

# GURU PEMBELAJAR

## MODUL PELATIHAN GURU

**PAKET KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO**  
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)



- . **Elektronika Dasar**
- . **Pembelajaran yang Mendidik**



**DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**  
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**2016**



# GURU PEMBELAJAR

## MODUL PELATIHAN GURU

**PAKET KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO**  
SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)



PROFESIONAL :  
**Elektronika Dasar**



**DIREKTORAT JENDERAL GURU DAN TENAGA KEPENDIDIKAN**  
**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**  
**2016**



Penulis:

Drs. Herry Sudjendro, MT., HP:08123306114, email: [herrysudjendro@gmail.com](mailto:herrysudjendro@gmail.com)

Drs. Widiharso, MT., HP:081333955196, email: [widiharso3@gmail.com](mailto:widiharso3@gmail.com)

Penelaah:

Rugianto, SPd,MT., HP:085253309714,

email: [rugianto@gmail.com](mailto:rugianto@gmail.com)

Editor:

Rugianto, SPd,MT., HP:085253309714,

email: [rugianto@gmail.com](mailto:rugianto@gmail.com)

Elustrator:



*Copyright@2016*

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Bidang Otomotif dan Elektronika, Direktorat Jendral Guru dan Tenaga Kependidikan.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.





## KATA SAMBUTAN

Peran guru profesional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru profesional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi fokus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru paska UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kumpetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (*online*), dan campuran (*blended*) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunlinis (LP3TK KPTIK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensl guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensl. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan,

Sumarna Surapranata, Ph.D,

NIP 195908011985031002





## DAFTAR ISI

KATA SAMBUTAN .....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xiv
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar belakang.....	1
B. Tujuan Pembelajaran.....	1
C. Peta Kompetensi .....	2
D. Ruang Lingkup .....	2
E. Saran Cara Penggunaan Modul .....	2
Kegiatan Pembelajaran 1 :.....	5
Pembentukan Junction PN .....	5
A. Tujuan .....	5
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	5
C. Uraian Materi .....	5
D. Aktifitas Pembelajaran.....	13
E. Latihan/Tugas.....	13
F. Rangkuman .....	14
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	15
H. Kunci Jawaban .....	17
Kegiatan Pembelajaran 2.....	19
Dioda Semi Konduktor .....	19
A. Tujuan .....	19
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	19
C. Uraian Materi .....	19
D. Aktifitas Pembelajaran.....	33
E. Latihan/Tugas.....	33
F. Rangkuman .....	34
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	35

H. Kunci Jawaban .....	37
Kegiatan Pembelajaran 3:.....	39
Dioda Zener.....	39
A. Tujuan .....	39
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	39
C. Uraian Materi.....	39
E. Latihan/Tugas.....	46
F. Rangkuman .....	47
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	48
H. Kunci Jawaban .....	50
Kegiatan Pembelajaran 4:.....	53
Transistor Bipolar.....	53
A. Tujuan .....	53
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	53
C. Uraian Materi.....	53
D. Aktifitas Pembelajaran .....	81
E. Latihan/Tugas.....	81
F. Rangkuman .....	82
G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	83
H. Kunci Jawaban .....	85
Kegiatan Pembelajaran 5.....	89
FET dan MOS FET .....	89
A. Tujuan .....	89
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	89
C. Uraian Materi.....	89
D. Aktifitas Pembelajaran .....	112
E. Latihan/Tugas.....	112
B. Rangkuman .....	113
C. Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	114
D. Kunci Jawaban .....	116
Kegiatan Pembelajaran 6.....	118
Elektronika Daya.....	118
A. Tujuan .....	118
B. Indikator Pencapaian Kompetensi .....	118

C.	Uraian Materi .....	118
D.	Aktifitas Pembelajaran .....	131
E.	Latihan/Tugas .....	131
F.	Rangkuman .....	132
G.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	133
H.	Kunci Jawaban .....	135
	Kegiatan Pembelajaran 7 .....	139
	Gerbang Dasar .....	139
A.	Tujuan .....	139
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	139
C.	Uraian Materi .....	139
D.	Aktifitas Pembelajaran .....	144
E.	Latihan/Tugas .....	144
F.	Rangkuman .....	144
G.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	145
H.	Kunci Jawaban .....	145
	Kegiatan Pembelajaran 8: .....	147
	Gerbang Kombinasional .....	147
A.	Tujuan .....	147
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	147
C.	Uraian Materi .....	147
A.	Aktifitas Pembelajaran .....	153
B.	Latihan/Tugas .....	153
C.	Rangkuman .....	154
D.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	155
E.	Kunci Jawaban .....	156
	Kegiatan Pembelajaran 9 .....	159
	Aljabar Boole .....	159
A.	Tujuan .....	159
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	159
C.	Uraian Materi .....	159
D.	Aktifitas Pembelajaran .....	168
E.	Latihan/Tugas .....	168
F.	Rangkuman .....	170

G.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	170
H.	Kunci Jawaban .....	171
	Kegiatan pembelajaran 10 .....	173
	Rangkaian Sekuensial .....	173
A.	Tujuan .....	173
B.	Indikator Pencapaian Kompetensi .....	173
C.	Uraian Materi .....	173
D.	Aktifitas Pembelajaran .....	182
E.	Latihan/Tugas .....	183
F.	Rangkuman .....	183
G.	Umpan Balik dan Tindak Lanjut .....	185
H.	Kunci Jawaban .....	186
	Penutup .....	187
A.	Kesimpulan .....	187
B.	Tindak Lanjut .....	187
C.	Evaluasi .....	187
D.	Kunci Jawaban .....	192
E.	Glosarium .....	193
	Daftar Pustaka .....	194
	LAMPIRAN .....	195

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Hubungan dua buah atom silikon .....	5
Gambar 1.2 Bentuk fisik atom silicon .....	6
Gambar.1.3 Penampilan dua dimensi bahan semikonduktor dari atom silicon .....	6
Gambar 1.4 Hubungan dan re-kombinasi kristal silicon .....	7
Gambar 1.5 Perjalanan Elektron dan Hole pada kristal Silikon pada pengaruh medan listrik .....	7
Gambar 1.6 Gerakan elektron pada bahan semikonduktor .....	8
Gambar 1.7 Gerakan elektron pada semikonduktor yang diberi tegangan.....	8
Gambar 1.8 Pembentukan kristal (dopping) dan hubungan mekanis sebuah silikon type-N .....	9
Gambar 1.9 Pembentukan kristal (dopping) dan hubungan mekanis sebuah silikon type-P.....	10
Gambar 1.10b. Daerah barrier .....	10
Gambar 1.11 Pembawa mayoritas.....	11
Gambar 1.12 Pembawa minoritas.....	11
Gambar 2.1 Simbol Dioda.....	17
Gambar. 2.2 Sifat dasar diode .....	18
Gambar 2.4. Rangkaian dioda forward bias .....	19
Gambar 2.5 Kurva karakteristik dioda forward bias.....	20
Gambar 2.6 Rangkaian dioda reverse bias.....	20
Gambar 2.7 Kurva karakteristik dioda reverse bias.....	20
Gambar. 2.8 Karakteristik diode.....	21
Gambar 2.9 Dioda sebagai penyearah gelombang sinus.....	22
Gambar 2.10 Penyearah setengah gelombang.....	22
Gambar 2.11 Penyearah gelombang penuh .....	24
Gambar 2.12 Bentuk gelombang sebelum disearahkan berbeda fasa 180° dan setelah disearahkan.....	25
Gambar 2.13 Rangkaian penyearah gelombang penuh 4 dioda .....	26
Gambar 2.14 Bentuk Penyearah gelombang penuh dengan 4 dioda .....	26
Gambar 2.15 Filter C pada Penyearah Setengah gelombang.....	27
Gambar 2.16 Filter pada penyearah gelombang penuh .....	29
Gambar 2.17 Pengganda tegangan.....	30

Gambar 2.18 Bentuk gelombang pengganda tegangan.....	30
Gambar 3.1. dioda zener dalam arah forward.....	37
Gambar 3.2 Depletion layer pada dioda zener dalam arah forward.....	37
Gambar 3.3 Dioda zener dalam arah reverse .....	37
Gambar 3.4 Arus bocor dioda zener pada arah reverse.....	38
Gambar 3.5 Grafik Karakteristik Dioda Zener .....	38
Gambar 3.7 Penstabil tegangan dengandioda zener .....	39
Gambar 4.1 Material, struktur junction dan simbol transistor PNP.....	49
Gambar 4.2 Sistem tegangan bias pada transistor PNP .....	50
Gambar 4.3 Material, struktur junction dan simbol transistor PNP.....	50
Gambar 4.2 Sistem tegangan bias pada transistor NPN .....	51
Gambar 4.3 Tegangan Bias transistor .....	52
Gambar 4.4 Karakteristik input transistor .....	53
Gambar 4.5 Karakteristik output transistor $I_C = f(U_{CE})$ .....	53
Gambar 4.6 Karakteristik output transistor $I_C = f(I_B)$ .....	54
Gambar 4.7 Karakteristik dinamis $I_C = f(I_B)$ .....	54
Gambar 4.8 Karakteristik UCE fungsi UBE .....	55
Gambar 4.9 Penetapan tegangan bias transistor .....	56
Gambar 4.10 Kurva karakteristik transistor .....	56
Gambar 4.11 Tegangan bias transistor.....	57
Gambar 4.12 Kurva karakteristik transistor .....	59
Gambar 4.13 Kurva disipasi daya transistor.....	59
Gambar 4.14 Penetapan nilai tahanan kolektor .....	60
Gambar 4.15 Performansi arus kolektor.....	60
Gambar 4.16 Penetapan tahanan basis.....	62
Gambar 4. 17 Pemasangan tahanan $R_2$ .....	62
Gambar 4.18 Pemasangan NTC sebagai stabilisator.....	63
Gambar 4.19 Tahanan umpan balik $R_E$ .....	64
Gambar 4.20 Kapasitor bypass $C_E$ .....	64
Gambar 4.21 Tahanan umpan balik teganga $R_1$ .....	66
Gambar 4.22 Penguat klas A .....	66
Gambar 4.23 Penguat klas B .....	66
Gambar 4.24 Penguat klas AB.....	67
Gambar 4.25 Penguat klas C.....	67

Gambar 4.26 Hubungan basis bersama (common base).....	68
Gambar 4.27 Analisa DC rangkaian basis bersama.....	69
Gambar 4.28 Analisa ac rangkaian basis bersama.....	70
Gambar 4.29 Hubungan emitor bersama (Common Emitter).....	70
Gambar 4.30 Tahanan input : $r_{BE}$ .....	71
Gambar 4.31 Tahanan out put : $r_{CE}$ .....	71
Gambar 4.32 Kurva $I_b = f(I_c)$ .....	72
Gambar 4.33 Kurva $I_b = f(U_{be})$ .....	72
Gambar 4.34 Analisa DC rangkaian emitor bersama.....	72
Gambar 4.35 Analisa ac rangkaian emitor bersama.....	73
Gambar 4.36 Hubungan kolektor bersama (common collector).....	74
Gambar 4.37 Analisa DC rangkaian kolektor bersama.....	75
Gambar 4.38 Analisa ac rangkaian kolektor bersama.....	76
Gambar 5.1 Keluarga Transistor (Semi Konduktor).....	85
Gambar 5.2a Struktur FET.....	85
Gambar 5.2b Junction FET.....	85
Gambar 5.3a JFET saluran P.....	86
Gambar 5.3b JFET saluran N.....	86
Gambar 5.4 Rangkaian pengukuran kurva JFET.....	86
Gambar 5.5 Kurva Karakteristik JFET.....	87
Gambar 5.6 Elektroda JFET.....	90
Gambar 5.7. Kurva karakteristik output dari JFET.....	91
Gambar 5.8. Kurva Transkonduktansi.....	91
Gambar 5.10. Arti grafik dari transkonduktansi.....	93
Gambar 5.11. Self Bias FET.....	96
Gambar 5.12. Rangkaian FET Common Source.....	97
Gambar 5.13 Kurva Transkonduktansi.....	98
Gambar 5.14 Rangkaian penguat bertingkat JFET.....	99
Gambar 5.15. Bias sumber arus.....	101
Gambar 5.16. Menaikkan impedansi input dengan memasang RG.....	103
Gambar 5.17. Rangkaian Penguat Tunggal Common Source.....	103
Gambar 5.18. Rangkaian Common Gate.....	103
Gambar 5.19. Rangkaian Common Drain.....	104
Gambar 5.20 Rangkaian penguat diferensial.....	104



Gambar 5.21 Rangkaian sumber arus konstan .....	105
Gambar 5.22 FET sebagai saklar .....	105
Gambar 6.1a). Konstruksi Pembentukan DIACS.....	112
Gambar 6.1b). Simbol DIACS .....	112
Gambar 6.2a. Pembentukan DIACS .....	112
Gambar 6.2b. Simbol DIACS yang beredar dikalangan umum.....	122
Gambar 6.3 Karakteristik DIAC .....	113
Gambar 6.4 Pembentukan SCR .....	114
Gambar 6.5 Rangkaian pengganti SCR dan Symbol SCR.....	114
Gambar 6.6 Rangkaian ekivalen SCR .....	115
Gambar 6.7. Karakteristik SCR.....	116
Gambar 6.8. Sifat statis SCR .....	117
Gambar 6.9. Prinsip kerja SCR.....	118
Gambar 10. SCR sebagai pengendali kecerahan lampu.....	119
Gambar 11. Pemotongan pulsa pada SCR .....	119
Gambar 6.12. Pembentukan Triac .....	120
Gambar 6.13. Rangkaian pengganti Triac.....	120
Gambar 6.14 Konfigurasi Triac .....	121
Gambar 6.15 Skema Pengganti Triac.....	121
Gambar 6.16 Skema Pengganti Pemberian Bias Pada Triac.....	122
Gambar 6.17 Karakteristik Triac .....	122
Gambar 6.18 Mengemudikan Triac dengan Diac.....	123
Gambar 6.19 Penyulutan Triac .....	123
Gambar 6.20 Pengaturan Daya .....	124
Gambar 6,21. Pengaturan kecepatan motor dengan triac.....	124
Gambar 7.1 Rangkaian listrik ekivalen AND .....	132
Gambar 7.2 Simbol gerbang AND.....	133
Gambar 7.3 Diagram masukan-keluaran gerbang AND .....	133
Gambar 7.4 Rangkaian listrik ekivalen gerbang OR .....	134
Gambar 7.5 simbol gerbang OR .....	134
Gambar 7.6 Diagram masukan-keluaran gerbang OR .....	134
Gambar 7.7 Rangkaian listrik ekivalen gerbang NOT.....	135
Gambar 7.8 Gambar symbol gerbang NOT .....	135
Gambar 7.9 Diagram masukan-keluaran gerbang NOT .....	135

Gambar 8.1 Rangkaian listrik ekivalen gerbang NAND .....	139
Gambar 8.2 Gambar symbol gerbang NAND .....	140
Gambar 8.3 Diagram masukan-keluaran gerbang NAND .....	140
Gambar 8.4 Rangkaian listrik ekivalen gerbang NOR .....	140
Gambar 8.5 Gerbang NOR .....	141
Gambar 8.6 Diagram masukan-keluaran gerbang NOR.....	141
Gambar 8.7 Rangkaian listrik ekivalen gerbang EX-OR.....	142
Gambar 8.8 Simbol gerbang EX-OR.....	142
Gambar 8.9 Diagram masukan-keluaran gerbang EX-OR .....	143
Gambar 8.10 Rangkaian listrik ekivalen gerbang EX-NOR .....	143
Gambar 8.11 Simbol gerbang EX-NOR .....	144
Gambar 8.12 Diagram masukan-keluaran gerbang EX-NOR.....	144
Gambar 10.1 Gambar blok sekuensial.....	164
Gambar 10.2 Rangkaian PSNS .....	165
Gambar 10.3 Blok diagram SR flip-flop.....	166
Gambar 10.4 Rangkaian clocked S-R flip-flop .....	166
Gambar 10.5 Cloced S-R flip flop dengan gerbang NAND.....	166
Gambar 10.6 RS flip-flop dengan NOR.....	167
Gambar 10.7 JK flip-flop .....	167
Gambar 10.8 D-flip-flop.....	167
Gambar 10.9 T flip-flop .....	168
Gambar 10.10a Rangkaian penghitung naik asinkron.....	169
Gambar 10.10b Penghitung naik asinkron (Asynchron Up Counter) .....	169
Gambar 10.11a Rangkaian Penghitung turun asinkron.....	170
Gambar 10.11b Bentuk pulsa penghitung turun asinkron.....	170
Gambar 10.12a Rangkaian penghitung naik sinkron.....	171
Gambar 10.12b Bentuk menghitung naik sinkron.....	171
Gambar 10.13a Rangkaian penghitung turun sinkron .....	171
Gambar 10.13b Bentuk pulsa penghitung turun sinkron.....	171

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Jenis Bahan Semi Konduktor .....	5
Tabel 2.1.Datasheet Dioda 1N4001 .....	19
Tabel 4.1.Rangkuman Konfigurasi hubungan transistor.....	76
Tabel 5.1 Data sheet JFET .....	88
Tabel 5.2 Penjelasan Tentang Simbol - simbol dan Kode –kode .....	89
Tabel 5.3 T0220.....	90
Tabel 7.1 Tabel kebenaran AND.....	133
Tabel 7.2 Tabel kebenaran OR.....	134
Tabel 7.3 Tabel kebenaran NOT.....	135
Tabel 8.1 Tabel kebenaran NAND .....	140
Tabel 8.2 Tabel kebenaran NOR .....	141
Tabel 8.3 Tabel kebenaran EX-OR.....	142
Tabel 8.4 Tabel kebenaran EX=OR.....	144
Tabel 9.1 Tabel kebenaran 2 masukan 1 keluaran .....	151
Tabel 9.2 Tabel kebenaran contoh 1.....	151
Tabel 9.3 Tabel kebenaran contoh 2.....	152
Tabel 9.4Tabel kebenaran contoh 3.....	152
Tabel 9.5 Tabel kebenaran contoh 4.....	152
Tabel 9.6 Tabel Karnaugh Map 3 masukan 1 keluaran.....	153
Tabel 9.7Tabel kebenaran contoh 5.....	153
Tabel 9.8 Tabel kebenaran contoh 5.....	153
Tabel 9.9 Tabel kebenaran contoh 6.....	154
Tabel 9.10 Tabel kebenaran contoh 7.....	154
Tabel 9.11 Tabel kebenaran contoh 8.....	154
Tabel 9.12 Tabel kebenaran 4 masukan 1 keluaran.....	155
Tabel 9.13 Tabel kebenaran 4 masukan 1 keluaran.....	155
Tabel 9.14a Tabel kebenaran 4 masukan 1 keluaran contoh 9 .....	155
Tabel 9.14b Tabel kebenaran 5 masukan 1 .....	156
Tabel 9.15 Tabel kebenaran contoh 10.....	158
Tabel 10.1 Tabel kebenaran PSNS.....	165
Tabel 10.2 Tabel kebenaran S-R flip-flop.....	165
Tabel 10.3 Tabel kebenaran JK flip-flop.....	167

Tabel 10.4 Tabel kebenaran D flip flop .....	168
Tabel 10.5 Tabel kebenaran T flip flop.....	169

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1. International System of Units (SI)—Metric Units.....	186
Lampiran 2 Simbol komponen Listrik dan Elektronika Standard Amerika.....	187

# PENDAHULUAN

## A. Latar belakang

Perkembangan elektronika dimulai dari pengembangan rangkaian elektronika analog menjadi elektronika digital. Namun demikian elektronika analog masih diperlukan pada rangkaian – rangkaian yang menggunakan komponen semikonduktor seperti dioda, transistor dan komponen elektronika daya.

Dasar rangkaian elektronika analog mempelajari tentang pembentukan, karakteristik, penetapan titik kerja serta aplikasi rangkaiannya. Komponen aktif semikonduktor terdiri dari dioda, zener dioda, transistor bipolar, field effect transistor, MOS FET, Thyristor, Triac, Diac

Sedangkan rangkaian elektronika digital mempelajari tentang sistem bilangan, aljabar boole, gerbang dasar, gerbang kombinasional, rangkaian sekuensial.

## B. Tujuan Pembelajaran

Setelah mengikuti pembelajaran ini peserta diharapkan dapat :

1. Menganalisis susunan bahan atom P/N dan semikonduktor
2. Mengevaluasi penggunaan hukum-hukum kelistrikan pada semikonduktor dalam rangkaian dasar elektronika
3. Mengevaluasi proses pengujian komponen semikonduktor dalam rangkaian dasar elektronika
4. Mengkreasi sistim rangkaian dasar elektronika analog dan digital beserta proses pengujiannya

### C. Peta Kompetensi

**STRUKTUR SKG TEKNIK ELEKTRONIKA**

	TEKNIK ELEKTRONIKA AUDIO VIDEO (055)	TEKNIK ELEKTRONIKA KOMUNIKASI (057)	TEKNIK ELEKTRONIKA INDUSTRI (056)	TEKNIK MEKATRONIKA (058)	TEKNIK OTOTRONIK (059)
<b>C3</b>	PEREKAYASAAN SISTEM AUDIO PEREKAYASAAN SISTEM ANTENA PENERIMA PROYEK PERAKITAN ELEKTRONIKA AUDIO VIDEO PERAWATAN DAN PERBAIKAN PERALATAN ELEKTRONIKA AUDIO	PEREKAYASAAN SISTEM KOMUNIKASI IPERKAYASAAN SISTEM PEMACAR & PENERIMA PROYEK PERAKITAN ELEKTRONIKA KOMUNIKASI PERAWATAN DAN PERBAIKAN PERALATAN ELEKTRONIKA KOMUNIKASI	PEREKAYASAAN SISTEM KONTROL INDUSTRI PEREKAYASAAN SISTEM ROBOTIK PROYEK PERAKITAN ELEKTRONIKA INDUSTRI PERAWATAN DAN PERBAIKAN PERALATAN ELEKTRONIKA INDUSTRI	PEREKAYASAAN KONTROL SISTEM MEKATRONIKA PEREKAYASAAN SISTEM MEKATRONIKA BERBASIS CAE (COMPUTER AIDED ENGINEERING) PEREKAYASAAN SISTEM ROBOTIK PERAWATAN DAN PERBAIKAN PERALATAN MEKATRONIKA	PEREKAYASAAN ENGINE MANAGEMENT SYSTEM (EMS) PEREKAYASAAN CHASSIS MANAGEMENT SYSTEM (CMS) PEREKAYASAAN COMFORT SAFETY AND INFORMATION TECHNOLOGY (CSIT) PERAWATAN DAN PERBAIKAN VEHICLE CONTROL SYSTEM (VCS)
	Penerapan Rangkaian Elektronika, Perencanaan Sistem Audio, Perencanaan Sistem Penerima Radio dan Televisi, Perencanaan Sistem Antena		Sensor dan Aktuator (elektrik, pneumatic, hidrolik), Rangkaian Elektronika, Komunikasi Data dan Interface		Teknologi Mekanik, Mekanika dan Elemen Mesin CAN & Sistem Komunikasi Jaringan Kendaraan Penumpang Elektrikal & Elektronik Sistem Kendaraan Penumpang, Sensor & Aktuator Kendaraan Penumpang, Sistem Kontrol Penggerak Mekanis Digital
<b>C2</b>	TEKNIK KERJA BENGKEL	TEKNIK LISTRIK	TEKNIK ELEKTRONIKA DASAR	TEKNIK MIKROPROSESOR	TEKNIK PEMROGRAMAN
<b>C1</b>	GAMBAR TEKNIK				

Versi 07.08.15

### D. Ruang Lingkup

1. Elektronika Analog terdiri dari:
  - a. Dioda
  - b. Zener dioda
  - c. Transistor
  - d. FET dan MOS FET
  - e. Elektronika daya (DIAC, Thyristor, TRIAC)
2. Elektronika Digital terdiri dari:
  - a. Gerbang dasar
  - b. Gerbang Kombinasional
  - c. Rangkaian sekuensial
  - d. Rangkaian aplikasi digital

### E. Saran Cara Penggunaan Modul

Untuk memperoleh hasil belajar secara maksimal, dalam menggunakan modul ini maka langkah-langkah yang perlu dilaksanakan antara lain :



1. Bacalah dan pahami dengan seksama uraian-uraian materi yang ada pada masing-masing kegiatan belajar. Bila ada materi yang kurang jelas, peserta diklat dapat bertanya pada instruktur pengampu kegiatan belajar.
2. Kerjakan setiap tugas formatif (soal latihan) untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang telah dimiliki terhadap materi-materi yang dibahas dalam setiap kegiatan belajar.
3. Untuk kegiatan belajar yang terdiri dari teori dan praktik, perhatikanlah hal-hal berikut:
  - a. Perhatikan petunjuk-petunjuk keselamatan kerja yang berlaku.
  - b. Pahami setiap langkah kerja (prosedur praktikum) dengan baik.
  - c. Sebelum melaksanakan praktikum, identifikasi (tentukan) peralatan dan bahan yang diperlukan dengan cermat.
  - d. Gunakan alat sesuai prosedur pemakaian yang benar.
  - e. Untuk melakukan kegiatan praktikum yang belum jelas, harus meminta ijin guru atau instruktur terlebih dahulu.
  - f. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula.
  - g. Jika belum menguasai level materi yang diharapkan, ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada instruktur yang mengampu kegiatan pembelajaran yang bersangkutan.



# Kegiatan Pembelajaran 1 :

## Pembentukan Junction PN

### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi pembentukan Junction P dan N ini, peserta diharapkan dapat;

- Membedakan karakteristik bahan yang termasuk konduktor, isolator dan semikonduktor
- Menjelaskan sifat dan daya hantar pada bahan semikonduktor
- Menjelaskan terbentuknya semikonduktor type N
- Menjelaskan terbentuknya semikonduktor type P
- Menganalisis susunan bahan atom P/N dan semikonduktor

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Menguraikan bahan dengan kategori konduktor, isolator maupun semikonduktor
- Menguraikan bahan semikonduktor tentang sifat dan daya hantarnya
- Menguraikan terbentuknya semikonduktor type N
- Menguraikan terbentuknya semikonduktor type P
- Menguraikan pembentukan bahan P/N dan semikonduktor berdasarkan susunan atom

### C. Uraian Materi

#### 1. Pembentukan Junction PN

##### a) Konduktansi (sifat menghantar dari bahan)

Semua bahan memiliki daya hantar yang berbeda ada yang mempunyai daya hantar besar seperti semua jenis logam, ada yang mempunyai daya hantar sangat kecil seperti karet kayu plastik dan lain lain. Daya hantar suatu benda akan berbanding terbalik dengan tahanannya, maksudnya jika suatu benda mempunyai daya hantar baik, maka tahanan benda tersebut sangat kecil. Jika dibedakan berdasarkan daya hantarnya, maka bahan dibedakan menjadi:

- Isolator (bahan penyekat, yang tidak menghantarkan arus listrik)
- Konduktor (bahan penghantar, yang dapat menghantarkan arus listrik)
- Semi konduktor (bahan yang bersifat antara penghantar dan penyekat)

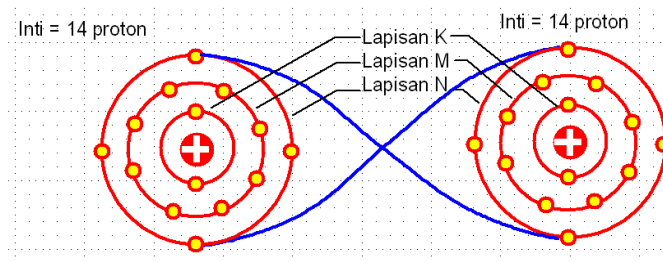
Pada Tabel 1 di bawah ini mengklasifikasikan jenis bahan dari ke tiga jenis bahan beserta contohnya.

Tabel 1. Jenis Bahan Semi Konduktor

Jenis	Tahanan $\rho$ ( $\Omega$ cm)	Daya hantar $k$ ( $1/(\Omega$ cm)	Bahan
Isolator	$10^{20}$	$10^{-20}$	Batu Bern
	$10^{18}$	$10^{-18}$	Parafin
	$10^{16}$	$10^{-16}$	Arang
	$10^{14}$	$10^{-14}$	Mika
	$10^{12}$	$10^{-12}$	Porselin
	$10^{10}$	$10^{-10}$	PVC
	$10^8$	$10^{-8}$	Marmer
Semikonduktor	$10^4$	$10^{-4}$	Silikon
	$10^0$	$10^{-0}$	Germanium
	$10^{-2}$	$10^2$	Indium arsenid /Galium arsenid
Konduktor	$10^{-6}$	$10^6$	Tembaga, perak

### b) Bentuk fisik atom semi konduktor

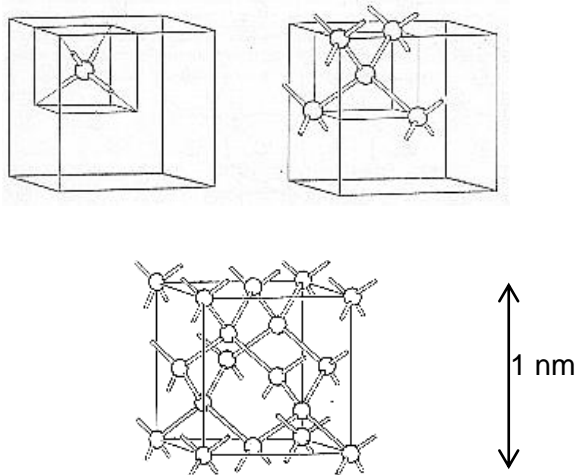
Atom semikonduktor pada contoh di atas adalah silikon dan germanium, dan untuk atom silikon mempunyai susunan atom seperti gambar 1.1 dibawan ini



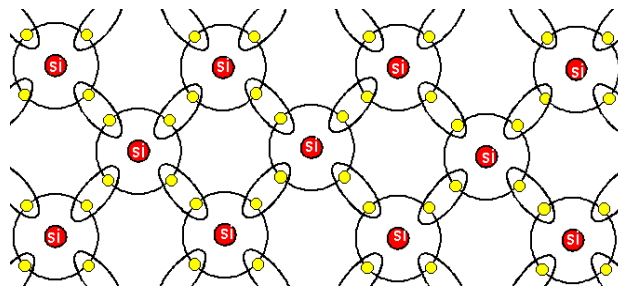
Gambar 1.1 Hubungan dua buah atom silikon dan susunan atomnya

Contoh : bahan silikon memiliki valensi 14 dengan susunan 2-8-4. Proton paling luar (lapisan N) memiliki valensi 4. Jika diperlihatkan secara 3 dimensi bentuk ikatan atom silikon akan Nampak seperti

gambar 1.2 di bawah ini, gambar 1.2 kiri atas jika hanya terdiri dari satu atom silicon, atas kanan terdiri dari 4 atom silicon dan yang bawah adalah ikatan atom silicon yang terdiri dari banyak atom.



Gambar 1.2 Bentuk fisik atom silikon



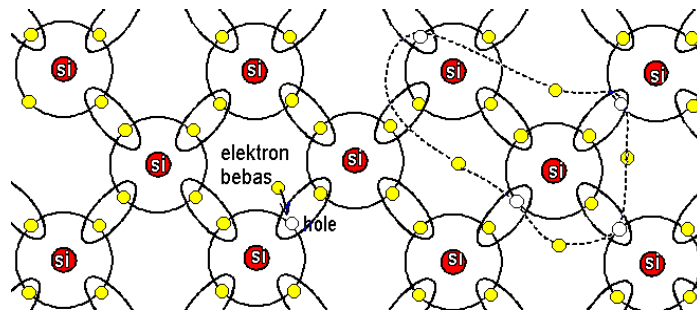
Gb.1.3 Penampilan dua dimensi bahan semikonduktor dari atom silikon

Masing-masing atom silikon bervalensi luar 4 dan saling mengikat antara satu atom silikon dengan atom silikon lainnya, sehingga sebuah atom akan mengikat 4 buah atom silikon yang lain

**c) Sifat daya hantar**

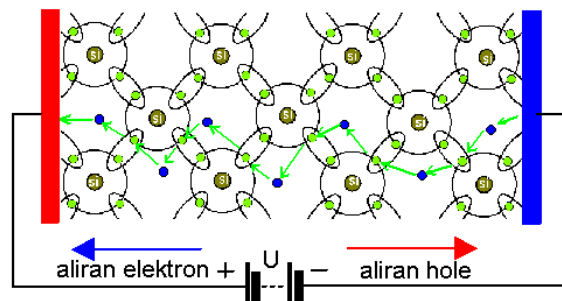
Bila sebuah bahan semikonduktor pada kristal silikon yang memiliki valensi 4 dipanaskan, maka salah satu elektron dalam ikatan tersebut akan lepas dari ikatannya dan akan menjadi elektron bebas karena meninggalkan tempat semula (elektron berada) dan terbentuklah lubang (*hole*). Lubang tersebut akan diisi oleh elektron

bebas lain yang lepas dari ikatan atom silikon seperti yang ditunjukkan gambar 1.4 di bawah ini.

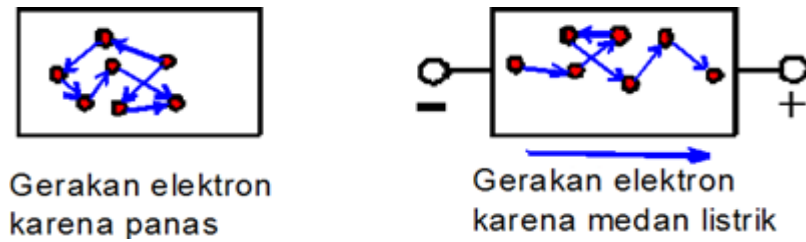


Gambar 1.4 Hubungan dan re-kombinasi kristal silikon

Demikian seterusnya keadaan ini berlangsung sehingga akan terjadi gerakan elektron sedangkan di sisi lain terjadi gerakan hole. Semakin tinggi suhu kristal, maka kecepatan gerak elektron dan jumlah elektron yang bergerak semakin besar pada gambar di atas gerakan elektron dan hole yang diakibatkan oleh pemanasan tidak terarah karena yang terjadi hanya selepasnya elektron dari tempatnya akan diisi oleh elektron yang lain. Akan menjadi lain jika Kristal silicon tersebut dihubungkan pada sumber tegangan DC yang nampak seperti gambar 1.5. elektron yang bermuatan negatif pada atom paling kiri yang paling dekat dengan kutub positif (+) akan tertarik oleh kutub positif dan terlepas dari tempatnya, setelah ditinggal elektron maka menjadi hole, elektron dari atom silicon yang ada disebelah kanannya juga akan lepas dan mengisi lubang disebelah kiri yang lebih dulu ditinggalkan elektronnya, demikian hal ini berlangsung terus menerus selama tegangan diberikan pada Kristal tersebut.

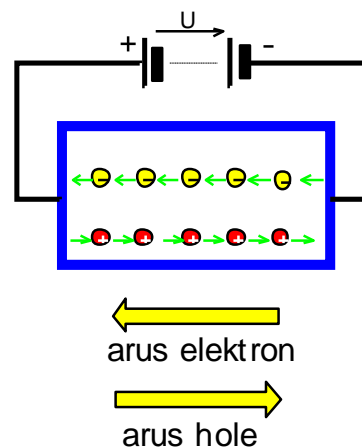


Gambar 1.5 Pegerakan Elektron dan Hole pada kristal Silikon karena pengaruh medan listrik



Gambar 1.6 Gerakan elektron pada bahan semikonduktor

Gambar 1.6 . di atas menjelaskan 2 perbedaan pergerakan elektron yang disebabkan oleh pemanasan dan yang diakibatkan oleh pemberian tegangan DC pada ujung ujungnya. Akibat dari pemanasan nampak pergerakan elektron tidak terarah, sedangkan pergerakan elektron yang disebabkan oleh pemberian tegangan atau medan listrik terarah dari kutub negatif ke kutub positif.



Gambar 1.7 Gerakan elektron pada semikonduktor yang diberi tegangan

Gerakan elektron bebas pada bahan semi konduktor bisa disearahkan dengan memberikan tegangan searah pada ujung-ujung elemen bahan semikonduktor.

**d) Dopping Bahan Semikonduktor**

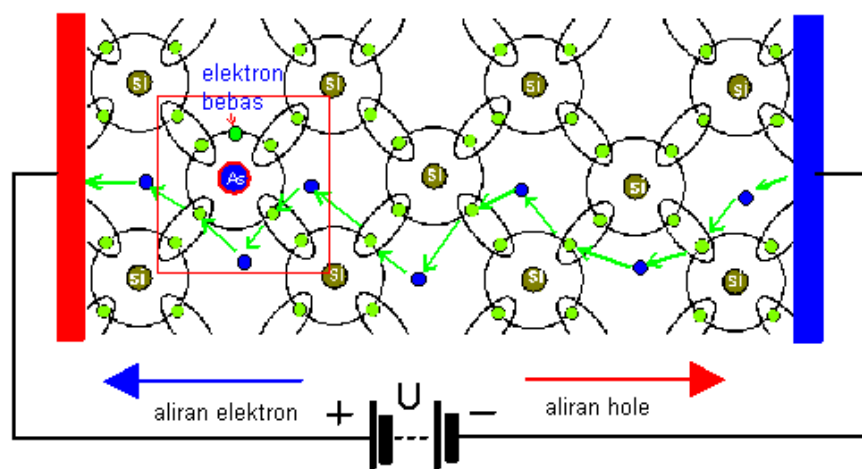
Daya hantar bahan semikonduktor sangat tergantung pada temperatur dan jenis bahan semikonduktor. Namun daya hantar bisa dibuat agar tidak tergantung dari temperatur maupun jenis bahan. Caranya adalah dengan *sistem dopping*. *System dopping* adalah memasukkan atom asing pada bahan semikonduktor, atom asing yang



dimasukkan dipilih yang mempunyai valensi 3 atau 5 agar dapat menghasilkan bahan semikonduktor type positif atau negatif.

**e) Semikonduktor *type-N***

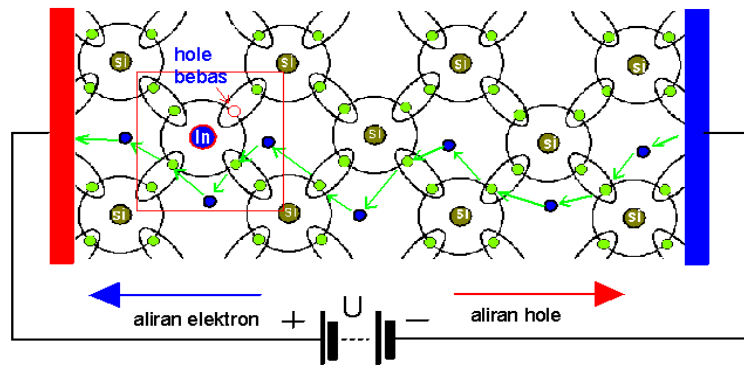
Semikonduktor *type-N* bisa dibuat dengan cara *doping* atom *pentavalent* (arsen, posfor). Atom silikon yang bervalensi 4 di-*doping* dengan atom arsen yang bervalensi 5, maka akan menghasilkan sebuah elektron bebas (bermuatan negatif). Maka bahan tersebut disebut bahan semikonduktor *type-N*



Gambar 1.8 Pembentukan kristal (*doping*) dan hubungan mekanis sebuah silikon *type-N*

**f) Semikonduktor *type-P***

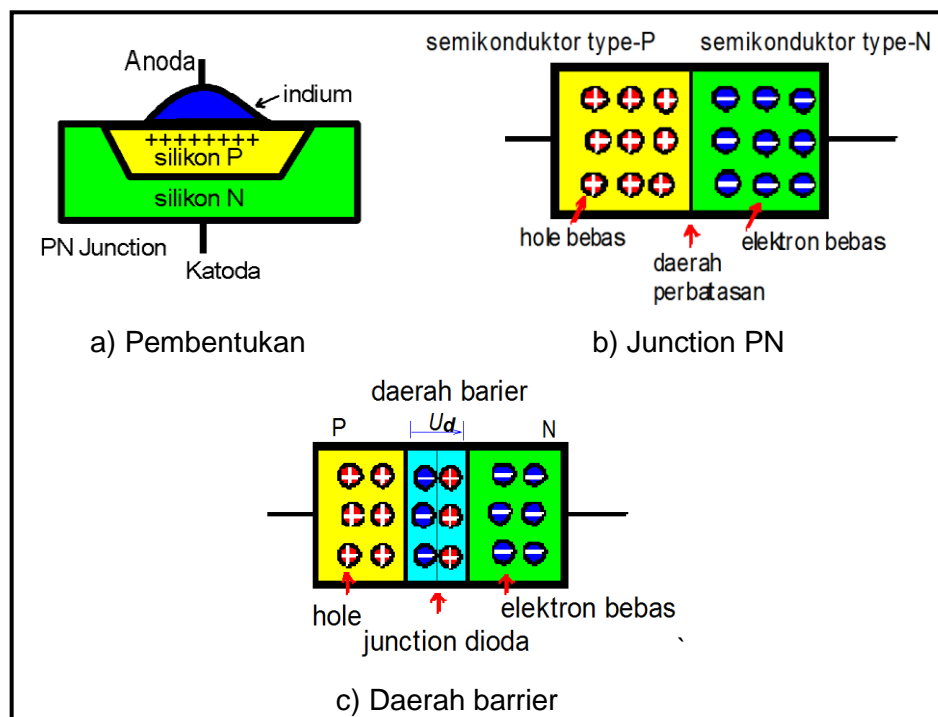
Semikonduktor *type-P* bisa dibuat dengan cara *doping* atom trivalent yaitu atom yang mempunyai elektron terluar 3 (Aluminum, gallium, indium). Atom silikon yang bervalensi 4 di-*doping* dengan atom indium yang bervalensi 3 akan menghasilkan sebuah hole bebas (bermuatan positif). Maka bahan tersebut disebut bahan semikonduktor *type-P*



Gambar 1.9 Pembentukan kristal (*dopping*) dan hubungan mekanis sebuah silikon *type-P*

## 2. Junction P-N

Junction P-N adalah hubungan (bukan pencampuran) atau sambungan antara bahan semikonduktor *type-N* dan *type-P* seperti yang terlihat pada gambar 1.10.



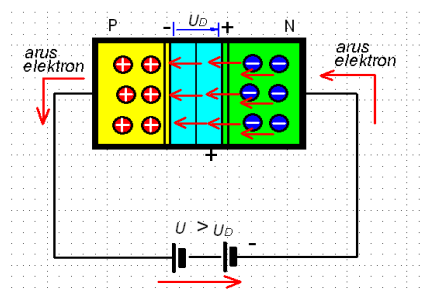
Gambar 1.10 Junction PN

Gambar 1.10.a menggambarkan pertemuan antara semikonduktor *type-P* dan *type-N* (*junction P-N*). Gambar 1.10.b menggambarkan difusi pada *junction P-N*. Pada Gambar 1.10.b, daerah P memiliki cukup banyak *hole*, sementara semikonduktor *type-N* memiliki cukup banyak elektron. Maka pada perbatasan P-N, elektron bebas pada N akan mengisi *hole* bebas,

sehingga menimbulkan lapisan pengosongan pada perbatasan *junction* P-N (gambar 1.10.c). Untuk menembus daerah pengosongan ini diperlukan tegangan *junction*  $U_d$ , tergantung dari bahan semikonduktor. Untuk bahan silikon dibutuhkan tegangan *junction* dioda  $U_d = 0,7$  Volt pada suhu  $25^\circ\text{C}$ , sedangkan untuk bahan germanium dibutuhkan  $U_d = 0,3$  Volt pada suhu  $25^\circ\text{C}$ .

**a) Pembawa mayoritas.**

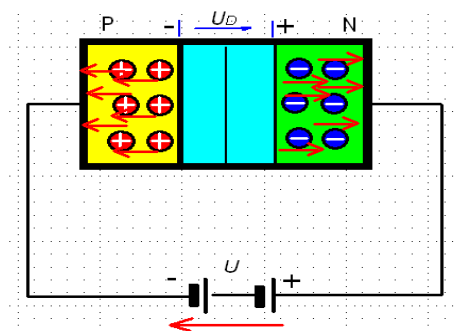
Pembawa mayoritas prinsipnya adalah pemberian tegangan pada *junction* P-N arah forward (daerah P dihubungkan ke sumber tegangan positif, serta daerah N dihubungkan ke negatif). Tegangan  $U$  akan menembus daerah pengosongan, bila  $U > U_d$  (mengalirkan arus elektron).



