3.4. Simbol transistor

Kedua jenis PNP dan NPN tidak ada bedanya, kecuali hanya pada cara pemberian biasnya saja.

Bentuk fisik transistor ini bermacam-macam kemasan, namun pada dasarnya karena transistor ini tidak tahan terhadap temperatur, maka tabungnya biasanya terbuat dari bahan logam sebagai peredam panas bahkan sering dibantu dengan pelindung (peredam) panas (heat-sink).

2. PENENTUAN ELEKTRODA TRANSISTOR

Spesifikasi transistor yang lengkap dapat anda peroleh dari buku petunjuk transistor, dimana dalam buku tersebut akan anda peroleh karakteristik fisik dan listrik suatu jenis transistor bahkan dilengkapi dengan transistor ekuivalennya. Berikut ini adalah gambaran spesifikasi transistor yang banyak digunakan khususnya dalam penentuan elektroda dari transistor tersebut.



Gambar 3.5. Elektroda transistor

3. PENGKODEAN TRANSISTOR

Hampir sama dengan pengkodean pada dioda, maka huruf pertama menyatakan bahan dasar transistor tersebut, A = Germanium dan B = Silikon, sedangkan huruf kedua menyatakan penerapannya.

Berikut ini adalah huruf-huruf kedua yang dimaksud :

C = transistor frekuensi rendah

D = transistor daya untuk frekuensi rendah

F = transistor frekuensi tinggi

L = transistor daya frekuensi tinggi

Contoh penerapan kode ini diantaranya adalah BF 121, AD 101, BC 108 dan ASY 12.

4. PENGUJIAN TRANSISTOR

Dengan menganggap transistor adalah gabungan dua buah dioda, maka anda dapat menguji kemungkinan kerusakan suatu transistor dengan menggunakan ohmmeter dari suatu multimeter.

Kemungkinan terjadinya kerusakan transistor ada tiga penyebab yaitu :

- a. Salah pemasangan pada rangkaian

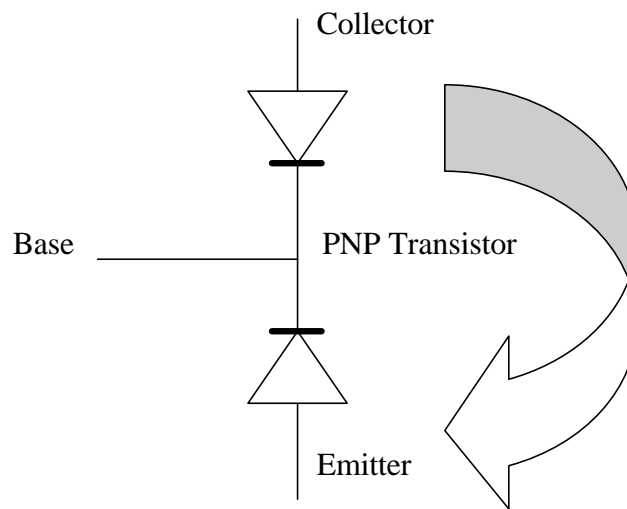
- b. Penangan yang tidak tepat saat pemasangan
- c. Pengujian yang tidak professional

Sedangkan kemungkinan kerusakan transistor juga ada tiga jenis, yaitu :

- a. Pemutusan
- b. Hubung singkat
- c. Kebocoran

Pada pengujian transistor kita tidak hanya menguji antara kedua dioda tersebut, tapi kita juga harus melakukan pengujian pada elektroda kolektor dan emiternya.

Gambar 3.6. memperlihatkan kembali rangkaian dioda transistor PNP yang akan dijadikan referensi pengujian transistor.



Gambar 3.6. Dioda Transistor

Guna mempermudah cara pengujian, berikut ini diberikan contoh hasil pengujian transistor ASY 12 dan BC 108 dengan menggunakan ohmmeter.

ELEKTRODA	ARAH	ASY 12	BC 108	RANGE OHMMETER
C – B	REVERSE	2,5 M?	?	x 1 k?
	FORWARD	50 ?	15 ?	x 10 ?
E – B	REVERSE	3 M?	?	x 1k?
	FORWARD	55 ?	18 ?	x 10 ?
C – E	REVERSE	200 k?	5 M?	x 1 k?
	FORWARD	8 k?	4 M?	x 1 k?

Dari tabel pengujian ternyata terdapat perbedaan besar antara nilai hambatan untuk arah forward dan hambatan untuk arah reverse.

Pada pengukuran elektroda C dan B untuk transistor BC 108 (silicon) dengan arah reverse diperoleh nilai hambatan yang besar (?) dan jika pada pengukuran ini ternyata nilai tersebut rendah, maka dapat kita nyatakan adanya *kebocoran transistor* antara kaki kolektor dan basisnya.

Hal lain yang perlu diperhatikan dalam pengujian transistor dengan ohmmeter adalah posisi **RANGE** ohmmeter tersebut, karena kesalahan range akan menimbulkan kerusakan pada transistor yang diuji.

Cara pengujian lain transistor adalah dengan menggunakan alat elektronik yang dikenal sebagai *Transistor Checker*.

Kondisi transistor dapat juga anda uji ketika transistor tersebut sedang bekerja dalam suatu rangkaian, yaitu dengan mengukur tegangan antara basis dan emitter. Tegangan antara basis dan emitter ini normalnya untuk transistor germanium adalah 0,3 volt sedangkan tegangan basis emitter untuk jenis silicon sekitar 0,6 volt. Jika jauh lebih rendah atau lebih tinggi dari harga tersebut, maka transistor tersebut sedang dalam kondisi tidak normal atau rusak.

5. NILAI BATAS SUATU TRANSISTOR

Sebagaimana telah disebutkan bahwa bahan semikonduktor akan berubah sifat jika menerima panas yang berlebihan. Suhu maksimal satu transistor Germanium adalah sekitar 75° C sedangkan jenis Silikon sekitar 150° C.

Daya yang disalurkan pada sebuah transistor harus sedemikian rupa sehingga suhu maksimalnya tidak dilampaui dan untuk itu diperlukan bantuan pendingin baik dengan *Heat Sink* atau dengan *kipas kecil* (Fan).

Pada saat penyolderan kaki-kaki transistor, harus dipertimbangkan juga temperatur solder dan selain itu biasanya digunakan alat pembantu dengan jepitan (tang) guna pengalihan penyaluran panas.

Peralihan panas transistor ke pendingin yang baik adalah dengan bantuan *Pasta Silikon* yang disapukan antara transistor dengan badan pendinginnya. Selain itu biasanya pendingin tersebut diberi cat warna hitam guna memudahkan penyaluran panas.

6. PENGGUNAAN TRANSISTOR

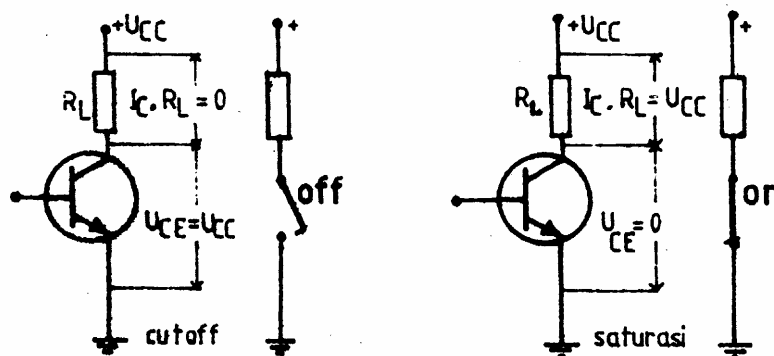
Sebagaimana tujuan dari pembuatan transistor, maka transistor awalnya dibuat untuk menguatkan (*amplifier*) signal-signal, daya, arus, tegangan dan sebagainya. Namun dikarenakan karakteristik listriknya, penggunaan transistor jauh lebih luas dimana transistor ini banyak digunakan juga sebagai saklar elektronik dan juga penstabil tegangan.