Gambar 1.11 Pembawa mayoritas

**b) Pembawa minoritas**

Bila daerah P dihubungkan dengan sumber tegangan negatif, serta daerah N dihubungkan tegangan positif, hubungan seperti ini dikatakan sebagai reverse, pada hubungan ini daerah pengosongan akan semakin melebar. Akibatnya tidak ada elektron yang menyeberang melalui perbatasan *junction* P-N sangat kecil dan sedikit sekali, dalam kondisi seperti ini tidak ada arus electron mengalir, atau Arus reverse = 0A



Gambar 1.12 Pembawa minoritas

#### **D. Aktifitas Pembelajaran**

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mendeskripsikan bagaimana proses pembentukan semikonduktor type P dan semikonduktor type N, bagaimana elektron bebas terbentuk dan bagaimana terjadinya hole.
2. Perhatikan proses pembuatan atau bagaimana sebuah diode bisa dibentuk.
3. Untuk menambah wawasan dan informasi anda tentang junction P-N, semikonduktor type-P, semikonduktor type-N, akses salah satu publikasi di website atau animasi yang berkaitan tentang proses tersebut yang ada di youtube misalnya:

<https://www.youtube.com/watch?v=JBtEckh3L9Q>

#### **E. Latihan/Tugas**

1. Jelaskan perbedaan antara konduktor, isolator dan semikonduktor beserta contohnya?
2. Jelaskan perbedaan pergerakan elektron dan hole pada Kristal semikonduktor akibat dari pemanasan dan akibat dari medan listrik?
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan dopping pada bahan semikonduktor?
4. Bagaimana semikonduktor type N dibuat?
5. Bagaimana pula semikonduktor type P dibuat?
6. Jelaskan terjadinya tegangan barrier pada junction P-N, dan berapakah besarnya tegangan barrier untuk silicon dan germanium?
7. Jelaskan susunan dan sifat dari hubungan forward dan reverse?

## F. Rangkuman

- ✓ Semua bahan memiliki daya hantar yang berbeda. Berdasarkan daya hantarnya, maka bahan dibedakan menjadi:
  - Isolator ( bahan penyekat, yang tidak menghantarkan arus listrik)
  - Konduktor (bahan penghantar, yang dapat menghantarkan arus listrik)
  - Semi konduktor ( bahan yang bersifat antara penghantar dan penyekat)
- ✓ Bila sebuah elektron bebas pada kristal silikon yang memiliki valensi empat dipanaskan, maka salah satu elektron akan lepas dari ikatannya dan akan menjadi elektron bebas karena meninggalkan lubang (hole). Lubang tersebut akan diisi oleh elektron bebas lain yang lepas dari ikatan atom silikon.
- ✓ Semikonduktor type N bisa dibuat dengan cara *dopping* atom *pentavalent* (arsen, posfor). Atom silikon yang bervalensi empat di-*dopping* dengan atom arsen yang bervalensi lima , maka akan menghasilkan sebuah elektron bebas (bermuatan negatif).
- ✓ Semikonduktor type P bisa dibuat dengan cara *dopping* atom trivalent (Aluminum, gallium, indium). Atom silikon yang bervalensi empat di-*dopping* dengan atom indium yang bervalensi tiga akan menghasilkan sebuah hole bebas (bermuatan positif).

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

### 1. Umpan Balik

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini, periksa penguasaan pengetahuan dan keterampilan anda menggunakan daftar periksa di bawah ini:

No	Indikator	Ya	Tidak	Bukti
1.	Menyebutkan bahan konduktor, isolator dan semikonduktor beserta sifatnya			
2.	Menyebutkan bahan yang di gunakan untuk dopping semionduktor type N			
	Menyebutkan bahan yang di gunakan untuk dopping semionduktor type P			
3.	Menjelaskan bagaimana semikonduktor type N dibentuk			
4.	Menjelaskan bagaimana semikonduktor type P dibentuk			
5.	Menjelaskan bagaimana sebuah Dioda dibentuk			

### 2. Tindak Lanjut

- Buat rencana pengembangan dan implementasi praktikum sesuai standar di lingkungan laboratorium kerja anda.
- Apakah anda mengimplementasikan rencana tindak lanjut ini sendiri atau berkelompok?
  - sendiri
  - berkelompok – silahkan tulis nama anggota kelompok yang lain dalam tabel di bawah.

No:	Nama anggota kelompok lainnya (tidak termasuk diri anda)

- Pikirkan suatu situasi atau kondisi di dalam bengkel/laboratorium anda yang mungkin dapat anda ubah atau tingkatkan dengan mengimplementasikan sebuah rencana tindak lanjut.

.....

.....  
.....

d. Apakah judul rencana tindak lanjut anda?

.....  
.....

e. Apakah manfaat/hasil dari rencana aksi tindak lanjut anda tersebut?

.....  
.....

f. Uraikan bagaimana rencana tindak lanjut anda memenuhi kriteria SMART

Spesifik	
Dapat diukur	
Dapat dicapai	
Relevan	
Rentang/Ketepatan Waktu	



## H. Kunci Jawaban

1. **Isolator** adalah sifat bahan penyekat, yang tidak menghantarkan arus listrik, Konduktor adalah sifat bahan yang dapat menghantarkan arus listrik, sedangkan Semi konduktor adalah bahan yang bersifat antara penghantar dan penyekat.
2. Perbedaan pergerakan elektron dan hole pada Kristal semikonduktor akibat dari pemanasan adalah tidak terarah sedangkan akibat dari medan listrik arahnya elektron dari arah negative ke positif
3. Dopping adalah memasukkan atom asing pada bahan semikonduktor, sehingga menghasilkan bahan semikonduktor tipe positif atau negatif
4. Semikonduktor tipe N bisa dibuat dengan cara dopping atom pentavalent (arsen, posfor). Atom silikon yang bervalensi empat di-dopping dengan atom arsen yang bervalensi lima , maka akan menghasilkan sebuah elektron bebas (bermuatan negatif)
5. Semikonduktor tipe P bisa dibuat dengan cara dopping atom trivalent (Aluminum, gallium, indium). Atom silikon yang bervalensi empat di-dopping dengan atom indium yang bervalensi tiga akan menghasilkan sebuah hole bebas (bermuatan positif).
6. Susunan forward adalah jika semikonduktor tipe P dihubungkan ke kutub positif dari baterai dan tipe N ke kutub negatif pembawa arus mayoritas yang dominan. Sedangkan arah reverse jika semikonduktor tipe N dihubungkan ke kutub positif dari baterai dan tipe P ke kutub negatif dengan sifat dari hubungan reverse dan pembawa minoritas (hampir tidak ada arus yang bisa lewat)



## Kegiatan Pembelajaran 2

### Dioda Semi Konduktor

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi Dioda semi konduktor ini, peserta diharapkan dapat;

- Menganalisis susunan bahan atom P/N dan semikonduktor

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

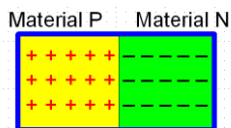
- Mengidentifikasi komponen semikonduktor dioda sesuai jenis dan fungsinya
- Mengidentifikasi karakteristik dioda semikonduktor sesuai jenis dan fungsinya

#### C. Uraian Materi

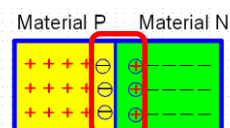
- Dioda Semi Konduktor
- Dioda semi konduktor merupakan komponen aktif elektronika yang dirancang untuk beberapa keperluan rangkaian elektronika, seperti penyearah tegangan bolak-balik, penstabil tegangan, proteksi tegangan balik induksi dan sebagainya. Untuk mengetahui bagaimana proses pembentukan dioda semikonduktor dan bagaimana karakteristik dioda semikonduktor tersebut akan dibahas pada pembahasan berikutnya.

##### a. Dasar Pembentukan Dioda

Dioda dibentuk oleh susunan dua buah semi konduktor *type-P* dan *type-N* yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga membentuk *junction* PN.

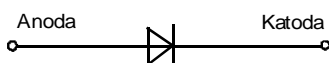


Gambar Dioda Sebelum Difusi



Lapisan Pengosongan

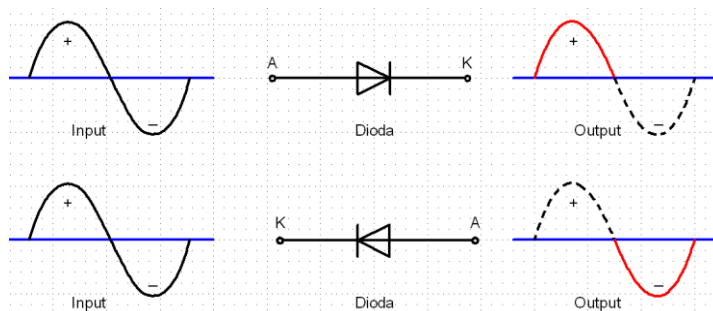
Gambar Dioda Sebelum Difusi



Gambar 2.1 Simbol Dioda

### Sifat dasar dari dioda

Sifat dasar dioda pada tegangan bolak balik adalah seperti ditunjukkan pada gambar 2.2, diode akan menghantar pada saat arah *forward* (maju) dimana Anoda (material P) diberi tegangan positif, sedangkan katoda (material N) dihubungkan pada tegangan negatif. Gambar 2.2. bagian atas menunjukkan jika tegangan AC dihubungkan ke Anoda dan katoda terhubung ke beban, maka tegangan pada beban Nampak seperti pada gambar 2.2 atas (diode akan menyearahkan simpangan positif) dan jika tegangan AC dihubungkan ke katoda dan Anoda terhubung ke beban, maka tegangan pada beban Nampak seperti pada gambar 2.2 bawah (diode akan menyearahkan simpangan negatif)



Gb. 2.2 Sifat dasar dioda

### b. Harga Batas Dioda

Yang dimaksud dengan harga batas dari dioda adalah batas kemampuan arus dan tegangan maksimum dari suatu dioda, sedangkan *peak inverse voltage* adalah batas tegangan *reverse* (*break down voltage*) dari dioda. Contoh : Dioda 1N4001 dengan melihat *data book* dari dioda maka harga batas tegangan dan arus dapat diketahui harga batas arus= 1 Ampere dan harga batas tegangan= 50 Volt

Contoh Penerapannya :

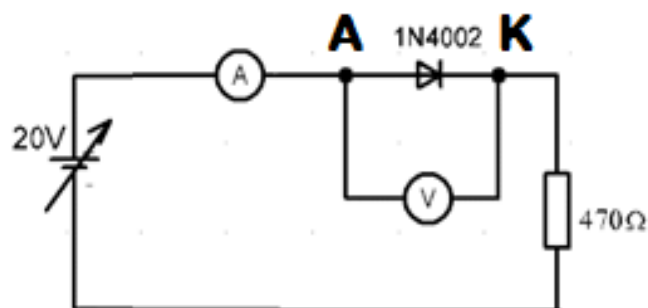
Untuk peralatan elektronika yang membutuhkan arus di bawah 1 Amper dengan tegangan di bawah 50 V maka dioda penyearah yang digunakan cukup dengan memakai dioda dengan type 1N 4001.

Tabel 2.1. Datasheet Dioda 1N4001

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @ TA = 25°C unless otherwise specified									
Characteristic	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Maximum Recurrent Peak Reverse Voltage	$V_{RRM}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum RMS Voltage	$V_{RMS}$	35	70	140	280	420	560	700	V
Maximum DC Blocking Voltage	$V_{DC}$	50	100	200	400	600	800	1000	V
Maximum Average Forward Rectified Current at $T_A = 75^\circ\text{C}$ (Note 3)	$I_{(AV)}$	1.0							A
Peak Forward Surge current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load (JEDEC Method)	$I_{FSM}$	30							A
Maximum Forward Voltage at $I_F = 1\text{ A}$	$V_F$	1.1							V
Maximum DC Reverse Current at Rated DC Blocking Voltage $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = 105^\circ\text{C}$	$I_R$	5.0 50							$\mu\text{A}$
Typical Thermal Resistance (Note 1)	$R_{\theta JA}$	45							$^\circ\text{C/W}$
Typical Junction Capacitance (Note 2)	$C_J$	15							pF
Storage and Operating Temperature Range	$T_J, T_{STG}$	-65 to +175							$^\circ\text{C}$

a. Karakteristik Dioda

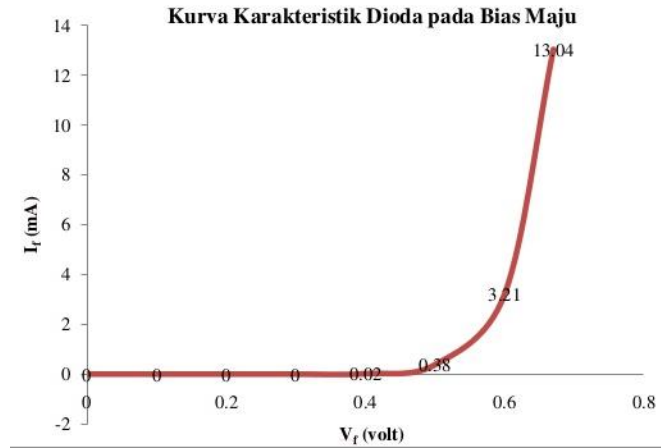
Ada dua karakteristik dioda yaitu, saat arah *Forward* (maju) yang ditunjukkan pada gambar 2.4. dan saat *Riverse* (mundur), yang ditunjukkan pada gambar 2.6, secara umum karakteristik ini untuk mengetahui hubungan Antara tegangan  $U_{AK}$  yang ditunjukkan dengan pembacaan Volt meter dan arus diode yang ditunjukkan oleh Amper meter.



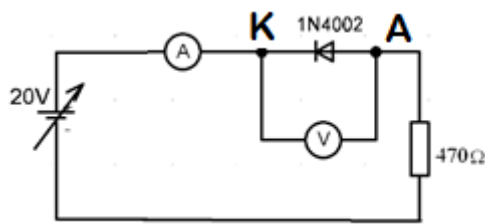
Gambar 2.4. Rangkaian dioda *forward* bias

Pada arah maju kutub positif dari baterai dihubungkan ke Anoda melalui amper meter untuk mengukur arus yang mengalir di dioda, dan Katoda dihubungkan ke beban  $470\Omega$  dan ke kutub negatif. Pada kaki Anoda dan Katoda dipasang Volt meter untuk mengetahui tegangan pada Dioda. Pertama tama tegangan diatur (dinaikkan) secara perlahan lahan mulai dari 0V dan secara bersamaan dilihat perubahan pada amper meternya (A), jika tegangan dinaikkan secara perlahan akan didapatkan data pengukuran arus Dioda dan jika di gambarkan hubungan antara tegangan arus didapatkan gambar karakteristik dioda seperti pada gambar 2.5, dan jika hubungan

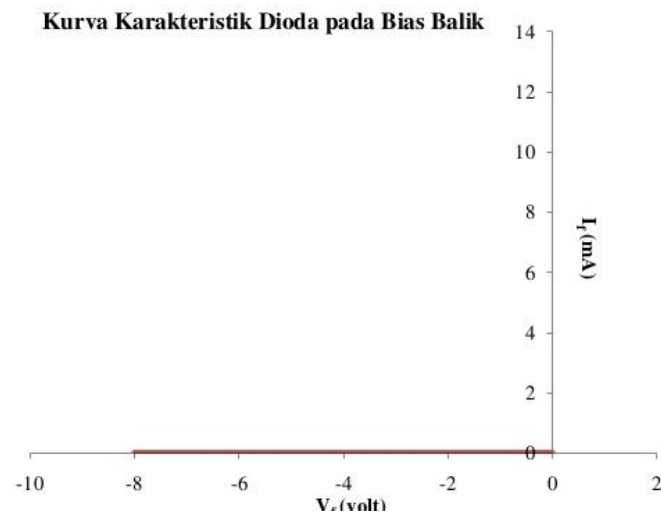
reverse akan didapatkan karakteristik seperti pada gambar 2.7 dan jika digabungkan dari keduanya akan didapatkan seperti pada gambar 2.8



Gambar 2.5 Kurva karakteristik dioda forward bias sumber: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/diodes>

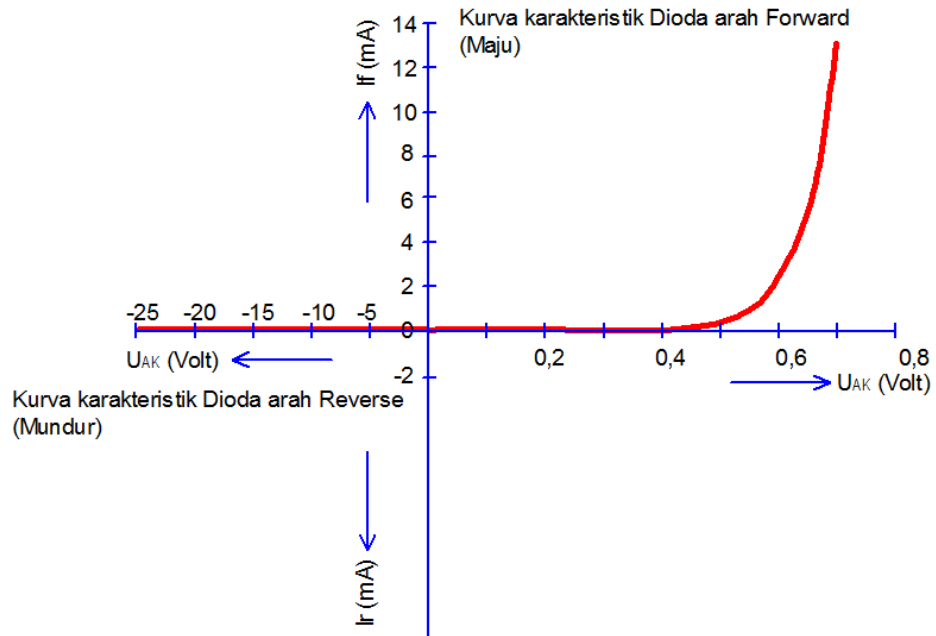


Gambar 2.6 Rangkaian dioda reverse bias



Gambar 2.7 Kurva karakteristik dioda reverse bias)

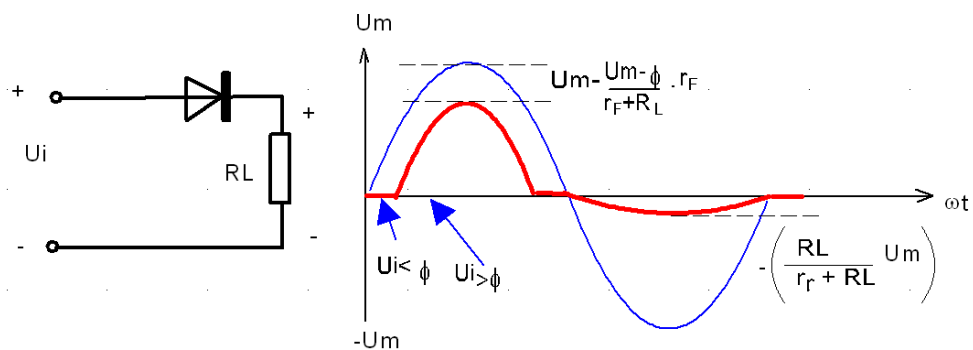
Bila kurva karakteristik forward dan reverse bias digabungkan, maka dihasilkan kurva karakteristik dioda seperti gambar di bawah :



Gambar. 2.8 Karakteristik dioda

a. Penggunaan Dioda sebagai Penyearah Setengah Gelombang

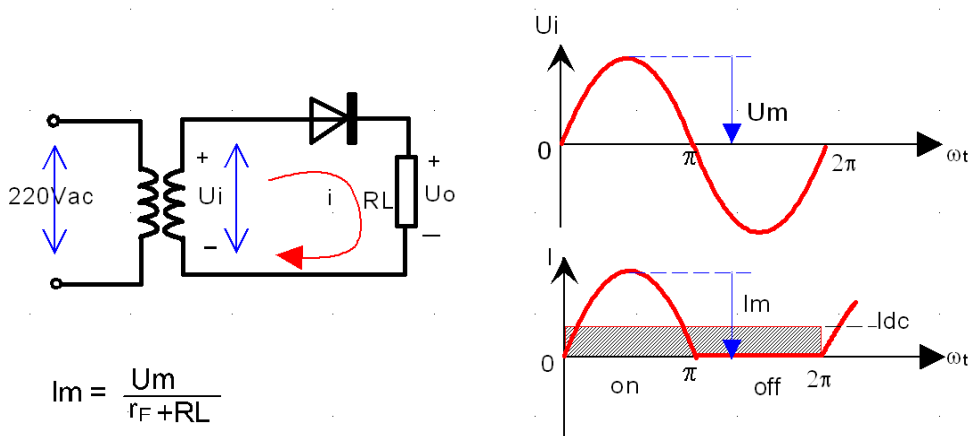
Dioda berfungsi mengubah tegangan (sinyal) AC menjadi DC (penyearah). Tegangan *junction* dioda arah maju untuk dioda silikon adalah  $U_J$  yang merupakan tegangan anoda katoda  $U_{AK}$  sebesar 0,7 Volt. Tahanan dinamis dioda arah maju  $r_F$  adalah tergantung dari arus yang mengalir pada dioda. Pada saat dioda menghantar, tahanan dinamis dioda ini nilainya sangat kecil. Tahanan beban  $R_L$  dipasang sebagai beban. Tegangan input  $U_i$  adalah tegangan bolak-balik yang akan disearahkan.



Gambar 2.9 Dioda sebagai penyearah gelombang sinus

Pada saat gelombang sinus bergerak dari  $0^\circ$  sampai dengan  $180^\circ$ , dioda on sehingga arus mengalir dari dioda ke beban RL dan kembali ke sumber (-). Pada saat gelombang sinus bergerak dari  $180^\circ$  sampai dengan  $360^\circ$ , dioda off, sehingga arus tidak mengalir. Dengan demikian pada beban hanya dilewati arus setengah periode saja (perhatikan gambar 2.9 warna merah).

Umumnya jika diode digunakan sebagai penyearah digunakan transformator terlebih dahulu untuk menurunkan tegangan misalnya dari 220V menjadi 12V. Pada gambar 2.10 di bawah ini menunjukkan diode sebagai penyearah setelah tegangan diturunkan terlebih dahulu, untuk menyearahkan  $\frac{1}{2}$  gelombang cukup di butuhkan 1 Dioda saja.



Gambar 2.10 Penyearah setengah gelombang

*Peak Inverse Voltage* (PIV) = tegangan puncak yang diterima dioda saat off, besarnya  $PIV = U_m$

Arus rata-rata →



$$I_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} I_m \sin \omega t \cdot d\omega t = \frac{I_m}{2\pi} [-\cos \omega t]_0^{\pi}$$

$$I_{DC} = \frac{I_m}{2\pi} [(-\cos \pi) - (-\cos 0)] = \frac{I_m}{2\pi} [ -(-1) - \{-(-1)\} ] \text{ ..Persamaan 2.1}$$

$$I_{DC} = \frac{2 \times I_m}{2\pi} = \frac{I_m}{\pi}$$

Tegangan rata-rata beban  $\rightarrow U_{dc} = I_{dc} \cdot R_L$ .

Variasi tegangan output terhadap arus output :

$$I_{DC} = \frac{I_m}{\pi} = \frac{Um/\pi}{r_F + RL} \text{ .....Persamaan 2.2}$$

$$I_{DC}(r_F + RL) = \frac{Um}{\pi}$$

$$I_{DC} \cdot r_F + I_{DC} \cdot RL = \frac{Um}{\pi} \Rightarrow U_{DC} = I_{DC} \cdot RL \text{ .....Persamaan 2.3}$$

$$U_{DC} = \frac{Um}{\pi} - I_{DC} \cdot r_F$$

Bila nilai tahanan dinamis maju  $r_F$  pada dioda dianggap kecil sekali  $r_F \approx 0$ , maka rumus disederhanakan menjadi :

$$U_{DC} = \frac{Um}{\pi} - I_{DC} \cdot 0 \text{ .....Persamaan 2.4}$$

$$U_{DC} = \frac{Um}{\pi}$$

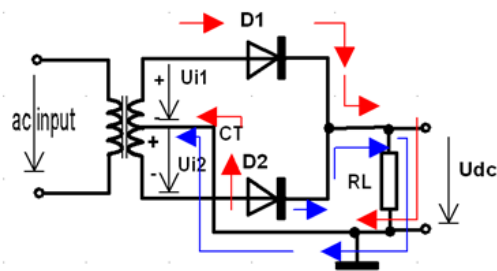
Sehingga bisa dituliskan pula:  $I_{DC} = \frac{U_{DC}}{R_L} = \frac{Um}{R_L \cdot \pi} \text{ .....Persamaan 2.5}$

## Penggunaan Dioda sebagai Penyearah Gelombang Penuh

Penyearah gelombang penuh bisa dibentuk dengan dua cara, yaitu dengan menggunakan empat buah dioda dan dua buah dioda. Bila dipakai dua buah dioda, maka diperlukan transformator dengan center tap (CT). Cirinya transformator dengan CT adalah mempunyai tegangan yang sama disamping Centre Tapnya, misalnya 24V – 12V – 9V – 6V – CT – 6V – 9V – 12V – 24V, tegangan yang sama berbeda fasa satu dengan yang lainnya sebesar 180o seperti yang terlihat pada gambar 2.12

### 1. Penyearah Gelombang Penuh Dengan Dua Buah Dioda

Penyearah gelombang penuh dengan dua buah dioda ditunjukkan seperti pada Gambar 2.11. Tegangan  $U_1$  dan  $U_2$  berbeda fasa 180°.



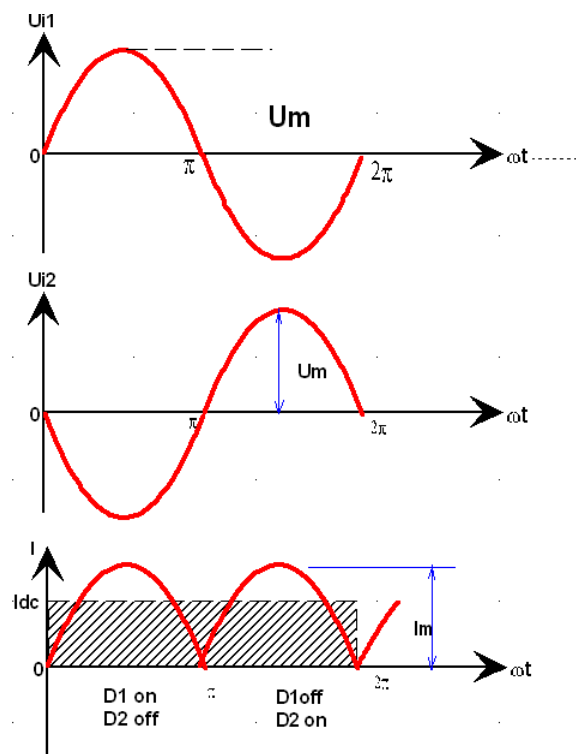
Gambar 2.11 Penyearah gelombang penuh

$$PIV = 2 \cdot U_m$$

$$I_{dc} = \frac{2 \cdot I_m}{\pi}$$

$$U_{dc} = \frac{2 \cdot U_m}{\pi} - I_{dc} \cdot r_F$$

.....Persamaan 2.6



Gambar 2.12 bentuk gelombang sebelum disearahkan berbeda fasa 180° Dan setelah disearahkan

Pada saat gelombang sinus bergerak dari 0 sampai dengan 180°, dioda D<sub>1</sub> on dan dioda D<sub>2</sub> off, sehingga arus mengalir dari D<sub>1</sub> ke beban RL dan kembali ke sumber CT. Pada saat gelombang sinus bergerak dari 180° sampai dengan 360°, dioda D<sub>2</sub> on dan dioda D<sub>1</sub> off, sehingga arus mengalir dari D<sub>2</sub> ke beban RL dan kembali ke sumber CT. Dengan demikian pada beban dilewati arus dari D<sub>1</sub> dan D<sub>2</sub>, sehingga bentuk output pada beban adalah penyearahan gelombang penuh.

Besarnya arus DC pada penyearah gelombang penuh adalah:

$$I_{DC} = 2 \times \frac{I_m}{\pi} = 2 \times \frac{U_m / \pi}{r_F + RL} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.7}$$

$$I_{DC}(r_F + RL) = 2 \times \frac{U_m}{\pi}$$

$$I_{DC} \cdot r_F + I_{DC} \cdot RL = \frac{2 \times U_m}{\pi} \Rightarrow U_{DC} = I_{DC} \cdot RL \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.8}$$

$$U_{DC} = \frac{2 \times U_m}{\pi} - I_{DC} \cdot r_F$$

Bila nilai tahanan dinamis maju r<sub>F</sub> pada dioda dianggap kecil sekali

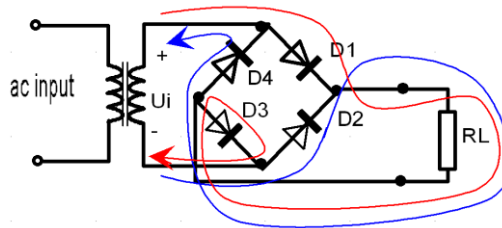
$r_F \approx 0$ , maka rumus disederhanakan menjadi :

$$U_{DC} = \frac{2 \times Um}{\pi} - I_{DC} \cdot 0 = \frac{2 \times Um}{\pi} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.9}$$

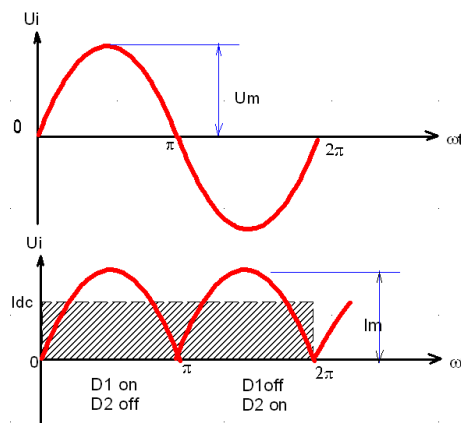
Sehingga bisa dituliskan:  $I_{DC} = \frac{U_{DC}}{R_L} = \frac{2 \cdot Um}{R_L \cdot \pi} \dots\dots \text{Persamaan 2.10}$

## 2. Penyearah Geombang Penuh Bentuk Jembatan Wheatstone

Pada saat gelombang sinus bergerak dari  $0^\circ$  sampai dengan  $180^\circ$ , dioda  $D_1$  dan  $D_3$  on, sedangkan dioda  $D_2$  dan  $D_4$  off, sehingga arus mengalir dari  $D_1$  ke beban  $R_L$  dan dan  $D_3$  kemudian kembali ke sumber. Pada saat gelombang sinus bergerak dari  $180^\circ$  sampai dengan  $360^\circ$ , dioda  $D_2$  dan  $D_4$  on, sedangkan dan dioda  $D_1$  dan  $D_3$  off, sehingga arus mengalir dari  $D_2$  ke beban  $R_L$  dan  $D_4$  kemudian kembali ke sumber. Dengan demikian pada beban dilewati arus dari  $D_1, R_L, D_3$  dan  $D_2, R_L, D_4$ , sehingga bentuk output pada beban adalah penyearahan gelombang penuh.



Gambar 2.13 Rangkaian penyearah gelombang penuh 4 Dioda



Gambar 2.14 Bentuk penyearah gelombang penuh dengan empat dioda

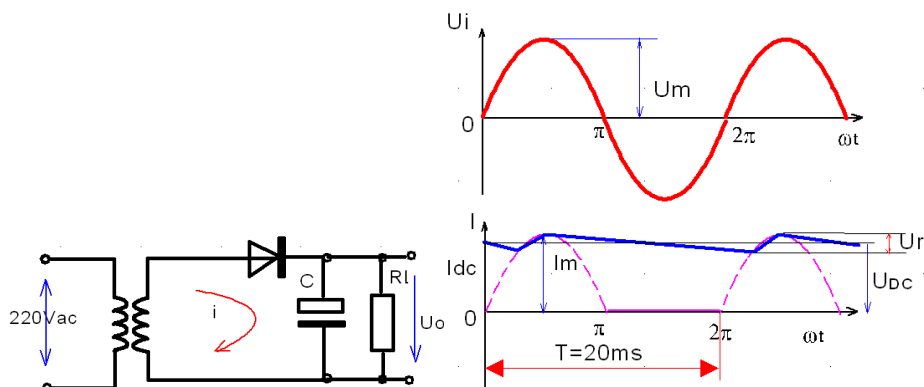
Perhitungan tegangan DC hasil penyearahan sama dengan penyearah gelombang penuh dengan dua buah dioda.

## Filter Kapasitor

Hasil penyearahan masih belum ideal untuk dipakai sebagai sumber tegangan DC, karena masih mengandung ripple (tegangan ac dalam DC). Untuk mengatasi hal tersebut, maka rangkaian penyearah harus diberi filter pada outputnya. Jenis filter bermacam-macam, salah satunya adalah filter kapasitor yang berupa kapasitor dipasang paralel terhadap beban  $R_L$ . Prinsipnya adalah proses pengisian dan pengosongan kapasitor. Sehingga untuk menentukan nilai kapasitansi dihitung dengan pendekatan perhitungan pengisian dan pengosongan kapasitor.

### 1) Filter Kapasitor Pada Penyearah Setengah Gelombang.

Penambahan kapasitor setelah diserahkan memberikan dampak yang cukup signifikan untuk menaikkan tegangan DC, sekaligus juga membuat tegangan menjadi semakin rata, untuk itu pemasangan kapasitor disebut juga sebagai filter untuk membuat tegangan menjadi rata. Pada saat tegangan beranjak dari 0V tegangan tersebut bersama sama memberikan supply ke beban dan juga disimpan ke kapasitor tegangan mencapai puncaknya. Pada saat tegangan turun dari puncak tegangan tidak langsung turun seperti tegangan aslinya melainkan landai, semakin besar nilai kapasitor semakin landai turunnya, perhatikan gambar 2.15 di bawah ini hal ini disebabkan oleh muatan pada kapasitor yang terisi penuh sewaktu tegangan mencapai puncak berangsur angsur turun akibat pengosongan oleh beban  $R_L$ , semakin besar beban  $R_L$  semakin cepat pengosongan kapasitornya dan semakin curam



Gambar 2.15 Filter C pada Penyearah Setengah Gelombang

Besarnya kapasitansi C (Farad) sebuah kapasitor adalah perbandingan antara muatan kapasitor Q (coulomb) dan tegangan kapasitor U (Volt).

$$C = \frac{Q}{U} \quad (\text{Farad}) \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.11}$$

Sedangkan muatan kapasitor adalah besarnya arus I (A) selama waktu t (detik)

$$Q = I.t \quad (\text{coulomb}) \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.12}$$

Dari dua persamaan tersebut di atas dapat dituliskan :

$$C = \frac{I.t}{U} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.13}$$

Bila diterapkan pada sistem filter, maka persamaan menjadi :

$$C = \frac{I_{DC} \times t}{U_r} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.14}$$

$I_{DC}$  adalah arus searah pada saat sebelum diberi filter C dan  $U_r$  adalah tegangan ripple [Volt]. Sedangkan t adalah periode pengosongan kapasitor, di mana pada penyearah setengah gelombang besarnya adalah  $t = T$  sebesar 20 ms. Bila ditransfer dalam frekuensi, maka  $t = 1/f \rightarrow f = 1/t = 1/20\text{ms} = 50$  Hz. Maka persamaan bisa dituliskan menjadi :

$$U_r = \frac{I_{DC} \times \frac{1}{f}}{C} = \frac{I_{DC}}{f \times C} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.15}$$

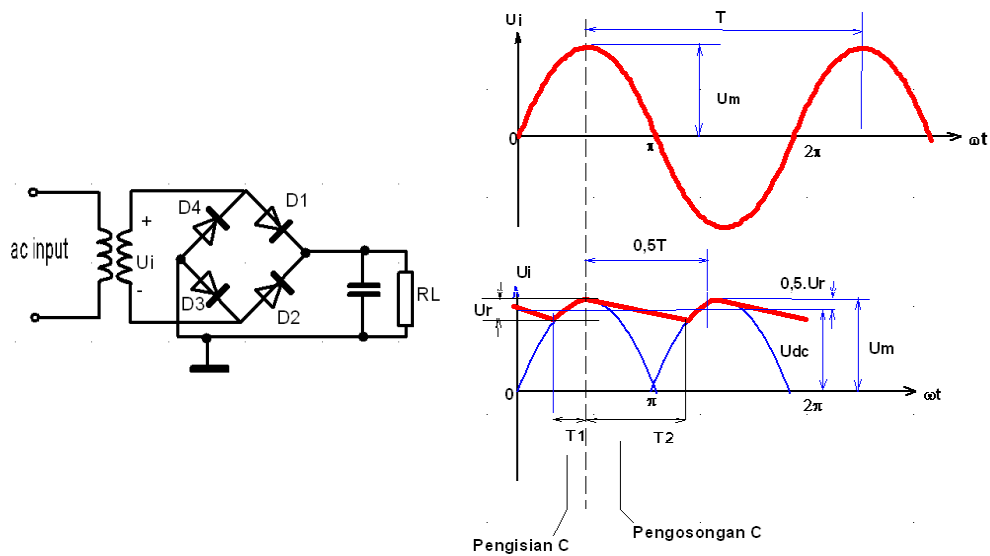
Besarnya tegangan DC hasil penyearahan adalah  $\rightarrow U_{DC} = U_m - 0,5 U_r$

Sehingga bisa dituliskan

$$U_{DC} = U_m - \frac{I_{DC}}{2.f.C} \dots\dots\dots \text{Persamaan 2.16}$$

## 2) Filter Pada Penyearah Gelombang Penuh

Filter pada penyearah gelombang penu, pengosongan kapasitor adalah setengah periode sinus sebesar  $t = 0,5 T$  sebesar 10 ms. Bila ditrasfer ke dalam domain frekuensi maka  $\rightarrow f = 1/10\text{ms} = 100$  Hz.



Gambar 2.16 Filter Pada Penyearah Gelombang Penuh

Bila dilakukan pendekatan waktu pengosongan kapasitor

$$T_2 \approx T/2 \rightarrow T = 1/f, \text{ maka } T/2 = 1/(2 \cdot f_1)$$

→  $f_1$  = frekuensi ac input sebesar 100 Hz.

$$f_1 = 2 \times f$$

$$U_r = \frac{I_{DC}}{2 \cdot f_1 \cdot C} \dots \dots \dots \text{Persamaan 2.17}$$

$$U_{DC} = U_m - 0,5 \left( \frac{I_{DC}}{2 \cdot f_1 \cdot C} \right) = U_m - \frac{I_{DC}}{4 \cdot f_1 \cdot C}$$

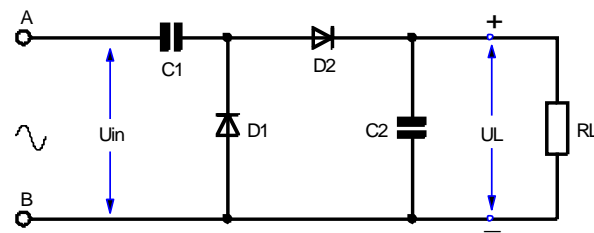
$$I_{DC} = \frac{U_{DC}}{R_L} = \frac{2 \cdot U_m}{R_L \cdot \pi} \dots \dots \dots \text{Persamaan 2.18}$$

$$U_{DC} = U_m - 0,5 \left( \frac{\frac{2 \cdot U_m}{R_L}}{2 \cdot f_1 \cdot C} \right) = U_m - \frac{I_{DC}}{4 \cdot f \cdot C} \dots \dots \dots \text{Persamaan 2.19}$$

### Pengganda Tegangan

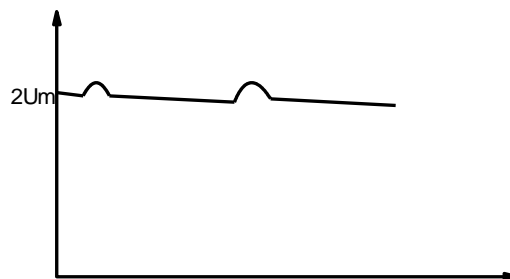
Dioda juga bisa dipakai sebagai pengganda tegangan jika dioperasikan bersama sama dengan kapasitor. Input berupa tegangan AC dan outputnya adalah tegangan DC seperti pada rangkaian flyback penerima televisi dan lain-lain. Dengan pengganda tegangan bisa didapatkan tegangan yang lebih tinggi beberapa kali dari tegangan maksimum input AC nya (dua kali, tiga kali dan seterusnya). Pengganda tegangan dapat fungsi utamanya adalah

menaikkan tegangan , namun hanya dapat dimanfaatkan untuk beban yang kecil saja.



Gambar 2.17 Pengganda Tegangan

Prinsip Kerja Pengganda Tegangan: Titik A dan B adalah sumber tegangan AC yang polaritasnya setiap saat berganti antara positif dan negative. Ketika titik B positif ( + ), dioda D1 konduksi (ON), C1 akan termuati sampai U maksimum, jadi tegangan pada C1 sebesar U maksimum. Pada siklus berikutnya, Titik A berubah menjadi positif maka D2 konduksi (ON) D1 off sehingga C2 akan termuati sebesar tegangan awal yang ada pada C1 ditambah dengan tegangan maksimum saat titik A berubah menjadi positif, sehingga pada C2 akan mendapatkan tegangan sebesar 2.U maksimum atau  $U_L = 2.U$  maksimum.



Gambar 2.18 Bentuk gelombang pengganda tegangan



#### **D. Aktifitas Pembelajaran**

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mendeskripsikan bagaimana proses pembentukan sebuah diode semikonduktor.
2. Perhatikan pemberian tegangan pada diode, dan penerapan diode dalam rangkaian DC saat arah maju dan arah mundur. Serta aplikasi diode disaat digunakan sebagai penyearah baik untuk penyearah setengah gelombang atau gelombang penuh.
3. Perhatikan perubahan tegangan setelah pemberian kapasitor filter, berapakah besarnya penambahan tegangannya
4. Untuk menambah wawasan dan informasi anda, akses salah satu publikasi di website yang berkaitan tentang Dioda.

#### **E. Latihan/Tugas**

1. Bagaimana sifat dioda pada saat arah forward (maju) dan saat arah *reverse* (mundur)? Jelaskan.
2. Apa yang dimaksud dengan harga batas dioda?
3. Berapa besarnya tegangan barrier dioda untuk bahan silicon dan germanium?
4. Berapakah besarnya tegangan hasil penyearahan pada saat  $\frac{1}{2}$  gelombang dan gelombang penuh bila tegangan dari Transformator adalah 15V?
5. Bila diketahui sebuah penyearah setengah gelombang tanpa filter, dengan tegangan efektif dari transformator  $U_i = 6V$ , berapa besarnya tegangan hasil penyearahan?
6. Bila soal nomor 5 ditambahkan kapasitor filter sebesar 10mF, (mili Farad) berapakah tegangan DC nya?
7. Gambarkan rangkaian pengganda tegangan sebesar 3X

## F. Rangkuman

- ✓ Dioda semi konduktor merupakan komponen aktif elektronika yang dirancang untuk beberapa keperluan rangkaian elektronika, seperti penyearah tegangan bolak-balik, proteksi tegangan balik pada beban inductor, bersama sama dengan Zener sebagai pe stabil tegangan, dan sebagainya.
- ✓ Untuk mengetahui bagaimana proses pembentukan dioda semikonduktor pada manufacture dapat dilihat pada youtube .
- ✓ Dioda dibentuk oleh susunan dua buah bahan semi konduktor type P dan type N yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga membentuk junction PN.
- ✓ Dioda mempunyai sifat menghantar (ON) pada saat material type-P (anoda) diberi tegangan positif, dan material N dihubungkan ke beban menuju kearah tegangan negatif, rangkaian yang demikian dikatakan diode dengan arah Forward.
- ✓ Dioda mempunyai sifat tidak menghantar (OFF) pada saat material type-P (anoda) diberi tegangan negatif, dan material N dihubungkan ke beban menuju kearah tegangan positif, rangkaian yang demikian dikatakan diode dengan arah Reverse.
- ✓ Dioda berfungsi mengubah sinyal AC menjadi DC (penyearah). Tegangan junction dioda arah maju untuk dioda silikon adalah UD yang merupakan tegangan anoda katoda UAK sebesar 0,7 Volt.
- ✓ Tahanan dinamis dioda arah maju  $r_F$  adalah tergantung dari arus yang mengalir pada dioda. Pada saat dioda menghantar, tahanan dinamis dioda ini nilainya sangat kecil.
- ✓ Tahanan beban RL dipasang sebagai beban. Tegangan input  $U_i$  adalah tegangan bolak-balik yang akan disearahkan.

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

### Umpan Balik

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini, periksa penguasaan pengetahuan dan keterampilan anda menggunakan daftar periksa di bawah ini:

No	Indikator	Ya	Tidak	Bukti
1.	Sifat dasar dan karakteristik diode saat forward dan reverse			
2.	Harga batas dioda			
3.	Penggunaan diode sebagai penyearah			
4.	Menghitung tegangan DC hasil dari penyearahan			
5.	Menghitung kebutuhan kondensator ketika dipakai filter			
6.	Mngetahui aplikasi dioda			

### 1. Tindak Lanjut

- Buat rencana pengembangan dan implementasi praktikum sesuai standar di lingkungan laboratorium kerja anda.
- Apakah anda mengimplementasikan rencana tindak lanjut ini sendiri atau berkelompok?  
 sendiri  
 berkelompok – silahkan tulis nama anggota kelompok yang lain dalam tabel di bawah.

No:	Nama anggota kelompok lainnya (tidak termasuk diri anda)

- Pikirkan suatu situasi atau kondisi di dalam bengkel/laboratorium anda yang mungkin dapat anda ubah atau tingkatkan dengan mengimplementasikan sebuah rencana tindak lanjut.

d. Apakah judul rencana tindak lanjut anda?

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

e. Apakah manfaat/hasil dari rencana aksi tindak lanjut anda tersebut?

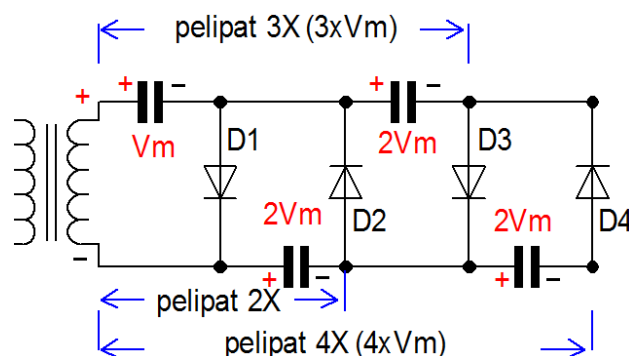
.....  
.....  
.....  
.....

f. Uraikan bagaimana rencana tindak lanjut anda memenuhi kriteria SMART

Spesifik	
Dapat diukur	
Dapat dicapai	
Relevan	
Rentang/Ketepatan Waktu	

## H. Kunci Jawaban

1. Sifat dasar dioda saat arah Forward adalah menghantar (ON) bila material type-P dihubungkan ke tegangan positif, sedangkan material type-N dihubungkan ke tegangan negative dan dilewatkan pada beban. Sedangkan saat arah Reverse adalah tidak menghantar (OFF) bila material type-N dihubungkan ke tegangan positif, sedangkan material type-P dihubungkan ke tegangan negative dan dilewatkan pada beban.
2. Yang dimaksud dengan harga batas dari dioda adalah batas kemampuan arus dan tegangan maksimum dari suatu dioda, sedangkan peak inverse voltage adalah batas tegangan reverse (breakdown voltage) dari dioda.
3. Tegangan barrier untuk dioda silikon adalah sekitar 0,7 V dan untuk diode dengan bahan germanium adalah 0,3V
4. Tegangan searah  $U_o$  pada penyearah setengah gelombang adalah  $U_o = U_m/\pi = (1,414 \times 15) / 3,14 = 6,75 \text{ Vdc}$
5. Tegangan searah  $U_o$  pada penyearah setengah gelombang adalah  $U_o = U_m/\pi = (1,414 \times 6) / 3,14 = 2,7 \text{ Vdc}$
6. Penambahan kapasitor tanpa adanya beban, atau dengan beban resistor yang sangat besar akan menyebabkan tegangan output sebesar tegangan maksimumnya =  $6V/0,707 = 8,48V$
7. Gambar rangkaian pengganda tegangan sebesar 3X





## KEGIATAN PEMBELAJARAN 3:

### Dioda Zener

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi keselamatan kerja ini, peserta diharapkan dapat;

- Menganalisis karakteristik diode zener pada saat arah maju (*forward*) dan arah mundur (*reverse*)
- Menganalisis harga batas Dioda Zener
- Mengaplikasikan Dioda zener sebagai penstabil tegangan paralel

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Mampu membandingkan perbedaan diode dengan diode Zener baik saat arah maju maupun arah mundur
- Mendiskripsikan tegangan breakdown diode zener dalam menentukan tegangan kerja dari zener
- Menentukan daerah kerja dari diode zener
- Menentukan  $I_z$  min dan  $I_z$  max, jika diketahui daya Zener, atau salah satunya
- Menghitung  $R_v$  min dan  $R_v$  max serta menentukan nilai  $R_v$
- Menghitung daya  $R_v$  dan menentukan PDz (daya diode Zener)

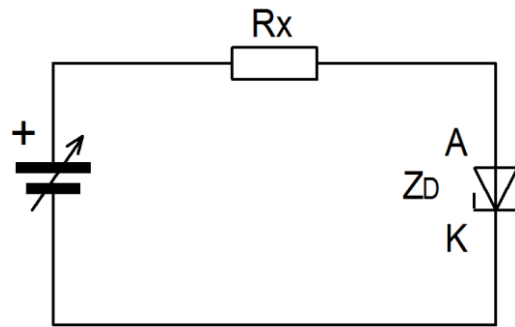
#### C. Uraian Materi

##### 1. Sifat Dasar Dioda Zener

Dioda zener berbeda dengan dioda penyearah. Dioda zener dirancang untuk bekerja pada tegangan reverse bias yang biasa disebut "*break down diode*" Kaki katoda selalu diberi tegangan yang lebih positif terhadap anoda. Dengan mengatur tingkat *dopping*, pabrik dapat memproduksi dioda zener dengan tegangan *break down* yang bervariasi mulai kira-kira dari 2V sampai 200V.

##### a. Dioda Zener Dalam Kondisi Forward Bias.

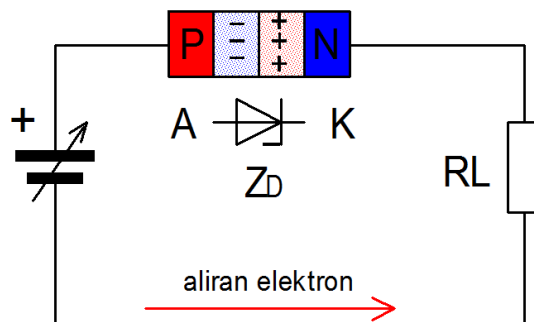
Dalam kondisi *forward* bias dioda zener, kaki katoda diberi tegangan lebih negatif terhadap anoda atau anoda diberi tegangan lebih positif terhadap katoda seperti gambar 3.1.berikut.



Gambar 3.1. dioda zener dalam arah forward

Dalam kondisi demikian dioda zener akan berfungsi sama halnya dioda penyearah dan mulai aktif setelah mencapai tegangan barrier yaitu 0,7V. Tahanan dioda ( $r_z$ ) kecil sekali. Sedangkan konduktansi ( $\frac{\Delta I}{\Delta U}$ ) besar sekali, karena tegangan maju akan mempersempit depletion layer (daerah perpindahan muatan) sehingga resistansinya menjadi kecil dan mengakibatkan adanya aliran elektron. Untuk lebih jelasnya lihat gambar 3.2. di bawah ini.

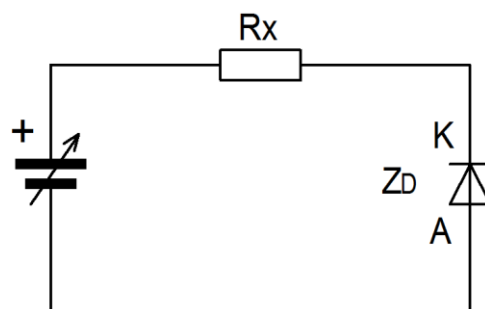
### Depletion Layer



Gambar 3.2 Depletion layer pada dioda zener dalam arah forward

#### b. Dioda Zener Dalam Kondisi Reverse Bias.

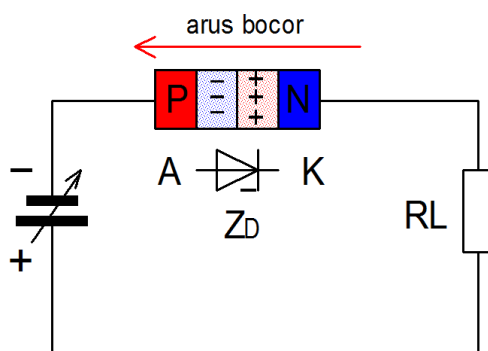
Dalam kondisi *reverse* bias (Gambar 3.3), kaki katoda diberi tegangan yang lebih positif terhadap anoda.



Gambar 3.3 Dioda zener dalam arah reverse



Jika tegangan yang diberikan kepada dioda zener mencapai nilai breakdown (Gambar 3.4), elektron yang baru dibebaskan dengan kecepatan cukup tinggi membebaskan elektron valensi yang lain, sehingga arus mengalir cukup besar. Efek zener berbeda-beda tergantung dari doping pada metrial pembentukannya.

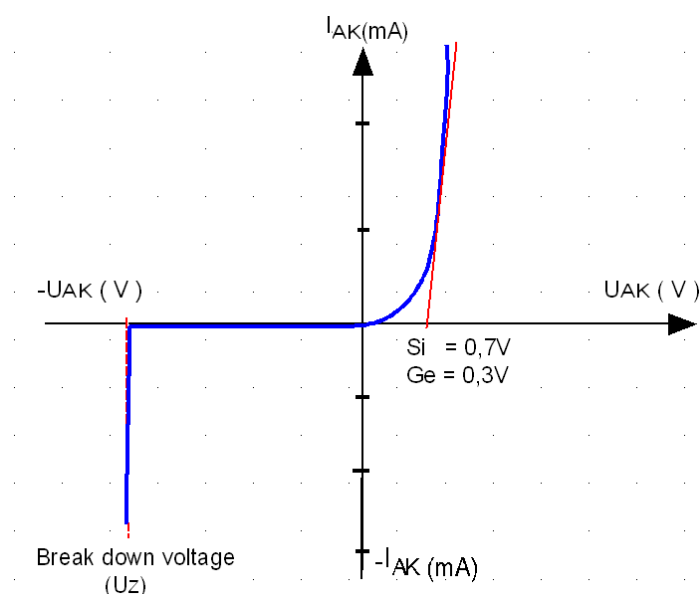


Gambar 3.4 Arus bocor dioda zener pada arah reverse

Pada daerah reverse, dioda zener mulai aktif bila tegangan dioda (negatif) sama dengan tegangan zener dioda, atau dapat dikatakan bahwa didalam daerah aktif reverse ( $\frac{\Delta I}{\Delta U}$ ) konduktansi besar sekali dan sebelum aktif ( $\frac{\Delta I}{\Delta U}$ ) konduktansi kecil sekali.

### c. Karakteristik Dioda Zener.

Jika digambarkan kurva karakteristik dioda zener dalam kondisi forward bias dan reverse bias adalah sebagai berikut (Gambar 3.5).



Gambar 3.5 Grafik Karakteristik Dioda Zener

**d. Harga Batas Dioda Zener**

Harga batas adalah data-data komponen dioda zener yang harus di penuhi dan tidak boleh dilampaui batas maximumnya serta tidak boleh jauh lebih kecil dari batas minimumnya. Adapaun harga batas tersebut memuat antara lain keterangan tentang tegangan break down ( $U_z$ ), arus maximumnya dioda zener ( $I_z$ ), tahanan dalam dioda zener ( $R_d$ ).

**e. Tegangan Breakdown dan Rating Daya**

Gambar 3.5 menunjukkan kurva tegangan dioda zener. Pada dioda zener, breakdown mempunyai kenaikan arus yang hampir vertikal pada saat tegangan breakdown tercapai. Tegangan tersebut konstan sebesar  $U_z$ . Disipasi daya dioda zener sama dengan perkalian tegangan dan arusnya , yaitu :

$$P_z = U_z \times I_z \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.1}$$

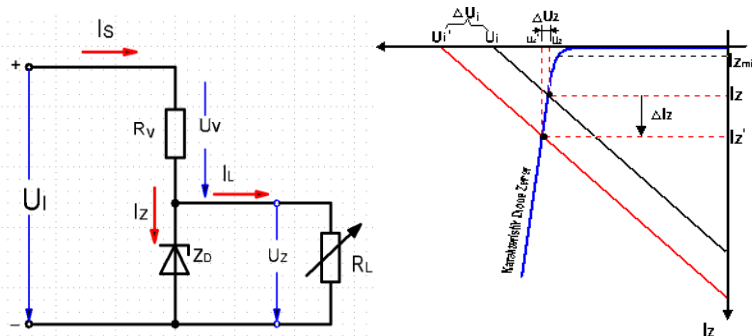
Bila diketahui  $U_z = 12V$  dan  $I_z = 10 \text{ mA}$ , maka  $P_z = 1,2 \times 0,01 = 0,12 \text{ W}$  Selama rating daya dioda zener  $P_z$  kurang dari  $P_{z(max)}$ , maka dioda zener tidak akan rusak. Dioda zener yang ada di pasaran mempunyai rating daya dari 1/4 W sampai lebih dari 50 W . Data sheet zener dioda biasanya mencantumkan harga arus zener maksimum  $I_{zM}$  Hubungan antara  $I_{zM}$  dan rating daya adalah :

$$I_{zM} = \frac{P_{z(max)}}{V_z} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.2}$$

3.2

**2. Penggunaan Dioda Zener**

Sesuai dengan sifat-sifat yang dimiliki, dioda zener dapat digunakan sebagai penstabil tegangan searah.



Gambar 3.7 Penstabil tegangan dengandioda zener

Salah satu contoh adalah ditunjukkan pada Gambar 3.7. Penyelesaian rangkaian stabilitas tegangan dengan dioda zener adalah sebagai berikut:

$$\text{Arus pada } R_v : I_s = \frac{U_i - U_z}{R_s} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.3}$$

$$\rightarrow I_z = I_s - I_L \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.4}$$

$$\text{Tegangan-beban : } U_L = U_z$$

$$\text{Arus-beban : } I_L = \frac{U_z}{R_L} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.5}$$

Bila beban  $R_L$  paralel terhadap dioda zener , maka akan didapatkan hubungan :

$$U_L = U_z$$

$$I_s = I_z + I_L$$

$$U_i = U_v + U_z \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.6}$$

Arus zener maksimum akan terjadi , bila arus beban  $I_L$  dalam keadaan minimum dan tegangan input  $U_i$  maksimum, sehingga  $I_s$  dalam keadaan maksimum .

$$I_{z \max} = I_{s \max} - I_{L \min} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.7}$$

Sebaliknya arus zener akan minimum bila tegangan input  $U_i$  dalam keadaan minimum dan arus beban dalam keadaan maksimum pada waktu yang sama.

$$I_{z \min} = I_{s \min} - I_{L \max} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.8}$$

$$P_v = 1,45 \times U_z \times I_{L \max} \left[ \frac{U_{i \max} - U_{z \min}}{U_{i \min} - U_{z \max}} - \frac{I_{L \min}}{I_{L \max}} \right] \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.9}$$

$P_v$  = Disipasi daya atau hilang daya pada dioda zener

1,45 = Faktor toleransi yang diberikan akibat adanya minority carrier (pembawa minoritas) yang terdapat dalam zener

Jika tidak ada spesifikasi ( tabel data ) maka diambil harga :

$I_{z \min} = 0,1 \cdot I_{z \max} \rightarrow (I_{z \max}$  diambil dari luar tabel tanpa tambahan pendinginan permukaan)

Untuk menampung kelebihan drop tegangan akibat pemasangan dioda zener, maka harus dipasang sebuah tahanan depan  $R_v$  yang nilainya sebesar :

$$R_v = \frac{U_v}{I_s} = \frac{U_i - U_z}{I_z + I_L} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.10}$$

Nilai RV yang diijinkan adalah nilai antara dua nilai ekstrim (RV max dan RV min).

$$R_V \text{ min} = \frac{U_i \text{ max} - U_Z \text{ min}}{I_Z \text{ min} + I_L \text{ max}} \rightarrow \text{Untuk arus dioda maksimum}$$

$$R_V \text{ max} = \frac{U_i \text{ min} - U_Z \text{ max}}{I_Z \text{ max} + I_L \text{ min}} \rightarrow \text{Untuk arus dioda}$$

minimum

Harga RV min dan RV dipilih standard E12,E24 atau E48, dan besarnya daya pada tahanan depan ditentukan oleh tegangan yang ada.

$$P_{RV} = \frac{(U_i \text{ max} - U_Z \text{ min})}{R_V} \dots\dots\dots \text{Persamaan 3.11}$$

Contoh Perhitungan :

Diketahui :

UL = 5,0 Volt

IL = 40 s/d 100 mA

Ui = 20 V ± 10%

Cara memilih type dioda zener :

UZ = UL = 5,0 V

(UZ max = 5,4 V, UZ min = 4,8 V sesuai tabel data) .

$$P_V = 1,45 \cdot U_Z \cdot I_L \text{ max} \left[ \left\{ \frac{U_E \text{ max} - U_Z \text{ min}}{U_E \text{ min} - U_Z \text{ max}} \right\} - \left\{ \frac{I_L \text{ min}}{I_L \text{ max}} \right\} \right]$$

$$P_V = 1,45 \times 5V \times 0,1A \left[ \frac{22V - 4,8V}{18V - 5,4V} - \frac{40mA}{100mA} \right]$$

PV = 0,725 W ( 1,366 - 0,400 )

PV = 0,725 W x 0,966 = 0,7 W

Dipilih type dioda ZD 5,1V

IZmax = 170 mA

IZmin = 0,1 x IZmax = 17 mA.

Cara memilih tahanan depan :

$$R_{V \min} = \frac{U_{i \max} - U_{Z \min}}{I_{L \min} + I_{Z \max}} = \frac{22 \text{ V} - 4,8 \text{ V}}{0,04 \text{ A} + 0,17 \text{ A}} = 82 \Omega$$

$$R_{V \max} = \frac{U_{i \min} - U_{Z \max}}{I_{L \max} + I_Z} = \frac{18 \text{ V} - 4,8 \text{ V}}{0,1 \text{ A} + 0,017 \text{ A}} = 107,5 \Omega$$

$$P_{RV} = \frac{(U_{E \max} - U_{Z \min})^2}{R_V} = \frac{(22 \text{ V} - 4,8 \text{ V})^2}{100 \Omega} = 2,96 \text{ W}$$

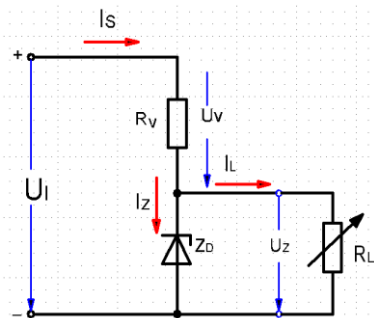
Dipilih tahanan  $R_V$  yang berada antara  $R_{V \min}$  dan  $R_{V \max} = 100 \Omega / 3 \text{ W}$

## D. Aktifitas Pembelajaran

Setelah selesai pembelajaran, Peserta hendaknya mengidentifikasi macam-macam dioda zener berdasarkan tegangan kerjanya, dayanya. Melalui percobaan, ukurlah karakteristik dioda zener dan buatlah desain aplikasi sederhana misalnya keperluan penstabil pada tegangan 12V dan kebutuhan arus minimal 30mA dan maksimal 150mA, buatlah percobaan penstabil tegangan dengan dioda zener dari desain tersebut.

## E. Latihan/Tugas

1. Apa yang dimaksud dengan dioda zener?
2. Bila diketahui rangkaian penstabil tegangan seperti pada gambar



Tegangan Sumber  $U_i = 12V \pm 20\%$ ,  $U_z = 6 V_{dc}$ , berapa tahanan depan  $R_v$  dan Daya yang harus dipasang, bila arus zener  $I_z \text{ min} = 10 \text{ mA}$  dan arus beban maksimum 50mA.

## F. Rangkuman

- ✓ Dioda zener adalah dioda yang bekerja pada daerah reverse bias, yang berbeda dengan dioda penyearah yang bekerja pada forward bias.
- ✓ Dioda zener dirancang untuk bekerja pada tegangan reverse bias dan biasa disebut "break down diode" Kaki katoda selalu diberi tegangan yang lebih positif terhadap anoda.
- ✓ Dengan mengatur tingkat dopping, pabrik dapat memproduksi dioda zener dengan tegangan break down kira-kira dari 2V sampai 200V.
- ✓ Harga batas adalah data-data komponen dioda zener yang harus di penuhi dan tidak boleh dilampaui batas maximumnya serta tidak boleh jauh lebih kecil dari batas minimumnya.
- ✓ Adapaun harga batas tersebut memuat antara lain keterangan tentang tegangan break down ( $U_z$ ), arus maximumnya dioda zener ( $I_z$ ), tahanan dalam dioda zener ( $R_d$ ).

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

### 1. Umpan Balik

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini, periksa penguasaan pengetahuan dan keterampilan anda menggunakan daftar periksa di bawah ini:

No	Indikator	Ya	Tidak	Bukti
1.	Membedakan diode dan Zener			
2.	Harga batas diode Zener			
3.	Menghitung tegangan dan daya Zener jika kondisi beban diketahui			
4.	Aplikasi zener dalam penstabil tegangan			

### 2. Tindak Lanjut

- Buat rencana pengembangan dan implementasi praktikum sesuai standar di lingkungan laboratorium kerja anda.
- Apakah anda mengimplementasikan rencana tindak lanjut ini sendiri atau berkelompok?
  - sendiri
  - berkelompok – silahkan tulis nama anggota kelompok yang lain dalam tabel di bawah.

No:	Nama anggota kelompok lainnya (tidak termasuk diri anda)

- Pikirkan suatu situasi atau kondisi di dalam bengkel/laboratorium anda yang mungkin dapat anda ubah atau tingkatkan dengan mengimplementasikan sebuah rencana tindak lanjut.

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



d. Apakah judul rencana tindak lanjut anda?

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

e. Apakah manfaat/hasil dari rencana aksi tindak lanjut anda tersebut?

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

f. Uraikan bagaimana rencana tindak lanjut anda memenuhi kriteria SMART

Spesifik	
Dapat diukur	
Dapat dicapai	
Relevan	
Rentang/Ketepatan Waktu	

## H. Kunci Jawaban

1. Dioda zener adalah dioda yang dirancang untuk bekerja pada tegangan reverse bias dan biasa disebut "break down diode" Kaki katoda selalu diberi tegangan yang lebih positif terhadap anoda dan difungsikan sebagai penstabil tegangan DC

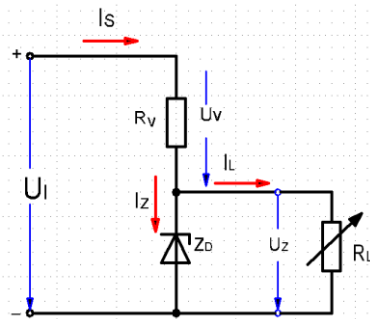
2. Diketahui :

Tegangan  $U_i = 12V \pm 20\%$ ,

$U_z = 6V_{dc}$

$I_{z \min} = 10mA$

$I_L \text{ maksimum} = 50mA$



$U_{i \text{ maksimum}} = 12 + 20\% = 12 + 2,4 = 14,4V$

$U_{i \text{ minimum}} = 12 - 20\% = 12 - 2,4 = 9,6V$

$I_{z \text{ maksimum}} = 10 \times I_{z \text{ min}} = 10 \times 10 = 100mA$

$I_L \text{ min} = 0mA$

$I_L \text{ maksimum} = 50mA$

$$R_{v \text{ min}} = \frac{U_{i \text{ max}} - U_{Z \text{ min}}}{I_{L \text{ min}} + I_{Z \text{ max}}} = \frac{14,4V - 6V}{0,00A + 0,05A} = 168\Omega$$

$$R_{v \text{ max}} = \frac{U_{i \text{ min}} - U_{Z \text{ max}}}{I_{L \text{ max}} + I_{Z \text{ min}}} = \frac{9,6V - 5V}{0,05A + 0,01A} = 76,6\Omega$$

Dari hasil perhitungan di atas ternyata  $R_{v \text{ maks}}$  lebih kecil dari  $R_{v \text{ min}}$ , hal ini menunjukkan bahwa daya dari diode Zener tidak memenuhi syarat. Misalnya daya Zener dinaikkan menjadi 2W sehingga  $D_z 6V/2W$   $I_{z \text{ maks}} = 2W/6V = 333,3mA$   $I_{z \text{ min}} = 33,3mA$

Dan persamaan menjadi :

$$R_{v \text{ min}} = \frac{U_{i \text{ max}} - U_{Z \text{ min}}}{I_{L \text{ min}} + I_{Z \text{ max}}} = \frac{14,4V - 6V}{0,00A + 0,333A} = 25\Omega$$

$$R_V \text{ max} = \frac{U_{i \text{ min}} - U_{Z \text{ max}}}{I_{L \text{ max}} + I_{Z \text{ min}}} = \frac{9,6 \text{ V} - 5 \text{ V}}{0,05 \text{ A} + 0,0333 \text{ A}} = 55,2 \Omega$$

Dari hasil perhitungan di atas dipilih Rv antara Rv min dan Rv maks (25 – 55) dan dipilih sesuai standard E12 adalah: 27 , 33, 39, 47 misalnya dipilih harga 33Ω

$$P_{RV} = \frac{(U_{E \text{ max}} - U_{Z \text{ min}})^2}{R_V} = \frac{(14,4 \text{ V} - 6 \text{ V})^2}{33 \Omega} = 2,13 \text{ W} \text{ dibulatkan menjadi}$$

3W



## Kegiatan Pembelajaran 4:

### Transistor Bipolar

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi transistor bipolar ini, peserta diharapkan dapat;

- Mengevaluasi penggunaan hukum-hukum kelistrikan pada semikonduktordalam rangkaian dasar elektronika
- Mengevaluasi proses pengujian komponen semikonduktor dalam rangkaian dasar elektronika

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- Memeriksa hukum-hukum kelistrikan pada komponen semikonduktor
- Menentukan penerapan hukum-hukum kelistrikan dalam rangkaian dasar transistor bipolar
- Menemukan karakteristikpadapengujian transistor bipolar
- Membedakan karakteristik transistor bipolar sebagai penguat dan sebagai sakelar
- Menemukan karakteristik pada pengujian transistor bipolar

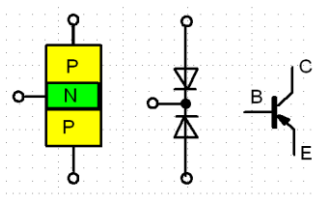
#### C. Uraian Materi

##### 1. Umum

Transistor dibedakan dalam dua jenis yaitu transistor NPN dan Transistor PNP, yang merupakan susunan dari tiga layer semikonduktor yang membentuk komposisi buah dioda PN seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.1.

##### a. Susunan Transistor PNP

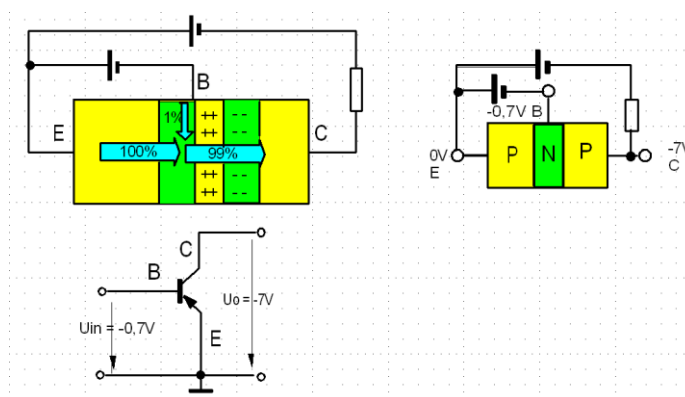
Transistor PNP terdiri dari dua buah semikonduktor type-P dan sebuah semikonduktor type-N dengan komposisi sebagai berikut:



Gambar 4.1 Material, struktur junction dan simbol transistor PNP

Kaki-kaki anoda dari dua buah dioda tersebut sebagai Kolektor dan Emitor dengan tanda pada kaki emitor adalah adanya panah, untuk jenis PNP arah panahnya adalah masuk. Untuk mengaktifkan transistor dibutuhkan tegangan bias yaitu Tegangan Basis terhadap Emitor yang besarnya sekitar  $\rightarrow U_{BE} = -0,7V$ . Tanda minus menunjukkan Transistor jenis PNP membutuhkan bias Negatif, atau tegangan di Basis (B) lebih negatif dibandingkan pada Emitor (E) yang besarnya bervariasi antara  $-0,6V$  s.d.  $-0,9V$ .

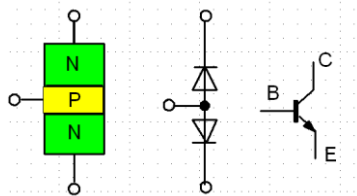
Pada transistor penguat sinyal kecil dengan arus Basis dalam orde  $\mu A$  besarnya  $U_{BE}$  hanya sekitar  $-0,6V$  saja, namun pada transistor dengan daya besar dimana arus basis cukup besar dalam ratusan atau ribuan mA, tegangan  $U_{BE}$  bisa mencapai  $0,9$  dan bahkan mencapai  $1V$ olt. Tegangan Kolektor terhadap Emitor  $\rightarrow U_{CE} =$  sangat bervariasi, tergantung dari supply yang di pasang pada sumber, atau tergantung dari kegunaannya yang berkisar antara  $-2V$  s.d.  $-100V$ . Pada transistor PNP, tegangan Kolektor lebih negatif terhadap Emitor. Emitor-Basis merupakan dioda P-N arah maju, sedangkan Basis-Kolektor merupakan dioda P-N arah mundur



Gambar 4.2 Sistem tegangan bias pada transistor PNP

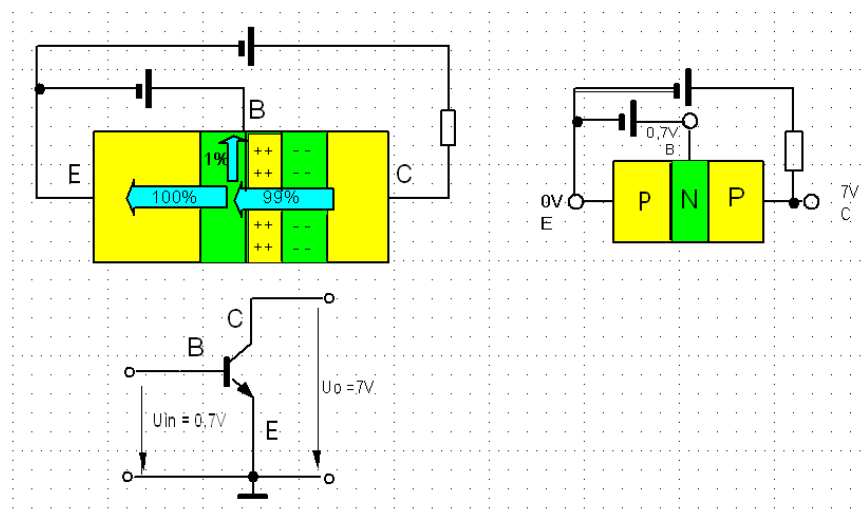
**b. Susunan Trasistor NPN.**

Transistor NPN terdiri dari dua buah semikonduktor type-N dan sebuah semikonduktor type-P dengan komposisi sebagai berikut:



Gambar 4.3 Material, struktur junction dan simbol transistor PNP

Kaki-kaki katoda dari dua buah dioda tersebut sebagai Kolektor dan Emitor dengan tanda pada kaki emitor adalah adanya panah, untuk jenis NPN arah panahnya adalah keluar. Untuk mengaktifkan transistor dibutuhkan tegangan bias yaitu Tegangan Basis terhadap Emitor yang besarnya sekitar  $\rightarrow U_{BE} = 0,7V$ . Transistor jenis NPN membutuhkan bias Positif, atau tegangan di Basis (B) lebih positif dibandingkan pada Emitor (E) yang besarnya bervariasi antara 0,6V s.d. 0,9V. Pada transistor penguat sinyal kecil dengan arus Basis dalam orde  $\mu A$  besarnya  $U_{BE}$  hanya sekitar 0,6V saja, namun pada transistor dengan daya besar dimana arus basis cukup besar dalam ratusan atau ribuan mA, tegangan  $U_{BE}$  bisa mencapai 0,9 dan bahkan mencapai 1Volt. Tegangan Kolektor terhadap Emitor  $\rightarrow U_{CE} =$  sangat bervariasi, tergantung dari supply yang di pasang pada sumber, atau tergantung dari kegunaanya yang berkisar antara 2V s.d. 100V lihat Gambar 4.2. Pada transistor NPN, tegangan Kolektor lebih positif terhadap Emitor. Basis-Emitor merupakan dioda P-N arah maju, sedangkan Basis-Kolektor merupakan dioda P-N arah mundur



Gambar 4.2 Sistem tegangan bias pada transistor NPN

### c. Penguatan Arus Transistor ( $\beta$ )

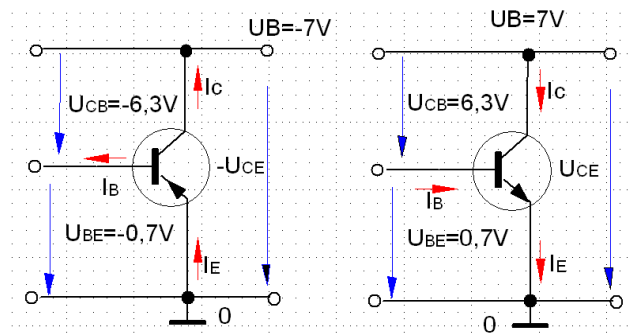
Arus listrik yang mengalir pada transistor adalah arah arus dari sumber tegangan positif menuju negatif. Maka pada transistor PNP, arus mengalir dari Emitor menuju Kolektor dan Basis, dengan komposisi kira-kira 99% mengalir melalui Kolektor dan 1% melalui Basis. Penguatan arus transistor merupakan perbandingan arus Kolektor  $I_C$  dan arus Basis  $I_B$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.1}$$

Setiap perubahan kecil pada arus Basis akan mempengaruhi perubahan yang besar pada arus Kolektor

**d. Tegangan Bias Transistor:**

Agar transistor bisa bekerja menguatkan sinyal secara optimal, maka pada transistor harus diberi tegangan bias. Pemberian tegangan bias pada transistor dapat dilihat pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Tegangan Bias transistor

$$U_{CE} = U_{CB} + U_{BE} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.2}$$

$U_{CE}$  = tegangan Kolektor - Emitor

$U_{CB}$  = tegangan Kolektor – Basis

$U_{BE}$  = tegangan Basis – Emitor

$$I_E = I_C + I_B \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.3}$$

$I_E$  = arus emitor

$I_C$  = arus kolektor

$I_B$  = arus Basis

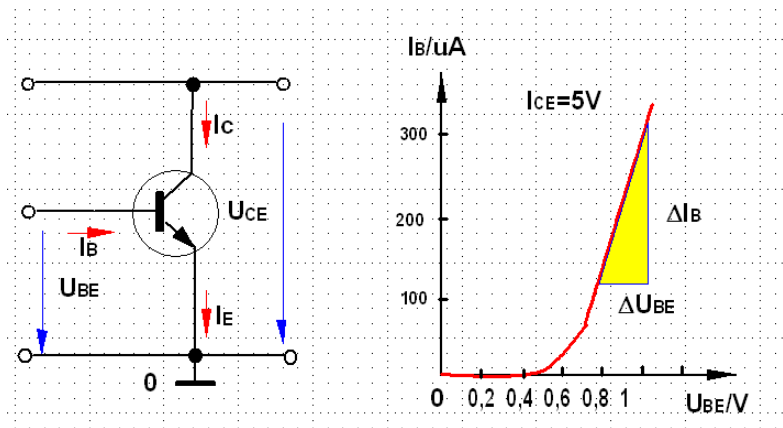
**e. Kurva karakteristik Transistor**

Transistor sebagai penguat sinyal memiliki karakteristik input dan karakteristik output yang berbeda.

**1) Karakteristik Input Transistor**

Transistor memiliki karakteristik input pada basis terhadap emitor. Parameter input terdiri dari tahanan input yang dinamis  $r_{BE}$ , tergantung dari perubahan tegangan basis  $\Delta U_{BE}$  serta perubahan arus basis  $\Delta I_B$ ,





Gambar 4.4 Karakteristik input transistor

Prinsip dari karakteristik input transistor adalah karakteristik dioda maju (*forward*) basis-emitor. Dioda akan mulai menghantarkan arus  $I_B$  pada saat tegangan  $U_{BE} = 0,7V$  (silikon) dan  $U_{BE} = 0,3V$  (germanium). Dari kurva karakteristik input, bisa dihitung besarnya nilai tahanan dinamis Basis-Emitor  $r_{BE}$  yang juga dinotasikan dengan  $h_{11e}$  sebesar:

$$r_{BE} = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta I_B} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.4}$$

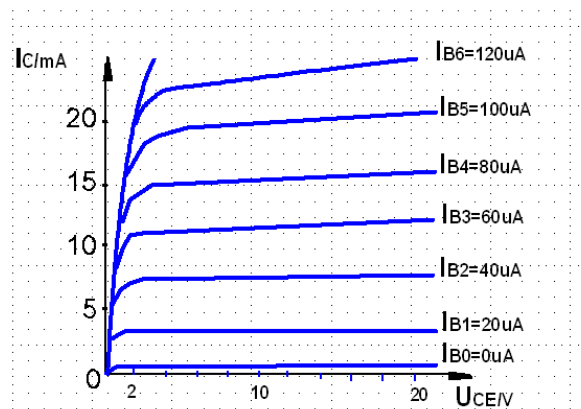
$r_{BE}$  = tahanan input dinamis

$\Delta U_{BE}$  = perubahan tegangan basis-emitor

$\Delta I_B$  = perubahan arus basis

## 2) Karakteristik Output Transistor

Transistor memiliki karakteristik output antara kolektor terhadap emitor. Parameter output adalah tahanan dinamis kolektor emitor  $r_{CE}$  yang besarnya tergantung dari perubahan tegangan kolektor-emitor  $\Delta U_{CE}$  dan perubahan arus kolektor  $\Delta I_C$ .



Gambar 4.5 Karakteristik output transistor  $I_C = f(U_{CE})$  dengan parameter  $I_B$

Tahanan *dinamis output* kolektor-emitor bisa dirumuskan sebagai

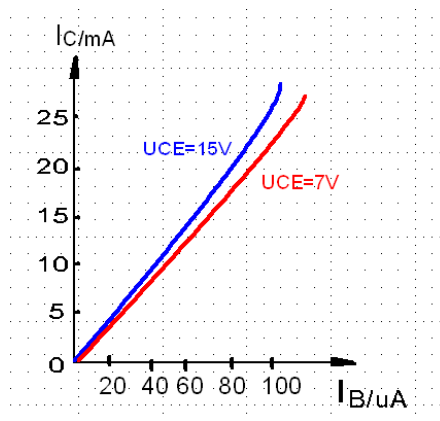
berikut:  $r_{CE} = \frac{\Delta U_{CE}}{\Delta I_C}$   $r_{CE}$  = tahanan dinamis output ..... Persamaan 4.5

□  $U_{CE}$  = perubahan tegangan kolektor – emitor

□  $I_C$  = perubahan arus kolektor

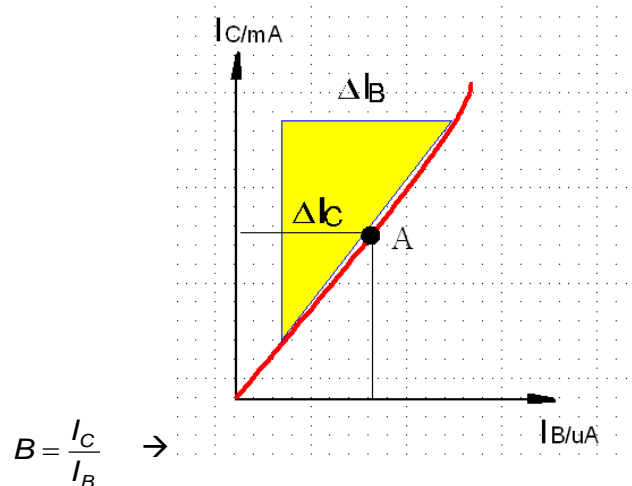
$r_{CE}$  juga dinotasikan sebagai  $\frac{1}{h_{22e}}$

Karakteristik arus output merupakan perbandingan kurva arus kolektor  $I_C$  fungsi arus basis  $I_B$ , yang dinotasikan dalam □.



Gambar 4.6 Karakteristik output transistor  $I_C = f(I_B)$

Kurva karakteristik arus kolektor  $I_C$  fungsi arus basis  $I_B$  secara ideal merupakan garis linier, berarti penguatan arus  $B = \text{konstan}$ .



Gambar 4.7 Karakteristik dinamis  $I_C = f(I_B)$

Kemiringan dari kurva  $I_C = f(I_B)$  merupakan penguatan arus dinamis yang dirumuskan sebagaiberikut

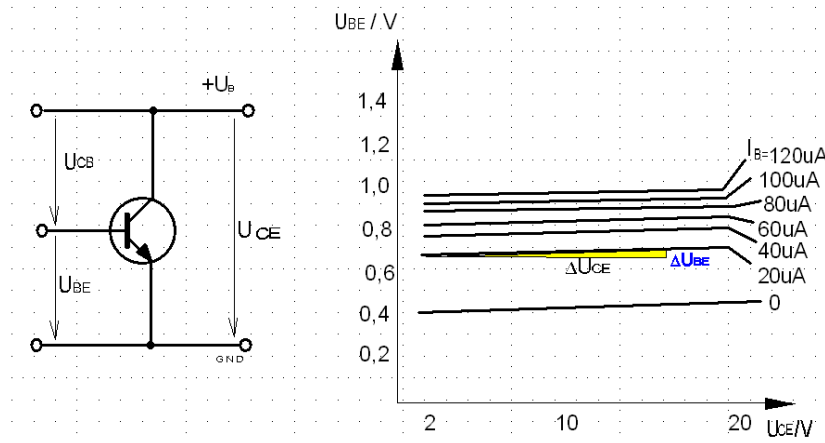
$$\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.6}$$

- = penguatan arus dinamis ac
- $I_C$  = perubahan arus kolektor
- $I_B$  = perubahan arus basis
- dinotasikan juga sebagai  $h_{21e}$

### 3) Kurva karakteristik $U_{CE}$ fungsi $U_{BE}$

Setiap perubahan tegangan basis emitor  $U_{BE}$  akan diikuti dengan perubahan tegangan kolektor emitor  $U_{CE}$ . Kurva karakteristik  $U_{CE}$  fungsi

$U_{BE}$  dinotasikan sebagai  $D = h_{12e} \rightarrow D = \frac{\Delta U_{BE}}{\Delta U_{CE}} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.7}$

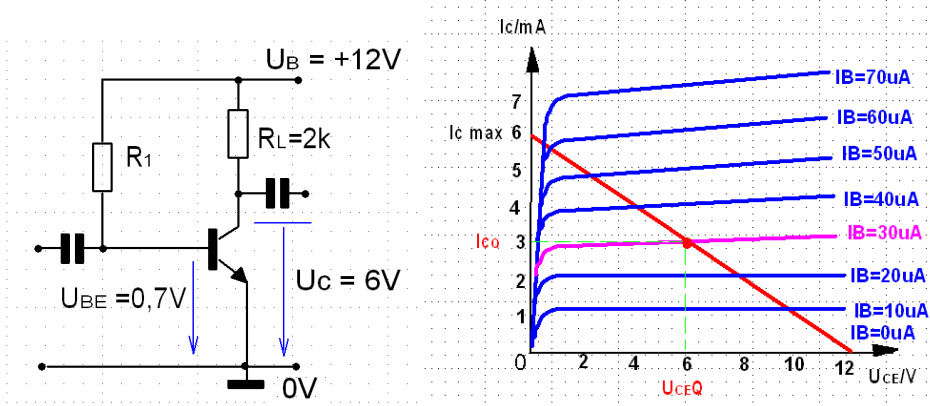


Gambar 4.8 Karakteristik  $U_{CE}$  fungsi  $U_{BE}$

### 4) Perencanaan Titik Kerja Transistor

Ada dua fungsi dari Transistor, yang pertama adalah sebagai sakelar dan yang kedua adalah sebagai penguat, pada saat transistor difungsikan sebagai sakelar, transistor menggantikan fungsi dari sakelar, dan lebih mudah didalam mendesainnya. Ketika transistor digunakan sebagai penguat ada beberapa ketentuan yang harus diikuti untuk mendapatkan hasil yang baik dan sesuai dengan desain. Desain penguat sinyal kecil Rangkaian yang paling sederhana seperti dicontohkan pada gambar 4.9 rangkaian tersebut beri nama *Self Bias*. R1 dipergunakan untuk memberikan tegangan positif ke Basis, nilai R1 biasanya cukup besar dalam orde  $M\Omega$  agar supaya tegangan pada Basis sekitar 0,55V sd 0,65V

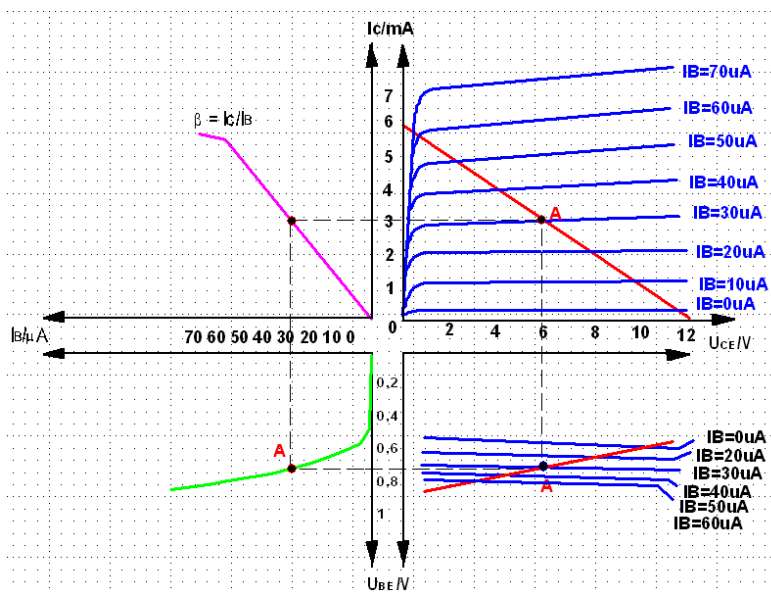
dan dengan arus Basis dalam orde beberapa  $\mu\text{A}$  saja sedangkan  $R_L$  atau  $R_C$  dipasang antara Kolektor ke positif supply.