6.1. Transistor sebagai saklar

Dengan memanfaatkan sifat hantar transistor yang tergantung dari tegangan antara elektroda basis dan emitter (U_{be}), maka kita dapat menggunakan transistor ini sebagai sebuah saklar elektronik, dimana saklar elektronik ini mempunyai banyak kelebihan dibandingkan dengan saklar mekanik, seperti :

- Fisik relative jauh lebih kecil,
- Tidak menimbulkan suara dan percikan api saat pengontakan.
- Lebih ekonomis.

Prinsip saklar elektronik dengan transistor diperlihatkan seperti gambar 3.7., dimana dalam gambar tersebut diperlihatkan kondisi ON dan OFF nya.

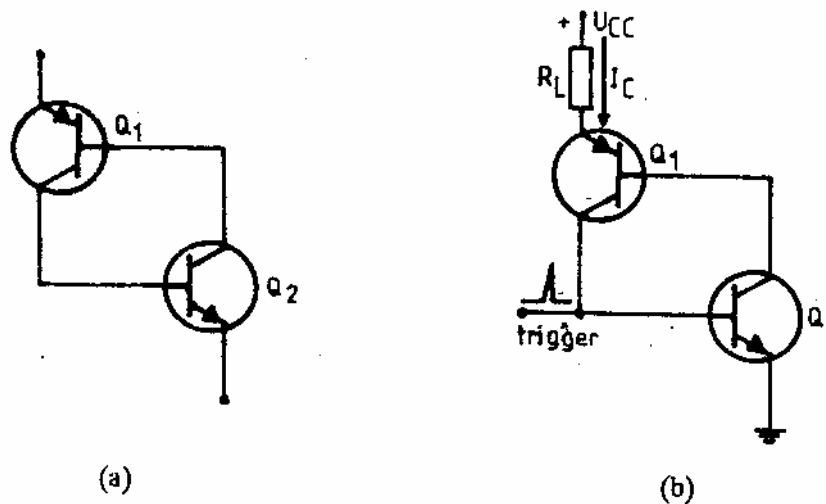


Gambar 3.7. Prinsip Saklar Transistor

Kondisi OFF terjadi jika $I_C \cdot R_L = 0$, dimana dalam kondisi ini tegangan U_{BE} lebih kecil dari tegangan konduk transistor, sehingga tegangan $U_{CE} = U_{CC}$.

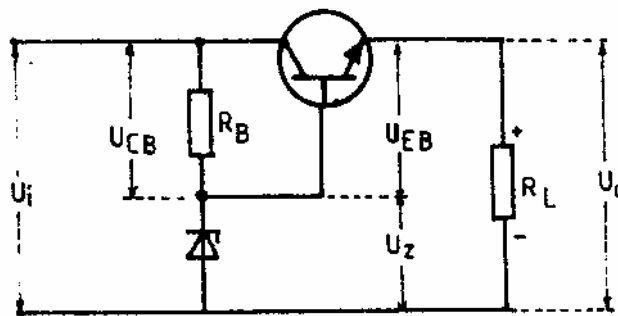
Sedangkan kondisi ON atau disebut juga *kondisi saturasi* akan terjadi jika $I_C \cdot R_L = U_{CC}$, dimana dalam kondisi ini U_{BE} sudah mencapai tegangan konduk transistor sehingga $U_{CE} = 0$.

Selain itu prinsip switching ini juga diterapkan dalam *rangkaian kaskade*, yaitu rangkaian yang terdiri dari dua buah transistor dengan pengutuban berbeda PNP dan NPN yang dihubung seri seperti gambar 3.8., dimana saklar ini akan terbuka jika persambungan antara Kolektor transistor -1 (Q1) dan Basis transistor-2 (Q2) diberikan *signal penyulut* (trigger).



Gambar 3.8. Rangkaian Kaskade Transistor

6.2. Transistor sebagai pengatur tegangan (Voltage-Regulator)



Gambar 3.9. Regulator Tegangan dengan Transistor

Jika terjadi fluktuasi tegangan jala-jala pada sisi input atau jika ada perubahan beban R_L , maka tegangan U_{CB} akan berubah dengan jumlah yang sama, karena U_Z tetap konstan sedangkan $U_i = U_{CB} + U_Z$.

Pada saat terjadi perubahan tegangan ini, U_o akan konstan karena U_{BE} praktis tidak terpengaruh oleh perubahan U_{CB} .

RANGKUMAN - 3

1. Transistor mempunyai tiga buah elektroda, yaitu Emiter, Basis dan Kolektor dan juga terdiri atas dua jenis pengutuban yaitu PNP dan NPN
2. Transistor dibuat untuk keperluan penguatan arus, tegangan, daya (Amplifier)
3. Karena karakteristik listriknya, transistor penggunaannya lebih luas diantaranya dapat digunakan sebagai saklar elektronik.
4. Kondisi transistor dapat diuji dengan sederhana dengan menggunakan alat ohmmeter dari sebuah multimeter pada tiga titik pengutuban dan dua arah (Forward dan Reverse),
5. Suhu maksimal untuk transistor jenis germanium sekitar 75°C, sedangkan silikon sekitar 150°C
6. Karena transistor tidak tahan terhadap temperature yang berlebihan, maka biasanya digunakan peralatan pendingin seperti Heat-Sink, Fan atau Pasta Silikon guna menurunkan suhu tersebut agar terhindar dari kerusakan.

LATIHAN - 3

Lakukan pengujian transistor Jenis germanium dan silikon dengan menggunakan multitester (ohmmeter) dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Tentukan sendiri jenis transistornya PNP atau NPN
2. Perhatikan polaritas dan kaki-kakinya
3. Jangan gunakan range ohm, dimana skala tengahnya lebih kecil dari 100 ohm
4. Gunakan tabel pengujian di bawah ini.