Gambar 4.9 Penetapan tegangan bias transistor

Titik kerja transistor ditentukan oleh nilai  $I_{CQ}$  dan tegangan output kolektor  $U_C$  yang besarnya mendekati sama dengan setengah tegangan sumber  $U_B$ .

$$U_C = \frac{1}{2} U_B \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.8}$$



Gambar 4.10 Kurva karakteristik transistor

**CONTOH:**

Bila dalam contoh perencanaan di atas rangkaian transistor diberi tegangan sumber  $U_B = 12 \text{ Volt}$ , arus kolektor ditentukan pada titik kerja  $I_{CQ}$  sebesar  $1 \text{ mA}$  serta penguatan arus  $\beta = 100$ , maka berapakah

besarnya tahanan-tahanan sebagai pemberi tegangan bias  $R_1$  dan tegangan beban  $R_C$ ?:

Diketahui :

$$U_B = 12 \text{ Volt}$$

$$I_{CQ} \text{ sebesar } = 1 \text{ mA}$$

$$\beta = 100$$

Ditanyakan :

$R_1$  dan  $R_L$  ( $R_C$ )

Jawaban:

$$U_C = U_{CE} = \frac{1}{2} U_B = 6V$$

$$U_{BE} = 0,6V$$

$$R_L = \frac{U_B - U_C}{I_C} = \frac{12V - 6V}{1mA} = 6000\Omega = 6k\Omega$$

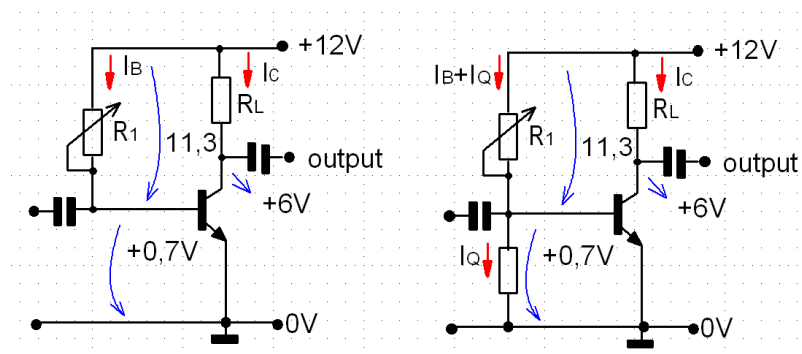
$$U_{R1} = U_B - U_{BE} = 12V - 0,6V = 11,4V$$

$$R_1 = \frac{U_{RB}}{I_B} = \frac{U_{RB}}{\frac{I_C}{\beta}} = \frac{11,4V}{\frac{1mA}{100}} = \frac{11,4V}{10\mu A} = 1140k\Omega$$

$$R_1 = 1,14M\Omega$$

#### 5) Pemberian bias dengan tahanan pembagi tegangan $R_1$ dan $R_2$ .

Untuk mendapatkan tegangan bias seperti pada gambar 4.11 pada rangkaian penguat transistor bisa dilakukan dengan pemberian tegangan bias melalui pembagi tegangan  $R_1$  dan  $R_2$  sebagai berikut:



Gambar 4.11 Tegangan bias transistor

Perhatikan gambar di atas, dengan ditambahkan  $R$  dari basis ke  $0V$  maka kedua  $R$  tersebut berfungsi sebagai pembagi tegangan. Arus input utama mengalir melalui  $R_1$  sebesar  $I_B + I_Q$ , arus tersebut akan

bercabang dua, sebagian ke Basis sebagai Arus Basis dan sebagian lagi ke R<sub>2</sub>, resistor yang menghubungkan kaki basis ke 0V.

Arus I<sub>Q</sub> adalah arus yang mengalir melalui R<sub>2</sub>, yang nilainya secara pendekatan praktis diambil antara 2 sampai dengan 10 kali arus basis I<sub>B</sub>. R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub> dalam desain nanti akan menentukan impedansi masukan dari penguat. Contoh di atas kita ambil besarnya I<sub>Q</sub> = 2 x I<sub>B</sub>, maka → I<sub>Q</sub> = 2 x 10 μA = 20 μA, dan bersanya tahanan R<sub>1</sub> dan R<sub>2</sub> bisa dihitung sbb:

$$R_1 = \frac{U_B - U_{BE}}{I_Q} = \frac{12V - 0,6V}{20\mu A} = 570k\Omega$$

$$R_2 = \frac{U_{BE}}{I_Q} = \frac{0,6V}{20\mu A} = 300k\Omega$$

## 6) Pengendalian titik kerja transistor

Penetapan titik kerja transistor pada prinsipnya adalah penetapan besaran regangan-tegangan DC dan aru-arus DC sebagai berikut:

$$U_{CEQ} = 6 V$$

$$I_{CQ} = 1 mA$$

$$I_{BQ} = 10 \mu A$$

$$U_{BEQ} = 0,6V$$

Garis beban yang diakibatkan oleh pemasangan tahanan R<sub>L</sub>, merupakan garis lurus yang menghubungkan titik I<sub>C</sub> maksimum dan U<sub>CE</sub> maksimum. Titik-titik tersebut bisa dihitung:

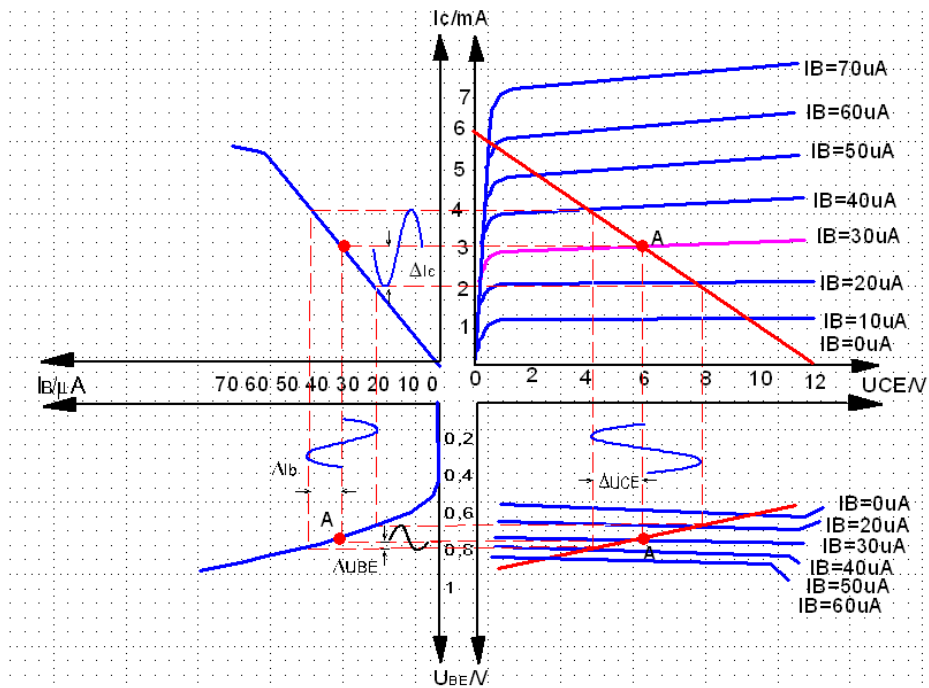
U<sub>CE</sub> maksimum → terjadi pada saat I<sub>C</sub> = 0,

berarti pada saat U<sub>CEmax</sub> → besarnya mendekati tegangan sumber U<sub>B</sub> = 12V

I<sub>C</sub> maksimum → pada saat U<sub>CE</sub> = 0, berarti

$$I_{C \text{ maks}} = \frac{U_B - U_{CE \text{ min}}}{R_L} = \frac{12V}{6000\Omega} = 2mA$$

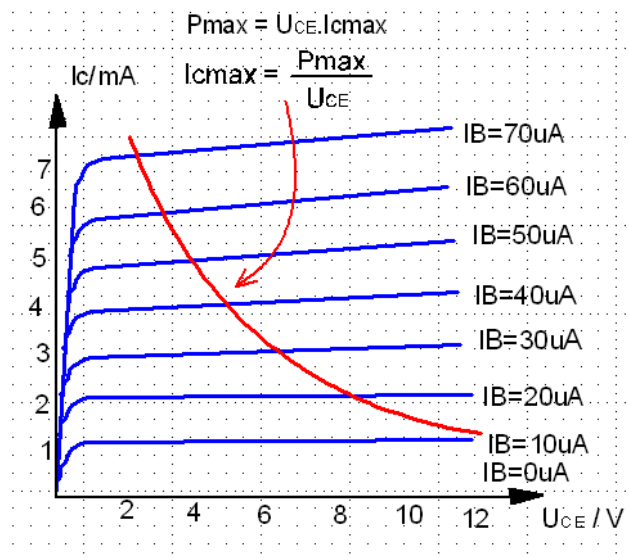
Bila pada rangkaian penguat transistor diberikan sinyal input ac pada basis sebesar i<sub>B</sub> = 10 μA, maka akan mengakibatkan ayunan arus ac kolektor i<sub>C</sub> = 1 mA, ayunan U<sub>CE</sub> = 8V - 4V = 4V, serta ayunan U<sub>BE</sub> = 0,60V - 0,65V = 0,05V, perhatikan gambar 4.12 dibaliknya



Gambar 4.12 Kurva karakteristik transistor

Daya total pada transistor:

$P_{tot} = U_{CEQ} \times I_{CQ} = 6V \times 3 \text{ mA} = 18 \text{ mWatt}$ . Bila digambarkan dalam kurva, maka daya  $P$  pada transistor merupakan kurva hiperbolik. Dalam contoh gambar berikut bila diketahui transistor dengan daya  $P_{tot} = 5 \text{ Watt}$ , maka kurva dayanya sebagai berikut:



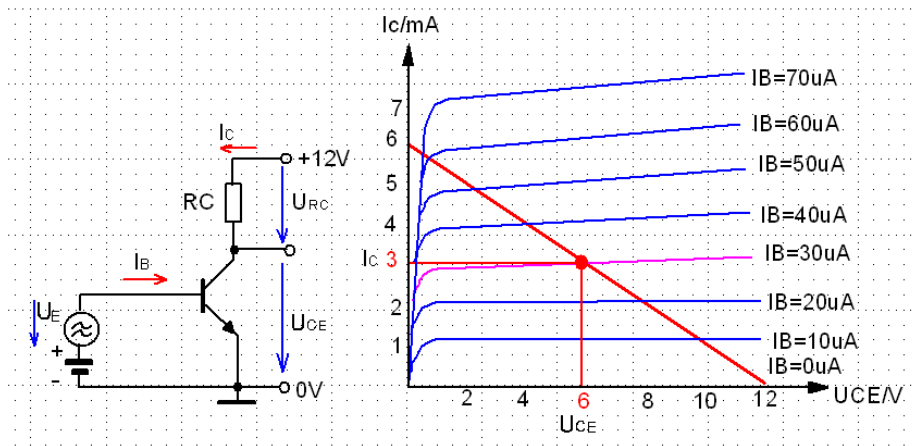
Gambar 4.13 Kurva disipasi daya transistor

**7) Penempatan titik kerja dan stabilisator (Perencanaan DC)**

Agar transistor sebagai penguat sinyal bisa bekerja dengan stabil, maka perlu adanya penetapan titik kerja pada daerah yang ideal dan linier.

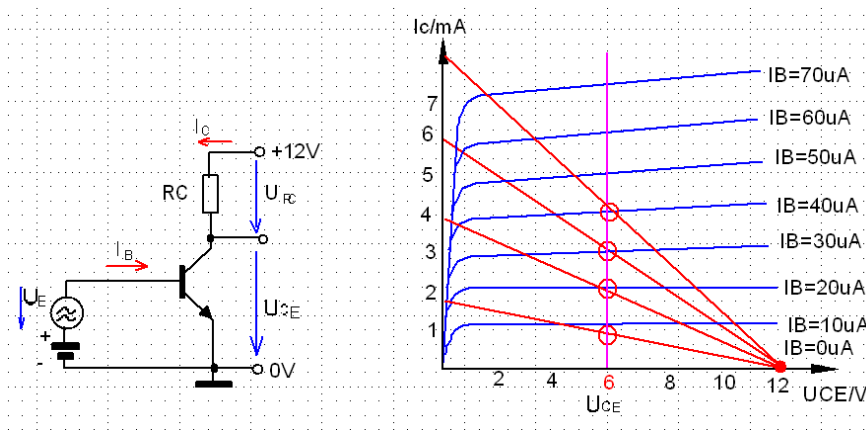
**a) Penentuan nilai Tahanan Kolektor**

Untuk menepatkan arus kolektor  $I_c$  dan tegangan kolektor emitor  $U_{CE}$ , maka harus direncanakan besarnya tahanan kolektor  $R_C$ . Untuk bentuk dasar penguat Common Emotir seperti di bawah ini besarnya tegangan output  $U_o$  sama dengan tegangan  $U_{CE}$  sebesar setengah tegangan sumber.



Gambar 4.14 Penetapan nilai tahanan kolektor

$$R_C = \frac{U_S - U_{CE}}{I_c}, \rightarrow U_S = U_{CE} + U_{RC} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.9}$$



Gambar 4.15 Performansi arus kolektor



Dengan pemilihan atau penentuan macam-macam arus kolektor  $I_c$ , maka akan didapatkan tahanan kolektor ( $R_c$ ) yang nilainya berbeda-beda pula seperti contoh di bawah ini.

$$R_{C1} = \frac{U_{RC}}{I_c} = \frac{6V}{4mA} = 1,5k\Omega \implies R_{C2} = \frac{U_{RC}}{I_c} = \frac{6V}{3mA} = 2k\Omega$$

$$R_{C3} = \frac{U_{RC}}{I_c} = \frac{6V}{2mA} = 3k\Omega \implies R_{C4} = \frac{U_{RC}}{I_c} = \frac{6V}{1mA} = 6k\Omega$$

Untuk penentuan  $I_{CQ} = 4mA$  didapatkan  $R_{C1} = 1,5k\Omega$

Untuk penentuan  $I_{CQ} = 3mA$  didapatkan  $R_{C1} = 2k\Omega$

Untuk penentuan  $I_{CQ} = 2mA$  didapatkan  $R_{C1} = 3k\Omega$

Untuk penentuan  $I_{CQ} = 1mA$  didapatkan  $R_{C1} = 6k\Omega$

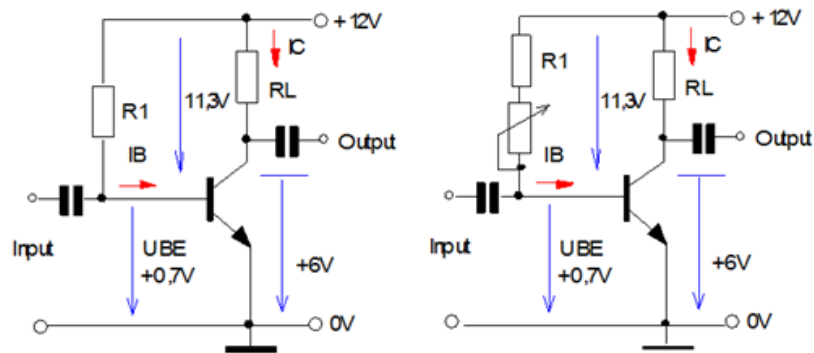
Besarnya penguatan arus ditentukan oleh perubahan arus kolektor

dan arus basis  $\beta = \frac{\Delta I_c}{\Delta I_B}$  .....Persamaan 4.10

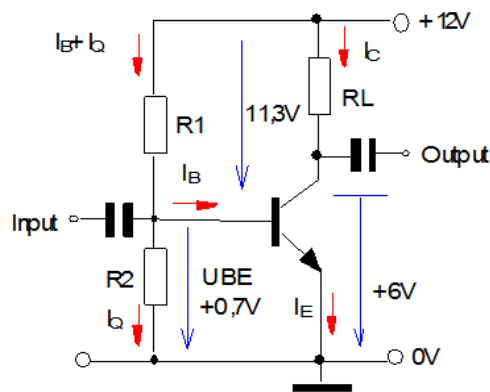
**b) Tahanan Basis**

Agar Transistor bisa menguatkan sinyal secara optimum, maka untuk emitor bersama tegangan pada kolektor diset supaya  $\frac{1}{2}$  tegangan catu ( $\frac{1}{2} V_{CC}$ ), dan diperlukan tegangan basis-emitor sebesar +/- 0,7V untuk transistor silikon atau 0,3V untuk germaium. Untuk itu bisa dilakukan dengan menghubungkan basis dengan tegangan sumber melalui sebuah tahanan basis  $R_1$ . Tahanan basis permanen  $R_1$ , atau tahanan permanen  $R_1$  yang diseri dengan potensiometer untuk menepatkan nilai  $R_1$  agar didapatkan  $U_o = \frac{1}{2} U_s = 6V$

Pada gambar 4.16 penambahan  $R_v$  yang diseri dengan  $R_1$  bertujuan untuk menepatkan nilai  $R_1$  yang tidak ada pada standar E12, misalnya total  $R_1$  adalah  $2,4M\Omega$ , maka  $R_1$  dipilih  $2M2$  dan  $R_v$  dipilih  $0,5M\Omega$ , sehingga dengan mengatur  $R_v$  didapatkan harga  $R_1$  min =  $2M2$  dan maksimumnya  $2,7M\Omega$



Gambar 4.16 Penetapan tahanan basis



Gambar 4. 17 Pemasangan tahanan R2

Pemberian tegangan bias dapat juga dilakukan dengan penambahan tahanan basis  $R_2$  ke ground yang lebih populer dengan nama pembagi tegangan seperti pada gambar 4.17 cara ini lebih baik jika dibandingkan dengan cara pertama (Self bias) yang seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.16. Penambahan tahanan  $R_2$  disatu sisi akan memperbaiki kualitas pembiasan transistor, namun disisi lain juga berdampak buruk terhadap menurunnya tahanan masukan dari penguat itu sendiri. Agar perencanaan penguat tunggal ini lebih mudah, maka dilakukan pendekatan empiris (praktek), bahwa besarnya

$$I_Q \approx 2 \times I_B \text{ sampai dengan } 10 \times I_B \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.11}$$

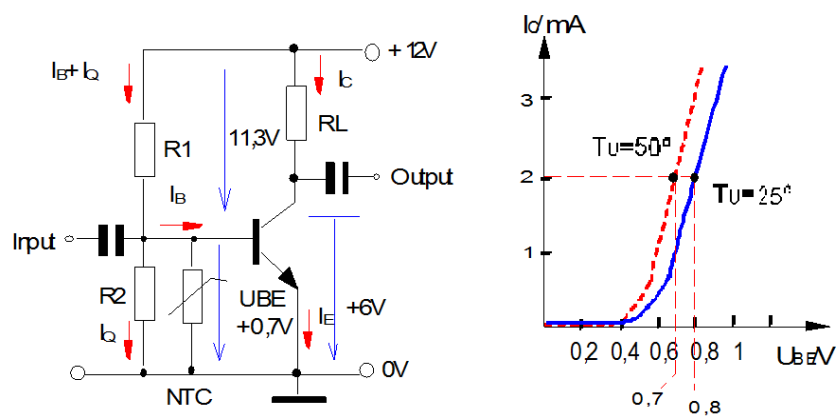
$$R_1 = \frac{U_S - U_{BE}}{I_Q + I_B} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.12}$$

$$R_2 = \frac{U_{BE}}{I_Q} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.13}$$

Keuntungan pemasangan  $R_1$  dan  $R_2$  pada rangkaian di atas adalah, bahwa  $R_2$  diharapkan lebih rendah nilainya dibandingkan dengan tahanan basis emitor  $r_{BE}$ . Tujuannya agar perubahan sinyal input tidak menggeser nilai  $r_{BE}$ . Namun ada kelemahan, bahwa dengan kenaikan suhu transistor menyebabkan kenaikan arus kolektor, arus basis serta bergesernya titik kerja transistor. Untuk itu bisa di atasi dengan beberapa cara :

**c) Dengan memasang tahanan NTC paralel terhadap  $R_2$ .**

Pergeseran titik kerja akan berdampak buruk terhadap kinerja dari penguat, hasil penguatan menjadi tidak maksimal, untuk menjaga kesetabilan titik kerja dipasanglah tahanan NTC seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.18

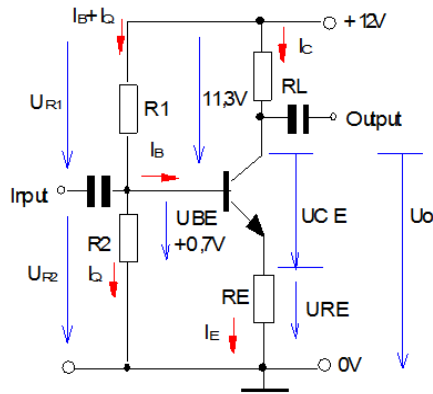


Gambar 4.18 Pemasangan NTC sebagai stabilisator

NTC singkatan dari *Negativ Temperature Coeficien*, yaitu suatu tahanan yang akan menurun nilai resistansinya jika temperaturnya naik, Pada gambar 4.18 kanan menunjukkan pergeseran tegangan  $U_{BE}$  akibat dari naiknya temperature dari transistor. Karena NTC dipasang paralel dengan  $R_2$  maka jika terjadi kenaikan temperatur secara umum, berakibat turunnya nilai resistansi NTC yang berfungsi menggeser  $U_{BE}$  menjadi kecil. Mengecilnya  $U_{BE}$  akan menurunkan  $I_B$  dan  $I_C$  ke posisi semula.

**d) Umpan balik arus pada tahanan emitor  $R_E$**

Dengan menambahkan tahanan  $R_E$  pada emitor maka tegangan pada Emitor ( $U_E$ ) akan naik sebanding dengan kenaikan arus Emitor ( $I_E$ )

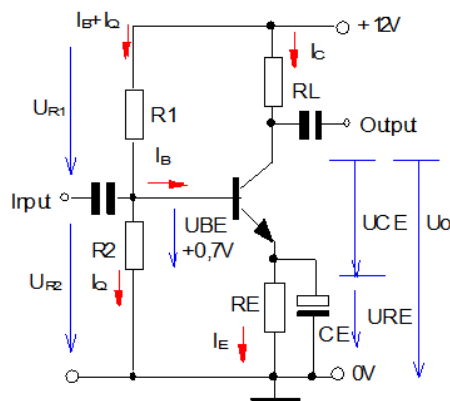


Gambar 4.19 Tahanan umpan balik  $R_E$

Dengan membesarnya arus basis  $I_B$  yang diikuti membesarnya arus kolektor  $I_C$  akan diikuti pula oleh mebesarnya arus emitor  $I_E$ . Akibatnya drop tegangan pada tahanan emitor  $U_{RE}$  akan naik dan menekan tegangan basis emitor  $U_{BE}$ . Akibatnya arus basis mengecil dan arus kolektor kembali mengecil. Dengan peristiwa tersebut di atas, maka tahanan emitor  $R_E$  disebut sebagai tahanan umpan balik arus. Namun dengan pemasangan  $R_E$  akan berdampak mengecilnya penguatan tegangan  $V_u$  yang secara pendekatan kasar didapatkan:

$$V_u \approx \frac{RC}{RE} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.14}$$

Untuk mengatasi hal tersebut perlu memulihkan penguatan tegangan, caranya dengan mengecilkan (dianggap hubung singkat) nilai  $R_E$  bila dipandang dari sinyal bolak-balik ac. Caranya adalah dengan memasang kapasitor paralel terhadap  $R_E$  seperti pada gambar 4.20 di bawah ini.



Gambar 4.20 Kapasitor bypass CE

Reaktansi kapasitor dipengaruhi oleh frekuensi sinyal input dan kapasitansi dari kapasitor yang dirumuskan sebagai berikut :

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.15}$$

$X_c$  = reaktansi kapasitif [ Ohm]

$f$  = frekuensi [Hz]

$C$  = kapasitansi [Farad]

Pada analisis sinyal AC, kapasitor (C) mempunyai nilai  $X_C$  yang kecil yang berfungsi menghubungkan singkat antara Emitor ke 0V (ground), sehingga penguatan tegangan pulih seperti pada saat tanpa  $R_E$ . Namun seting bias tegangan DC dan umpan balik arus emitor tidak terganggu, karena pada tegangan DC kapasitor  $C_E$  bersifat open (terbuka). Untuk menentukan besarnya kapasitor emitor  $C_E$ , dipertimbangkan berdasarkan frekuensi batas bawah yang akan diperkuat.

$$C_E \approx \frac{\beta}{2\pi f_b (r_{BE})} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.16}$$

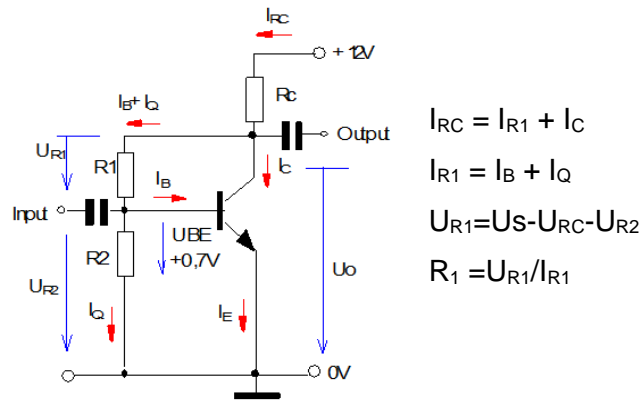
$\beta$  = penguatan arus

$f_b$  = frekuensi batas bawah

$r_{BE}$  = tahanan basis emitor

**e) Umpan balik tegangan**

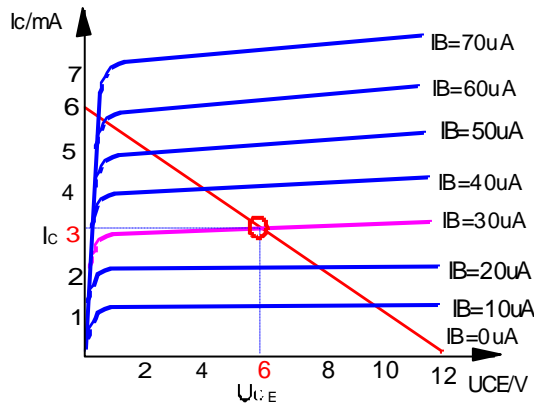
Pemberian bias dengan umpan balik tegangan dengan cara menghubungkan tahanan dari basis menuju ke kolektor, seperti pada gambar 4.21,  $R_1$  dan  $R_2$  membentuk pembagi tegangan seperti pada pemberian bias transistor sebelumnya. Tegangan bias yang diberikan ke basis diambilkan dari kaki kolektor, disaat satu dan lain hal, misalnya kenaikan temperatur atau kenaikan arus basis sendiri, arus kolektor juga ikut naik, tetapi tegangan kolektor justru akan turun, menurunnya tegangan pada kolektor berarti juga menurunnya tegangan bias  $U_{BE}$  dan mmenurunnya  $I_B$ , sehingga  $I_C$  juga turun seperti sedia kala



Gambar 4.21 Tahanan umpan balik tegangan  $R_1$

## 2. Rangkaian Dasar Transistor

### a. Klas Penguat klas A

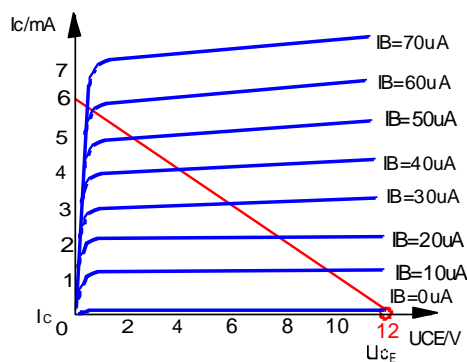


Gambar 4.22 Penguat klas A

Penguat klas A menguatkan semua bagian sinyal input. Penguat tersebut memiliki kerugian daya besar, pada saat tidak ada sinyal, efisiensi lebih kecil serta kerugian daya besar

Penguat kelas A menempatkan  $I_{CQ} \frac{1}{2}$  dari  $I_C$  maks, dan tegangan  $U_{CE} \frac{1}{2}$  dari  $U_{CE}$  maks

### b. Penguat klas B



Gambar 4.23 Penguat klas B

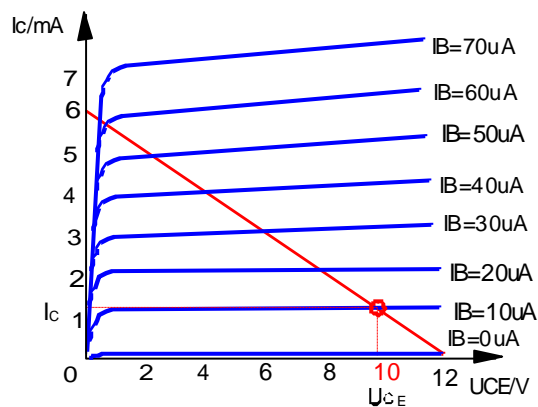
Penguat klas B ditetapkan tegangan kolektor-emitor  $U_{CE}$  pada saat tanpa sinyal adalah sebesar tegangan sumber, sedangkan arus kolektor  $I_C$  ditetapkan pada titik 0. Karena pada saat tanpa sinyal tidak ada arus kolektor  $I_C$  yang mengalir,

maka efisiensi daya pada saat tanpa sinyal adalah besar.

Namun penguat klas B ini masih memiliki kelemahan, yaitu transistor baru bekerja pada saat tegangan basis emitor  $U_{BE} = 0,7$  Volt, akibatnya ada keterlambatan pada sinyal output. Untuk mengatasi hal tersebut, bisa dibuat rangkaian penguat klas AB.

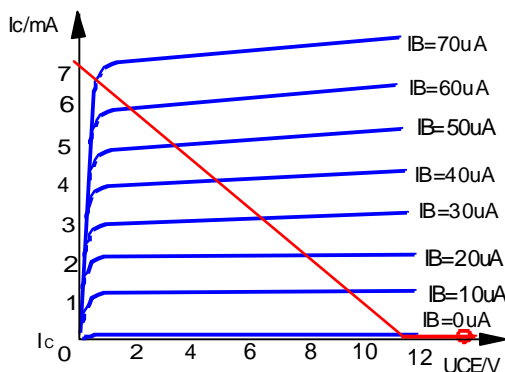
### c. Penguat klas AB

Untuk memperbaiki performansi dari penguat klas B, maka bisa di atasi dengan penguat klas AB, di mana titik kerja ditetapkan pada daerah sedikit di atas *cut off* (tegangan kolektor-emitor pada tegangan 10 Volt, dan arus kolektor pada 10 mA), dengan demikian transistor sudah diberi tegangan bias di atas 0,7 Volt pada saat tanpa sinyal.



Gambar 4.24 Penguat klas AB

### d. Penguat klas C



Gambar 4.25 Penguat klas C

Penguat klas C, titik kerja ditetapkan pada daerah tidak linier. Tegangan kolektor-emitor berada di atas tegangan sumber, Tuntutan ini hanya bisa difasilitasi dengan memasang induktor pada kolektor. Penguat klas C ini memiliki output yang tidak sama dengan sinyal inputnya.

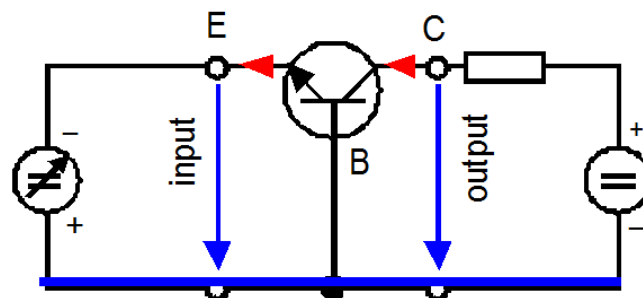
Sinyal output berupa sinyal harmonisa yang terkandung dalam bentuk sinyal output kurang dari setengah gelombang sinus.

### 3. Hubungan Dasar Transistor

Transistor sebagai penguat memiliki tiga konfigurasi berdasarkan penempatan input dan output. Ketiga konfigurasi tersebut adalah *common Base*, *common kolektor* dan *common emitor* dimana masing masing mempunyai karakteristik yang berbeda beda.

#### a) Hubungan Basis (*common base*).

Apabila input ditempatkan antara basis dan emitor sedangkan output ditempatkan antara basis dan emitor, maka basis dimiliki oleh *input* dan *output*, maka penguat tersebut dinamakan penguat dengan hubungan basis bersama (*common base*).



Gambar 4.26 Hubungan basis bersama (*common base*)

Input :  $I_E$  ,  $U_{EB}$ ,

output :  $I_C$  ,  $U_{CB}$ ,

Perbandingan pembawa  $\alpha = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_E}$  atau sering disimbulkan dengan

$h_{fb}$  ,  $h_{21b}$ ,  $fb$ . Pada analisa tegangan searah  $A = \frac{I_C}{I_E}$  ,  $h_{FB}$  ,  $H_{FB}$  ,  $FB$ .

Sifat Common Base (hubungan basis), penguatan tegangan besar

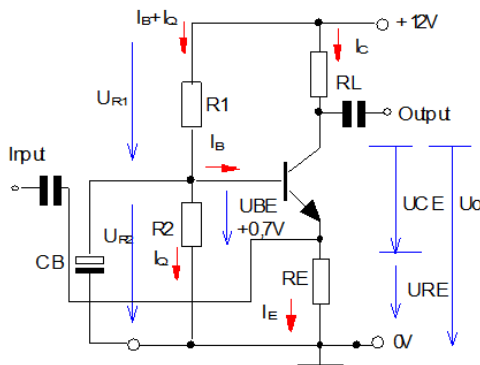
→  $\Delta U_{CB} = \nu \Delta U_{EB}$ , penguatan arus kurang dari satu kali.

#### b) Analisa DC Penguat *Common Base* (seting bias)

Penguat *Common Base* adalah bila rangkaian penguat memiliki input dan output bersama pada Basis. Perhatikan gambar 4.27 kaki Basis dipasang kapasitor ke 0V, atau dipasang CB yang berfungsi



secara AC menghubungkan singkat Basis dengan 0V atau Ground. Untuk analisa DC, maka kapasitor tidak mempunyai pengaruh dalam perhitungan untuk mencari nilai  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_E$  dan  $R_L$



Gambar 4.27 Analisa DC rangkaian basis bersama

$$U_o = \frac{1}{2} U_s$$

$$U_{RC} = U_s - U_o$$

$$R_C = \frac{U_{RC}}{I_C} = \frac{U_{RC}}{\beta I_B} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.17}$$

$$U_{RE} = U_s - U_{RC} - U_{CE} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.18}$$

$$R_E = \frac{U_{RE}}{I_E} = \frac{U_{RE}}{I_B + I_C} = \frac{U_{RE}}{(\beta + 1)I_B} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.19}$$

$$R_2 = \frac{U_{BE} + U_{RE}}{I_q} \approx \frac{U_{R2}}{10 \cdot I_B} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.20}$$

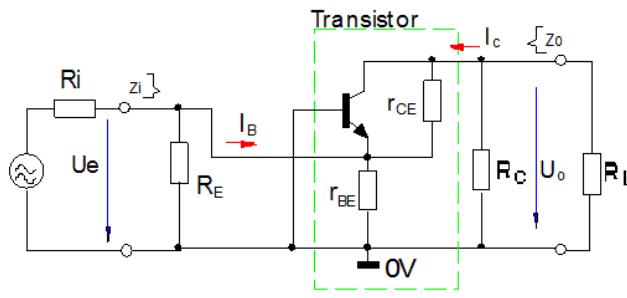
$$R_1 = \frac{U_s + U_{R2}}{I_B + I_q} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.21}$$

Prinsip dari analisa DC adalah untuk mendapatkan nilai ideal dari tahanan-tahanan bias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$  dan  $R_E$ .

**c) Analisa ac Penguat Common Base**

Analisa ac rangkaian *common base* adalah untuk merancang besarnya penguatan sinyal yang diinginkan, tahanan masukan dan tahanan keluarannya. Untuk menganalisa secara ac, perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

- ➔ semua tegangan sumber DC dihubung singkat
- ➔ semua kapasitor dihubung singkat



Gambar 4.28 Analisa ac rangkaian basis bersama

$$Z_i = R_E // (r_{BE} + \dots) \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.22}$$

4.22

$$Z_o = r_{CE} // R_C$$

$$V_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{\beta}{r_{BE}} \frac{r_{CE} \cdot R_C}{(r_{CE} + R_C)} \approx \beta \frac{R_C}{r_{BE}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.23}$$

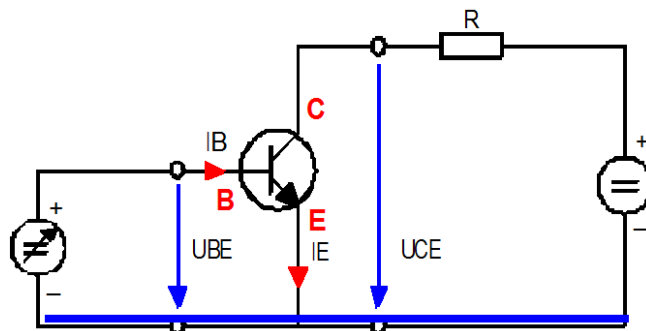
$$V_i = \frac{\beta}{\beta + 1} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.24}$$

Penguatan Daya:  $V_p = V_i \cdot V_u \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.25}$

Beda fasa antara input dan output  $\square \square \square \square$

**d) Hubungan Emitor bersama (Common Emitor)**

Apabila input ditempatkan antara basis dan emitor sedangkan output ditempatkan antara kolektor dan emitor, maka emitor dimiliki oleh input dan output. Maka penguat tersebut dinamakan penguat dengan hubungan emitor bersama (*common emitor*).



Gambar 4.29 Hubungan emitor bersama (*Common Emitor*)

Input :  $I_B$  ,  $U_{BE}$

Output :  $I_C$ ,  $U_{CE}$  → Penguatan arus □□:  $\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$

$I_E = I_B + I_C$ ;  $I_B = I_E - I_C \rightarrow \Delta I_B = \Delta I_E - \Delta I_C$ , atau  $\Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$ , sehingga :

$$\Delta I_B = \frac{\Delta I_C}{\beta} - \Delta I_C$$

$$\frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = \frac{\beta}{1 - \beta}$$

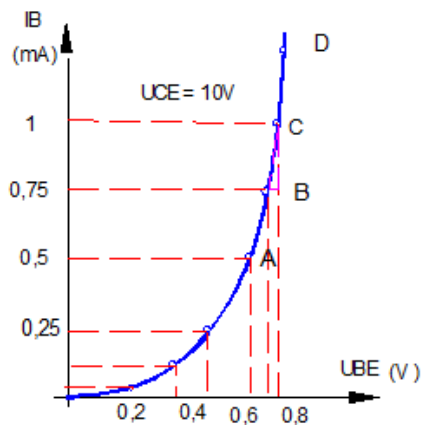
penguatan arus  $\beta = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B}$  Simbol yang lain :  $h_{FE}$ ,  $H_{21e}$ ,  $\beta_{FE}$

Penguatan arus searah

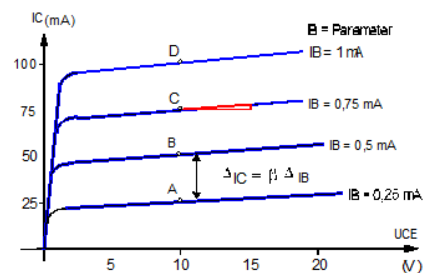
$$B = \frac{I_C}{I_B} \quad \text{Simbol yang lain : } h_{FE}, H_{FE}, \beta_{FE}$$

Hubungan emiter bersama memiliki penguatan tegangan dan arus yang besar

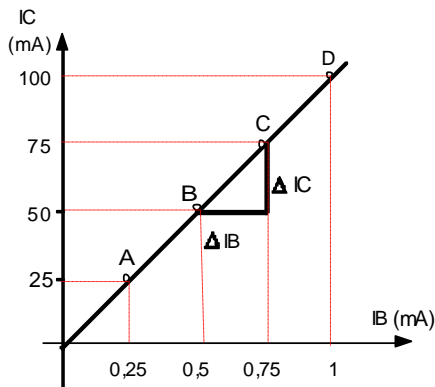
$$\Delta U_{CE} = \beta \Delta U_{BE}$$



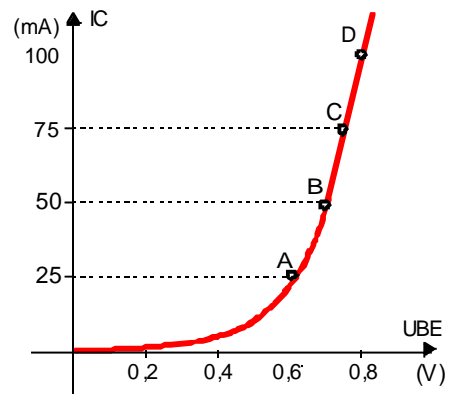
Gambar 4.30 Grafik  $I_B = f U_{BE}$  untuk mencari Tahanan input :  $r_{BE}$



Gambar 4.31 Grafik  $I_C = f U_{CE}$  dengan parameter  $I_B$  untuk mencari Tahanan output :  $r_{CE}$



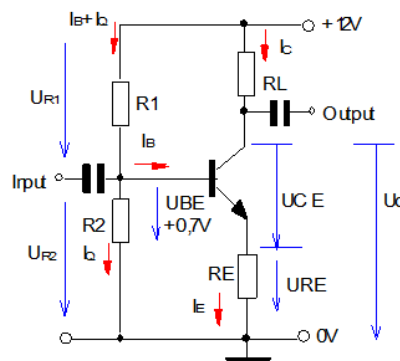
Gambar 4.32 Kurva  $I_b = f(I_c)$



Gambar 4.33 Kurva  $I_b = f(U_{be})$

**e) Analisa DC dari Penguat *Common Emitter* (seting bias)**

Penguat *Common Emitter* adalah bila rangkaian penguat memiliki input dan output bersama pada emitor. Untuk analisa DC, maka kapasitor tidak mempunyai pengaruh dalam perhitungan



Gambar 4.34 Analisa DC rangkaian emitor bersama

$$U_o = \frac{1}{2} U_s$$

$$U_{RC} = U_s - U_o$$

$$R_C = \frac{U_{RC}}{I_C} = \frac{U_{RC}}{\beta \cdot I_B} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.26}$$

$$U_{RE} = U_s - U_{RC} - U_{CE} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.27}$$

$$R_E = \frac{U_{RE}}{I_E} = \frac{U_{RE}}{I_B + I_C} = \frac{U_{RE}}{(\beta + 1)I_B} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.28}$$

$$R_2 = \frac{U_{BE} + U_{RE}}{I_q} \approx \frac{U_{R2}}{10 \cdot I_B} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.29}$$

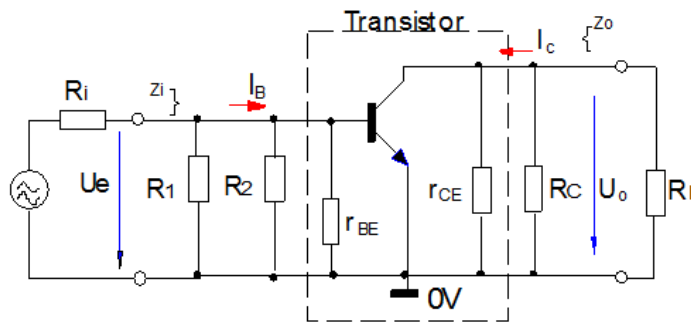
$$R_1 = \frac{U_S + U_{R2}}{I_B + I_q} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.30}$$

Prinsip dari analisa DC adalah untuk mendapatkan nilai ideal dari tahanan-tahanan bias  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_C$  dan  $R_E$ .

**f) Analisa AC Penguat Common Emitter**

Analisa AC rangkaian *common emitter* adalah untuk merancang besarnya penguatan sinyal yang diinginkan. Untuk menganalisa secara ac, perlu dilakukan langkah-langkah:

- semua tegangan sumber DC dihubung singkat
- semua kapasitor dihubung singkat



Gambar 4.35 Analisa ac rangkaian emitor bersama

$$Z_i = R_1 // R_2 // r_{BE} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.31}$$

$$Z_o = r_{CE} // R_C \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.32}$$

$$V_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{\Delta I_c \cdot Z_o}{\Delta I_B \cdot Z_i} = \beta \frac{Z_o}{Z_i} = \beta \frac{R_C // r_{CE}}{R_1 // R_2 // r_{BE}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.33}$$

$R_C \ll r_{CE} \rightarrow r_{CE}$  diabaikan

$R_1 // R_2 \gg r_{BE} \rightarrow R_1 // R_2 =$  diabaikan

Maka rumus penguatan tegangan bisa disederhanakan menjadi:

$$V_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{\Delta I_c \cdot Z_o}{\Delta I_B \cdot Z_i} = \beta \frac{Z_o}{Z_i} = \beta \frac{R_C}{r_{BE}} = \frac{h_{21e} \cdot R_C}{h_{11e}} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.34}$$

$$V_i = h_{21e} = \beta$$

Penguatan Daya

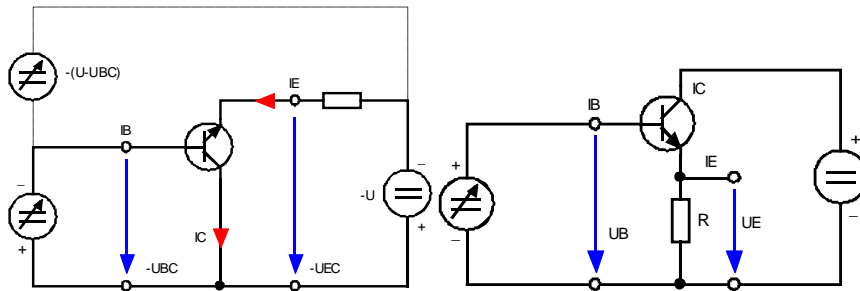
$$V_p = V_i \cdot V_u$$

Beda fasa antara input dan output

□□□□□□

**g) Hubungan kolektor bersama (*common collector*) atau Pengikut Emiter (*emitor follower*)**

Apabila input ditempatkan antara basis dan kolektor sedangkan output ditempatkan antara basis dan kolektor, maka kolektor dimiliki oleh input dan output. Maka penguat tersebut dinamakan penguat dengan hubungan kolektor bersama (*common collector*). Perhatikan gambar 4.36 di bawah ini, kolektor ada pada jaringan masukan dan keluaran (sebagai Acuan/ Ground pada gambar atas dan melalui supply pada gambar bawah)



Gambar 4.36 Hubungan kolektor bersama (*common collector*)

Input :  $I_B$  ,  $U_{BE}$ , ouput :  $I_E$  ,  $U_{EC}$ ,

Pembawa arus : dari basis (input) ke emiter (out put), perubahan pada  $U_B$  diikuti perubahan pada  $U_E$ .

$$I_E = I_B + I_C \quad \rightarrow \Delta I_E = \Delta I_B + \Delta I_C$$

Perbandingan penguatan arus  $\square \square \square \frac{\Delta I_E}{\Delta I_B}$  .....Persamaan

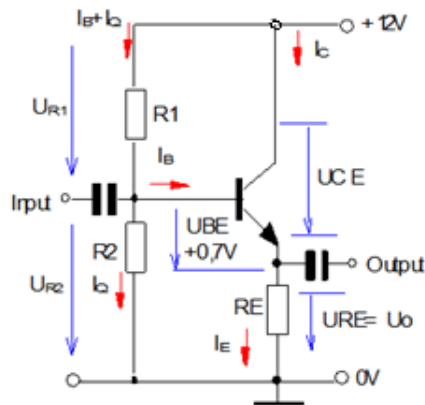
4.35

$$\text{Maka : } \frac{\Delta I_E}{\Delta I_B} = \frac{\Delta I_B + \Delta I_C}{\Delta I_B} = 1 + \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} = 1 + \beta \text{ .....Persamaan 4.36}$$

Sifat rangkaian hubungan kolektor bersama terjadi penguatan arus yang paling besar tetapi tanpa disertai penguatan tegangan ( kurang dari satu kali)

**h) Analisa DC Penguat *Common Collector* (seting bias)**

Penguat *Common Collector* adalah bila rangkaian penguat memiliki input dan output bersama pada kolektor. Untuk analisa DC, maka kapasitor tidak mempunyai pengaruh dalam perhitungan



Gambar 4.37 Analisa DC rangkaian kolektor bersama

$$U_o = \frac{1}{2} U_s$$

$$U_{RE} = U_s - U_o$$

$$U_{RE} = U_s - U_{RC} - U_{CE} = \frac{U_o}{2} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.37}$$

$$R_E = \frac{U_{RE}}{I_E} = \frac{U_{RE}}{I_B + I_C} = \frac{U_{RE}}{(\beta + 1)I_B} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.38}$$

$$R_2 = \frac{U_{BE} + U_{RE}}{I_q} \approx \frac{U_{R2}}{10 \cdot I_B} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.39}$$

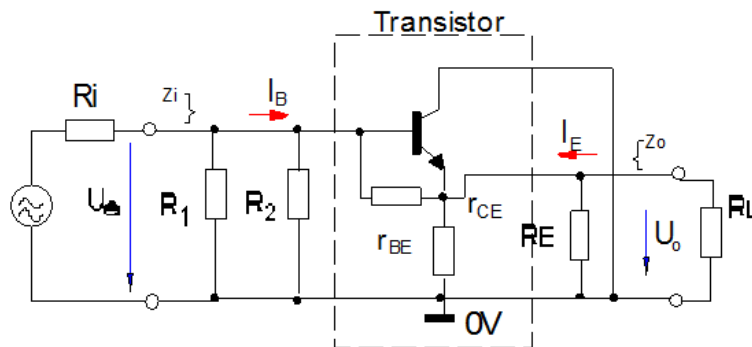
$$R_1 = \frac{U_s + U_{R2}}{I_B + I_q} \dots\dots\dots \text{Persamaan 4.40}$$

Prinsip dari analisa DC adalah untuk mendapatkan nilai ideal dari tahanan-tahanan bias  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_E$ .

**i) Analisa ac Penguat *Common Collector***

Analisa ac rangkaian *common collector* adalah untuk menghitung besarnya penguatan arus, penguatan tegangan, penguatan daya, tahanan masukan dari penguat dan tahanan keluaran dari penguat. Untuk menganalisa secara ac, perlu dilakukan langkah-langkah:

- ➔ semua tegangan sumber DC dihubung singkat
- ➔ semua kapasitor dihubung singkat



Gambar 4.38 Analisa ac rangkaian kolektor bersama

$$Z_i = R_1 // R_2 // (r_{BE} + R_E) \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.41}$$

$$Z_o = R_E // \{(r_{BE} + Z_i) / \beta\} \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.42}$$

$$V_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{\Delta U_{RE}}{\Delta U_{RE} + \Delta U_{BE}} = \frac{\Delta I_B \cdot (\beta + 1) \cdot R_E}{\Delta I_B \{(\beta + 1) \cdot R_E + r_{BE}\}} = \frac{(\beta + 1) \cdot R_E}{(\beta + 1) \cdot R_E + r_{BE}} < 1$$

$$\dots \dots \dots \text{Persamaan 4.43}$$

$$V_i = h_{21c} = \beta + 1 \dots \dots \dots \text{Persamaan 4.44}$$

Penguatan Daya

$$V_p = V_i \cdot V_u$$

Beda fasa antara input dan output  $\square \square \square \square$

**j) Dimensi dari tiga bentuk konfigurasi**

Dari ketiga konfigurasi hubungan transistor yang telah dijelaskan di atas yaitu hubungan emitor bersama, hubungan basis bersama dan hubungan kolektor bersama dapat dirangkum dalam tabel 4.1 di bawah ini:

Tabel 4.1 Rangkuman konfigurasi hubungan transistor

	Hubungan Emiter	Hubungan Basis	Hubungan Kolektor
Penguatan Arus	Tinggi (100)	Rendah (<1)	Tinggi (100)
Penguatan Tegangan	Tinggi (250)	Tinggi (200)	Rendah (<1)
Tahanan Input	Cukup (600)	Rendah (50)	Tinggi (50K)
Tahanan Output	Tinggi (50K)	Tinggi (1M)	Rendah (00)

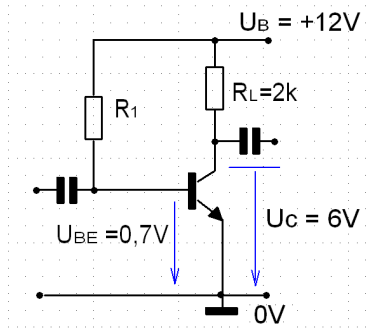


## D. Aktifitas Pembelajaran

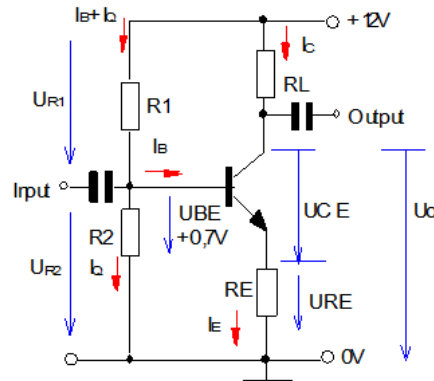
Setelah selesai pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi karakteristik transistor bipolar dan melalui percobaan, lakukan analisis tentang penguat tunggal dengan konfigurasi common emitor, common collector dan common base.

## E. Latihan/Tugas

1. Sebutkan jenis transistor beserta symbol dan deskripsi singkatnya.
2. Sebutkan cara memberikan bias pada transistor beserta gambarnya dan penjelasan singkat dari gambar tersebut.
3. Diketahui rangkaian seperti gambar di bawah



- a. Berapa nilai resistor basis R1 dan resistor kolektor RL, bila arus  $I_c = 2 \text{ mA}$  dan  $\beta = 200$
  - b. Berapa penguatan tahanan bila  $r_{BE} = 4,7k\Omega$
4. Gambar di bawah ini adalah penguat tunggal common emitor dengan bias voltage divider dan umpan balik arus emitor, gambarkanlah rangkaian pengganti untuk analisis AC dan bagaimanakah menghitung Zi dan Zout serta penguatan tegangannya?



## F. Rangkuman

- ✓ Transistor dibedakan dalam dua macam : NPN dan PNP, yang merupakan komposisi dari dua buah dioda PN. Penguatan arus transistor merupakan perbandingan arus Kolektor  $I_C$  dan arus Basis  $I_B$

$$\beta = \frac{I_C}{I_B}$$

- ✓ Setiap perubahan kecil pada arus Basis akan mempengaruhi perubahan yang besar pada arus Kolektor.
- ✓ Transistor memiliki karakteristik input pada basis terhadap emitor. Parameter input terdiri dari tahanan input yang dinamis  $r_{BE}$ , tergantung dari perubahan tegangan basis  $\Delta U_{BE}$  serta perubahan arus basis  $\Delta I_B$ .
- ✓ Transistor memiliki karakteristik output antara kolektor terhadap emitor. Parameter output adalah tahanan dinamis kolektor emitor  $r_{CE}$  yang besarnya tergantung dari perubahan tegangan kolektor-emitor  $\Delta U_{CE}$  dan perubahan arus kolektor  $\Delta I_C$ . Agar transistor sebagai penguat sinyal bisa bekerja dengan stabil, maka perlu adanya penetapan titik kerja pada daerah yang ideal dan linier.
- ✓ Penguat klas A menguatkan semua bagian sinyal input.
- ✓ Penguat klas B ditetapkan tegangan kolektor-emitor  $U_{CE}$  pada saat tanpa sinyal adalah sebesar tegangan sumber, sedangkan arus kolektor  $I_C$  ditetapkan pada titik 0.
- ✓ Untuk memperbaiki performansi dari penguat klas B , maka bisa di atasi dengan penguat klas AB, di mana titik kerja ditetapkan pada daerah sedikit di atas cut off (tegangan kolektor – emitor pada tegangan 10 Volt, dan arus kolektor pada 10 mA).
- ✓ Penguat klas C, titik kerja ditetapkan pada daerah tidak linier. Tegangan kolektor-emitor berada di atas tegangan sumber.

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

### 1. Umpan Balik

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini, periksa penguasaan pengetahuan dan keterampilan anda menggunakan daftar periksa di bawah ini:

No	Indikator	Ya	Tidak	Bukti
1.	Menginterpretasikan Prinsip transistor PNP dan NPN			
2.	Cara memberikan tegangan bias pada transistor			
	Mendeskripsikan konfigurasi transistor sebagai penguat komon base, komon kolektor dan komon emitor			
3.	Menggambarkan karakteristik input dan Menghitung tahanan masukan dinamis dari transistor			
4.	Menggambarkan karakteristik output dan Menghitung tahanan keluaran dinamis dari transistor			
5.	Merencanakan titik kerja transistor			

### 2. Tindak Lanjut

- a. Buat rencana pengembangan dan implementasi praktikum sesuai standar di lingkungan laboratorium kerja anda.
- b. Apakah anda mengimplementasikan rencana tindak lanjut ini sendiri atau berkelompok?
  - sendiri
  - berkelompok – silahkan tulis nama anggota kelompok yang lain dalam tabel di bawah.

No:	Nama anggota kelompok lainnya (tidak termasuk diri anda)

- c. Pikirkan suatu situasi atau kondisi di dalam bengkel/laboratorium anda yang mungkin dapat anda ubah atau tingkatkan dengan mengimplementasikan sebuah rencana tindak lanjut.

.....

.....  
.....

d. Apakah judul rencana tindak lanjut anda?

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

e. Apakah manfaat/hasil dari rencana aksi tindak lanjut anda tersebut?

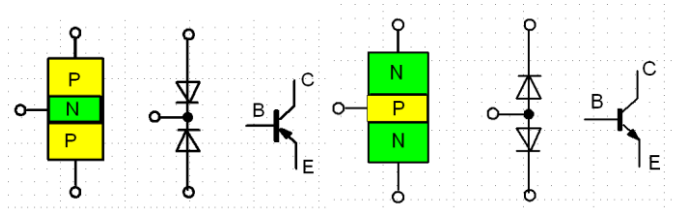
.....  
.....  
.....  
.....

f. Uraikan bagaimana rencana tindak lanjut anda memenuhi kriteria SMART

Spesifik	
Dapat diukur	
Dapat dicapai	
Relevan	
Rentang/Ketepatan Waktu	

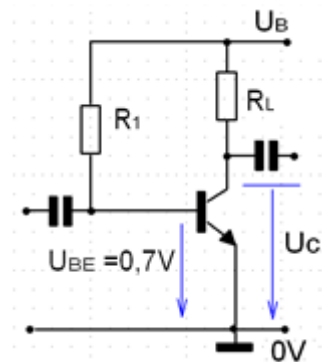
## H. Kunci Jawaban

1. Jenis transistor adalah PNP dan NPN dan di bawah ini adalah symbol transistornya.

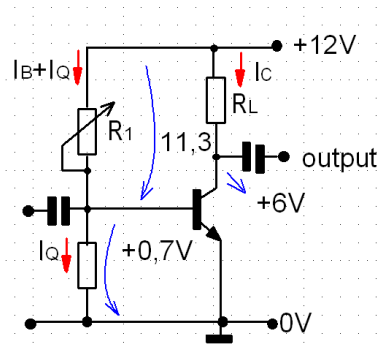


Kaki-kaki anoda dari dua buah dioda tersebut sebagai Kolektor dan Emitor dengan tanda pada kaki emitor adalah adanya panah, untuk jenis PNP arah panahnya adalah masuk. Kaki-kaki katoda dari dua buah dioda tersebut sebagai Kolektor dan Emitor dengan tanda pada kaki emitor adalah adanya panah, untuk jenis NPN arah panahnya adalah keluar

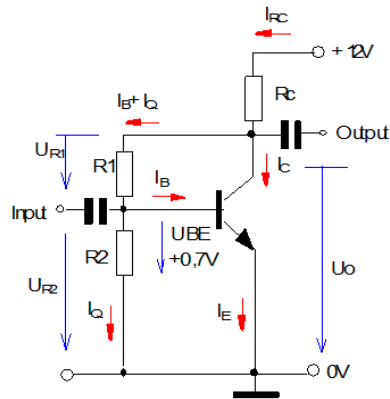
2. Pemberian tegangan bias pada transistor yaitu dengan cara:
  - Self Bias, rangkaian tersebut beri nama *Self Bias*.  $R_1$  dipergunakan untuk memberikan tegangan positif ke Basis, nilai  $R_1$  biasanya cukup besar dalam orde  $M\Omega$  agar supaya tegangan pada Basis sekitar  $0,55V$  sd  $0,65V$  dan dengan arus Basis dalam orde beberapa  $\mu A$  saja sedangkan  $R_L$  atau  $R_C$  dipasang antara Kolektor ke positif supply



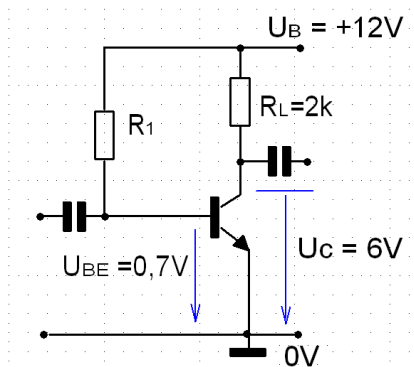
- Voltage Divider, Untuk mendapatkan tegangan bias pada rangkaian penguat transistor bisa dilakukan dengan pemberian tegangan bias melalui pembagi tegangan  $R_1$  dan  $R_2$ . Seperti gambar di bawah ini:



- Pemberian bias dengan umpan balik tegangan dengan cara menghubungkan tahanan dari basis menuju ke kolektor. Tegangan bias yang diberikan ke Basis diambilkan dari kaki kolektor



3. Diketahui rangkaian seperti gambar di bawah



- a. Besarnya R1 dan R2 adalah

$$U_C = U_{CE} = \frac{1}{2} U_B = 6V$$

$$U_{BE} = 0,72V$$

$$R_L = \frac{U_B - U_C}{I_C} = \frac{12V - 6V}{3mA} = 2000\Omega = 2k\Omega$$

$$U_{R1} = U_B - U_{BE} = 12V - 0,72V = 11,28V$$

$$R_1 = \frac{U_{RB}}{I_B} = \frac{U_{RB}}{\frac{I_C}{\beta}} = \frac{11,78V}{\frac{3mA}{200}} = \frac{11,78V}{30\mu A} = 376k\Omega$$

b. Penguatan tegangan  $V_u$

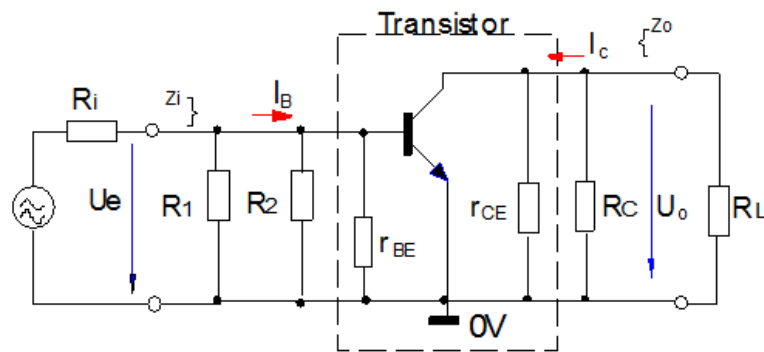
$$V_u = \square \cdot R_L / r_{BE} = 85 \text{ kali}$$

4. Analisa ac rangkaian common emitor

Untuk menganalisa secara ac, perlu dilakukan langkah-langkah:

→ semua tegangan sumber DC dihubung singkat

→ semua kapasitor dihubung singkat



$$Z_i = R_1 // R_2 // r_{BE}$$

$$Z_o = r_{CE} // R_C$$

$$V_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{\Delta I_c \cdot Z_o}{\Delta I_B \cdot Z_i} = \beta \frac{Z_o}{Z_i} = \beta \frac{R_C // r_{CE}}{R_1 // R_2 // r_{BE}}$$

$R_C \ll r_{CE} \rightarrow r_{CE}$  diabaikan

$R_1 // R_2 \gg r_{BE} \rightarrow R_1 // R_2 =$  diabaikan

Maka rumus penguatan tegangan bisa disederhanakan menjadi:

$$V_u = \frac{U_o}{U_i} = \frac{\Delta I_c \cdot Z_o}{\Delta I_B \cdot Z_i} = \beta \frac{Z_o}{Z_i} = \beta \frac{R_C}{r_{BE}} = \frac{h_{21e} \cdot R_C}{h_{11e}} \dots\dots\dots$$





## Kegiatan Pembelajaran 5

### FET dan MOS FET

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi FET dan MOSFET ini, peserta diharapkan dapat;

- mengevaluasi penggunaan hukum-hukum kelistrikan pada semikonduktordalam rangkaian dasar elektronika,
- mengevaluasi proses pengujian komponen semikonduktor dalam rangkaian dasar elektronika.

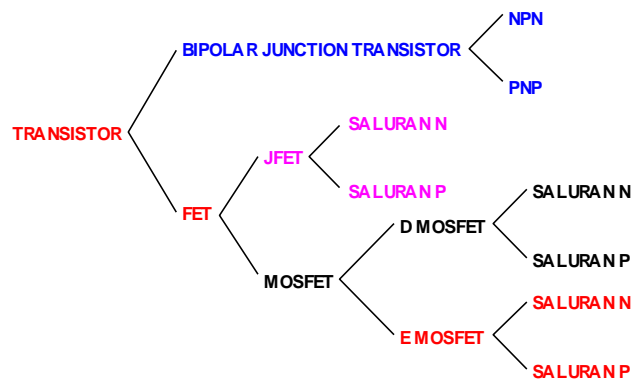
#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

- memeriksa hukum-hukum kelistrikan pada komponen semikonduktor
- menentukan penerapan hukum-hukum kelistrikan dalam rangkaian dasar FET
- menemukan karakteristikpadapengujian FET
- membedakan karakteristik FET sebagai penguat dan sebagai sakelar
- menemukan karakteristik pada pengujian FET

#### C. Uraian Materi

##### 1. Pengertian FET

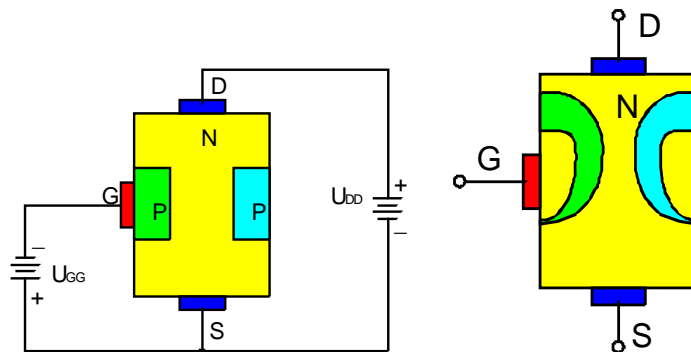
FET singkatan dari *Field Effect Transistor*, adalah suatu komponen semi konduktor yang cara kerjanya berdasarkan pengendalian arus drain dengan medan listrik pada gate. FET disebut transistor unipolar karena cara kerjanya hanya berdasarkan aliran pembawa muatan mayoritas saja. Sedangkan transistor disebut bipolar junction transistor karena bekerja berdasarkan aliran pembawa muatan mayoritas dan minoritas.



Gambar 5.1 Keluarga Transistor (Semi Konduktor)

a) **Struktur FET**

Kalau diperhatikan dari struktur keluarga transistor seperti yang terlihat pada gambar 5.1, FET berbeda dengan transistor bipolar (BJT) karena bukan pertemuan dari 3 lapis seperti layaknya diode atau *Bipolar junction* Transistor, FET merupakan *uni polar*.

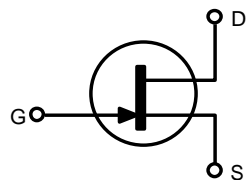


Gambar 5.2a Struktur FET      Gambar 5.2b Junction FET

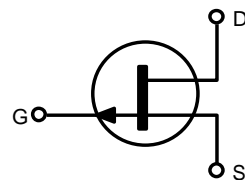
Pada gambar 5.2a menunjukkan struktur suatu FET saluran N. FET ini terdiri dari batang semi konduktor type N yang pada kedua sisinya diapit oleh bahan semi konduktor type P. FET memiliki 3 elektroda, yakni; Source (S), Gate (G), dan Drain (D). Antara (G) dan (S) dipasang tegangan  $U_{GG}$  yang merupakan reverse bias bagi gate (G). Karena dioda antara (G) dan (S) mengalami *reverse bias*, maka timbulah *Depletion Layer* pada *junction* (Gambar 5.2b). Supaya terjadi aliran antara (S) dan (D) , maka antara kedua elektroda ini dipasang sumber tegangan ( $U_{DD}$ ). Besar kecilnya arus yang mengalir tergantung dari lebarnya

*Depletion Layer* tadi. Jika  $U_{GG}$  besar, *Depletion Layer* akan menjadi sedemikian lebarnya sehingga hampir menutup saluran antara (D) dan (S). Karena pada *Depletion Layer* tidak ada pembawa muatan, berarti bahwa jumlah pembawa muatan pada saluran menjadi kecil. Jika  $U_{GG}$  kecil, *Depletion Layer* cukup tipis dan saluran antara (S) dan (D) cukup lebar, dengan demikian arus yang mengalir cukup besar. Jadi tegangan gate menentukan besarnya arus yang mengalir antara (D - S). Karena G dalam kondisi reverse bias, arus (G) dianggap sama dengan nol.

Gambar 5.3a menunjukkan simbol dari J FET. dengan saluran N dan Gambar 5.3b adalah J FET dengan saluran P



Gambar 5.3a

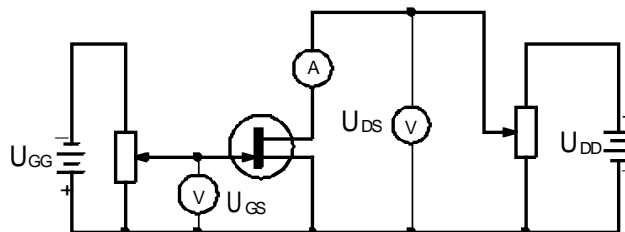


Gambar 5.3b

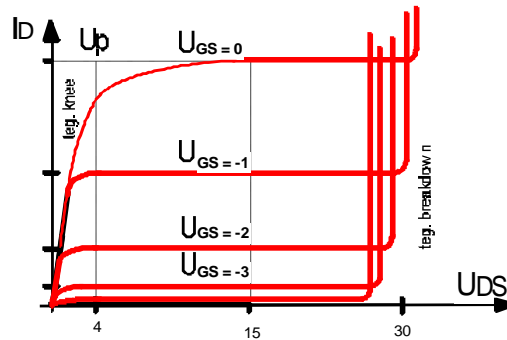
#### b) Sifat dasar FET

Untuk mengetahui sifat dasar FET dibutuhkan rangkaian pengujian FET seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.4, pada kaki gate di berikan tegangan yang dapat diatur tegangannya mulai 0V sampai ke minus (- V/ bias negatif), sedangkan pada kaki D-S diberikan *supply* positif

Pada Gambar 5.5 menunjukkan bahwa makin negatif tegangan Gate-Source  $U_{GS}$ , maka makin kecil pula arus Drain  $I_D$ . Pada kondisi normal JFET selalu bekerja pada bagian karakteristik linier datar, atau dengan kata lain JFET dioperasikan pada tegangan Drain yang lebih besar dari tegangan *knee*  $U_k$ , tetapi lebih kecil dari tegangan *breakdown*-nya.



Gambar 5.4 Rangkaian pengukuran kurva JFET



Gambar 5.5 Kurva Karakteristik JFET

Lihat Gambar 5.5,  $U_{DS}$  harus dibuat lebih besar dari 4 Volt tetapi lebih kecil dari 30 V. Dengan demikian  $U_{GS}$  harus letakkan antara ( 0 s/d 4V ). Tegangan *knee* untuk lengkung karakteristik yang paling atas disebut pinch off voltage ( $U_p$ ), jadi bila pada lembar data tertulis  $U_p=4$  Volt, JFET tersebut harus dioperasikan dengan tegangan  $U_{DS}$  yang lebih besar dari 4 Volt. Dari gambar kurva 1.5, dapat kita lihat bahwa pada tegangan  $U_{GS}= -4$  V arus drain hampir = 0. Nilai  $U_{GS}$  yang menyebabkan  $I_D = 0$  ini disebut Gate Source Cut Off Voltage ( $U_{GS} = \text{Off}$ ).  $U_p$  dan  $U_{GS} (\text{off})$  memiliki hubungan penting yaitu nilai mutlak  $U_p = \text{nilai mutlak } U_{GS} (\text{off})$  hanya tandanya yang berbeda;

$$U_p = 4 \text{ V}$$

$$U_{GS\text{off}} = -4 \text{ V}$$

Hal ini berlaku untuk semua JFET dan harus diingat bahwa pada lembar data JFET hanya akan disebutkan nilai ( $U_{GS \text{ off}}$ ) saja. Lengkung karakteristik yang paling atas dibuat dengan tegangan gate = 0, keadaan sama dengan keadaan dimana gate dihubung singkat dengan source. Arus drain hampir datar dan dianggap sama, walau tegangan drain diubah-ubah dan pada lembar data arus ini disebut  $I_{dss}$ . Pada gambar kurva tampak bahwa jarak antara garis-garis mendatar itu tidak sama meskipun selisih  $U_{GS}$  untuk tiap-tiap garis tetap 1 Volt.

### c) Harga Batas

Harga batas adalah suatu keterangan tentang data-data komponen FET dan Mosfet yang harus di penuhi dan tidak boleh dilampaui batas maksimumnya serta tidak jauh berkurang dari baras minimumnya .Adapun harga batas tersebut antara lain memuat tentang :  $V_{DS}$  mak ,  $I_D$  mak ,  $T_j$  mak ,  $P_{TOT}$  mak ,  $V_{GS}$  (off) /  $V_{GTH}$  ,  $I_{DSS}$  /  $I_D$  on ,  $G_{FS}$  ,  $R_{DS}$  ,  $C_{ISS}$  ,  $C_{RSS}$  .Keterangan tentang harga batas dan bagaimana cara menggunakannya bias dilihat pada Tabel 5.1 di bawah. Dengan mengetahui data harga batas tersebut, kita dapat mengganti FET dengan Type yang lain , asal data harga batas dan typenya sama .

Tabel 5.1 Data sheet JFET

TYPE NO.	CONSTRUCTION	PACKAGE & PINOUT	$V_{DS}$ MAX	$I_P$ MAX	$T_J$ MAX	$P_{TOT}$ MAX	$V_{GS(OFF)}$ OF $V_{GS(TH)}$	$I_{DSS}$ OF $I_D(ON)$	$G_{fs}$	$R_{DS(ON)}$ MAX	$C_{iss}$ MAX	$C_{rss}$ MAX	USE	MNF	SUBTANSI
<p>NOMOR TYPE SECARA ALFABETIS</p> <p>D = DEPLETION E = ENHANCEMENT J = JUNCTION.GATE M = MOSFET N = KANAL N P = KANAL P X = DEPL/ENHANCT</p> <p>UNTUK INFORMASI SUSUNAN KAKI DAN STYLE KEMASAN MENGACU PADA LAMPIRAN B</p> <p>TEGANGAN DRAIN.SOURCE MAKSIMUM YANG DIIZINKAN</p> <p>ARUS DRAIN KONTINU MAKSIMUM YANG DIIZINKAN</p> <p>SUHU PERTEMUAN MAKSIMUM YANG DIIZINKAN</p> <p>'F' = UDARA BEBAS PADA 25 °C; 'C' = CASE PADA 25 °C 'H' = UDARA TERBUKA PADA 25 °C DENGAN HEATSINK TERHUBUNG KE PIRANTI</p> <p><math>V_{GS(OFF)}</math> = TEGANGAN PINCH.OFF (TYPE DEPLETION)ATAU <math>V_{GS(TH)}</math> = TEGANGAN AMBANG (TYPE ENHANCEMENT), DINYATAKAN DALAM VOLT (V) DENGAN "mx" = MAX; "mn" = MIN; "tp" = TIPIKAL, DAN "r" = RANGE</p> <p>ARUS DRAIN "ON" DENGAN GATE TERHUBUNG KE SOURCE (DEPLETION) ATAU KE DRAIN (ENHANCEMENT)</p>															<p>PIRANTI PENGGANTI YANG MUNGKIN,ATAU CATATAN</p> <p>PABRIK PEMBUAT , ATAU PABRIK YANG MEMBERIKAN DATA UNTUK BUKU INI. LIHAT DAFTAR PABRIK PADA LAMPIRAN D</p> <p>KODE YANG MENUNJUKKAN APLIKASI YANG DI SARANKAN LIHAT PENJELASAN DI BALIK HALAMAN INI</p> <p>KAPASITAS UMPAN BALIK DRAIN GATE MAKSIMUM, (UMUMNYASEKITAR 0.5_0.66 MAKS) - DINYATAKAN DALAM PIKOFARAD (P) ATAU NANO-FARAD (N)</p> <p>KAPASITAS INPUT GATE MAKSIMUM (UMUMNYA - SEKITAR 0.5_0.66 MAKS) DI NYATAKAN DALAM PIKOFARAD (P) ATAU NANO-FARAD (N)</p> <p>RESISTANSI "ON" DRAIN-SOURCE MAKSIMUM, DINYATAKAN DALAM OHM (R)</p> <p>TRANSKONDUKTANSI PADA ARUS BIAS MAKSIMUM, DINYATAKAN DALAM SIEMENS (S)</p>

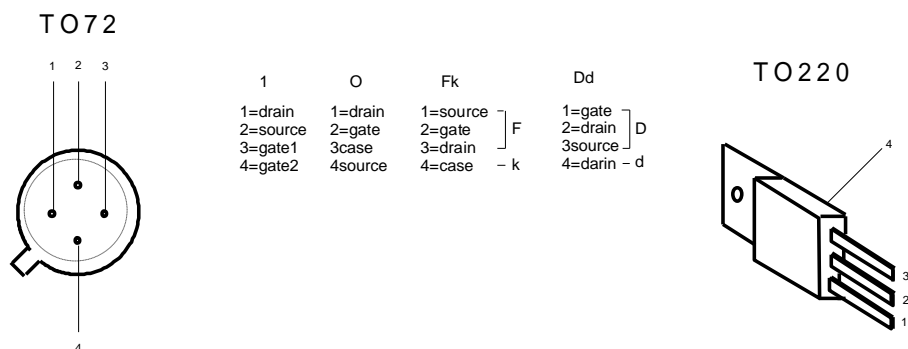
Tabel 5.2 Penjelasan Tentang Simbol - simbol dan Kode -kode

Judul kolom	Kode kolom "USE"
$V_{DS\ MAX}$ = Rating tegangan drain source	iga huruf yang terdapat pada kolom ini digunakan untuk menjelaskan penggunaan dalam terapan. Kode dibedakan untuk terapan pada sistem industri, konsumen dan terapan khusus.
$I_D\ MAX$ = Batas maksimum arus drain	<b>1. Terapan industri (huruf pertama A, R, S, U atau V)</b>
$T_J\ MAX$ = Batas maksimum suhu pertemuan	(Huruf pertama) (Huruf kedua) (Huruf ketiga)
$P_{TOT\ MAX}$ = Batas maksimum disipasi daya komponen	A = Audio H = Arus tinggi A = Amplifier
$V_{GS(off)}/ V_{GTH}$ = Tegangan pinch-off ( $V_{GS(off)}$ ) atau tegangan ambang ( $V_{GTH}$ )	I = Industri L = Arus rendah B = Bidirectional
$I_{DSS}/I_{DON}$ = Arus jenuh drain	R = RF M = Arus menengah C = Chooper
$G_{FS}$ = Traskonduktansi pada arus drain jenuh	S = SHF E = Tegangan ekstra tinggi
$R_D$ = Resistansi drain-source pada arus drain jenuh	U = UHF G = Pemakaian umum
$C_{ISS}$ = Kapasitas masukan pada gate	V = VHF H =Tegangan tinggi L = Bocoran rendah
$C_{RSS}$ = Kapasitas umpanbalik pada drain	N = Noise rendah
<b>SATUAN</b>	S = Sakelar V = Resistansi Variabel
A = Apere	<b>2. Terapan konsumen (huruf pertama Fatau T)</b>
C = Derajad Celcius	FRH = Radio AM/FM, pemakaian umum, penguatan
mA = Miliampere	Menengah FRM = Radio AM/FM, pemakaian umum, penguatan menengah
mn = Minimum	FVG= FM dan VHF (TV), pemakaian umum
mS = MiliSiemen (mili-mho atau mA/V)	TIA = TV , penguat IF
mWC = Miliwatt, kemasan pada 25 <sup>o</sup> C	TIG = TV , penguat IF ,penguatan terkontrol
mWF = Miliwatt, udara bebas 25 <sup>o</sup> C	TLH = TV , output horizontal (line), tegangan tinggi
mWH = Miliwatt, dengan heatsink, suhu lingkungan 25 <sup>o</sup> C	TLM = TV , output horizontal (line), tegangan medium
mx = Maksimum	TLE = TV , output horizontal (line), tegangan ekstra tinggi
P = Pikofarad (mengacu pada $C_{DSS}$ dan $C_{RSS}$ )	TUG = TV , penguat UHF , penguatan terkontrol
S = Siemen (mho atau Amp/Volt)	TUM = TV , pencampur UHF
tp = Typical	TUO = TV , osilator UHF
$\mu A$ = Mikroampere	TVE = TV , output horizontal (line), tegangan ekstra tinggi
$\mu S$ = MikroSiemen ( $\mu mho$ atau $\mu A/V$ )	TVH = TV , output horizontal (line), tegangan, tinggi
V = Volt	TVM = TV , output horizontal (line), tegangan medium
WC = Watt, kemasan pada 25 <sup>o</sup> C	<b>3. Terapan khusus</b>
WF = Watt, udara bebas 25 <sup>o</sup> C	DUA = Pasangan amplifier dual atau diferensial
WH = Watt, dengan heatsink, suhu lingkungan 25 <sup>o</sup> C	MPP = Pasangan jodoh (matched)
kalau satuan muncul ditengah-tengah nilai, hal ini menunjukkan posisi koma desimal; misalnya 3P5 = 3,5P = 3,5 pikofarad, RO 15 = 15 mohm = 0,015 ohm	PHT = Komponen foto
Kode kolom 'Package & Pinout'	QUA = Komponen quad (X4)
Penjelasan lebi lanjut mengenai sistem dan gambar yang berhubungan diberikan dalam penandaan kelompok susunan kaki	SPC = Khusus
	Kolom kode 'Manufactures'
	Kode tiga yang menunjukkan pabrik pembuat. Arti kode secara lengkap di berikan pada Lampiran D. ('OBS' menunjukkan jenis absolut), atau pabrik yang memberikan data untuk pengisian tabel dalam buku ini

### 3. Data elektroda JFET

Untuk menentukan elektroda dari JFET dikelompokkan dalam table susunan elektroda. Yang ada pada buku tabel (data sheet)

Kelompok susunan elektroda



Gambar 5.6 Elektroda JFET

Huruf Pengenal Fungsi Kaki

B= Substrate

D = Drain

g= Gate

g1= Gate 1

g2= Gate 2

k= Case

s= Source

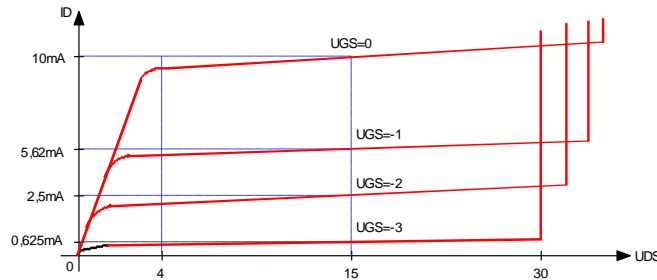
Tabel 5.3 T0220

	1	2	3	4
A	d	g	s	-
B	d	s	g	-
C	g	s	d	-
D	g	d	s	-
E	s	d	g	-
F	s	g	d	-
G		g1	g2	s
H	d	g2	g1	s
I	d	s	g1	g2
J	d	g1	g2	d
K	s	g1	d	g2
L	s	d	g2	g1
M	s	g2	d	s
N	g1	g	g	s
O	d	g	k	s
P	d	s	b	g
Q	d	g	b	s

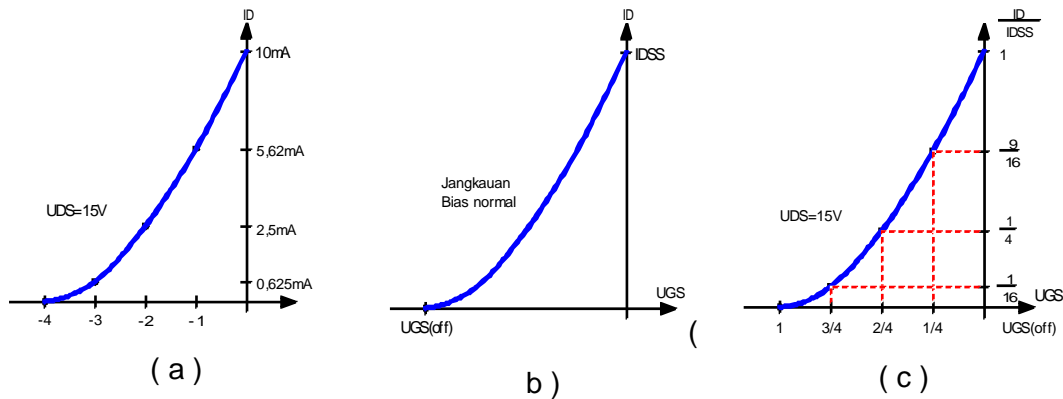
#### 4. Parameter JFET

Karakteristik output dari JFET menggambarkan hubungan antara Arus drain ( $I_D$ ) dan  $U_{DS}$  dengan parameter berbagai besaran  $U_{GS}$ , seperti yang terlihat pada gambar 5.7.

Arus Transkonduktansi menghubungkan arus output dengan tegangan input. Untuk JFET adalah grafik  $I_D$  terhadap  $U_{GS}$ . Dalam Gambar 5.8 menunjukkan transkonduktansi dari suatu JFET



Gambar 5.7. Kurva karakteristik output dari JFET



Gambar 5.8. Kurva Transkonduktansi

Contoh sebuah JFET mempunyai  $I_{DSS}$  sebesar 4 mA dan  $U_{GS(off)}$  sebesar - 2 V . Dengan substitusi ke dalam persamaan 1 .di bawah

$$I_D = 0,004 \left( 1 + \frac{U_{GS}}{2} \right)^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 5.1}$$

Dengan persamaan ini kita dapat menghitung arus drain untuk setiap tegangan gerbang dalam daerah aktif . Banyak lembaran data tidak memberikan kurva output dan kurva transkonduktansi .Tetapi kita bias memperoleh harga dari  $I_{DSS}$  dan  $U_{GS(off)}$  . dengan cara substitusi harga-harga tersebut ke dalam persamaan 1





## 5. Normalisasi Kurva Transkonduktansi.

Kita dapat mengatur kembali persamaan 5.1. untuk mendapatkan

$$\frac{I_D}{I_{DSS}} = \left[ 1 - \frac{U_{GS}}{U_{GS(off)}} \right]^2 \dots\dots\dots \text{persamaan 5.2}$$

Dengan substitusi 0,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ , dan 1 untuk  $\frac{U_{GS}}{U_{GS(off)}}$ , kita dapat

menghitung harga-harga  $\frac{I_D}{I_{DSS}}$  yang bersangkutan yaitu 1,  $\frac{9}{16}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{16}$

dan 0 . Gambar 5.8c meringkas hasil-hasil tersebut, hal ini berlaku untuk semua JFET. Berikut ini adalah penggunaan praktis dari kurva dalam Gambar 5.8c . Untuk memberi tegangan bias JFET Bias titik tengah dengan  $U_{GS}$  yang mendekati.

$$U_{GS} \cong \frac{U_{GS(off)}}{4} \quad (\text{bias titik tengah}) \dots\dots\dots \text{persamaan 5.3}$$

Contoh sebuah FET MPF 102 dengan  $U_{GS(off)} = -8V$ , kita harus menggunakan  $U_{GS} = -2V$  untuk mendapatkan arus drain yang mendekati setengah arus drain maksimum yang diperbolehkan .