ELEKTRODA	ARAH	R Germaium	R Silikon	RANGE OHMMETER
C – B	REVERSE			
	FORWARD			
E – B	REVERSE			
	FORWARD			
C – E	REVERSE			
	FORWARD			

5. Beri kesimpulan pengujian anda.

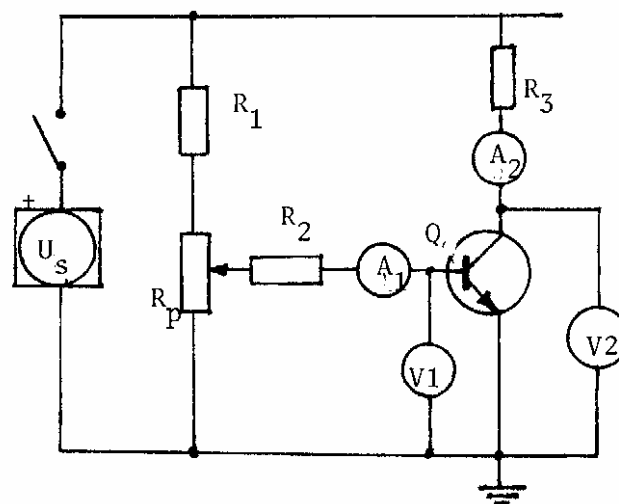
LEMBAR KERJA - 3

TRANSISTOR SEBAGAI SAKLAR

○ TUJUAN

Setelah menyelesaikan percobaan ini diharapkan anda :
Dapat membuktikan fungsi transistor sebagai saklar elektronik

○ RANGKAIAN PERCOBAAN



○ ALAT DAN BAHAN

Us = dc Power Suplly regulated 0- 10 volt

Q = transistor BC 108

A1 = ? A meter

A2 = m A meter

V1 dan V2 = V meter dc

Rp = Potensiometer linear minimal 50 ohm

R1 = 220 ohm

R2 = 100 ohm

R3 = 200 ohm

○ LANGKAH KERJA

1. Buat rangkaian seperti gambar
2. Hidupkan saklar
3. Atur potensiometer sehingga U_{BE} naik secara bertahap dari 0 sampai 1,0 volt
4. Pada setiap pengaturan langkah ke 4 di atas, perhatikan penunjukkan instrument ukur dan catat hasil pengamatan anda pada tabel yang tersedia
5. Buat grafik hubungan antara U_{BE} dengan U_{CE} : $U_{CE} = f(U_{BE})$
6. Beri kesimpulan dan komentar anda terhadap hasil percobaan tersebut

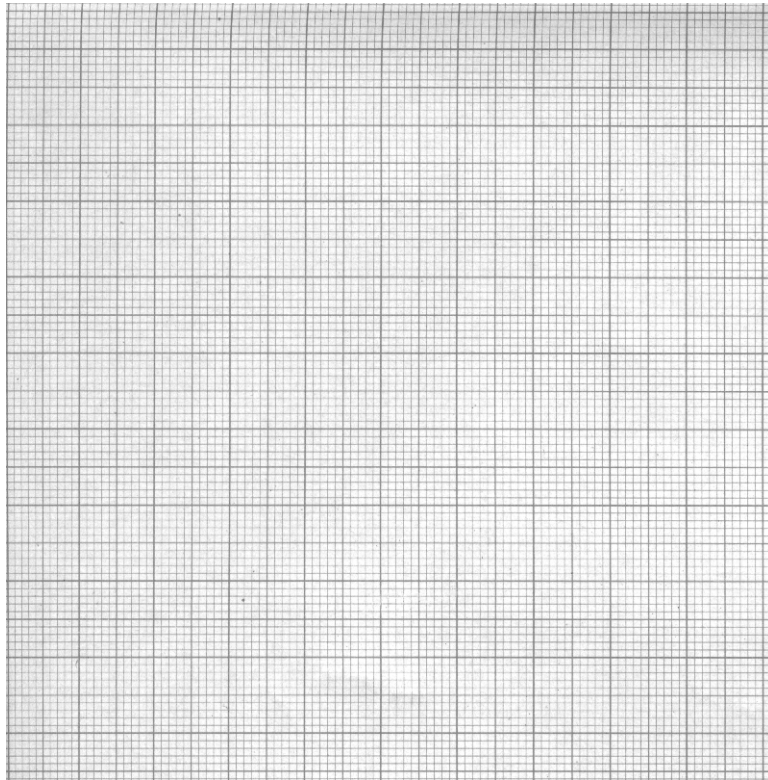
○ KESELAMATAN DAN KESEHATAN KERJA

1. Perhatikan pengkutuban sumber daya, alat ukur dan kaki transistor
2. Periksakan rangkaian anda ke instruktur
3. Ikuti prosedur dengan benar dan teliti
4. Kembalikan alat dan bahan jika selesai percobaan pada tempat semula

○ TABEL PENGUKURAN

U_{BE}	I_B	U_{CE}	I_C	$I_C \cdot R_3$
0				
0,1				
0,2				
0,3				
0,4				
0,5				
0,6				
0,7				
0,8				
0,9				
1.0				

- GRAFIK $U_{CE} = f(U_{BE})$



- KOMENTAR DAN KESIMPULAN

KEGIATAN BELAJAR 4

KELUARGA THYRISTOR

TUJUAN

Setelah mengikuti Kegiatan Belajar – 4 ini diharapkan anda mempunyai kemampuan dalam :

- ✍ Memahami keluarga thyristor dan sifatnya
- ✍ Mengidentifikasi keluarga thyristor
- ✍ Menguji dan menggunakan keluarga thyristor dalam rangkaian elektronik

1. PENDAHULUAN

Istilah Thyristor berasal dari tabung *Thyratron-Transistor*, dimana dengan perkembangan teknologi semikonduktor, maka tabung-tabung elektron yang bentuknya relatif besar dapat digantikan oleh tabung-tabung transistor yang berukuran jauh lebih kecil tanpa mengurangi kemampuan operasionalnya.

Yang termasuk dalam keluarga thyristor adalah *Silicon Controlled Rectifier*, *Diac*, *Triac* yang semuanya didasari dari *Dioda Lapis Empat* (Four Layers Diode).

Bahan dasar thyristor ini adalah dari silikon dengan pertimbangan jauh lebih tahan panas dibandingkan dengan bahan germanium.

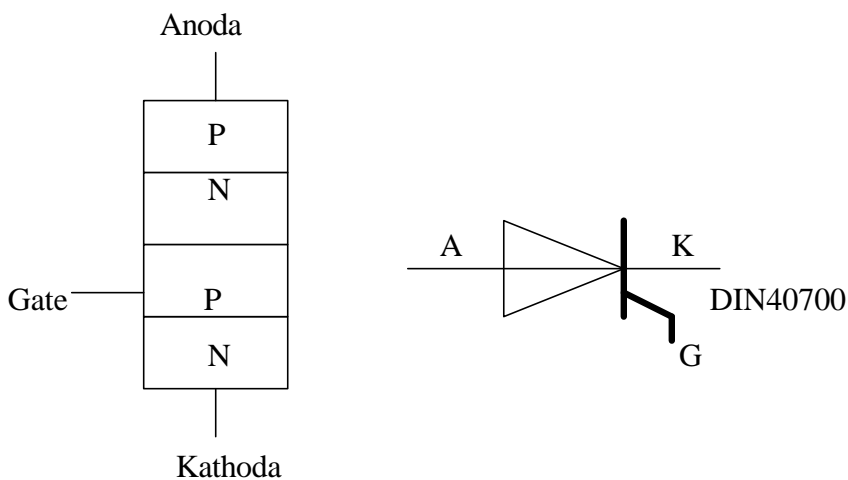
Thyristor ini banyak digunakan sebagai alat pengendali tegangan atau daya yang tinggi dengan kemampuan yang tinggi.

2. SILICON CONTROLLED RECTIFIER (SCR)

Silicon Controlled Rectifier disingkat SCR dirancang untuk mengendalikan daya ac hingga 10 MW dengan rating arus sebesar 2000 amper pada tegangan 1800 volt dan frekuensi kerjanya dapat mencapai 50 kHz.

Tahanan konduk dinamis suatu SCR sekitar 0,01 sampai 0,1 ohm sedangkan tahanan reversenya sekitar 100.000 ohm atau lebih besar lagi.

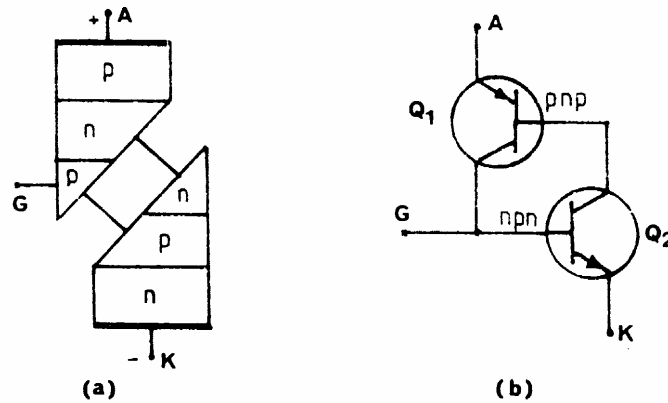
Konstruksi dasar dan simbolnya digambarkan seperti gambar 4.1.



Gambar 4.1. Konstruksi dasar dan simbol SCR

SCR mempunyai tiga buah elektroda, yaitu *Anoda*, *Kathoda* dan *Gate* dimana anoda berpolaritas positif dan kathoda berpolaritas negatif sebagai layaknya sebuah dioda penyearah (rectifier). Kaki Gate juga berpolaritas positif.

Gambar 4.2 memperlihatkan pengembangan konstruksi dan diekuivalenkan dengan rangkaian kaskade transistor.



Gambar 4.2. Rangkaian ekuivalen SCR

Sedangkan bentuk fisiknya diperlihatkan pada gambar 4.3. berikut.



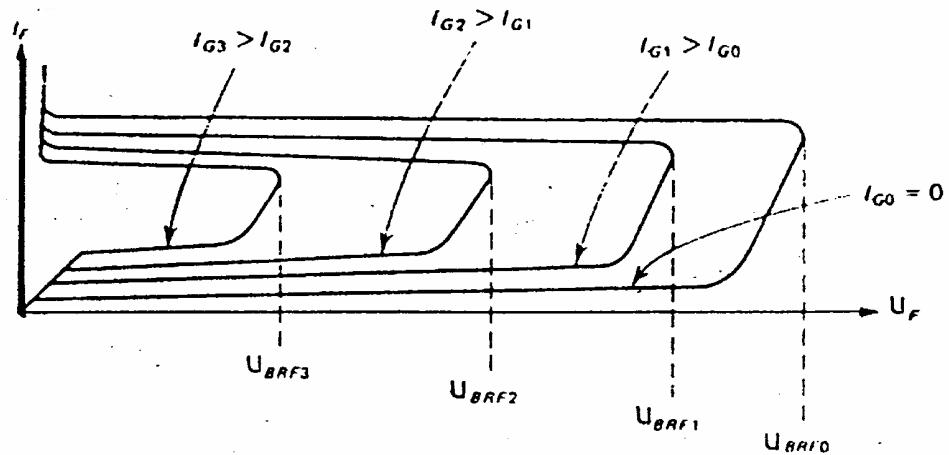
Gambar 4.3. Bentuk Fisik macam-macam SCR

2.1. Penyulutan SCR

SCR dapat dihidupkan dengan arus penyulut singkat melalui terminal Gate, dimana arus gate ini akan mengalir melalui junction antara gate dan kathoda dan keluar dari kathodanya. Arus gate ini harus positif besarnya sekitar 0,1 sampai 35 mA sedangkan tegangan antara gate dan kathodanya biasanya ? 0,7 volt.

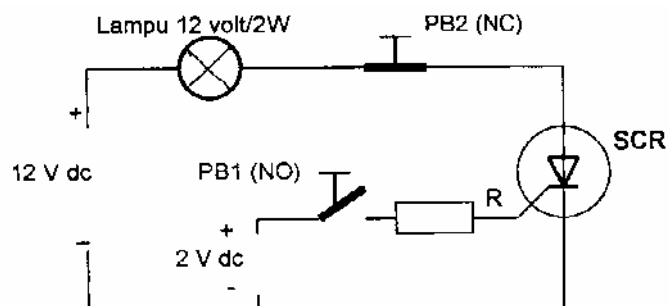
Jika arus anoda ke katoda turun dibawah nilai minimum (Holding Current = I_{HO}), maka SCR akan segera mati (Off). Untuk SCR yang berkemampuan daya sedang, besar I_{HO} sekitar 10 mA.

Tegangan maksimum arah maju (U_{BRF}) akan terjadi jika gate dalam keadaan terbuka atau $I_{G0} = 0$. Jika arus gate diperbesar dari I_{G0} , misal I_{G1} , maka tegangan majunya akan lebih rendah lagi. Hal ini diperlihatkan pada gambar 4.4.



Gambar 4.4. Pengendalian Gate SCR

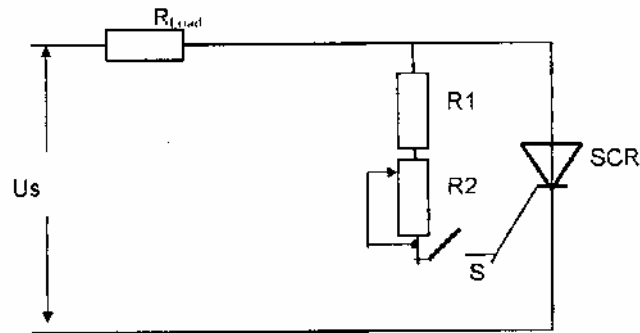
Gambar 4.5. memperlihatkan salah satu cara penyulutan SCR dengan sumber searah (dc), dimana SCR akan bekerja dengan indikasi menyalnya lampu dengan syarat saklar PB1 dan PB2 di ON kan terlebih dahulu.



Gambar 4.5. Penyulutan SCR dengan sumber searah

Triggering untuk penyulutan SCR dengan sumber dc ini tidak perlu dilakukan secara terus menerus, jika saklar PB1 dibuka, maka lampu akan tetap menyala atau dengan perkataan lain SCR tetap bekerja.

Gambar 4.6. Memperlihatkan cara penyulutan SCR dengan sumber bolak-balik (ac).



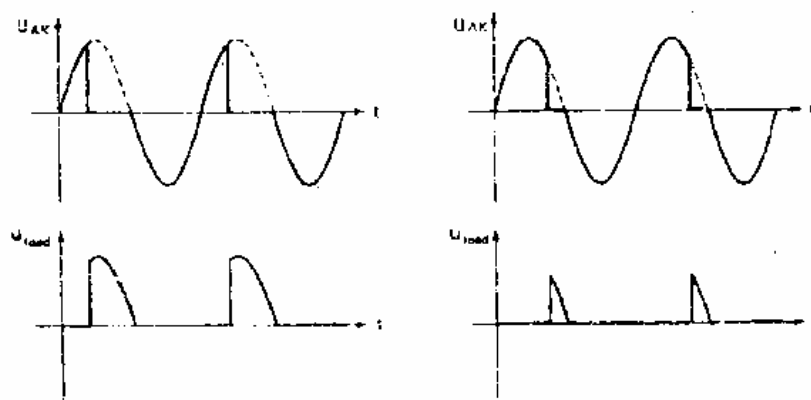
Gambar 4.6. Penyulutan SCR dengan sumber bolak-balik

Dengan mengatur nilai R2 (potensiometer), maka kita seolah mengatur sudut penyalan (firing delay) SCR.