## 6. Transkonduktansi

Besaran  $g_m$  disebut transkonduktansi, didefinisikan sebagai

$$g_m = \frac{\Delta I_D}{\Delta U_{GS}} \quad \text{untuk konstan} \dots\dots\dots \text{persamaan 5.4}$$

Transkonduktansi sama dengan perubahan arus drain dibagi dengan perubahan tegangan gerbang yang bersangkutan . Jika perubahan tegangan gerbang sebesar 0,1 V menghasilkan perubahan arus drain sebesar 0,2 mA .

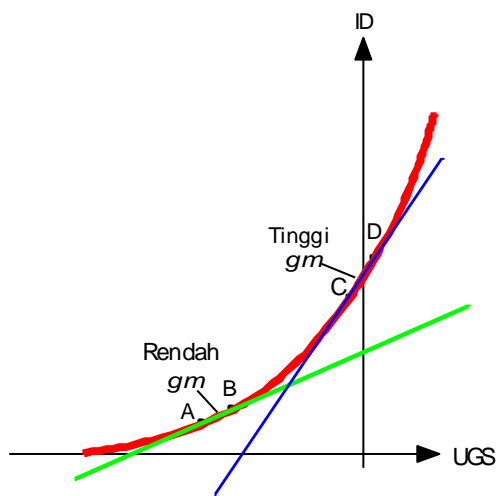
$$g_m = \frac{0,2 \text{ mA}}{0,1 \text{ V}} = 2(10^{-3}) \text{ S} = 2000 \mu\text{S}$$

Catatan :S adalah simbol untuk satuan “siemens,” mula-mula dinyatakan sebagai “mho”. Gambar 5.10 nilai  $g_m$  adalah kurva transkonduktansi. Untuk menghitung  $g_m$  pada suatu titik operasi, kita pilih dua titik yang berdekatan seperti A dan B pada tiap sisi dari titik Q Rasio perubahan  $I_D$  terhadap perubahan dalam  $U_{GS}$  memberikan harga  $g_m$  antara kedua titik tersebut . Jika kita pilih pasangan titik yang lain pada bagian kurva yang lebih atas yaitu C dan D kita dapatkan perubahan  $I_D$  yang lebih besar untuk suatu perubahan dalam  $U_{GS}$  ; karena itu  $g_m$  pada bagian kurva

yang lebih atas mempunyai harga yang lebih besar. Pada lembaran data untuk JFET biasanya diberikan harga  $g_m$  pada  $U_{GS} = 0$  yaitu harga  $g_m$  antara titik-titik seperti C dan D dalam Gambar 5.10. Harga  $g_m$  sebagai  $g_{m0}$  untuk menunjukkan harga tersebut di ukur pada  $U_{GS} = 0$ . Dengan menurunkan kemiringan (slope) dari kurva transkonduktansi pada titik-titik lain, kita dapat membuktikan setiap  $g_m$  sama dengan

$$g_m = g_{m0} \left[ 1 - \frac{U_{GS}}{U_{GS(off)}} \right] \dots\dots\dots \text{persamaan 5.5}$$

Kadang-kadang ,  $g_m$  dinyatakan sebagai  $g_m$  (transkonduktansi forward) atau  $y_{fs}$  (transmitansi forward) Jika kita tidak dapat mendapatkan  $g_m$  pada lembaran data, dicari  $g_{fs}$  atau  $y_{fs}$ . Sebagai contoh, lembaran data dari sebuah JFET 2N5951 memberikan  $g_{fs} = 6,5 \text{ mS}$  pada  $U_{GS} = 0$ ; ini ekivalen dengan  $g_{m0} = 6,5 \text{ mS} = 6500 \mu\text{S}$ . Sebagai contoh lain, lembar data 2N5457 ,  $y_{fs} = 3000 \mu\text{S}$  untuk  $U_{GS} = 0$ , ekivalen dengan  $g_{m0} = 3000 \mu\text{S}$  .



Gambar 5.10. Arti grafik dari transkonduktansi

### 7. Penalaan harga Harga $U_{GS(off)}$

Dengan perhitungan didapat penurunan rumus sebagai berikut :

$$U_{GS(off)} = - \frac{2I_{DSS}}{g_{m0}} \dots\dots\dots \text{persamaan 5.6}$$

5.6

Ini berguna karena di samping  $I_{DSS}$  dan  $g_{mo}$  mudah di ukur dengan ketelitian yang tinggi  $U_{GS(off)}$  sukar di ukur, persamaan (5.6) memberikan jalan untuk menghitung  $U_{GS(OFF)}$  dengan ketelitian yang tinggi.

### Resistansi Cerat AC

Resistansi  $r_{DS}$  adalah resistansi ac

$$r_{ds} = \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta I_D} \quad \text{untuk } U_{GS} \text{ konstan} \dots \text{persamaan 5.7}$$

Di atas tegangan *pinchoff*, perubahan  $I_D$  kecil untuk suatu perubahan dalam  $U_{DS}$  karena kurvanya hampir rata ;karena itu  $r_{ds}$  mempunyai harga yang besar; secara tipikal antara 10 k $\Omega$  sampai 1 M $\Omega$ . Sebagai contoh, jika suatu perubahan dalam tegangan cerat sebesar 2 V menghasilkan perubahan dalam arus cerat sebesar 0,02 mA.

$$r_{ds} = \frac{2V}{0,02 \text{ mA}} = 100 \text{ K}\Omega$$

Lembaran data biasanya tidak mendaftarkan harga  $r_{ds}$ , tetapi mereka memberikan spesifikasi timbal balik, baik  $g_{os}$  (konduktansi output) atau  $y_{os}$  (admitansi output). Resistansi drain-source dihubungkan dengan harga lembaran data sebagai berikut :

$$r_{ds} = \frac{1}{g_{os}} \dots \text{persamaan 5.7a}$$

$$\text{dan} \quad r_{ds} = \frac{1}{y_{oS}} \quad \text{untuk frekuensi rendah} \dots \text{persamaan 5.7b}$$

Contoh sebuah JFET 2N 5951 memberikan  $g_{os} = 75 \mu S$ , maka

$$r_{ds} = \frac{1}{g_{os}} = \frac{1}{75(10^{-6})} = 13,3 \text{ K}\Omega$$

Di samping itu lembar data 2N 5457 menunjukkan  $y_{oS} = 50 \mu S$ . Dengan

$$\text{Persamaan 7b didapatkan } r_{ds} = \frac{1}{y_{oS}} = \frac{1}{50(10^{-6})} = 20 \text{ K}\Omega$$

## 8. Resitansi drain-source dalam keadaan bekerja

Pada daerah aktif, JFET bekerja sebagai sebuah sumber arus. Tetapi dalam daerah jenuh (tegangan drain-source lebih kecil dari  $U_p$ ) akan bekerja sebagai sebuah resistor, karena dalam daerah jenuh. Suatu perubahan dalam tegangan drain-source menghasilkan perubahan yang sebanding dalam arus drain . Ini merupakan alasan

daerah jenuh dari JFET beroperasi pada daerah resistif dan didefinisikan sebagai :

$$r_{ds(on)} = \frac{\Delta U_{DS}}{\Delta I_D} \dots\dots\dots \text{persamaan 5.8}$$

*Contoh: Sebuah perubahan dalam tegangan drain-source sebesar 100 mV menghasilkan suatu perubahan arus drain sebesar 0,7 mA dalam*

*daerah resistif, maka*  $r_{ds(on)} = \frac{100 \text{ mV}}{0,7 \text{ mA}} = 142 \Omega$

*Contoh : Sebuah JFET mempunyai  $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$  dan  $g_{mo} = 4000 \mu\text{S}$ .*

*Hitung  $U_{GS(off)}$ , juga hitung untuk  $g_m$  pada titik tengah bias .*

*Penyelesaian :*

*Dengan Persamaan 6*  $U_{GS(off)} = \frac{2I_{DSS}}{g_{mo}} = \frac{2 \times 0,01}{0,004} = -5 \text{ V}$

*Sekarang gunakan persamaan ( 5 ) untuk mendapatkan*

$$g_m = g_{mo} \left[ 1 - \frac{U_{GS}}{U_{GS(off)}} \right] = 0,004 \left( 1 - \frac{1,25}{5} \right) = 3000 \mu\text{S}$$

## 9. Analisa Rangkaian FET

Dalam sub bab ini dibahas analisis mengenai titik kerja DC dan AC dari rangkaian FET.

### a) Bias sendiri (self bias)

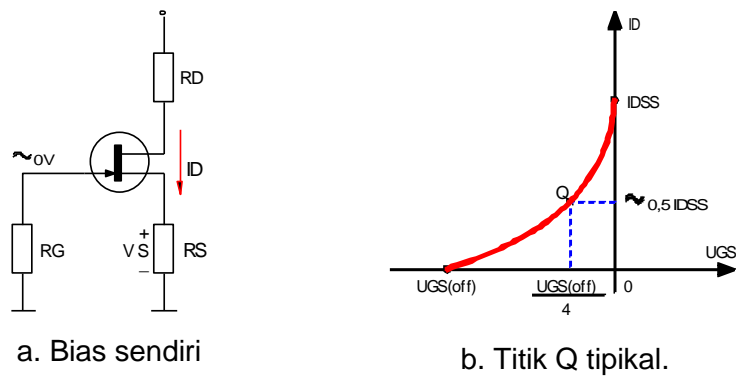
Pada Gambar 5.11a menunjukkan self bias yang digunakan untuk membias JFET. Arus drain mengalir melalui  $R_p$  dan  $R_s$ , dan menghasilkan tegangan drain source:

$$U_{DS} = U_{DD} - I_D(R_D + R_S) \dots\dots\dots \text{persamaan 5.9}$$

Karena arus gate kecil dapat di abaikan sehingga  $U_G \cong 0$ , maka perbedaan potensial antara gate dan source adalah:

$$U_{GS} = U_G - U_S = 0 - I_D R_S \text{ atau } U_{GS} = -I_D R_S \dots\dots\dots \text{persamaan 5.10}$$

Tegangan bias  $U_{GS} = 0$ , maka tidak diperlukan sumber tegangan luar untuk bias gate, maka rangkaian tersebut dikenal sebagai rangkaian bias sendiri.



Gambar 5.11. Self Bias FET

Dalam Gambar 5.11 tegangan gerbang sama dengan seperempat  $U_{GS(off)}$  menghasilkan arus drain sebesar setengah  $I_{DSS}$  (pendekatan). Dengan mensubstitusikan besaran tersebut ke dalam Persamaan 5.10 dan mencari harga  $R_S$  didapatkan

$$R_S = \frac{-U_{GS(off)}}{2I_{DSS}} \dots\dots\dots \text{persamaan 5.11}$$

Dengan Persamaan 6, dapat disederhanakan persamaan tersebut menjadi :

$$R_S \cong \frac{1}{g_{m0}} \quad (\text{bias titik tengah}) \dots\dots\dots \text{persamaan 5.12}$$

Jika harga  $g_{m0}$  dari suatu JFET diketahui, maka didapatkan resistansi source yang menentukan arus drain sama dengan setengah  $I_{DSS}$ .

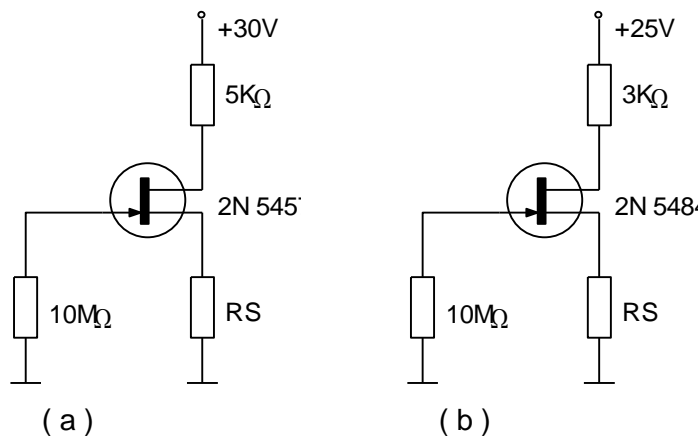
**Contoh 1:**

2N 5457 dalam Gambar 5.11a harga  $g_{m0} = 5000 \mu S$  dan  $I_{DSS} = 5 \text{ mA}$ . Berapa harga  $R_S$  yang menghasilkan bias titik tengah?

Berapa harga  $U_{GS}$  yang bersangkutan ? Harga  $U_{DS}$ ?

Penyelesaian

$$R_S \cong \frac{1}{g_{m0}} = \frac{1}{5000(10^{-6})} = 200 \Omega$$



Gambar 5.12. Rangkaian FET Common Source

Resistansi sumber ini menghasilkan arus cerat kira-kira 2,5 mA.

Tegangan *Gate-Source* adalah

$$U_{GS} = -I_D R_S = -2,5(10^{-3})200 = -0,5 \text{ V}$$

Tegangan *Drain-Source* adalah

$$U_{DS} = U_{DD} - I_D (R_D + R_S) = 30 - 2,5(10^{-3})(5000 + 200) = 17 \text{ V}$$

### Contoh 2

2N 548 dalam Gambar 1.12b mempunyai  $g_{mo} = 2,5 \text{ mS}$ .

Berapa harga dari  $R_S$  yang menseset bias titik tengah?

Penyelesaian:

$$R_S \cong \frac{1}{g_{mo}} = \frac{1}{2,5(10^{-3})} = 400 \Omega$$

Resistor ini menseset  $I_D$  yang mendekati setengah  $I_{DSS}$ .

### Contoh 3

Lembar data dari 2N 5457 menunjukkan  $g_{mo}$  minimum 1 mS dan  $g_{mo}$  maksimum 5 mS. Ini berarti bahwa jika kita bekerja dengan ribuan 2N 5457 kita akan mendapatkan beberapa yang mempunyai  $g_{mo}$  serendah 1 mS dan beberapa dengan  $g_{mo}$  setinggi 5 mS. Jika sebuah 2N 5457 di gunakan dalam rangkaian bias yang dibuat banyak, berapa harga  $R_S$  yang diperlukan untuk menseset bias titik tengah ?

Penyelesaian:

Disini kita harus berkompromi dan menggunakan harga rata-rata, jika kita menemukan harga parameter yang sangat menyebar yang paling baik adalah menggunakan harga rata-rata geometris. Harga rata-rata geometris untuk transkonduktansi diberikan oleh persamaan berikut:

$$g_{mo} = \sqrt{g_{mo(\min)} g_{mo(\max)}} \dots\dots\dots \text{persamaan 5.13}$$

Dengan mensubtitusikan harga minimum dan maksimum dari  $g_{mo}$  2N 5457 kita dapatkan

$$g_{mo} = \sqrt{1(10^{-3})5(10^{-3})} = 2,24 \text{ mS}$$

Karena itu,

$$R_s \cong \frac{1}{g_{mo}} = \frac{1}{2,24(10^{-3})} = 446 \Omega$$

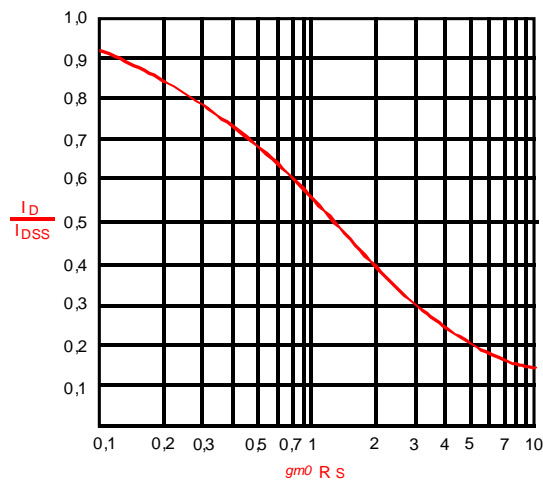
**b) Grafik bias sendiri**

Dengan persamaan-persamaan 5.2; 5.6; dan 5.10, dapat diturunkan hubungan antara arus drain, transkonduktansi dan resistor bias source. Grafik ini berlaku untuk semua JFET. Grafik tersebut akan membantu menentukan titik Q dari rangkaian terbias sendiri.

**Contoh 4**

Sebuah rangkaian terbias sendiri menggunakan JFET dengan  $I_{DSS} = 10 \text{ mA}$ ,  $R_s = 100 \Omega$ , dan  $g_{mo} = 3000 \mu\text{S}$ .

Berapa besarnya arus cerat ?



Gambar 5.13 Kurva Transkonduktansi



Penyelesaian

$$g_{mo} R_s = 3000(10^{-6})100 = 0,3$$

Karena  $I_{DSS}$  diketahui sama dengan 10 mA,

$$I_D = 0,78 I_{DSS} = 0,78(10 \text{ mA}) = 7,8 \text{ mA}$$

### Contoh 5

Sebuah JFET mempunyai  $g_{mo} = 8000 \mu\text{S}$ . Berapa harga  $R_s$  yang kita perlukan untuk mendapatkan arus  $I_D$  seperempat  $I_{DSS}$ .

Penyelesaian:

Diketahui  $I_D / I_{DSS} = 0,25$ . Dalam Gambar 6, baca hasil kali  $g_{mo} R_s$  yang bersangkutan, yang adalah

$$g_{mo} R_s = 4$$

Resitansi sumber yang di perlukan adalah

$$R_s = \frac{4}{g_{mo}} = \frac{4}{8000(10^{-3})} = 500 \Omega$$

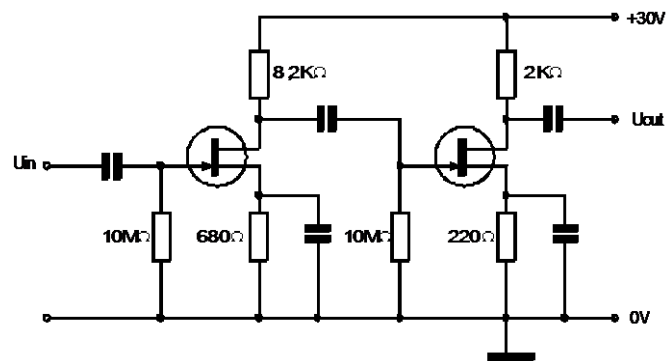
### Contoh 6

Dalam Gambar 7, JFET yang pertama mempunyai  $I_{DSS} = 8 \text{ mA}$  dan  $g_{mo} = 4000 \mu\text{S}$ . JFET yang kedua mempunyai  $I_{DSS} = 15 \text{ mA}$  dan  $g_{mo} = 3300 \mu\text{S}$ . Berapa arus cerat pada tiap tingkat ?

Penyelesaian:

Tingkat pertama mempunyai hasil kali

$$g_{mo} R_s = 0,004 \times 680 = 2,72$$



Gambar 5.14 Rangkaian penguat bertingkat JFET.

Dalam Gambar 5.14, kita baca rasio arus yang bersangkutan

$$\frac{I_D}{I_{DSS}} = 0,32$$

$$\text{Maka, } I_D = 0,32 I_{DSS} = 0,32 \times 8 \text{ mA} = 2,56 \text{ mA}$$

Tingkat kedua  $g_{m0} R_s = 0,0033 \times 220 = 0,726$

Rasio arus adalah  $\frac{I_D}{I_{DSS}} = 0,61$  dan arus drain adalah

$$I_D = 0,61 I_{DSS} = 0,61 \times 15 \text{ mA} = 9,15 \text{ mA}$$

### Contoh 7

Berapakah tegangan DC untuk semua titik dalam Gambar 1.14 terhadap tanah ?

Penyelesaian:

Arus Gate biasanya cukup kecil, karena itu tegangan Gate terhadap ground untuk kedua tingkat mendekati 0 V. Tingkat pertama mempunyai arus Drain sebesar 2,56 mA seperti yang didapatkan dalam Contoh 6. Arus ini mengalir melalui resistor  $8,2\text{k}\Omega$  dan menimbulkan drop tegangan. Tegangan bias dikurangi drop tegangan adalah tegangan Drain=Ground .

$U_D = U_{DD} - I_D R_D = 30 - 0,00256(8200) = 9 \text{ V}$  dan Tegangan Source-Ground adalah:

$$U_s = I_D R_s + 0,00256 \times 680 = 1,74 \text{ V}$$

Pada tingkat kedua , tegangan Drain-Ground

$$U_D = 30 - 0,00915(2000) = 11,7 \text{ V}$$

dan tegangan Source –Ground:

$$U_s = 0,00915 \times 220 = 2,01 \text{ V}$$

### c) Bias sumber arus

Bias sumber arus adalah upaya untuk menstabilkan arus Drain terhadap perubahan parameter FET. Untuk mendapatkan kesetabilan dari perubahan yang diakibatkan oleh parameter FET dilakukan hal seperti di bawah ini:

#### 1) Dua Catu Daya

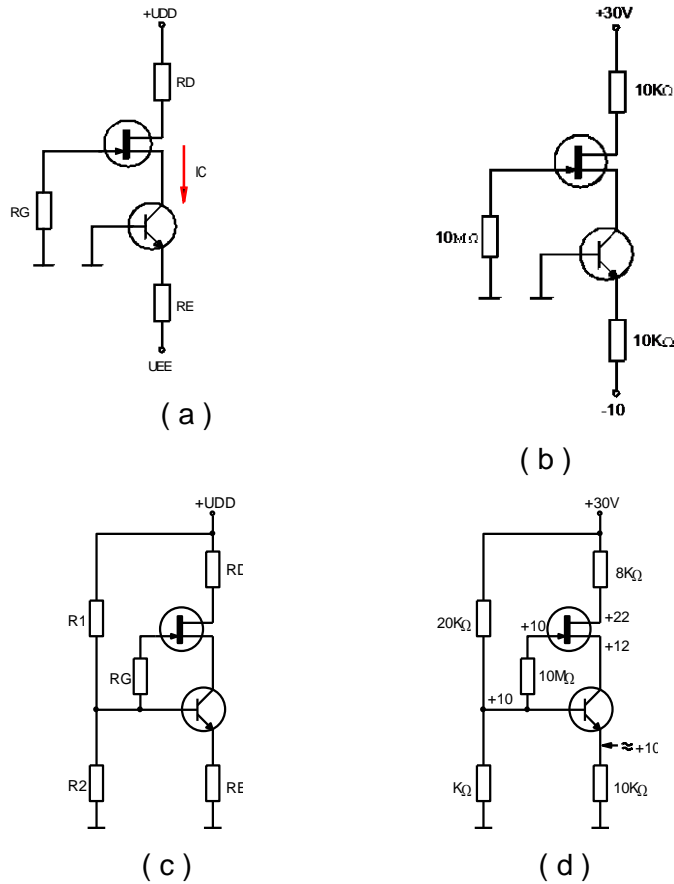
Pada Gambar 5.15a menunjukkan sebuah catu ganda Transistor bipolar bekerja sebagai sebuah sumber arus dan menetapkan JFET mempunyai  $I_D$  sama dengan  $I_C$  .Dalam Gambar 7a, transistor bipolar mempunyai arus emiter

sebesar  $I_E \cong \frac{U_{EE}}{R_E}$  . Dioda kolektor bekerja sebagai sebuah

sumber arus, karenanya menetapkan arus Drain mendekati sama dengan  $I_E$ . Kondisi yang harus dipenuhi:

$$I_C < I_{DSS} \dots \dots \dots \text{persamaan 5.15}$$

Hal ini menjaga  $U_{GS}$  berpolaritas negatif



Gambar 5.15. Bias sumber arus

Bias sumber arus seperti Gambar 5.15a menentukan  $U_{GS}$  konstan. Perubahan yang berarti hanyalah  $U_{BE}$  dari transistor bipolar. Tetapi perubahan  $U_{BE}$  ini hanyalah sepersepuluh volt. Karena itu dengan rangkaian seperti Gambar 5.15a didapatkan harga  $I_D$  yang hampir penuh (solid). Sebagai contoh yang nyata, arus emiter dalam Gambar 5.15b adalah

$$I_E \cong \frac{U_{EE}}{R_s} = \frac{10}{10,000} = 1 \text{ mA}$$

Ini memaksa arus Drain mendekati harga sama dengan 1mA. Tegangan Drain ke Ground adalah :

$$U_D = U_{DD} - I_D R_D = 30 - 0,001(10,000) = 20 \text{ V}$$

## 2) Catu Tunggal pada rangkaian FET.

Bias dapat digunakan sumber arus seperti ditunjukkan dalam Gambar 5.15c, dalam rangkaian ini pembagi arus ( $R_1$  dan  $R_2$ ) menetapkan bias pembagi tegangan pada transistor bipolar. Dioda kolektor bekerja sebagai sebuah sumber arus yang memaksa arus drain sama dengan arus kolektor. Secara khusus perhatikanlah Gambar 5.15c, jangan merubah posisi bawah  $R_G$ .

### Contoh 8

Analisa rangkaian Gambar 5.15d.

Penyelesaian :

Tegangan bias Thevenin adalah 10V. yang terbanyak timbul

melalui  $R_E$  dan menset  $I_E \cong \frac{10}{10,000} = 1 \text{ mA}$ . Dioda

kolektor menetapkan arus 1 mA mengalir melalui JFET. Jika aliran ini melalui resistansi Drain ( $8 \text{ k}\Omega$ ), arus tersebut menimbulkan penurunan sebesar 8V dan menyebabkan tegangan Drain 22V terhadap Ground. Karena basis adalah 10V ke ground, Gate juga harus 10V ke ground. Dengan mengumpukan  $U_{GS}$  sebesar -2V, kolektor 12V terhadap ground, ini lebih dari cukup untuk bias balik dioda kolektor.

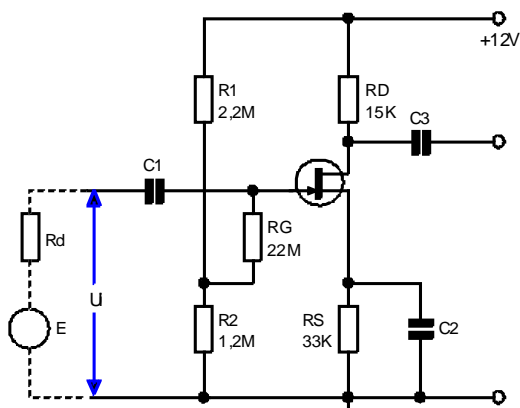
## 10. Konfigurasi Rangkaian JFET

Rangkaian JFET bisa didisain menjadi tiga konfigurasi yang disesuaikan dengan kebutuhan rangkaian tersebut yaitu Konfigurasi common source, common drain dan common gate

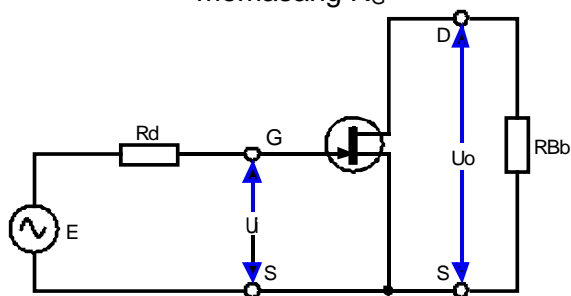
### a) Common Source.

Dalam konfigurasi ini sinyal masukan ( $U_i$ ) dimasukkan antara Gate dan Source, sedangkan beban dipasang antara Drain dan Source. Dalam rangkaian ini impedansi input adalah tak terhingga dan sinyal output berbeda fasa  $180^\circ$  terhadap sinyal input. Konfigurasi ini adalah yang paling banyak diterapkan untuk

aplikasi penguat secara umum sebagai tandingannya adalah dengan rangkaian tunggal emitor bila menggunakan transistor.



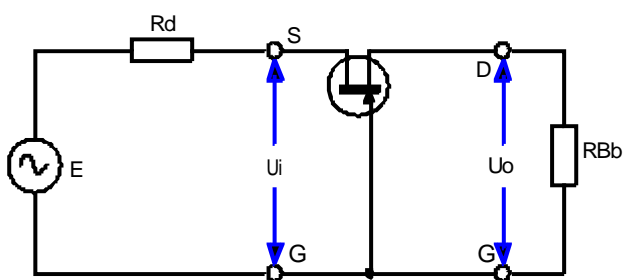
Gambar 5.16. Menaikkan impedansi input dengan memasang  $R_G$



Gambar 5.17. Rangkaian Penguat Tunggal *Common Source*

**b) Common Gate**

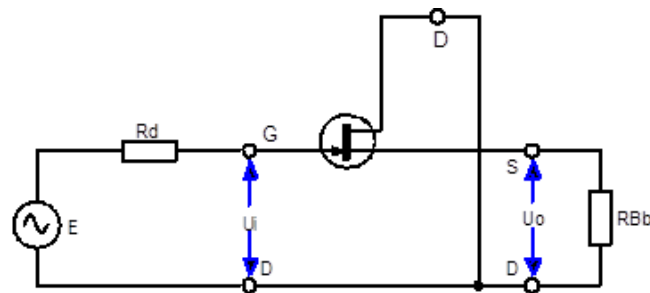
Rangkaian *Common Gate Configuration* seperti terlihat pada Gambar 5.18. Dalam konfigurasi ini pengendalian dilakukan pada Source, sinyal output diambil dari Drain. Tidak terjadi perbedaan fasa antara input dan output, tetapi konfigurasi penguat ini mempunyai Impedansi input yang rendah. Perbandingan jika menggunakan transistor adalah common base



Gambar 5.18. Rangkaian *Common Gate*

### c) **Common Drain Configuration**

Rangkaian *Common Drain* seperti terlihat pada Gambar 5.19. Dalam rangkaian ini pengendalian dilakukan pada Gate, sedangkan output diambil pada Source. Tegangan sinyal output adalah lebih kecil dari tegangan sinyal input. Tidak terjadi perbedaan fasa antara sinyal input dan output, oleh karena itu rangkaian disebut sebagai *Source Follower*. Impedansi output rendah.



Gambar 5.19. Rangkaian Common Drain

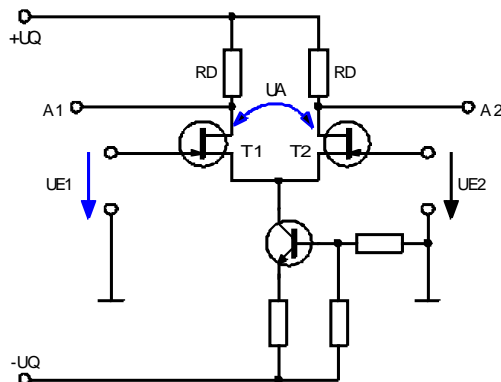
## 11. Aplikasi Penggunaan dengan FET

FET dipergunakan pada rangkaian dengan spesifikasi impedansi input tinggi serta impedansi output rendah, seperti pada rangkaian penguat depan yang berimpedansi tinggi, penguat RF dan sebagainya.

### a) **FET sebagai Penguat Sinyal Analog**

#### 1) **Rangkaian Penguat Diferensial**

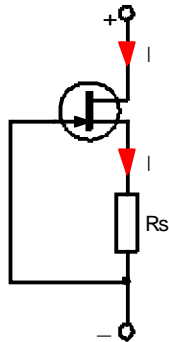
Karena sifat-sifat khusus seperti dijelaskan pada sub bab di atas, maka salah satu aplikasi FET adalah dirancang sebagai penguat diferensial seperti yang ditunjukkan pada gambar 5.20. di bawah ini.



Gambar 5.20 Rangkaian penguat diferensial

## 2) Rangkaian Sumber Arus Konstan

Rangkaian sumber arus konstan dipakai sebagai pengganti resistor yang statis menjadi sumber arus konstan yang dinamis.

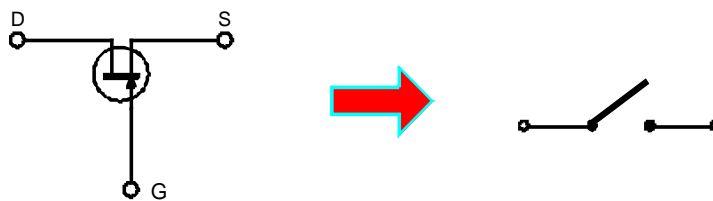


Gambar 5.21 Rangkaian sumber arus konstan

$$I = \text{ arus konstant, } -U_{GS} = R_s \cdot I, I = \frac{-(U_{GS})}{R_s}$$

## 3) FET sebagai saklar

Jika sakelar manual tidak mampu mengimbangi kecepatan yang dibutuhkan maka solusinya adalah dengan menggunakan Saklar elektronik pada saat tertentu dibutuhkan untuk menghindari sifat mekanis. Saklar on → FET menghantarkan, Saklar off → FET menutup, dan Karakteristik saklar (penghubung) : FET Kanal - n



Gambar 5.22. FET sebagai saklar

Persyaratan hubung (kanal -n, polaritas normal)

menutup	$U_{GS} \leq U_P$	$U_{GS} \leq U_P$	$U_{GS} \leq U_P$
menghantar	$U_P < U_{GS} \leq 0$	$U_P < U_{GS} \leq U_{GSmax}$	$U_P < U_{GS} \leq U_{GSmax}$

#### **D. Aktifitas Pembelajaran**

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi struktur pembentukan dari sebuah FET, membedakan prinsip kerja antara FET dan Transistor, berdasarkan karakteristiknya
2. Perhatikan cara mencari nilai transkonduktansi dari FET, dan bagaimanakan menggunakan transkonduktansi ini dalam menghitung penguatan pada penguat dengan FET
3. Perhatikan pemberian tegangan bias pada FET, dan amatilah mengapa FET mempunyai tahanan input yang sangat besar?
4. Perhatikan perbedaan secara kelistrikan maupun rangkaian dari ketiga konfigurasi FET.

#### **E. Latihan/Tugas**

1. Apa yang dimaksud dengan FET?
2. Kenapa FET disebut dengan transistor unipolar? Jelaskan.
3. Apa yang dimaksud dengan transkonduktansi
4. Sebuah perubahan dalam tegangan drain-source sebesar 100 mV menghasilkan suatu perubahan arus drain sebesar 0,7 mA dalam daerah resistif. Berapa resistansi Drain-Source ( $r_{ds}$ )?



## B. Rangkuman

- ✓ FET singkatan dari Field Effect Transistor, adalah suatu komponen semi konduktor yang cara kerjanya berdasarkan pengaturan arus dengan medan listrik. FET disebut transistor unipolar karena cara kerjanya hanya berdasarkan aliran pembawa muatan mayoritas saja.
- ✓ Sedangkan transistor disebut bipolar junction transistor karena bekerja berdasarkan aliran pembawa muatan mayoritas dan minoritas. Makin negatif tegangan Gate-Source  $V_{GS}$ , maka makin kecil pula arus Drain  $I_D$ .
- ✓ Pada kondisi normal JFET selalu bekerja pada bagian karakteristik linier datar, atau dengan kata lain JFET dioperasikan pada tegangan Drain yang lebih besar dari tegangan *knee*  $U_K$ , tetapi lebih kecil dari tegangan *breakdown*-nya.
- ✓ Harga batas adalah suatu keterangan tentang data- data komponen Fet dan Mosfet yang harus di penuhi dan tidak boleh dilampaui batas maksimumnya serta tidak jauh berkurang dari baras minimumnya .Adapun harga batas tersebut antara lain memuat tentang :  $V_{DS}$  maks,  $I_D$  maks,  $T_j$  maks,  $P_{TOT}$  maks,  $V_{GS}$  (off) /  $V_{GTH}$ ,  $I_{DSS}$  /  $I_D$  on,  $G_{FS}$ ,  $R_{DS}$ ,  $C_{ISS}$ ,  $C_{RSS}$ . Dengan mengetahui data harga batas tersebut, kita dapat mengganti FET dengan Type yang lain, asal data harga batas dan typenya sama.

### C. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

#### 1. Umpan Balik

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini, periksa penguasaan pengetahuan dan keterampilan anda menggunakan daftar periksa di bawah ini:

No	Indikator	Ya	Tidak	Bukti
1.	Menginterpretasikan kedudukan FET dalam keluarga transistor semikonduktor			
2.	Struktur dan symbol dari FET saluran N dan saluran P			
3.	Menginterpretasikan kurva karakteristik input JFET			
	Menginterpretasikan kurva karakteristik output JFET			
4.	Menginterpretasikan harga batas dari JFET			
5.	Menghitung nilai transkonduktansi FET			
6.	Mendesain FET sebagai penguat			

#### 2. Tindak Lanjut

- Buat rencana pengembangan dan implementasi praktikum sesuai standar di lingkungan laboratorium kerja anda.
- Apakah anda mengimplementasikan rencana tindak lanjut ini sendiri atau berkelompok?  
 sendiri  
 berkelompok – silahkan tulis nama anggota kelompok yang lain dalam tabel di bawah.

No:	Nama anggota kelompok lainnya (tidak termasuk diri anda)

- c. Pikirkan suatu situasi atau kondisi di dalam bengkel/laboratorium anda yang mungkin dapat anda ubah atau tingkatkan dengan mengimplementasikan sebuah rencana tindak lanjut.

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

- d. Apakah judul rencana tindak lanjut anda?

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

- e. Apakah manfaat/hasil dari rencana aksi tindak lanjut anda tersebut?

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

- f. Uraikan bagaimana rencana tindak lanjut anda memenuhi kriteria SMART

Spesifik	
Dapat diukur	
Dapat dicapai	
Relevan	
Rentang/Ketepatan Waktu	

#### **D. Kunci Jawaban**

1. FET singkatan dari Field Effect Transistor, adalah suatu komponen semi konduktor yang cara kerjanya berdasarkan pengaturan arus dengan medan listrik
2. FET disebut transistor unipolar karena cara kerjanya hanya berdasarkan aliran pembawa muatan mayoritas saja
3. Transkonduktansi sama dengan perubahan arus drain dibagi dengan perubahan tegangan gerbang yang bersangkutan
4.  $r_{ds(on)} = \frac{100 \text{ mV}}{0,7 \text{ mA}} = 142 \Omega$



## Kegiatan Pembelajaran 6

### Elektronika Daya

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi elektronika daya ini, peserta diharapkan dapat;

- Mengkreasi sistim rangkaian dasar elektronika daya beserta proses pengujiannya

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

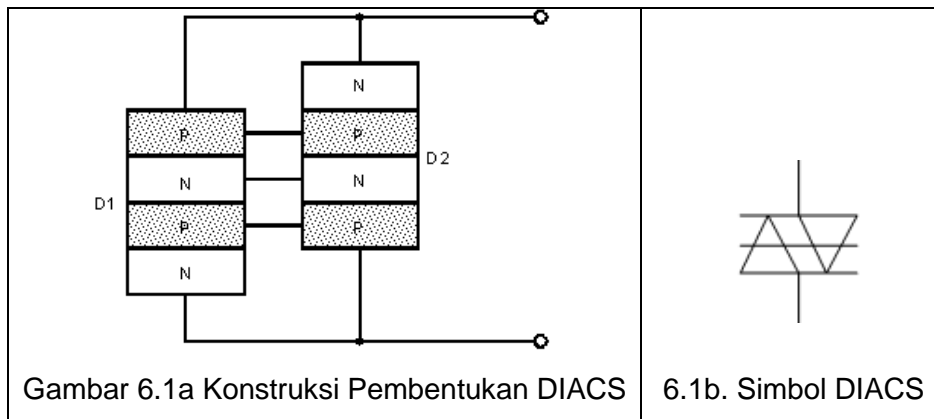
- Merencanakan desain rangkaian pengujian komponen elektronika daya
- Merealisasikan rangkaian pengujian komponen daya
- Melakukan proses pengujian pada rangkaian dasar elektronika daya

#### C. Uraian Materi

Rangkaian elektronika Daya adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai pengendali beban yang berupa daya pada beban lampu, motor DC motor ac, pemanas, relay dan lain-lain. Dengan pengendalian daya menggunakan komponen elektronika daya kekurangan model pengendalian sebelumnya menjadi lebih efektif, efisien dan terintegrasi dengan system control. Komponen elektronika daya yang dimaksudkan adalah:

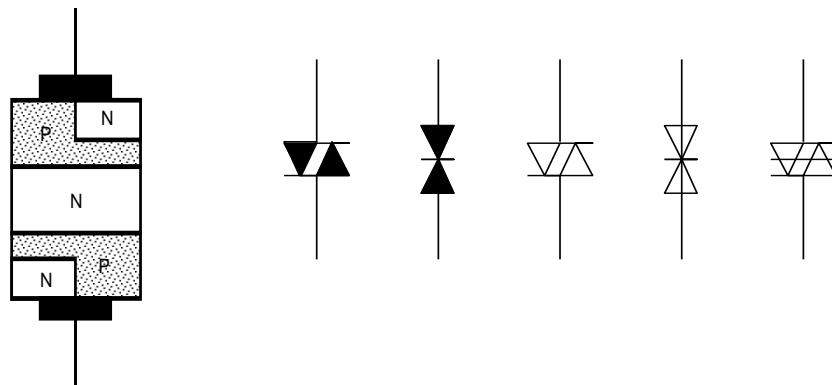
##### 1. DIAC

DIACS adalah salah satu jenis dari *bidirectional thyristor*. Rangkaian ekuivalen DIACS adalah merupakan dua buah dioda empat lapis yang disusun berlawanan arah dan dapat dianggap sebagai susunan dua buah *latch*. DIACS singkatan dari *Diode Alternating Current Switch*. Namun secara umum DIACS hanya disebut dengan DIAC, komponen ini paling sering digunakan untuk menyulut TRIAC. Berikut ini adalah gambar konstruksi dari DIAC pada sebelah kiri dan symbol dari DIAC disebelah kanan :



a. Sifat dasar DIAC

DIACS yang tersusun dari 2 buah dioda empat lapis dengan bahan silicon memungkinkan bekerja pada tegangan tinggi dan arus yang sebatas kemampuannya, namun DIACS perlu mendapat perhatian khusus karena setelah mencapai tegangan UBRF tertentu, kemudian tegangan dengan sendirinya turun tapi arus IF tiba-tiba naik secara tajam. Untuk itu rangkaian DIACS memerlukan R seri sebagai pembatas arus. Dan karena konstruksinya yang kalau kita lihat dari simbol terdiri dari 2 dioda yang tersambung secara anti parallel maka DIACS dapat dipergunakan pada rangkaian AC.



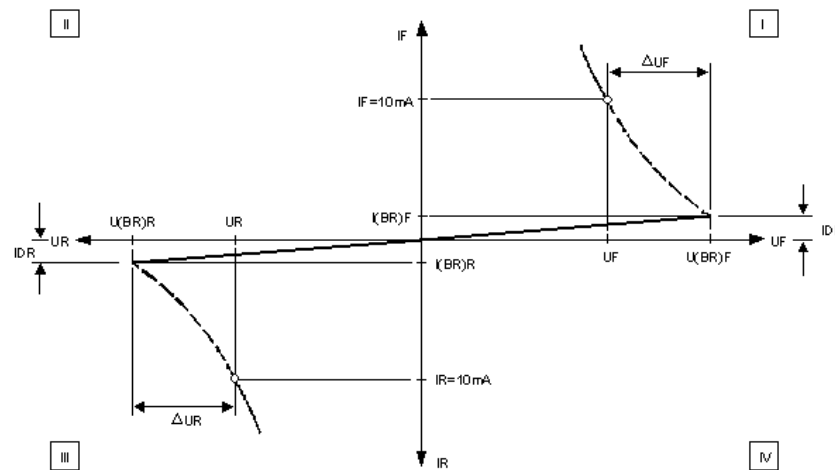
Gambar 6.2a.  
Pembentukan DIACS

6.2b. Simbol DIACS yang beredar  
dikalangan umum

b. Karakteristik DIAC

Seperti halnya dioda dan Transistor, DIACS-pun mempunyai daerah-daerah yaitu daerah tertutup dan daerah kerja. Daerah

kerja pun ada dua yaitu daerah kerja arah maju dan daerah kerja arah mundur. Kalau dioda dan transistor daerah tertutupnya antara 0,2V - 0,3V dan 0,6V - 0,7V. Daerah tersebut orang mengatakan daerah tegangan "Junction" jadi apabila tegangan ini belum terlampaui dioda/ transistor tidak akan bekerja.



Gambar 6.3 Karakteristik DIAC

Keterangan Gambar:

- $U ( BR ) F$  : Tegangan patah pada arah maju
- $U ( BR ) R$  : Tegangan patah pada arah mundur
- $I ( BR ) F$  : Arus patah pada arah maju
- $I ( BR ) R$  : Arus patah pada arah mundur
- $\Delta U$  : Beda tegangan kerja dan tegangan patah
- $I_d$  : Arus daerah tertutup / diom

Dari kurva di atas dapat kita baca bahwa :Daerah linier yang terdapat pada daerah kerja DIACS dimulai pada  $I_F = I_R = 10 \text{ mA}$ , hanya ini berbeda-beda untuk setiap no seri DIACS, begitu pula DIACS mempunyai daerah tertutup dan daerah kerja  $U_f = 0 \text{ Volt}$  sampai  $U_{br} = 32 \text{ Volt}$  merupakan daerah tertutup, yaitu arus tidak mengalir. Setelah ini terlewati, secara tiba-tiba  $U_f$  turun pada tegangan tertentu, arus mengalir naik dengan cepat sehingga dalam praktek pemasangan DIACS perlu diberikan tahanan depan sebagai pembatas arus.