Untuk penyulutan SCR dengan sumber arus bolak-balik, harus dilakukan secara terus menerus, jadi saklar S jika dilepas, maka SCR akan kembali tidak bekerja.

Gambar 4.7. memperlihatkan bentuk tegangan dan pada terminal SCR dan beban.

Pengendalian sumber daya dengan SCR terbatas hanya dari 0° sampai 90°.



Gambar 4.7. Bentuk tegangan pada SCR dan beban

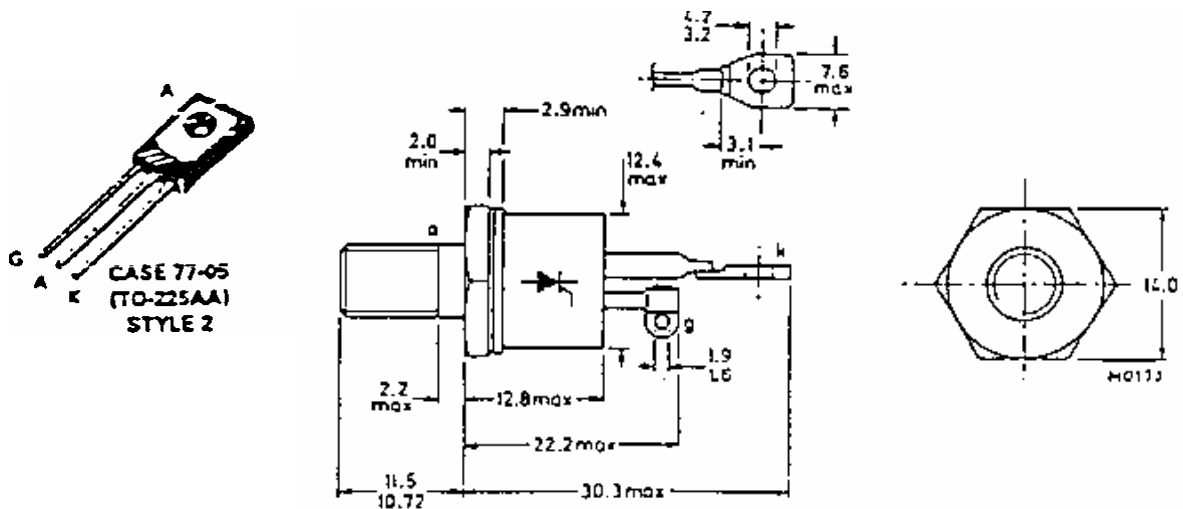
2.2. Pengujian SCR

Kondisi SCR dapat diuji dengan menggunakan sebuah ohmmeter seperti layaknya dioda, namun dikarenakan konstruksinya pengujian SCR ini harus dibantu dengan penyulutan kaki gate dengan pulsa positif.

Jadi dengan menghubungkan singkat kaki anoda dengan gate, kemudian diberikan sumber positif dari meter secara bersama dan katoda diberi sumber negatifnya, maka akan tampak gerakan jarum ohmmeter yang menuju nilai rendah penunjukkan ohm dan kondisi ini menyatakan SCR *masih layak* digunakan. Sedangkan jika penunjukkan jarum menunjuk pada nilai resistansi yang tinggi, maka dikatakan kondisi SCR *menyumbat* atau rusak.

2.3. Identifikasi elektroda SCR

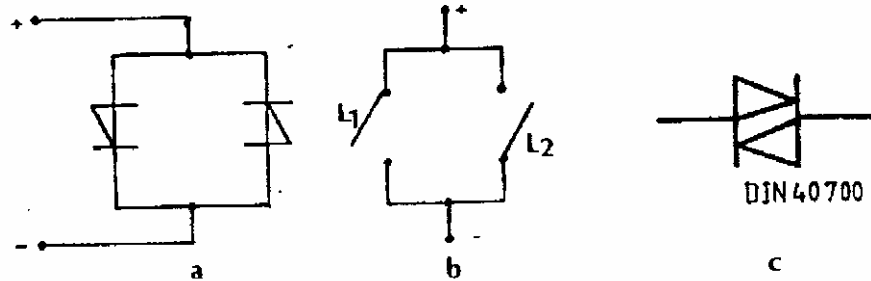
Untuk mengidentifikasi ketiga elektroda SCR diperlukan buku petunjuk, namun berikut diberikan contoh identitas SCR seperti terlihat pada gambar 4.8. berikut.



Sedangkan pengkodeannya biasanya tergantung pada system negara dan pabrik pembuatnya, sebagai contoh pabrik Motorola (USA) mengeluarkan tipe C106 dan lainnya atau 2N4441 s/d 2N4444. Pabrik Philips Australia mengeluarkan tipe BTW40-400R, BTW40-600R dan BTW40-800R.

3. DIAC

Istilah diac diambil dari *Dioda AC* yang merupakan salah satu dari keluarga thyristor dan termasuk dalam jenis *Bidirectional Thyristor*. Diac mempunyai dua buah elektroda atau terminal dan dapat menghantar dari kedua arah oleh karenanya diac dianggap sebagai *homo* atau *non-polar*. Diac tersusun dari empat lapis semikonduktor seperti dioda lapis empat. Gambar 4.9. memperlihatkan ekuivalen dan simbol diac.



Gambar 4.9. Ekuivalen dan simbol Diac

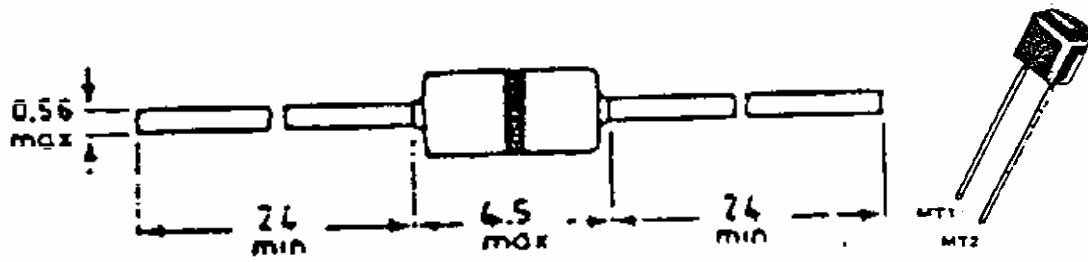
2.1. Prinsip kerja Diac

Diac mempunyai impedansi yang tinggi dalam dua arah, guna mencapai titik konduktanya diperlukan tegangan antara 28 sampai 36 volt.

Kita perhatikan gambar 4.9 a diatas, jika tegangan diberikan pada diac menyamai atau melebihi tegangan konduktanya, maka salah satu saklar akan menutup, demikian sebaliknya untuk kondisi yang sama salah satu saklarnya juga akan menutup.

2.2. Identifikasi Diac

Karena homopolar, maka untuk menentukan kaki diac adalah sama saja baik yang kiri maupun yang kanan. Bentuk fisiknya menyerupai dioda rectifier dengan ciri-ciri seperti yang digambarkan pada gambar 4.10.

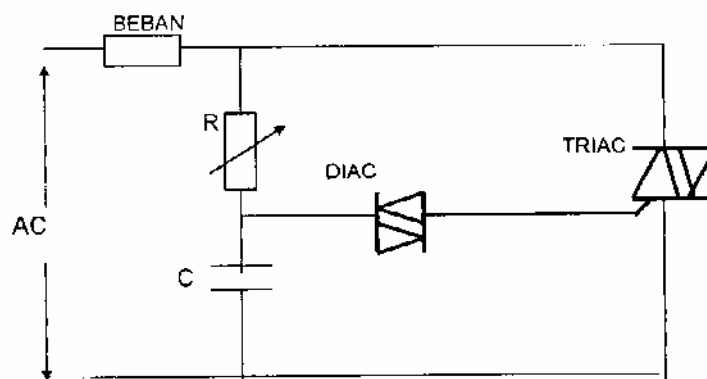


Gambar 4.10. Identitas Diac

Sistem pengkodeannya tergantung dari pabrik pembuatnya, sebagai contoh Motorola mengeluarkan tipe 1N5758 sampai 1N5761 sedangkan Philips Australia mengeluarkan tipe BR100.

2.3. Penggunaan Diac dalam rangkaian

Piranti Diac banyak digunakan sebagai pemacu rangkaian pengendali daya, misalnya pemacu TRIAC. Gambar 4.11 ini memperlihatkan salah satu contoh rangkaian yang melibatkan Diac.

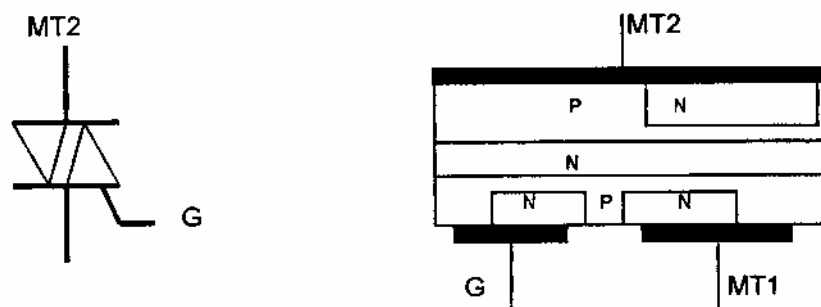


Gambar 4.11. Aplikasi Diac dalam rangkaian

4. TRIAC

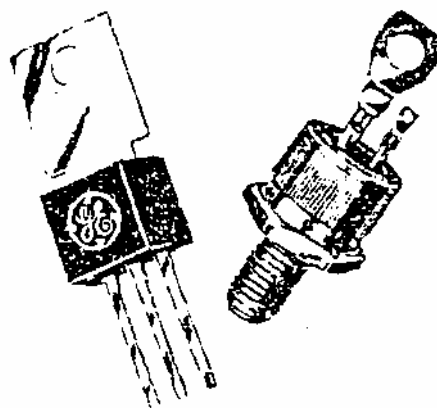
Triac dipersiapkan untuk mengendalikan daya bolak-balik secara penuh dari 0° hingga 180° . Triac mempunyai tiga elektroda mirip dengan SCR, namun Triac dapat menghantarkan arus dalam dua arah.

Simbol dan konstruksi Triac diperlihatkan seperti pada gambar 4.12. sedangkan bentuk fisiknya digambarkan seperti gambar 4.13.



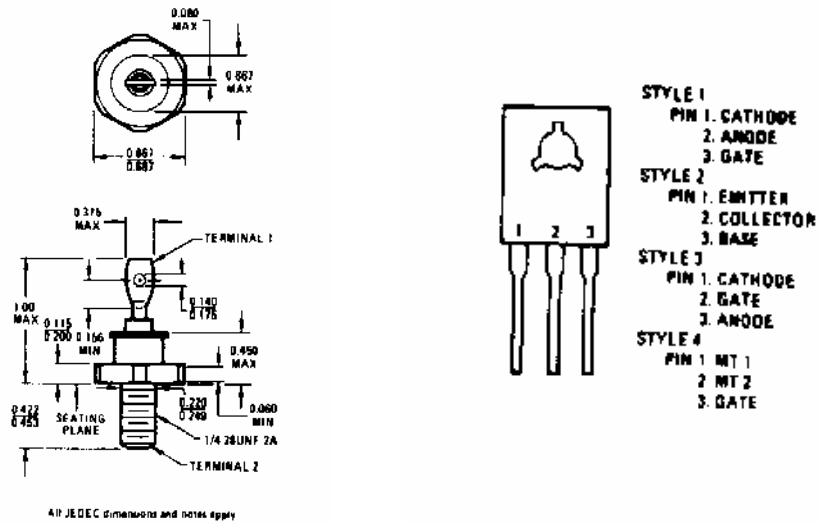
Gambar 4.12. Simbol dan konstruksi Triac

Triac mempunyai 3 terminal, yaitu MT-1, MT-2 dan Gate.



Gambar 4.13. Bentuk fisik Triac

4.1. Identifikasi Triac



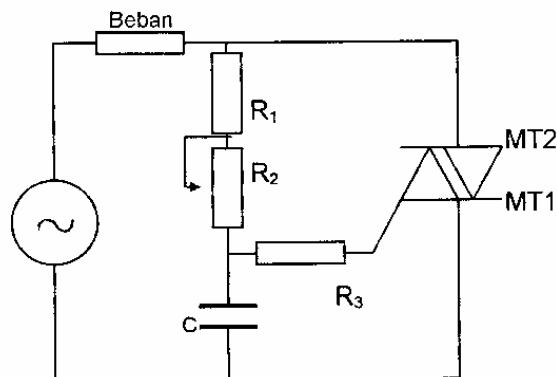
Gambar 4.14. Elektroda Triac

Karena banyak bentuk fisiknya, maka untuk mengidentifikasi Triac diperlukan juga bantuan buku petunjuk, namun gambar di atas memberikan bantuan pada anda untuk mengidentifikasi elektroda Triac yang banyak dipakai.

Pengkodean Triac juga tergantung dari pabrik pembuatnya, berikut adalah contoh pengkodean Triac dari Motorola, yaitu SC141, SC146 dan 2N5571.

4.2. Penyulutan Triac

Gambar 4.15. berikut memperlihatkan metoda penyulutan Triac secara sederhana, dimana pada rangkaian tersebut kapasitor C akan mengisi muatannya lewat R_1 dan R_2 setiap setengah periode.

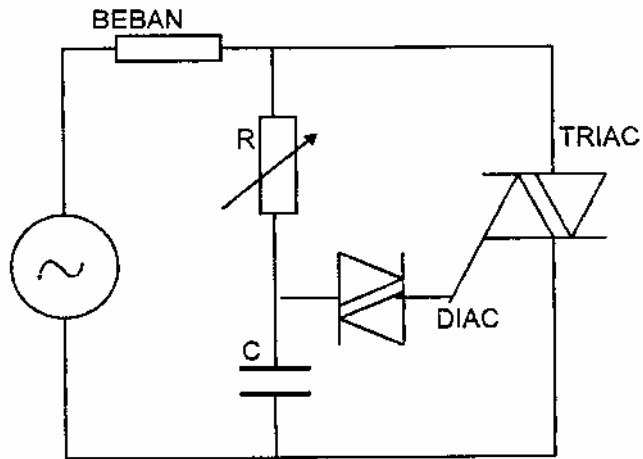


Gambar 4.15. Rangkaian picu Triac

Selama setengah perioda positif, MT2 akan akan lebih positif dari MT1, sehingga pelat atas kapasitor akan bermuatan positif.