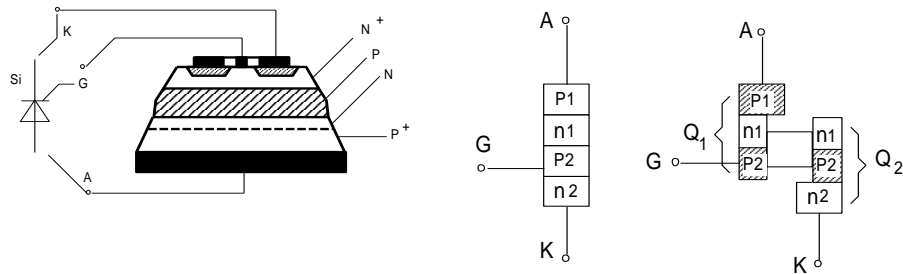


## 2. Thyristor (SCR)

### a. Dasar Pembentukan

Thyristor berasal dari kata: **tyroton dan transistor** dan disingkat menjadi **Thyristor**. Thyristor disebut juga dengan SCR singkatan dari Silicon Control Rectifier, yang artinya komponen yang terbuat dari bahan silicon dan dipergunakan untuk penyearah yang dapat dikendalikan berdasarkan sudut trigernya. Thyristor adalah **elemen semi konduktor** yang mempunyai karakteristik tegangan arus yang spesifik yang akan dibahas pada materi di bawah ini.

#### Konstruksi dasar Thyristor

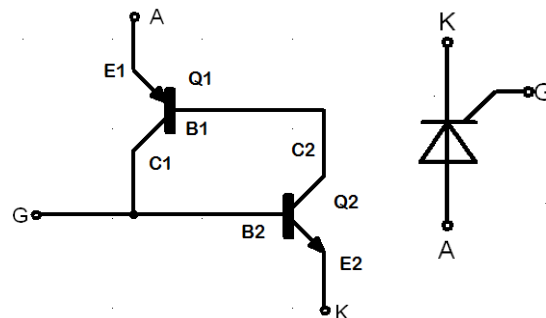


A = ANODA K = KATODA G = GATE

Gambar 6.4 Pembentukan SCR

### b. Rangkaian Pengganti Thyristor

Untuk lebih mudah memahami cara kerja Thyristor, di bawah ini dijelaskan rangkaian pengganti yang terdiri dari 2 buah transistor PNP dan NPN yang tersusun seperti pada gambar 6.5. dan mempunyai 3 kaki yaitu: Anoda, Katoda dan Gate



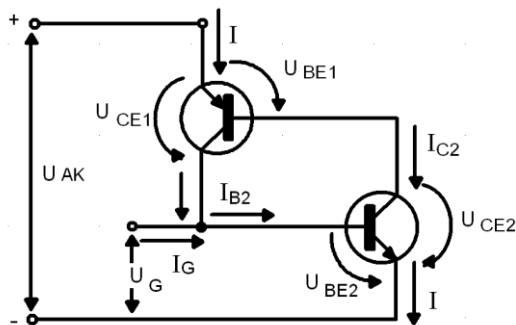
Q1 = TRANSISTOR PNP

Q2 = TRANSISTOR NPN

Gambar 6.5 Rangkaian pengganti SCR dan Symbol SCR

a. Penyulutan

Thyristor bisa disulut kalau polaritas dalam arah maju



Kalau antara gate katoda di beri tegangan positif dan arus  $I_G$  atau  $I_{B2}$  mengalir maka Q2 bekerja (**BIAS MAJU**) Akibatnya mengalir arus **KOLEKTOR  $I_{C2}$**

Gambar 6.6 Rangkaian ekivalen SCR

Karena  $I_{C2} = I_{B1}$  ; Q 1 bekerja dan  $I_{C1}$  mengalir sehingga

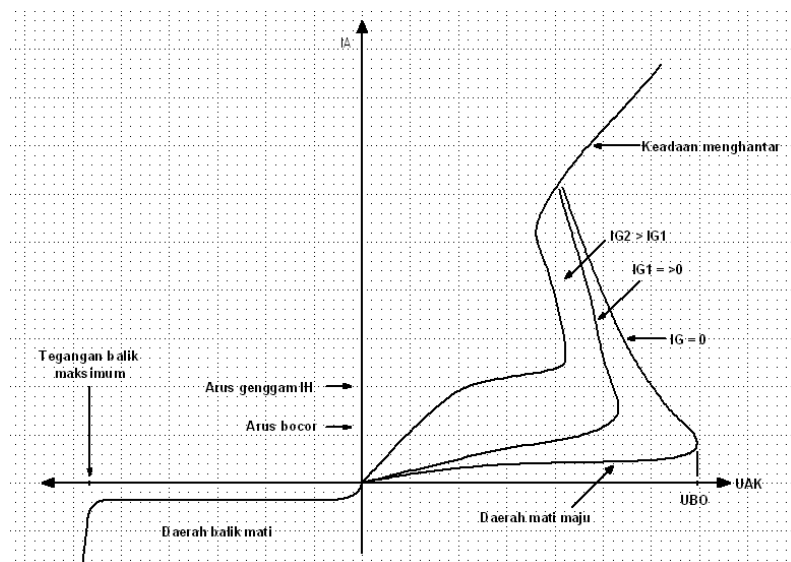
- Meskipun arus gate(  $I_G$  ) diputuskan transistor Q 2 dan Q 1 tetap **MENGHANTAR ( KONDUKSI )**
- Kemampuan Thyristor untuk tetap konduksi meskipun arus sudah di hilangkan di sebut "**LATCHING**"
- Untuk membuat Thyristor konduksi, hanya di perlukan PULSA SINGKAT PADA GATE .
- Sekali konduksi, gate tidak perlu di kendalikan lagi dan Thyristor tetap konduksi sampai tegangan ANODA - KATODA berkurang mendekati NOL
- Thyristor dapat juga di sulut agar konduksi tanpa melalui gate, yaitu jika tegangan
- ANODA - **KATODA di buat RELATIF BESAR.**

b. Karakteristik Statis

Kurva karakteristik pada gambar 6.7b menunjukkan bagaimana arus Gate yang masuk ke SCR menentukan besarnya tegangan yang diperlukan dari Anoda ke Katoda untuk membuat SCR hidup atau menghantar. Jika Gate terbuka ( $I_G=0$ ), dengan tegangan maju diterapkan ke Anoda -Katoda,SCR dalam keadaan mati.Namun jika tegangan Anoda - Katoda melampaui tegangan dadal  $U_{Bo}$ ,SCR akan menghantar, dan arus hanya akan dibatasi oleh tegangan sumber dan tahanan luar (tahanan yang dihubungkan seri dengan SCR).

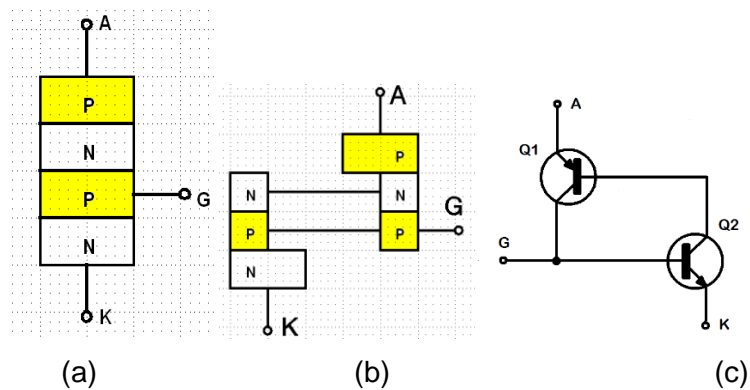
Pada kondisi dadal kurva karakteristik digambarkan sebagai garis putus-putus, karena keadaan ini tidak stabil, daerah pensaklaran cepat. Jika arus Gate bertambah, tegangan dadal maju berkurang, sehingga untuk nilai IG yang sangat besar (sekitar 50 mA). SCR akan hidup segera setelah tegangan diterapkan.

Sekali SCR on arus genggam (*holding current*) IH diperlukan untuk menjaga agar tetap on. Jika arus lebih rendah dari IH dengan cara menaikkan hambatan luar, SCR akan mati. Perlu diperhatikan bahwa sekali SCR on, gerbang tidak dapat mengontrol lagi, tidak dapat membuat SCR off. Hanya jika UA-K dikurangi ke nol atau jika arus dikurangi di bawah IH SCR akan mati.



Gambar 6.7. Karakteristik SCR

SCR dapat dianalisis dengan cara menggunakan persamaan duatransistor yang membagi SCR ditengah-tengah, seperti Gambar 6.8



Gambar 6.8. Sifat statis SCR

a. Sifat Listrik

Sifat Thyristor Terhadap Arus Searah

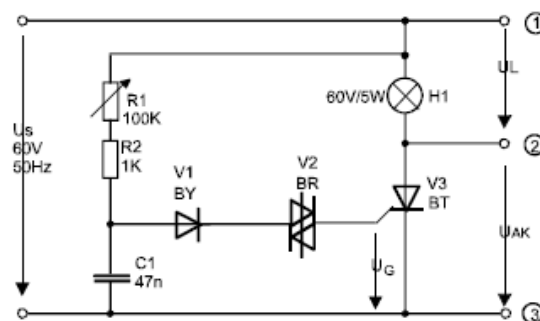
- ✓ Thyristor bekerja seperti dioda, ia menghantarkan arus dari arah Anoda ke Katoda
- ✓ Thyristor dapat dibuat menghantar (di ON kan) dengan memberikan arus pada Gate.
- ✓ Setelah arus pada gate dimatikan SCR akan tetap bekerja.

b. Fungsi

**Catu daya DC.**

Thyristor dapat digunakan untuk rangkaian tambahan pada pengontrol daya rata-rata DC ke beban atau untuk memindah dari daya DC yang ada ke AC pada harga yang ditetapkan, sedangkan frekuensi variabelnya tergantung pada kebutuhan.

Thyristor sebagai Pengendali Kecerahan Lampu

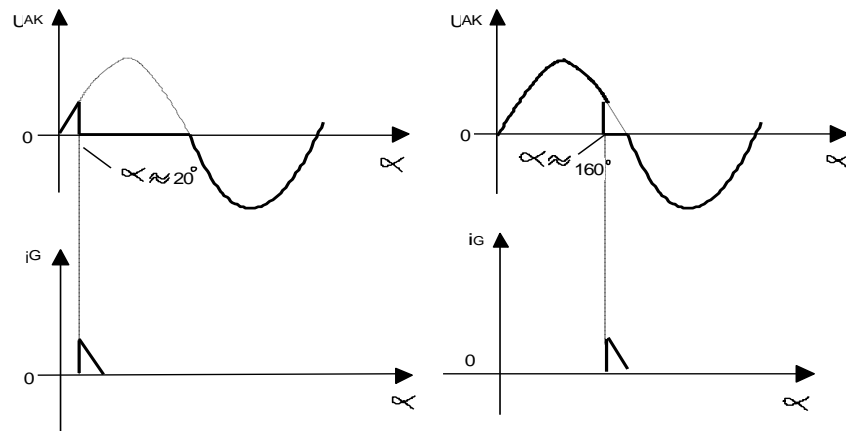


Gambar Rangkaian pengatur kecerahan lampu.

Dari gambar sebelah penyulutan dilakukan dengan menggunakan tegangan AC/DC.

Gambar 6.10. SCR sebagai pengendali

kecerahan lampu



Gambar 6.11. Pemotongan pulsa pada SCR

- ✓ Tahanan R dan kapasitor C mengakibatkan Tegangan Penyulut yang berpulsa dan juga berfungsi untuk Pengatur Waktu(+) penyulutan.

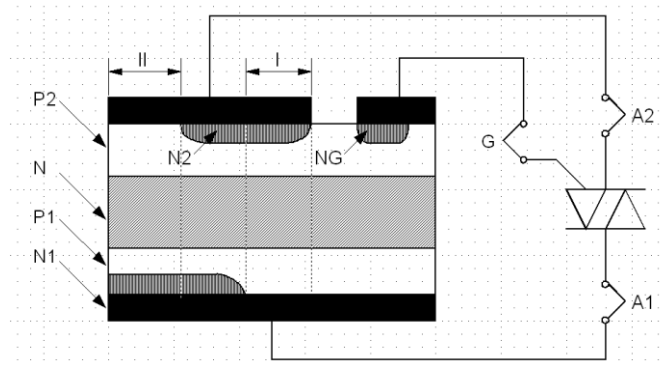
### 3. TRIAC

Triac singkatan dari *Triode Alternating Current Switch*. Atinya saklar trioda untuk arus bolak-balik. Triac adalah merupakan dua SCR (thyristor) yang dirangkaikan anti paralel dan diberi satu elektroda baru yang disebut gate.

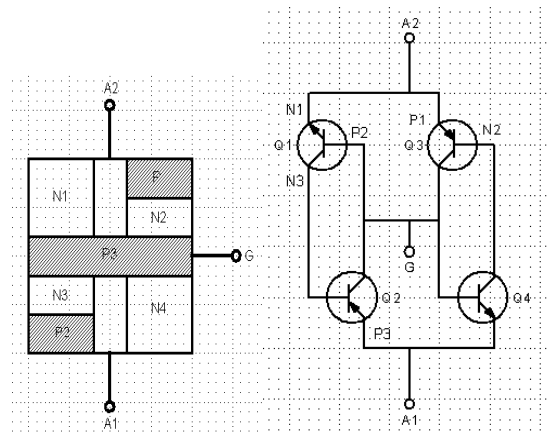
Penggunaan Triac akan lebih menguntungkan dibanding SCR Karena SCR hanya dapat menghantarkan dan mengendalikan arus kesatu arah saja. Jika kita hendak memanfaatkan kedua belahan tegangan jaringan, maka SCR masih perlu dikemudikan dari suatu rangkaian penyearah. Ini akan merugikan kalau kita bekerja dengan daya yang besar-besar.

#### 1. Dasar Pembentukan TRIAC

TRIAC merupakan komponen Aktif multi layer dan dibuat secara khusus untuk pengendalian daya AC. Jika pada SCR hanya dapat mengendalikan satu sisi saja (setengah perioda) maka pada TRIAC daya dapat dikendalikan sepenuhnya yaitu satu perioda penuh. Pada gambar 6.12 adalah susunan TRIAC, gambar 6.13a rangkaian pengganti TRIAC dan gambar 6.13b adalah rangkaian pengganti dengan Transistor.



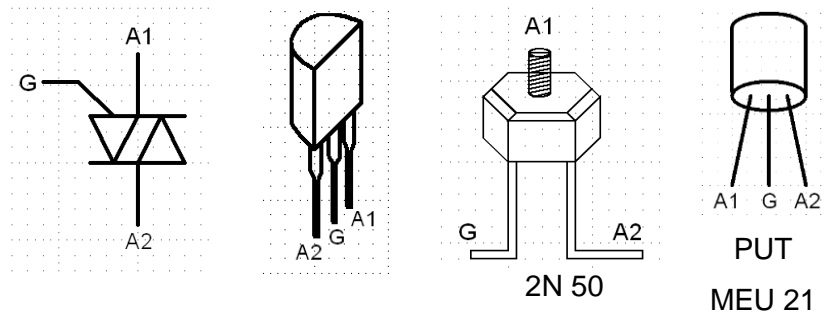
Gambar 6.12. Pembentukan Triac  
KONSTRUKSIRANGKAIAN PENGGANTI



Gambar 6.13. Rangkaian pengganti Triac

## 2. Konfigurasi Triac

Triac singkatan dari *Triode Alternating Current Switch* . Atinya saklar trioda untuk arus bolak-balik. Triac adalah merupakan dua SCR (thyristor) yang dirangkaikan anti paralel dan diberi satu elektroda baru yang disebut gate (pintu). Penggunaan Triac akan lebih menguntungkan dibanding SCR, Karena SCR hanya dapat menghantarkan arus kesatu arah saja. Jika kita hendak memanfaatkan kedua belahan tegangan jaringan, maka SCR masih perlu dikemudikan dari suatu rangkaian penyearah. Ini akan merugikan kalau kita bekerja dengan daya yang besar-besar.



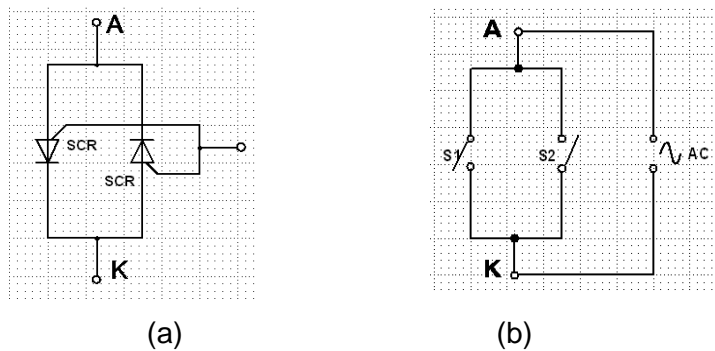
Simbol Triac

Contoh Konstruksi

Gambar 6.14 Konfigurasi Triac

### 3. Sifat Dasar Triac

Perhatikan gambar 6.15. dari gambar tersebut kita lihat bahwa elektroda terdiri dari Anoda (A), Katoda (K) dan Gate (G). Dengan bantuan gambar 6.15(b) maka dapat dijelaskan prinsip kerja / cara kerja Triac sebagai berikut :



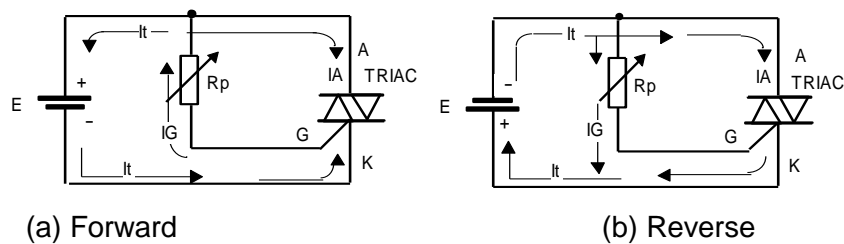
(a)

(b)

Gambar 6.15 Skema Pengganti Triac

- Jika ke anoda diberi forward bias, maka saklar  $S_1$  menutup (ON).
- Sebaliknya jika anoda diberi reverse bias, maka saklar  $S_2$  menutup (ON).

Dari penjelasan di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian tegangan arus bolak-balik seperti gambar 6.16 (b) adalah seperti pemberian tegangan forward dan reverse, lihat gambar 6.16 (a), (b) di bawah ini .



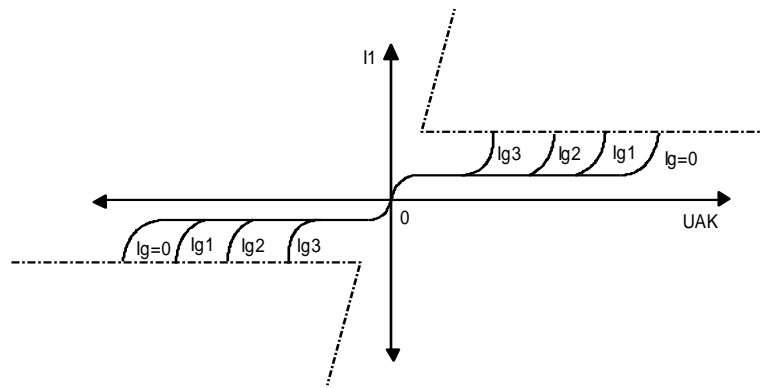
(a) Forward

(b) Reverse

Gambar 6.16 Skema Pengganti Pemberian Bias Pada Triac

#### 4. Karakteristik Triac

Triac dapat dipandang SCR yang simetris . Karena kurva karakteristiknya tidak ada perbedaan antara karakteristik maju dan karakteristik terbalik (lihat gambar 17.9) .



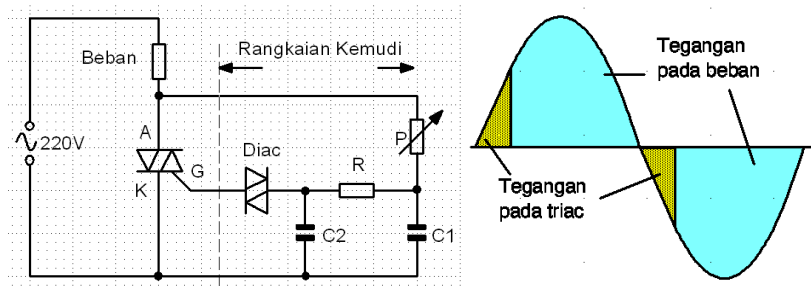
Gambar 6.17 Karakteristik Triac

Bila diperhatikan gambar di atas, terlihat bahwa karakteristik maju dan karakteristik terbalik Triac tidak ada perbedaan. Tegangan tembus (break over) dapat diatur dengan mengatur arus gate seperti halnya pada SCR. jadi arus Triac akan mengalir dengan mengatur arus gatenya.

#### 5. Penyulutan Triac

Untuk menghidupkan TRIAC, dibutuhkan tegangan picu yang diumpankan ke kaki gate dari TRIAC, itu artinya TRIAC akan ON setelah mendapatkan tegangan trigger tersebut. Pada tegangan AC siklus tegangan akan berulang terus menerus mulai dari 0V menuju ke puncak + kembali ke 0V lagi terus menuju ke puncak dan kembali ke 0V lagi, ini untuk satu siklus tegangan. Dengan demikian untuk mentrigger TRIAC selama satu perioda dilakukan dua kali yaitu saat simpangan positif dan saat simpangan negative, sementara pemadaman tidak perlu dilakukan karena selama satu siklus saja sudah 2x menuju ke titik 0V.





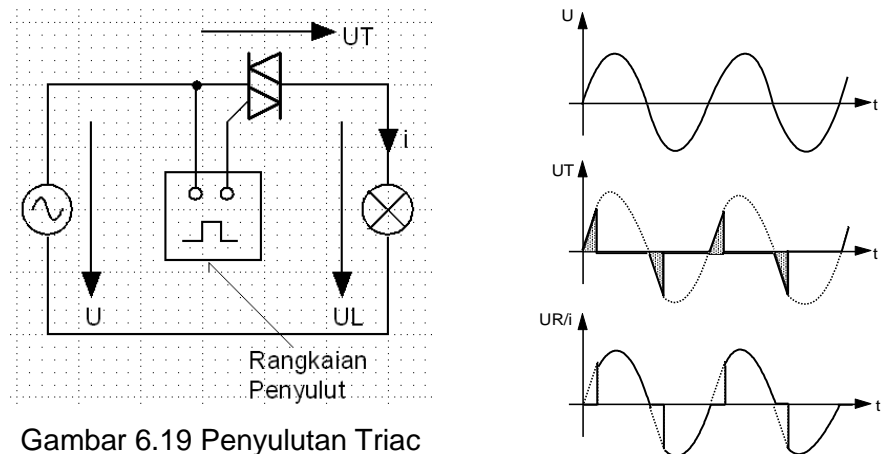
Gambar 6.18 Mengemudikan Triac dengan Diac

Tegangan sumber AC akan terbagi pada beban dan pada A-K dari TRIAC, artinya jika tegangan sedang ada di beban, maka tegangan pada A-K akan 0V dan begitu sebaliknya jika Tegangan ada pada Triac maka tegangan pada beban 0V, perhatikan berbentuk gambar seperti bagian-bagian yang di arsir.

Untuk dapat melihat Bentuk gelombang ini akan dibutuhkan osilokop yang dipasang pada terminal-terminalnya Triac. (sementara osiloskop terpasang potensiometer P kita putar-putar untuk melihat efek perubahan dan pergeseran tegangannya).

## 6. Triac dalam rangkaian arus AC

Dalam rangkaian AC sebuah Triac memerlukan dua buah impulse/penyulut yaitu impulse positif dan impulse negatif.



Gambar 6.19 Penyulutan Triac

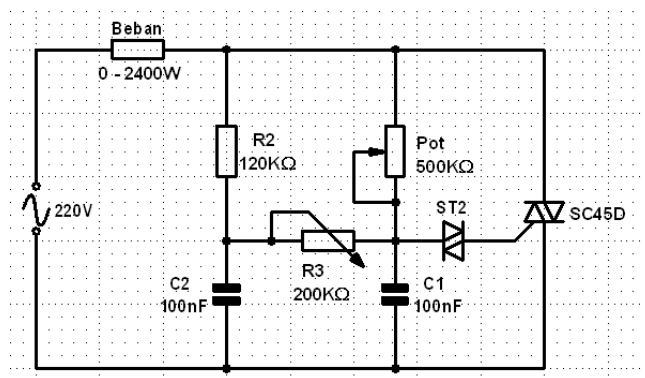
## 7. Keuntungan Triac dibandingkan dengan Thyristor

TRIAC	THYRISTOR
➤ Bekerja pada daya besar	➤ Bekerja pada daya kecil
➤ Pengendali daya	➤ Pengendali daya untuk setengah siklus siklus saja,

untuk satu siklus penuh	sehingga dibutuhkan 2 SCR anti parallel untuk pengendalian penuh
-------------------------	--

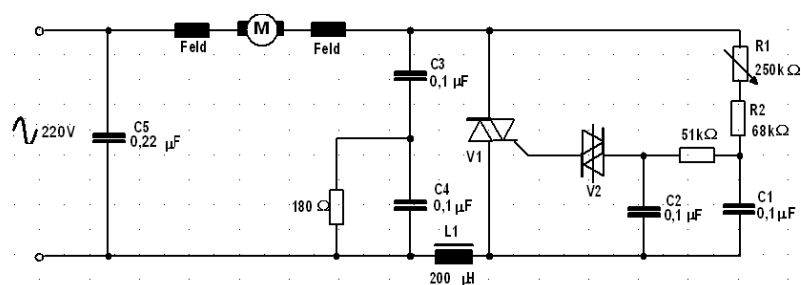
### 8. Pengaturan Daya dengan Triac

Dengan rangkaian seperti di Gambar 6.20, maka daya di beban dapat di atur-atur mulai dari 5% hingga 95% maksimum. Jikalau P besar, maka C1 di isi muatan terutama lewat R3 oleh muatan yang ada pada C2. Adapun tegangan pada C2 bergeser fasa dari tegangan-jepit. R3 perlu diatur supaya diac tepat tidak padam, pada saat jadi maksimum.



Gambar 6.20. Pengaturan Daya dengan TRIAC

Pada jaman modern ini dalam pemenuhan kebutuhan manusia, masalah tenaga semakin banyak, sehingga makin banyak melibatkan peralatan listrik untuk membantu bahkan mengganti. Misalkan pekerjaan menjahit, kalau dulu harus digerakkan oleh tenaga kaki, sekarang dapat dibantu oleh tenaga motor listrik dan motor listrik yang diperlukan harus dapat diatur putarannya, maka dari itu motor listrik harus di lengkapi rangkaian penguatan putaran motor, seperti yang terlihat pada gambar 6.21. di bawah ini.



Gambar 6.21. Pengaturan kecepatan motor dengan triac

#### **D. Aktifitas Pembelajaran**

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi struktur pembentukan dari sebuah DIAC, SCR dan TRIAC serta membedakan prinsip kerja antara DIAC, SCR dan TRIAC, berdasarkan karakteristiknya
2. Perhatikan pemberian tegangan bias pada SCR, dan amatilah bagaimana SCR digunakan untuk pengendalian daya  $\frac{1}{2}$  siklus?
3. Perhatikan pemberian tegangan bias pada TRIAC, dan amatilah bagaimana TRIAC digunakan untuk pengendalian daya satu siklus penuh?
4. Perhatikan perbedaan secara kelistrikan maupun rangkaian dari ketiga komponen DIAC, SCR dan TRIAC
5. Perhatikan ketiga komponen tersebut, dan aplikasi dari komponen tersebut dalam pengendalian daya DC maupun AC

#### **E. Latihan/Tugas**

1. Apa yang dimaksud dengan DIAC?
2. Gambarkan susunan dan symbol dari DIAC?
3. Sebutkan aplikasi DIAC pada rangkaian pengendali daya?
4. Apa yang dimaksud dengan Thyristor?
5. Gambarkan susunan dan symbol dari Thyristor / SCR
6. Gambarkan rangkaian ekivalen SCR yang tersusun dari transistor?
7. Bagaimanakah cara menghidupkan dan mematikan SCR?
8. Gambarkan rangkaian aplikasi SCR pada ALARM?
9. Gambarkan rangkaian SCR pada BEL Cepat tepat.?
10. Apa yang dimaksud dengan Triac?
11. Gambarkan susunan dan symbol dari TRIAC?
12. Gambarkan rangkaian ekivalen TRIAC yang tersusun dari transistor?

## F. Rangkuman

- DIACS singkatan dari *Diode Alternating Current Switch*. Namun secara umum DIACS hanya disebut dengan DIAC, komponen ini paling sering digunakan untuk menyulut TRIAC. DIACS-pun mempunyai daerah -daerah yaitu daerah tertutup dan daerah kerja Daerah kerja pun ada dua yaitu daerah kerja arah maju dan daerah kerja arah mundur
- Thyristor adalah elemen semi konduktor yang mempunyai karakteristik tegangan arus antara terminal pokoknya ( anoda dan katoda ) Thyristor berasal dari kata thyroton dan transistor. Sifat Thyristor Terhadap Arus Searah
  - Thyristor bekerja seperti dioda, ia menghantarkan arus dari arah Anoda ke Katoda
  - Thyristor dapat dibuat menghantar (di ON kan ) dengan memberikan arus pada Gate (trigger)
  - Setelah arus pada gate dimatikan SCR akan tetap bekerja selama UAK masih ada (lebih besar dari 0,7 V)
- Triac singkatan dari Triode Alternating Current Switch . Artinya saklar trioda untuk arus bolak-balik . Triac adalah merupakan dua SCR (thyristor) yang dirangkaikan anti paralel dan diberi satu elektroda baru yang disebut gate (pintu)

## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

### 1. Umpan Balik

Setelah mempelajari kegiatan pembelajaran ini, periksa penguasaan pengetahuan dan keterampilan anda menggunakan daftar periksa di bawah ini:

No	Indikator	Ya	Tidak	Bukti
1.	Mengidentifikasi struktur pembentukan dari sebuah DIAC, SCR dan TRIAC serta membedakan prinsip kerja antara DIAC, SCR dan TRIAC			
2.	Membedakan prinsip kerja antara DIAC, SCR dan TRIAC			
3.	Menginterpretasikan kurva karakteristik DIAC, SCR dan TRIAC			
4.	Menginterpretasikan teknik trigger pada DIAC, SCR dan TRIAC			
5.	Mengaplikasikan ke 3 komponen dalam pengendalian daya AC			

### 2. Tindak Lanjut

- a. Buat rencana pengembangan dan implementasi praktikum sesuai standar di lingkungan laboratorium kerja anda.
- b. Apakah anda mengimplementasikan rencana tindak lanjut ini sendiri atau berkelompok?
  - sendiri
  - berkelompok – silahkan tulis nama anggota kelompok yang lain dalam tabel di bawah.

No:	Nama anggota kelompok lainnya (tidak termasuk diri anda)

- c. Pikirkan suatu situasi atau kondisi di dalam bengkel/laboratorium anda yang mungkin dapat anda ubah atau tingkatkan dengan mengimplementasikan sebuah rencana tindak lanjut.

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

- d. Apakah judul rencana tindak lanjut anda?

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

- e. Apakah manfaat/hasil dari rencana aksi tindak lanjut anda tersebut?

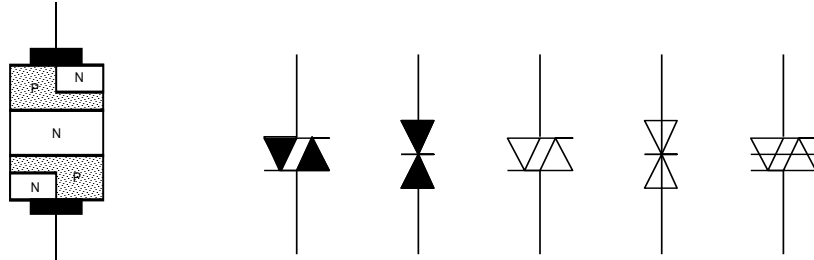
.....  
 .....  
 .....

- f. Uraikan bagaimana rencana tindak lanjut anda memenuhi kriteria SMART

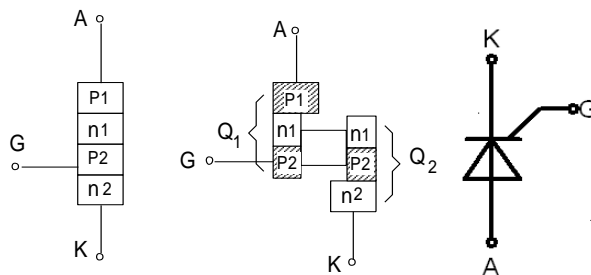
Spesifik	
Dapat diukur	
Dapat dicapai	
Relevan	
Rentang/Ketepatan Waktu	

## H. Kunci Jawaban

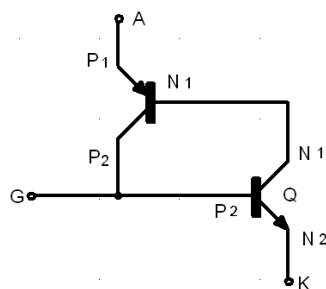
- DIACS adalah salah satu jenis dari bidirectional thyristor . Rangkaian ekuivalen DIACS adalah merupakan dua buah dioda empat lapis yang disusun berlawanan arah dan dapat dianggap sebagai susunan dua buah *latch*.
- Susunan dan symbol DIAC



- Aplikasi DIAC dipakai pada pentriggeran pada TRIAC pad pengendalian daya AC
- Thyristor berasal dari kata: **tyroton dan transistor** dan disingkat menjadi **Thyristor**. Thyristor disebut juga dengan SCR singkatan dari Silicon Control Rectifier, yang artinya komponen yang terbuat dari bahan silikon dan dipergunakan untuk penyearah yang dapat dikendalikan berdasarkan sudut trigernya.
- Susunan pembentuk SCR dan simbolnya adalah sebagai berikut



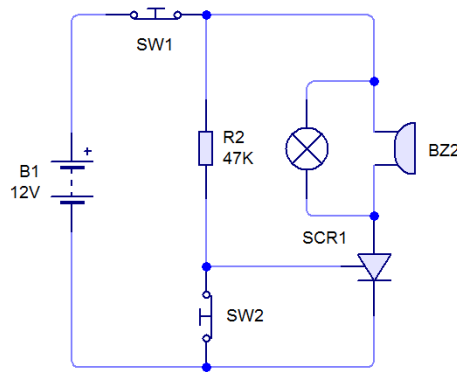
- Rangkaian ekuivalen dari SCR seperti gambar di bawah ini:



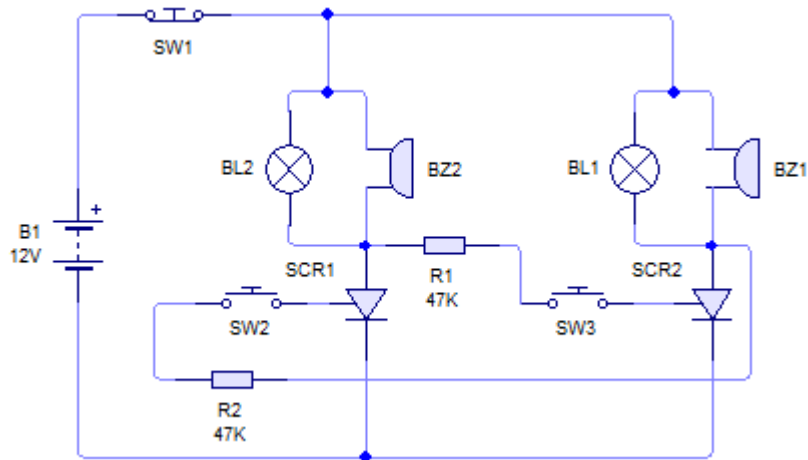
- Cara menghidupkan SCR dengan cara diberikan tegangan Trigger pada kaki gate sesaat saja dan SCR akan tetap hidup selama tegangan antara A-K

masih ada sebesar  $< 0,7V$  dan Cara memadamkan adalah dengan cara memutuskan sumber tegangan ke sumber atau menghubungkan singkat terminal A-K, atau membalik polaritas tegangan antara A-K

8. Gambar di bawah ini adalah aplikasi SCR sebagai ALARM



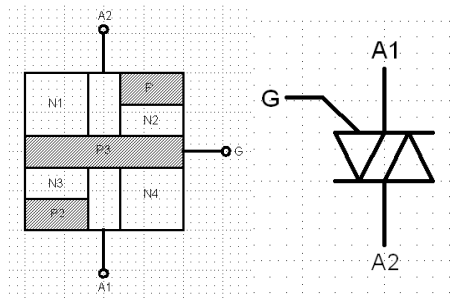
9. Gambar di bawah ini adalah aplikasi SCR sebagai BEL cepat tepat dalam suatu kompetisi berebut siapa yang paling dahulu memencet bel (SW2 atau SW3) dan itulah yang berbunyi, pada saat yang pertama ditekan, maka yang kesempatan yang lainya sudah terkunci, SW1 digunakan untuk mereset.



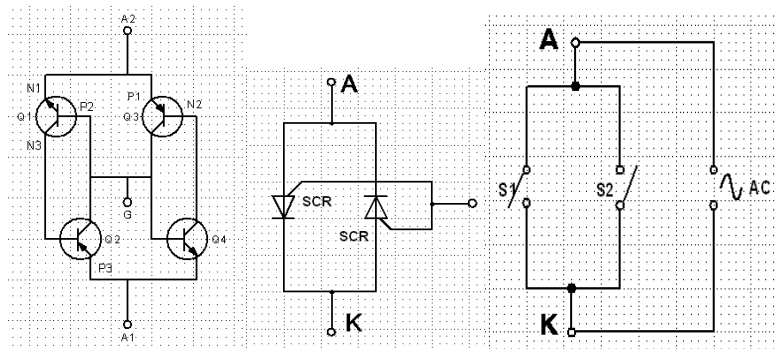
10. Triac singkatan dari Triode Alternating Current Switch . Artinya saklar trioda untuk arus bolak-balik . Triac adalah merupakan dua SCR (thyristor) yang dirangkaikan anti paralel dan diberi satu elektroda baru yang disebut gate (pintu)

11. Susunan dan symbol dari TRIAC





12. Gambar rangkaian ekivalen TRIAC yang tersusun dari transistor





## Kegiatan Pembelajaran 7

### Gerbang Dasar

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi gerbang dasar ini, peserta diharapkan dapat;

1. Mengevaluasi proses pengujian komponen semikonduktor dalam rangkaian dasar digital

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

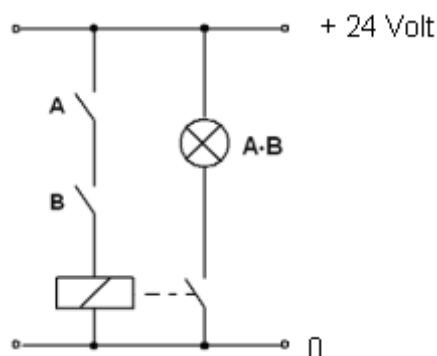
1. Menemukan karakteristik pada pengujian komponen elektronika digital gerbang dasar
2. Menemukan karakteristik pada pengujian komponen elektronika digital gerbang dasar
3. Menemukan karakteristik pada pengujian komponen elektronika digital gerbang dasar

#### C. Uraian Materi

##### 1. Gerbang Dasar

###### a) Gerbang AND

Gerbang dasar AND adalah ekuivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang seri seperti terlihat pada gambar 8.1 di bawah.

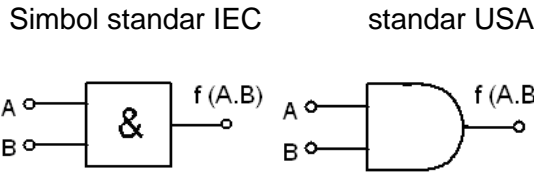


Gambar 7.1 Rangkaian listrik ekuivalen AND

Rangkaian yang terdiri dari dua buah saklar A dan B, sebuah relay dan sebuah lampu. Lampu hanya akan menyala bila saklar A dan B dihubungkan (on). Sebaliknya lampu akan mati bila salah satu

saklar atau semua saklar diputus (off). Sehingga bisa dirumuskan hanya akan terjadi keluaran “1” bila A=”1” dan B=”1”.

Rangkaian listrik dari gerbang AND:



Gambar 7.2 Simbol gerbang AND

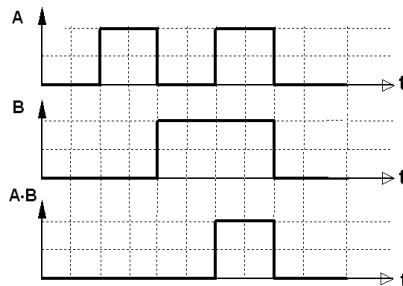
Fungsi persamaan dari gerbang AND

$$f(A,B) = A \bullet B \dots\dots\dots\Persamaan 8.1.$$

Tabel 7.1 Tabel kebenaran AND

B	A	Q=f(A,B)
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Diagram masukan-keluaran dari gerbang AND erlihat bahwa pada keluaran akan memiliki logik high “1” bila semua masukan A dan B berlogik “1”

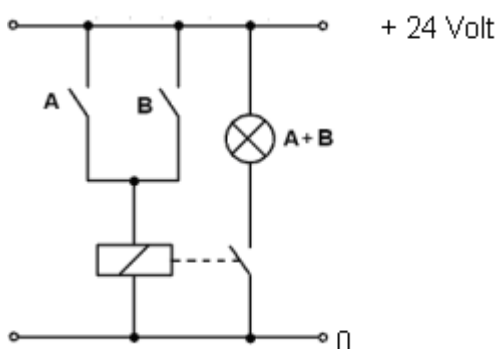


Gambar 7.3 Diagram masukan-keluaran gerbang AND

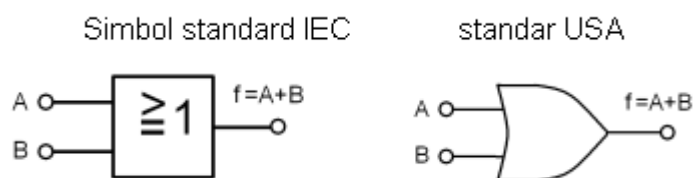
**b) Gerbang OR**

Gerbang dasar OR adalah ekivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang parallel / jajar seperti terlihat pada gambar 8.4 di bawah. Rangkaian terdiri dari dua buah saklar yang terpasang secara parallel, sebuah relay dan lampu. Lampu akan menyala bila salah satu atau ke dua saklar A dan B dihubungkan

(on). Sebaliknya lampu hanya akan padam bila semua saklar A dan B diputus (off). Maka bisa dirumuskan bahwa akan terjadi keluaran "1" bila salah satu saklar A="1" atau B="1", dan akan terjadi keluaran "0" hanya bila saklar Rangkaian listrik : A="1" dan B="1".



Gambar 7.4 Rangkaian listrik ekivalen gerbang OR



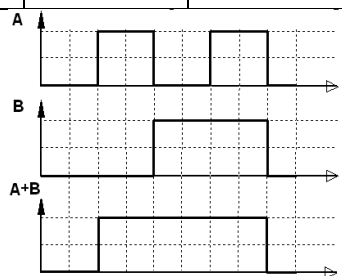
Gambar 7.5 simbol gerbang OR

Fungsi dari gerbang OR adalah :

$f(A,B) = A + B$  .....Persamaan 8.2.