Jika tegangan pada kapasitor muncul hingga mencapai harga yang mencukupi untuk pemenuhan arus gate, maka Triac akan ON. Kecepatan pengisian kapasitor diatur oleh potensiometer R_2 , dimana jika hambatannya besar, maka pengisiannya akan lambat sehingga terjadi penundaan penyalaan. Jika nilai R_2 kecil, maka pengisian kapasitor akan lebih cepat dan arus yang mengalir ke beban akan tinggi.

Metoda lain adalah dengan melibatkan piranti Diac seperti terlihat pada gambar 4.16. dimana sering terdapat Triac yang dikemas bersama Diac dalam satu chip dan dikenal dengan nama Quadrac.



Gambar 4.16. Diac sebagai pengendali Triac

RANGKUMAN – 4

1. Yang termasuk dalam keluarga Thyristor adalah SCR, Diac dan Triac
2. SCR layaknya sebuah penyearah arus, hanya kerjanya tergantung pada arus atau picu terhadap elektroda Gatanya.
3. Keluarga thyristor ini banyak digunakan sebagai alat pengendali daya yang berkemampuan tinggi.
4. SCR dapat mengendalikan daya listrik ac dari 0° sampai 90° ,
5. Diac bekerja dalam dua arah dan dikenal sebagai bi-directional Thyristor
6. Triac juga bekerja dalam dua arah, tapi sebagaimana SCR Triac harus dipicu dahulu gatanya.
7. Triac dapat mengendalikan daya listrik ac secara penuh dari 0° sampai 180°
8. Gabungan Diac dengan Triac dalam satu kemasan disebut sebagai Quadrac.

LATIHAN - 4

1. Dengan alasan apa komponen thyristor dibuat dari bahan Silikon ?
2. Apa yang membedakan SCR dengan Dioda Rectifier selain jumlah elektrodanya ?
3. Kenapa dalam penggunaan sumber searah (dc),triggering SCR dapat dilakukan sesaat ? Sedangkan dalam penggunaan ac harus terus menerus.
4. Bagaimana anda dapat menguji sebuah Diac ?
5. Dapatkah Diac kita gunakan sebagai penyearah arus bolak-balik ? Sebutkan alasan anda !
6. Sebutkan kelebihan pengendalian daya dari Triac dibandingkan dengan SCR !

JAWABAN LATIHAN - 4

1. Komponen thyristor dibuat dari bahan semikonduktor Silikon dengan alasan silicon merupakan bahan semikonduktor yang lebih tahan panas dibandingkan dengan bahan semikonduktor lainnya, misalnya germanium.
2. Selain berbeda jumlah elektrodanya, maka SCR dibandingkan dengan Dioda rectifier adalah: Kerjanya harus disulut (trigger) dengan signal positif pada kaki gatenya.
3. Triggering SCR dalam rangkaian searah (dc) adalah cukup sesaat, karena signal dc tidak berubah secara periodik, sedangkan dalam penggunaan rangkaian ac akan mengalami perubahan periodik minimal dan maksimal dalam waktu ke waktu sehingga diperlukan triggering secara kontinu.
4. Sebuah Diac dapat diuji dengan cara memberikan tegangan bertahan hingga mencapai tegangan Breakovernya.
5. Diac *tidak dapat* digunakan sebagai penyearah arus bolak-balik ! Alasannya, Diac bekerja dalam dua arah, sehingga input dan outpunya adalah tetap arus bolak-balik (ac).
6. Dengan Triac dimungkinkan dapat mengendalikan signal ac dari 0° hingga 180° sedangkan SCR hanya mampu mengendalikan dari 0° hingga 90° saja.

LEMBAR KERJA - 4

SILICON CONTROLLED RECTIFIER (scr)

✍️ TUJUAN

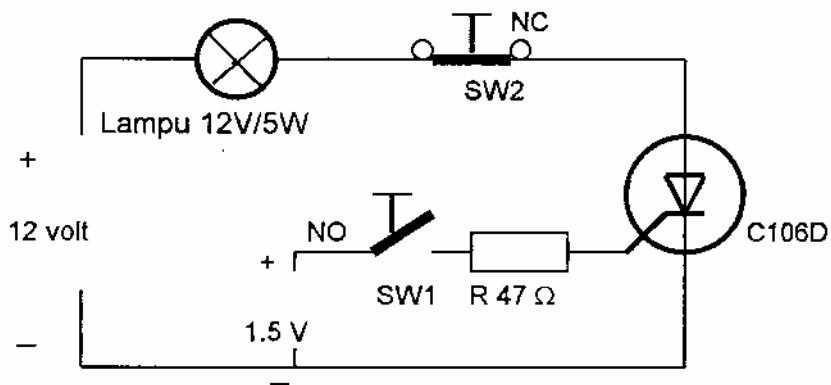
Setelah menyelesaikan lembar kerja ini diharapkan anda :

1. Mampu mengidentifikasi keluarga thyristor
2. Mampu menguji thyristor khususnya SCR

✍️ ALAT DAN BAHAN

1. SCR C 106 D
2. Sumber daya dc variable 0 – 12 volt
3. Batere kering 1,5 volt
4. Resistor 47 ohm / 0,5 W
5. Lampu pijar 5 W / 12 volt
6. Protoboard
7. Saklar NO dan NC
8. Multitester
9. Kabel-kabel penyambung

✍️ RANGKAIAN PERCOBAAN



✍️ LANGKAH KERJA

1. Hubungkan rangkaian seperti gambar.
2. Atur tegangan sumber 12 volt (perhatikan polaritas!)

3. Hubungkan sumber ke rangkaian.

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

4. Hubungkan V-meter pada kaki Anoda dan Kathoda, catat penunjukan tegangan :

..... volt

5. Tutup saklar SW1 dan catat tegangan anoda-kathoda :

..... volt

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

6. Buka saklar SW1 dan catat tegangan anoda-kathoda :

..... volt

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

7. Buka saklar SW2 dan catat tegangan anoda-kathoda :

..... volt

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

8. Tutup saklar SW2 dan catat tegangan anoda-kathoda :

..... volt

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

9. Balikkan polaritas sumber !

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

10. Hubungkan V-meter dengan anoda-kathoda, catat tegangannya :

..... volt

11. Tutup saklar SW1 dan catat tegangan anoda-kathoda :

..... volt

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

12. Buka saklar SW1 dan catat tegangan anoda-kathoda :

..... volt

Apakah lampu menyala ? Ya Tidak

13. Periksa hasil pengamatan anda pada instruktur !

14. Kembalikan peralatan dan bahan pada tempat semula !

15. Buat kesimpulan pengamatan anda.

III. EVALUASI

Evaluasi ini bertujuan untuk mengukur kemampuan atau kompetensi anda setelah lengkap mengikuti atau mempelajari semua kegiatan belajar (Kegiatan Belajar 1 sampai 4), dimana evaluasi ini meliputi evaluasi terhadap Pengetahuan, Keterampilan dan Sikap diri anda.

Khusus untuk menilai sikap dapat dinilai dari perilaku kerja anda dalam pemahaman dan kepatuhan terhadap prosedur kerja yang telah ditentukan termasuk kepedulian anda terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja.

1. EVALUASI PENGETAHUAN

1. Kenapa bahan semikonduktor atau piranti elektronik tidak tahan terhadap kenaikan temperatur ?
2. Ceriterakan pengaruh pemberian bias terhadap PN Dioda baik arah mundur dan maju !
3. Bagaimana anda mengatasi nilai Peak Inverse Voltage (PIV) suatu dioda ?
4. Sebuah dioda zener dengan ciri $U_z = 8$ volt; $I_z (\text{max}) = 50$ mA dihubungkan dengan sebuah sumber tegangan searah $U_s = 12$ volt. Hitung nilai tahanan shunt (R_s) minimal agar dioda zener tersebut aman bekerja.
5. Sebutkan beda transistor PNP dengan NPN !
6. Untuk apa pendingin transistor dibuat ?
7. Apa kelebihan Triac dibandingkan SCR dalam pengendalian daya listrik ?
8. Dapatkah SCR digunakan sebagai penyearah ? Jika bisa sebutkan syarat-syaratnya.

2. EVALUASI KETERAMPILAN

Untuk evaluasi keterampilan diberikan lembar kerja sebagai berikut :

LEMBAR KERJA EVALUASI TRIAC

Tujuan :

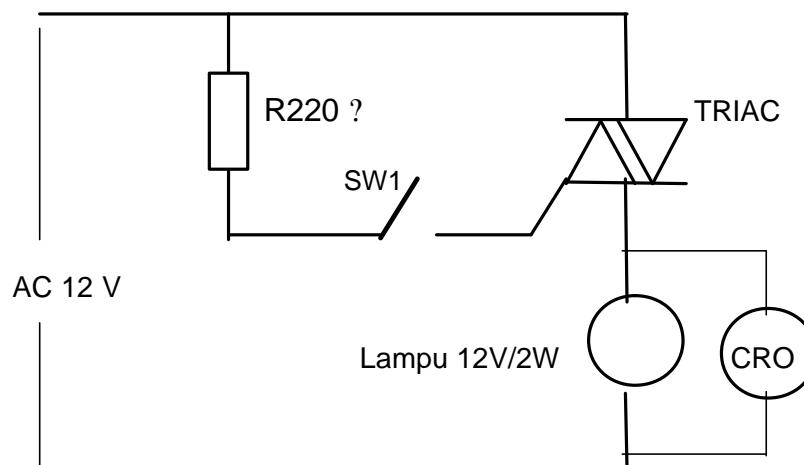
Setelah anda menyelesaikan lembar kerja evaluasi ini diharapkan :

1. Mampu mengidentifikasi Triac
2. Memahami sifat dan kerja Triac dalam rangkaian

Alat & Bahan :

1. Lampu 12 volt/2W
2. Resistor 220 ?
3. Saklar tunggal
4. Triac SC 141D
5. Sumber AC 12 volt
6. Osiloscope
7. Voltmeter
8. Ammeter
9. Digital Multitester

Gambar Rangkaian Percobaan



Langkah Kerja :

A. Kondisi SW1 Off

1. Yakinkan bahwa saklar SW1 dalam kondisi Off.
2. Sumbungkan osiloscop pada terminal lampu
3. Sumbungkan tegangan 12 volt pada rangkaian
4. Gambarkan tayangan layar osiloscop pada patron berikut

5. Ukur tegangan pada triac dengan digital meter :

..... volt

6. Ukur tegangan pada lampu dengan digital meter :

..... Volt

7. Apakah lampu menyala ?

ya

tidak

B. Kondisi saklar SW1 tertutup

8. Tutup saklar SW1 dan gunakan digital meter untuk mengukur tegangan triac :

9. Dengan menggunakan digital meter, ukur tegangan lampu :

10. Apakah lampu menyala ?

ya

tidak

11. Gambarkan tayangan layar osiloskop pada patron berikut :

C. Buka saklar SW1

12. Buka saklar SW1 dan gunakan digital meter untuk mengukur tegangan pada triac
.....

13. Gunakan digital meter, ukur tegangan pada lampu :
.....

14. Apakah lampu menyala ?

Ya

Tidak

15. Gambarkan bentuk tayangan layar pada patron berikut :

LEMBAR PENILAIAN

MODUL : PIRANTI SEMIKONDUKTOR

NAMA SISWA :

NAMA ASSESOR :

Bubuhkan tanda thick (?) pada tabel berikut :

No.	Methoda Penilaian	KOMPETEN	BELUM KOMPETEN	KETERANGAN
1.	Tertulis			
2.	Praktik			

HASIL;

KOMPETEN

BELUM KOMPETEN

Catatan :

.....
.....
.....
.....

....., 200...

Siswa,

Assesor,

.....

.....

DAFTAR PUSTAKA

- Boylested, Robert L. dan Louis Nashelky**, *Electronic Devices and Circuit Theory*, 1982, Prentice-Hall, New Jersey
- Dirksen, AJ**, *Pelajaran Elektronika Jilid 3*, terjemahan Haroen, 1982, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Erawan, Bambang. Drs.**, *Dasar Elektronika 1 dan 2*, PPPG Teknologi Bandung, 1992, Bandung
- Floyd, Thomas L**, *Electronic Devices*, Charlkes E. .Merril Publishing Company, 1984, Toronto-London-Sidney
- Maloney, J. Timothy**, *Industrial Solid State Electronics*, Prentice-Hall, 1979, New-Jersey
- Morris, Noel**, *Control Engineering*, Mc. Graw Hill Book Company (UK) Limited, 1974, London
- Villanucci et.al.**, *Electronic Techniques*, Prentice Hall, 1981, Welington - New Zealand
- Zbar, Paul B.**, *Basic Electronics*, EIA-Mc. Graw Hill Co., 1976, USA

		terminologi yang digunakan dalam elektronika atau kelistrikan pada umumnya.									
5.	PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	Berisikan tentang cara mempelajari modul dan bagaimana menuntaskan modul ini secara utuh.									
6.	KEGIATAN BELAJAR -1	Berjudul BAHAN SEMI-KONDUKTOR, yang berisikan tentang bahan semikonduktor, terbentuknya PN junction serta pengaruh bias.		?				?			
7.	KEGIATAN BELAJAR-2	Berjudul DIODA SEMI-KONDUKTOR, yang berisikan tentang dioda penyearah, Dioda Zenner, LED, Dioda Cahaya, Dioda varactor, dilengkapi dengan cara pengujian, karakteristik, latihan dan lembar kerja (praktik).		?				?			
8.	KEGIATAN BELAJAR-3	Berjudul TRANSISTOR BIPOLAR, berisikan tentang Fisik, pengkodean, cara pengujian dan contoh penggunaan dalam rangkaian, latihan dan lembar praktik		?				?			
9.	KEGIATAN BELAJAR-4	Berjudul KELUARGA THYRISTOR, berisikan tentang fisik, prinsip kerja dari keluarga thyristor mulai dari SCR, DIAC, TRIAC, cara mengidentifikasi, latihan		?				?			

		dan lembar praktik									
10.	EVALUASI AKHIR	Terdiri atas dua metoda, yaitu teoritis dan praktik. Teoritis dievaluasi secara comprehensive sedangkan praktik mengambil salah satu pengujian rangkaian dari salah satu piranti (TRIAC)		?				?			