Tabel 7.2 Tabel kebenaran OR

B	A	Q=f(A,B)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

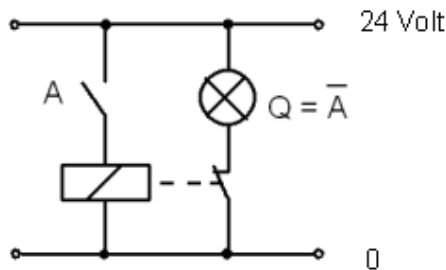


Gambar 7.6 Diagram masukan-keluaran gerbang OR

Diagram masukan-keluaran diperlihatkan seperti gambar di bawah. Pada keluaran A+B hanya akan memiliki logik low “0” bila semua masukan - masukannya A dan B memiliki logik “0”

**c) Gerbang NOT**

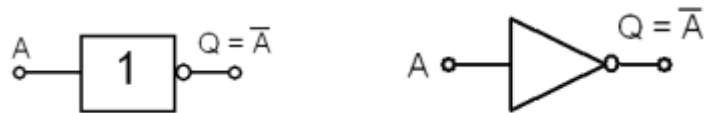
Gerbang dasar NOT adalah rangkaian pembalik/ inverter. Rangkaian ekivalennya adalah sebuah rangkaian listrik seperti gambar 8.7 di bawah. Bila saklar A dihubungkan (on), maka lampu akan mati. Sebaliknya bila saklar A diputus (off), maka lampu akan menyala. Sehingga bisa disimpulkan bahwa akan terjadi keluaran Q=“1” hanya bila masukan A=“0”. Rangkaian listrik :



Gambar 7.7 Rangkaian listrik ekivalen gerbang NOT

Simbol standard IEC

Standar USA



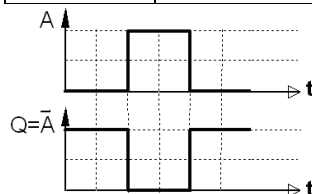
Gambar 7.8 Gambar symbol gerbang NOT

Fungsi persamaan dari gerbang NOT adalah:

$f(A) = \bar{A}$  .....Persamaan 8.3.

Tabel 7.3 Tabel kebenaran NOT

A	$Q = \bar{A}$
0	1
1	0



Gambar 7.9 Diagram masukan-keluaran gerbang NOT

Diagram masukan-keluaran dari gerbang NOT seperti ditunjukkan pada gambar 8.10 di bawah. Keluaran akan selalu memiliki kondisi logik yang berlawanan terhadap masukannya.

#### **D. Aktifitas Pembelajaran**

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan gerbang gerbang dasar .
2. Perhatikan system kerja gerbang dasar tersebut dan ekivalen dari gerbang jika menggunakan komponen relai beserta hubungan kontak relai apakah dalam seri atau paralel.
3. Perhatikan pula hubungan input dan output dari gerbang dasar dan bagaimanakah tabel kebenarannya, serta bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang dasar tersebut.

#### **E. Latihan/Tugas**

1. Gambarkan rangkaian ekuivalen dari gerbang AND, bagaimanakah symbol dari gerbang AND, dan bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang AND?
2. Gambarkan rangkaian ekuivalen dari gerbang OR, bagaimanakah symbol dari gerbang OR, dan bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang OR?
3. Gambarkan rangkaian ekuivalen dari gerbang NOT, bagaimanakah symbol dari gerbang NOT, dan bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang NOT?

#### **F. Rangkuman**

- ✓ Gerbang dasar terdiri dari 3 gerbang yaitu gerbang AND, gerbang OR dan gerbang NOT
- ✓ Gerbang dasar AND adalah ekivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang seri
- ✓ Gerbang dasar OR adalah ekivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang paralel / jajar
- ✓ Gerbang dasar NOT adalah rangkaian pembalik / inverter. Rangkaian ekivalennya adalah sebuah rangkaian listrik Bila saklar A dihubungkan (on), maka lampu akan mati. Sebaliknya bila saklar A diputus (off), maka lampu akan menyala



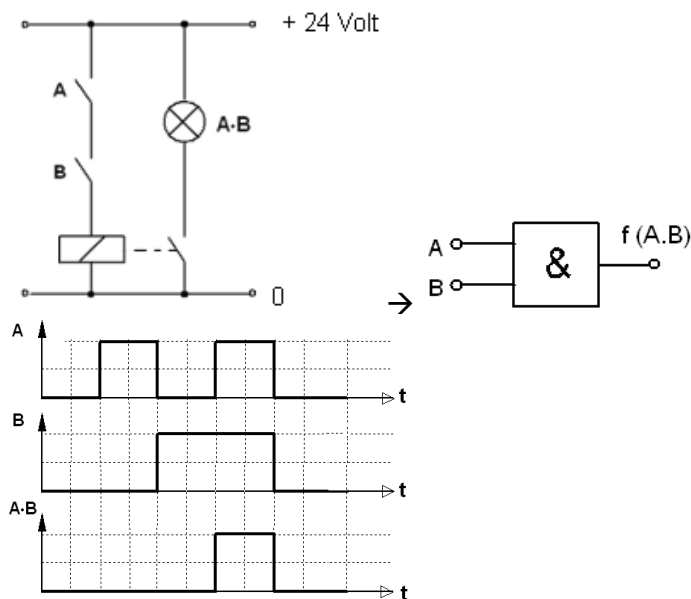
## G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut

Guru setelah menyelesaikan latihan dalam modul ini diharapkan mempelajari kembali bagian-bagian yang belum dikuasai dari modul ini untuk dipahami secara mendalam sebagai bekal dalam melaksanakan tugas keprofesian guru dan untuk bekal dalam mencapai hasil pelaksanaan uji kompetensi guru dengan ketuntasan minimal materi 80%.

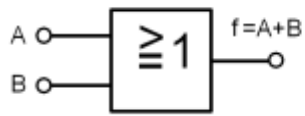
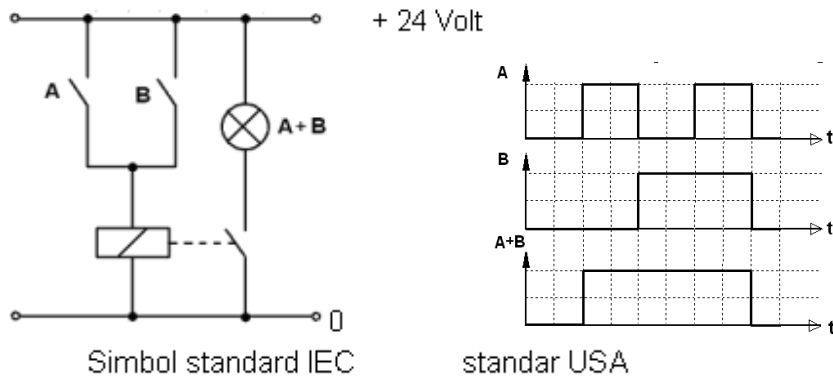
Setelah mentuntaskan modul ini maka selanjutnya guru berkewajiban mengikuti uji kompetensi. Dalam hal uji kompetensi, jika hasil tidak dapat mencapai batas nilai minimal ketuntasan yang ditetapkan, maka peserta uji kompetensi wajib mengikuti diklat sesuai dengan grade perolehan nilai yang dicapai.

## H. Kunci Jawaban

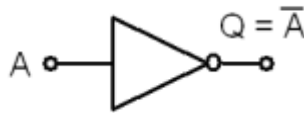
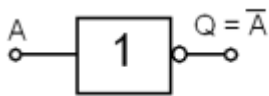
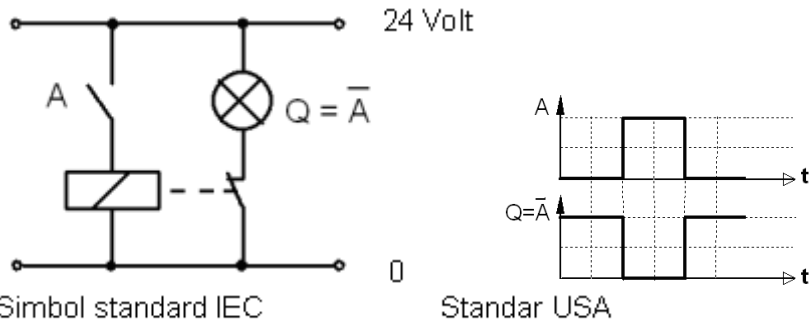
1. Gerbang dasar AND adalah ekivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang seri seperti gambar di bawah ini



2. Gerbang dasar OR adalah ekivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang parallel / jajar



3. Gerbang dasar NOT adalah rangkaian pembalik / inverter. Rangkaian ekuivalennya adalah sebuah rangkaian listrik seperti gambar 8.7 di bawah. Bila saklar A dihubungkan (on), maka lampu akan mati. Sebaliknya bila saklar A diputus (off), maka lampu akan menyala.



5.

## Kegiatan Pembelajaran 8: Gerbang Kombinasional

### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi gerbang kombinasional ini, peserta diharapkan dapat;

1. Mengevaluasi proses pengujian komponen semikonduktor dalam rangkaian dasar digital

### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menemukan karakteristik pada pengujian komponen elektronika digital gerbang kombinasional

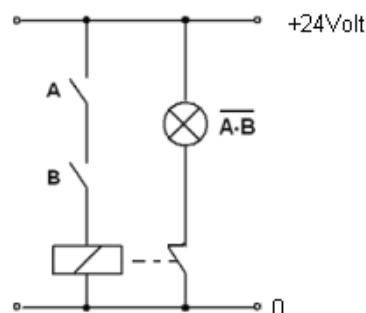
### C. Uraian Materi

#### 1. Gerbang Kombinasional

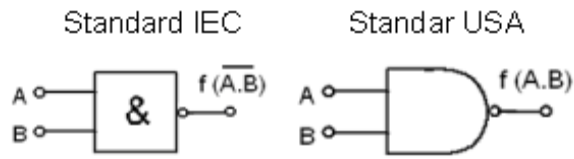
Gerbang kombinasional adalah gerbang yang dibentuk oleh lebih dari satu gerbang dasar bisa dari gerbang yang sama maupun kombinasi dari gerbang dasar yang ada.

##### a) Gerbang NAND

Gerbang dasar NAND adalah ekuivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang seri. Akan terjadi keluaran  $Q=“1”$  hanya bila  $A=“0”$  dan  $B=“0”$ . Gerbang NAND sama dengan gerbang AND dipasang seri dengan gerbang NOT. Rangkaian listrik :



Gambar 8.1 Rangkaian listrik ekuivalen gerbang NAND



Gambar 8.2 Gambar symbol gerbang NAND

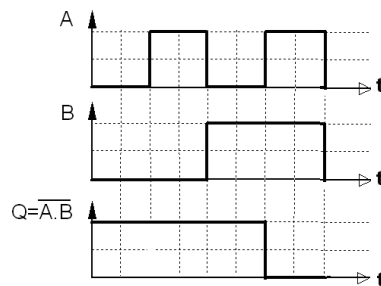
Fungsi persamaan gerbang NAND

$$f(A,B) = \overline{A \cdot B} \dots \dots \dots \text{Persamaan 9.1}$$

Tabel 8.1 Tabel kebenaran NAND

B	A	Q=f(A,B)
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

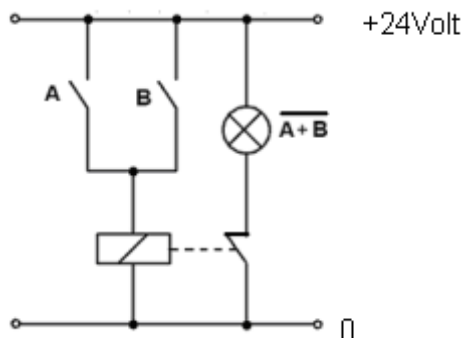
Diagram masukan-keluaran dari gerbang NAND, keluaran memiliki logik "0" hanya bila ke dua masukannya berlogik "1"



Gambar 8.3 Diagram masukan-keluaran gerbang NAND

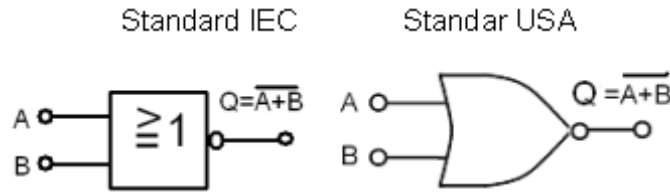
**b) Gerbang NOR**

Gerbang dasar NOR adalah ekivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang parallel / jajar.



Gambar 8.4 Rangkaian listrik ekivalen gerbang NOR

Akan terjadi keluaran “1” bila semua saklar A=“0” atau B=“0”. Gerbang NOR sama dengan gerbang OR dipasang seri dengan gerbang NOT.



Gambar 8.5 Gerbang NOR

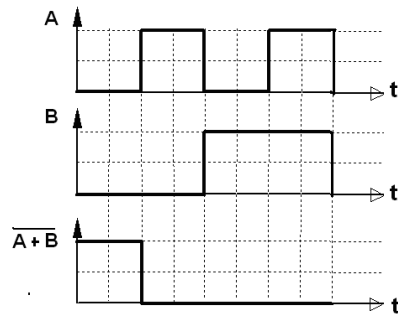
Fungsi persamaan gerbang NOR

$f(A,B) = \overline{A+B}$  .....Persamaan 9.2

Tabel 8.2 Tabel kebenaran NOR

B	A	Q=f(A,B)
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Diagram masukan keluaran seperti terlihat pada gambar di bawah. Keluaran hanya akan memiliki logik ‘1’, bila semua masukannya berlogik “0”

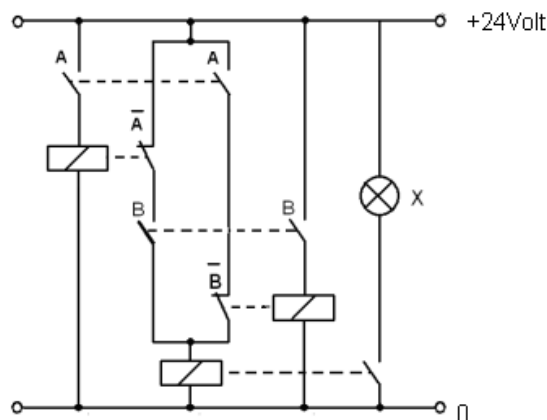


Gambar 8.6 Diagram masukan-keluaran gerbang NOR

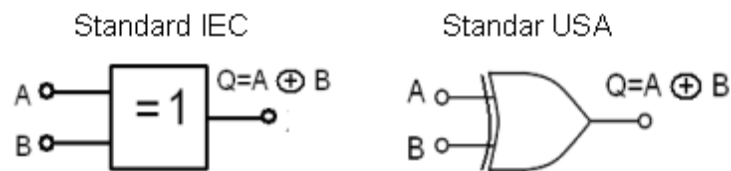
**c) Exclusive OR (EX-OR)**

Gerbang EX-OR sering ditulis dengan X-OR adalah gerbang yang paling sering dipergunakan dalam teknik komputer. Gerbang EX-OR hanya akan memiliki keluaran Q=“1” bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi berbeda. Pada gambar 9.7 yang merupakan gambar rangkaian listrik ekivalen EX-OR diperlihatkan bahwa bila saklar A dan B masing-masing diputus

(off), maka lampu akan mati. Bila saklar A dan B masing-masing dihubungkan (on), maka lampu juga mati. Bila saklar A dihubungkan (on) sedangkan saklar B diputus (off), maka lampu akan menyala. Demikian pula sebaliknya bila saklar A diputus (off) dan saklar B dihubungkan (on) maka lampu akan menyala. Sehingga bisa disimpulkan bahwa lampu akan menyala hanya bila kondisi saklar A dan B berlawanan. Tanda dalam pelunilsa EX-OR adalah dengan tanda  $\oplus$ .



Gambar 8.7 Rangkaian listrik ekivalen gerbang EX-OR



Gambar 8.8 Simbol gerbang EX-OR

Fungsi persamaan gerbang EX-OR

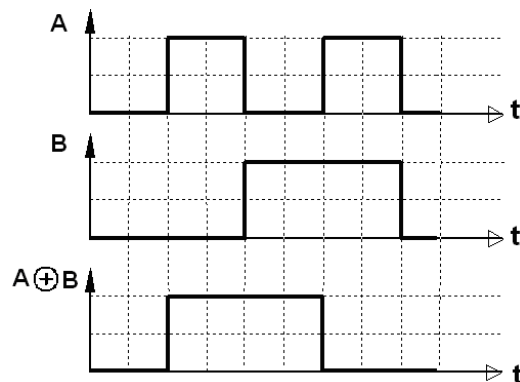
$$f(A,B) = \bar{A}B + A\bar{B} = A \oplus B \dots\dots\dots \text{Persamaan 9.3}$$

Tabel 8.3 Tabel kebenaran EX-OR

B	A	Q=f(A,B)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Diagram masukan keluaran dari gerbang EX-OR seperti terlihat pada gambar di bawah.

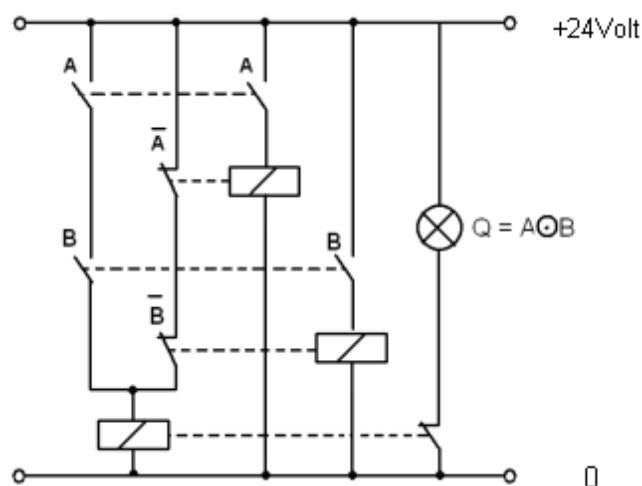
Keluaran hanya akan memiliki logik "1" bila masukan-masukannya memiliki kondisi logik berlawanan.



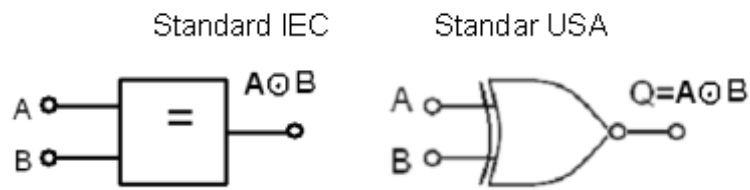
Gambar 8.9 Diagram masukan-keluaran gerbang EX-OR

**d) Gerbang EX-NOR (Exlusive-NOR)**

Pada gambar 9.10 adalah rangkaian listrik ekivalen dengan gerbang EX-NOR. Bila saklar A dan B masing-masing dihubungkan (on) atau diputus (off) maka lampu akan menyala. Namun bila saklar A dan B dalam kondisi yang berlawanan, maka lampu akan mati. Sehingga bisa disimpulkan bahwa gerbang EX-NOR hanya akan memiliki keluaran  $Q = "1"$  bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi yang sama. Rangkaian listrik :



Gambar 8.10 Rangkaian listrik ekivalen gerbang EX-NOR



Gambar 8.11 Simbol gerbang EX-NOR

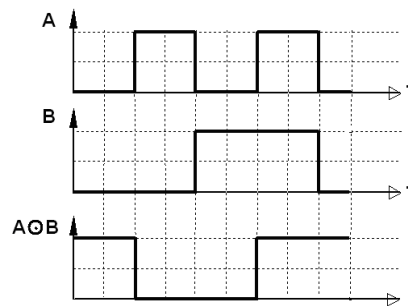
Fungsi persamaan gerbang EX-NOR

$$f(A,B) = AB + \overline{A}\overline{B} = A \oplus B \dots\dots\dots \text{Persamaan 9.4}$$

Tabel 8.4 Tabel kebenaran gerbang EX=NOR

B	A	$Q=f(A,B)$
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Diagram masukan keluaran dari gerbang EX-NOR seperti terlihat pada gambar di bawah. Keluaran hanya akan memiliki logik “1” bila masukan-masukannya memiliki kondisi logik sama, logik “0” maupun logik “1”.



Gambar 8.12 Diagram masukan-keluaran gerbang EX-NOR



## **A. Aktifitas Pembelajaran**

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan gerbang gerbang kombinasi .
2. Perhatikan system kerja gerbang kombinasi tersebut dan ekuivalen dari gerbang jika menggunakan komponen relai beserta hubungan kontak relai apakah dalam seri atau paralel.
3. Perhatikan pula hubungan input dan output dari gerbang dasar dan bagaimanakah tabel kebenarannya, serta bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang dasar tersebut.

## **B. Latihan/Tugas**

1. Gambarkan rangkaian ekuivalen dari gerbang NAND, bagaimanakah symbol dari gerbang NAND, dan bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang NAND?
2. Gambarkan rangkaian ekuivalen dari gerbang NOR, bagaimanakah symbol dari gerbang NOR, dan bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang NOR?
3. Gambarkan rangkaian ekuivalen dari gerbang EX-OR, bagaimanakah symbol dari gerbang EX-OR, dan bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang EX-OR?
4. Gambarkan rangkaian ekuivalen dari gerbang EX-NOR, bagaimanakah symbol dari gerbang EX-NOR, dan bagaimana pula diagram waktu dari input output gerbang EX-NOR?

### C. Rangkuman

- ✓ Gerbang kombinasional adalah gerbang yang dibentuk oleh lebih dari satu gerbang dasar bisa dari gerbang yang sama maupun kombinasi dari gerbang dasar yang ada.
- ✓ Gerbang dasar NAND adalah ekuivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang seri. Akan terjadi keluaran  $Q="1"$  hanya bila  $A="0"$  dan  $B="0"$ .
- ✓ Gerbang dasar NOR adalah ekuivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang parallel / jajar. Akan terjadi keluaran "1" bila semua saklar  $A="0"$  atau  $B="0"$ . Gerbang NOR sama dengan gerbang OR dipasang seri dengan gerbang NOT
- ✓ Gerbang EX-OR sering ditulis dengan X-OR adalah gerbang yang paling sering dipergunakan dalam teknik komputer. Gerbang EX-OR hanya akan memiliki keluaran  $Q="1"$  bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi berbeda
- ✓ Gerbang EX-NOR hanya akan memiliki keluaran  $Q="1"$  bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi yang sama

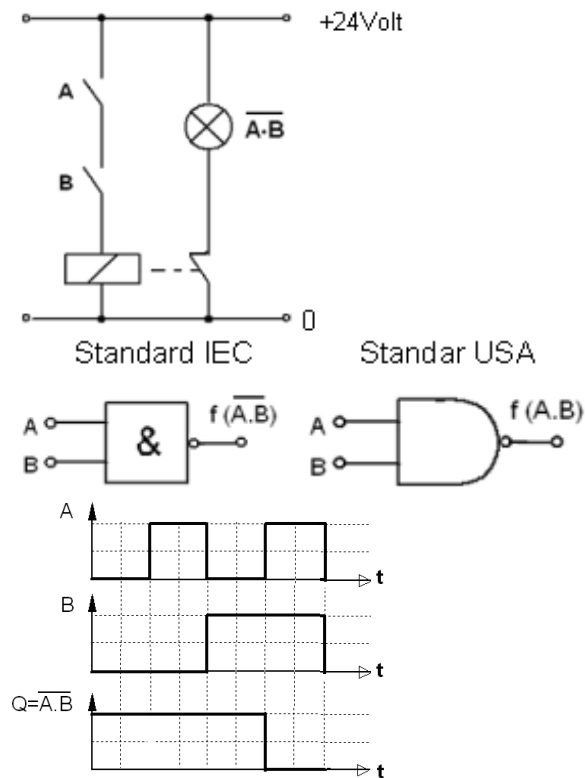
#### **D. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Guru setelah menyelesaikan latihan dalam modul ini diharapkan mempelajari kembali bagian-bagian yang belum dikuasai dari modul ini untuk dipahami secara mendalam sebagai bekal dalam melaksanakan tugas keprofesian guru dan untuk bekal dalam mencapai hasil pelaksanaan uji kompetensi guru dengan ketuntasan minimal materi 80%.

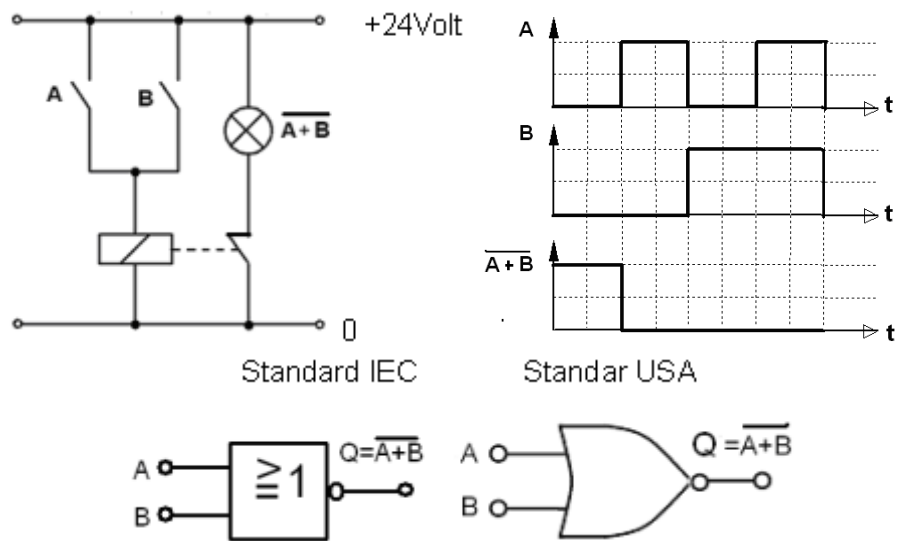
Setelah mentuntaskan modul ini maka selanjutnya guru berkewajiban mengikuti uji kompetensi. Dalam hal uji kompetensi, jika hasil tidak dapat mencapai batas nilai minimal ketuntasan yang ditetapkan, maka peserta uji kompetensi wajib mengikuti diklat sesuai dengan grade perolehan nilai yang dicapai.

## E. Kunci Jawaban

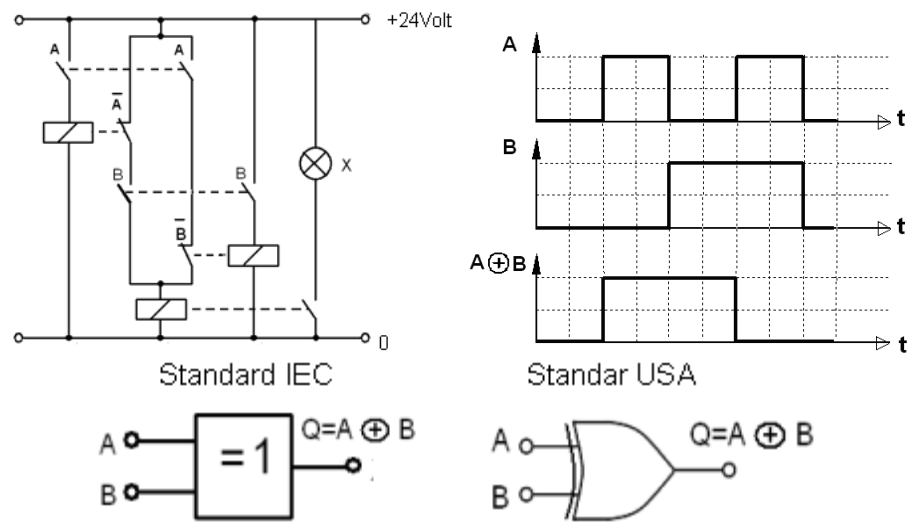
1. Gerbang dasar NAND adalah ekuivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang seri



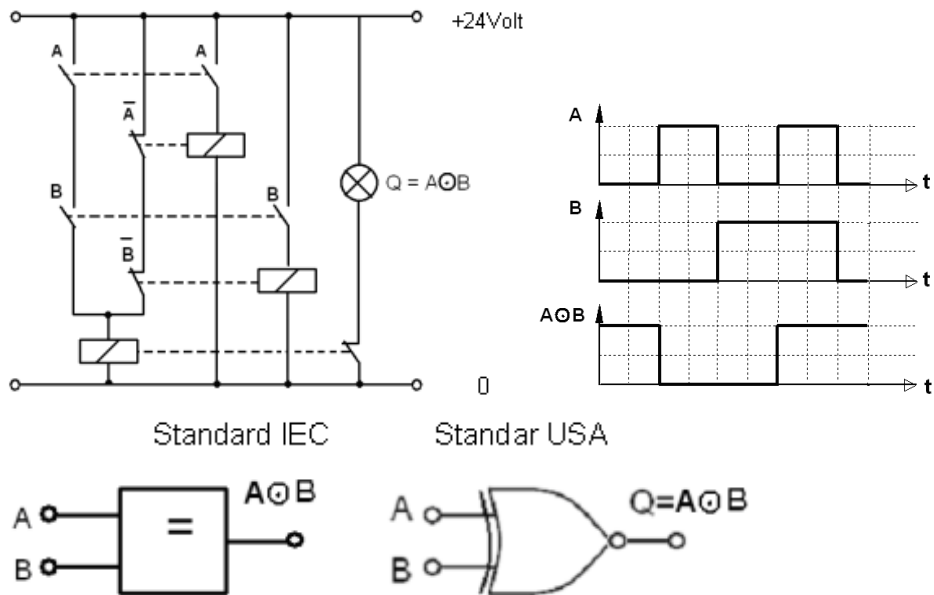
2. Gerbang dasar NOR adalah ekuivalen dengan dua buah saklar terbuka yang terpasang parallel / jajar.



3. Gerbang EX-OR hanya akan memiliki keluaran Q="1" bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi berbeda.



4. Gerbang EX-NOR Bila saklar A dan B masing-masing dihubungkan (on) atau diputus (off) maka lampu akan menyala. Namun bila saklar A dan B dalam kondisi yang berlawanan, maka lampu akan mati





## Kegiatan Pembelajaran 9

### Aljabar Boole

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi aljabar boole ini, peserta diharapkan dapat;

1. Mengevaluasi proses pengujian desain rangkaian digital dengan benar dan efektif.

#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Menemukan karakteristik pada pengujian desain rangkaian digital dengan benar dan efektif

#### C. Uraian Materi

##### 1. Aljabar Boole

Untuk menyelesaikan desain rangkaian digital tentunya dibutuhkan rangkaian yang benar, efektif, sederhana, hemat komponen serta ekuivalen gerbang dasar bila terjadi keterbatasan komponen yang tersedia. Untuk itu diperlukan penyelesaian secara matematis guna mencapai tujuan-tujuan tersebut di atas. Aljabar boole adalah cara menyelesaikan permasalahan dengan penyederhanaan melalui beberapa persamaan sebagai berikut :

Postulate 2	$x + 0 = x$ .....	Persamaan 10.1
	$x \cdot 1 = x$ .....	Persamaan 10.2
Postulate 5	$x + x' = 1$ .....	Persamaan 10.3
	$x \cdot x' = 0$ .....	Persamaan 10.4
Theorems 1	$x + x = x$ .....	Persamaan 10.5
	$x \cdot x = x$ .....	Persamaan 10.6
Theorems 2	$x + 1 = 1$ .....	Persamaan 10.7
	$x \cdot 0 = 0$ .....	Persamaan 10.8
Theorems 3, involution	$(x')' = x$ .....	Persamaan 10.9
Postulate 3 Commutative	$x+y = y+x$ .....	Persamaan 10.10
	$x \cdot y = x \cdot y$ .....	Persamaan 10.11
Theorems 4 Associative	$x+(y+z)=(x+y)+z$ .....	Persamaan 10.12
	$x(yz) = (xy)z$ .....	Persamaan 10.13

- Postulate 4 Distributive  $x(y+z) = xy + xz$ .....Persamaan 10.14  
 $x+yz = (x+y)(x+z)$  .....Persamaan 10.15
- Theorems 5 De Morgan  $(x+y)' = x'y'$  .....Persamaan 10.16  
 $(x.y)' = x'+y'$ .....Persamaan 10.17
- Theorems 6 Absorption  $x+xy = x$  .....Persamaan 10.18  
 $x(x+y) = x$  .....Persamaan 10.19

## 2. Karnaugh Map

Karnaugh *map* adalah metode untuk mendapatkan persamaan rangkaian digital dari tabel kebenarannya. Aplikasi dari Karnaugh map adalah dengan cara memasukkan data keluaran dari tabel kebenaran ke dalam tabel karnaugh map. Dengan menggunakan metode *Sum of Product*, maka keluaran yang berlogik “1” dan berdekatan atau berderet ditandai dengan tanda hubung. Kemudian tuliskan persamaannya dengan metode SOP.

### a) Karnaugh map dua masukan satu keluaran

Tabel sebuah rangkaian yang memiliki dua masukan A,B dan satu keluaran Q :

Tabel 9.1 Tabel kebenaran 2 masukan 1 keluaran

A	B	Q
0	0	A0
0	1	A1
1	0	A2
1	1	A3

Karnaugh map

		A	
		0	1
B	0	A0	A2
	1	A1	A3

Contoh soal 1:

Dengan menggunakan Karnaugh map, tentukan persamaan dari data keluaran yang ada pada tabel kebenaran berikut :

Tabel 9.2 Tabel kebenaran contoh 1

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Karnaugh Map

		A	
		0	1
B	0	0	0
	1	0	1



Maka persamaan rangkaian tersebut adalah :  $Q = A.B$

Contoh soal 2:

Dengan menggunakan Karnaugh map, tentukan persamaan dari data keluaran yang ada pada tabel kebenaran berikut :

Tabel 9.3 Tabel kebenaran contoh 2

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Karnaugh map

B \ A	0	1
0	0	1
1	1	0

Maka persamaan rangkaian tersebut adalah :  $Q = \bar{A}B + A\bar{B} = A \oplus B$

Bentuk-bentuk lain penyelesaian Karnaugh map adalah sebagai berikut:

Tabel 9.4 Tabel kebenaran contoh 3

A	B	Q
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Karnaugh map

B \ A	0	1
0	0	0
1	1	1

Persamaan  $Q = B$

Contoh lain : bila diketahui data-data seperti pada tabel 10.4, tuliskan persamaan rangkaian tersebut?

Tabel 9.5 Tabel kebenaran contoh 4

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Karnaugh map

B \ A	0	1
0	0	0
1	0	1

Persamaan adalah  $Q = A$

### b) Karnaugh map tiga masukan satu keluaran

Karnaugh map ada yang memiliki tiga buah masukan A,B,C dan sebuah keluaran Q seperti pada tabel 10.6.

Tabel 9.6 Tabel Karnaugh Map 3 masukan 1 keluaran

A	B	C	Q
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

Karnaugh Map

AB \ C	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	0	0	0	1

Contoh 5:

Dengan menggunakan Karnaugh map, tentukan persamaan dari data keluaran yang ada pada tabel kebenaran berikut :

Tabel 9.7 Tabel kebenaran contoh 5

A	B	C	Q
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Karnaugh Map

AB \ C	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	1	1	0	0

Persamaan rangkaian adalah  $Q = \bar{A}\bar{C} + \bar{A}C$

Bentuk-bentuk karnaugh map yang lain untuk 3 masukan 1 keluaran:

Tabel 9.8 Tabel kebenaran contoh 5

A	B	C	Q
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Karnaugh Map

AB \ C	00	01	11	10
0	1	1	0	0
1	1	1	0	0

Persamaan rangkaian adalah  $Q = \bar{A}$

Contoh 6.

Diketahui tabel kebenaran di bawah, cari persamaan rangkaian.

Tabel 9.9 Tabel kebenaran contoh 6

A	B	C	Q
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Karnaugh map

AB \ C	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	0	1	1	0

Persamaan rangkaian adalah  $Q = B$

Contoh 7.

Diketahui tabel kebenaran di bawah, cari persamaan rangkaian.

Tabel 9.10 Tabel kebenaran contoh 7

A	B	C	Q
0	0	0	1
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	0
1	1	1	0

Karnaugh map

AB \ C	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	0	0	1

Persamaan rangkaian adalah  $Q = \bar{B}$

Contoh 8.

Diketahui tabel kebenaran di bawah, cari persamaan rangkaian.

Tabel 9.11 Tabel kebenaran contoh 8

A	B	C	Q
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Karnaugh map

AB \ C	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	0	0	0	0

Persamaan rangkaian adalah  $Q = \bar{B} \cdot \bar{C}$

**c) KarnaughMap Empat Masukan A,B,C,D dan Satu Keluaran Q**

Tabel 9.12 Tabel kebenaran 4 masukan 1 keluaran

A	B	C	D	Q
0	0	0	0	A0
0	0	0	1	A1
0	0	1	0	A2
0	0	1	1	A3
0	1	0	0	A4
0	1	0	1	A5
0	1	1	0	A6
0	1	1	1	A7
1	0	0	0	A8
1	0	0	1	A9
1	0	1	0	A10
1	0	1	1	A11
1	1	0	0	A12
1	1	0	1	A13
1	1	1	0	A14
1	1	1	1	A15

Karnaugh *map* yang memiliki empat buah masukan dan satu buah keluaran adalah seperti pada tabel 10.12 di atas.

Tabel 9.13 Tabel kebenaran 4 masukan 1 keluaran

AB \ CD	00	01	11	10
00	A0	A4	A12	A8
01	A1	A5	A13	A9
11	A3	A7	A15	A11
10	A2	A6	A14	A10

Aplikasi dari model Karnaugh map 4 masukan 1 keluaran adalah sebagai berikut:

Contoh 9.

Diketahui tabel kebenaran di bawah, cari persamaan rangkaian.

Tabel 9.14a Tabel kebenaran 4 masukan 1 keluaran contoh 9

A	B	C	D	Q
0	0	0	0	1
0	0	0	1	0
0	0	1	0	1
0	0	1	1	0
0	1	0	0	0
0	1	0	1	1
0	1	1	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	0	0
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0
1	1	1	1	1

Karnaugh Map

AB \ CD	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	0	1	1	0
11	0	1	1	0
10	1	0	0	1

Persamaan adalah :  $Q = \bar{B}\bar{D} + BD$

**d) Karnaugh Map Lima Masukan A,B,C,D,E dan Satu Keluaran Q**

Karnaugh map yang memiliki lima buah masukan dan satu buah keluaran adalah seperti pada Tabel 9.13, table ini merupakan Tabel Kebenaran 5 masukan 1. Karnaugh map harus dipecah menjadi dua bagian, yaitu untuk kondisi masukan A=0 dan A=1.

Sehingga Karnaugh map-nya sebagai berikut:

Aplikasi dari model Karnaugh map 5 masukan 1 keluaran adalah sebagai berikut :

Contoh 10.

Diketahui tabel kebenaran (Tabel 10.14), cari persamaan rangkaian.

Tabel 9.14b Tabel kebenaran 5 masukan 1

A	B	C	D	E	Q
0	0	0	0	0	A0
0	0	0	0	1	A1
0	0	0	1	0	A2
0	0	0	1	1	A3
0	0	1	0	0	A4
0	0	1	0	1	A5
0	0	1	1	0	A6
0	0	1	1	1	A7
0	1	0	0	0	A8
0	1	0	0	1	A9
0	1	0	1	0	A10
0	1	0	1	1	A11
0	1	1	0	0	A12
0	1	1	0	1	A13
0	1	1	1	0	A14
0	1	1	1	1	A15
1	0	0	0	0	A16
1	0	0	0	1	A17
1	0	0	1	0	A18
1	0	0	1	1	A19
1	0	1	0	0	A20
1	0	1	0	1	A21
1	0	1	1	0	A22
1	0	1	1	1	A23
1	1	0	0	0	A24
1	1	0	0	1	A25
1	1	0	1	0	A26
1	1	0	1	1	A27
1	1	1	0	0	A28
1	1	1	0	1	A29
1	1	1	1	0	A30
1	1	1	1	1	A31

Untuk A=0

BC \ DE	00	01	11	10
00	A0	A4	A12	A8
01	A1	A5	A13	A9
11	A3	A7	A15	A11
10	A2	A6	A14	A10

Untuk A=1

BC \ DE	00	01	11	10
00	A16	A20	A28	A24
01	A17	A21	A29	A25
11	A19	A23	A31	A27
10	A18	A22	A30	A26

Tabel 9.15 Tabel kebenaran contoh 10

A	B	C	D	E	Q
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

Untuk A=0

BC \ DE	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	0	1	1
11	0	0	1	1
10	1	0	1	1

Persamaan rangkaian:

$$Q_1 = \bar{C}.E + B$$

Untuk A=1

BC \ DE	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

Persamaan rangkaian  $Q_2 = E$

Maka persamaan total  $= \bar{C}.E + B + E$

#### D. Aktifitas Pembelajaran

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan aljabar boole pada penyederhanaan rangkaian digital.
2. Perhatikan postulat dan theorem yang dipergunakan dalam menyelesaikan masalah untuk meringkas dan menyederhanakan.
3. Perhatikan pula teknik karnaugh map dalam menyederhanakan dan menyelesaikan masalah dengan berbagai jumlah input.

#### E. Latihan/Tugas

1. Selesaikan persamaan berikut

$$x + 0 = \dots\dots\dots$$

$$x \cdot 1 = \dots\dots\dots$$

$$x + x' = \dots\dots\dots$$

$$x \cdot x' = \dots\dots\dots$$

$$x + x = \dots\dots\dots$$

$$x \cdot x = \dots\dots\dots$$

$$x + 1 = \dots\dots\dots$$

$$x \cdot 0 = \dots\dots\dots$$

$$(x')' = \dots\dots\dots$$

$$x+y = \dots\dots\dots$$

$$x \cdot y = \dots\dots\dots$$

$$x+(y+z)=\dots\dots\dots$$

$$x(yz) = \dots\dots\dots$$

$$x(y+z) = \dots\dots\dots$$

$$x+yz = \dots\dots\dots$$

$$(x+y)' = \dots\dots\dots$$

$$(x \cdot y)' = \dots\dots\dots$$

$$x+xy = \dots\dots\dots$$

$$x(x+y) = \dots\dots\dots$$

2. Apa yang dimaksud dengan aljabar boole ?
3. Apa yang anda ketahui tentang Karnaugh Map?
4. Bila diketahui tabel kebenaran sebagai berikut, tentukan persamaan rangkaiannya.



A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

5. Diketahui tabel kebenaran seperti di bawah ini, tentukan persamaan rangkaiannya

A	B	C	D	E	Q
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1

1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

## **F. Rangkuman**

- ✓ Aljabar boole adalah cara menyelesaikan permasalahan disain rangkaian digital yang benar, efektif, sederhana, hemat komponen dengan penyederhanaan melalui beberapa persamaan matematik
- ✓ Karnaugh *map* adalah metode untuk mendapatkan persamaan rangkaian digital dari tabel kebenarannya. Aplikasi dari Karnaugh map adalah dengan cara memasukkan data keluaran dari tabel kebenaran ke dalam tabel karnaugh map

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Guru setelah menyelesaikan latihan dalam modul ini diharapkan mempelajari kembali bagian-bagian yang belum dikuasai dari modul ini untuk dipahami secara mendalam sebagai bekal dalam melaksanakan tugas keprofesian guru dan untuk bekal dalam mencapai hasil pelaksanaan uji kompetensi guru dengan ketuntasan minimal materi 80%.

Setelah mentuntaskan modul ini maka selanjutnya guru berkewajiban mengikuti uji kompetensi. Dalam hal uji kompetensi, jika hasil tidak dapat mencapai batas nilai minimal ketuntasan yang ditetapkan, maka peserta uji kompetensi wajib mengikuti diklat sesuai dengan grade perolehan nilai yang dicapai.

## H. Kunci Jawaban

1. Selesaikan persamaan berikut

$$x + 0 = x$$

$$x \cdot 1 = x$$

$$x + x' = 1$$

$$x \cdot x' = 0$$

$$x + x = x$$

$$x \cdot x = x$$

$$x + 1 = 1$$

$$x \cdot 0 = 0$$

$$(x')' = x$$

$$x+y = y+x$$

$$x \cdot y = x \cdot y$$

$$x+(y+z) = (x+y)+z$$

$$x(yz) = (xy)z$$

$$x(y+z) = xy + xz$$

$$x+yz = (x+y)(x+z)$$

$$(x+y)' = x'y'$$

$$(x \cdot y)' = x' + y'$$

$$x+xy = x$$

$$x(x+y) = x$$

2. Apa yang anda ketahui tentang Karnaugh Map?

Karnaugh *map* adalah metode untuk mendapatkan persamaan rangkaian digital dari tabel kebenarannya

3. Bila diketahui tabel kebenaran sebagai berikut, tentukan persamaan rangkaiannya.

A	B	Q
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Karnaugh Map

A \ B	0	1
0	0	0
1	0	1

Maka persamaan rangkaian tersebut adalah :  $Q = A \cdot B$

4. Diketahui tabel kebenaran seperti di bawah ini, tentukan persamaan rangkaiannya

A	B	C	D	E	Q
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1
0	0	0	1	1	0
0	0	1	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	0	1	1	0	0
0	0	1	1	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	1	1
0	1	0	1	0	1
0	1	0	1	1	1
0	1	1	0	0	1
0	1	1	0	1	1
0	1	1	1	0	1
0	1	1	1	1	1
1	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
1	0	0	1	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	0	0	0
1	0	1	0	1	1
1	0	1	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0
1	1	1	0	1	1
1	1	1	1	0	1
1	1	1	1	1	0

Untuk A=0

BC \ DE	00	01	11	10
00	0	0	1	1
01	1	0	1	1
11	0	0	1	1
10	1	0	1	1

Persamaan rangkaian:

$$Q_1 = \bar{C}.E + B$$

Untuk A=1

BC \ DE	00	01	11	10
00	0	0	0	0
01	1	1	1	1
11	0	0	0	0
10	1	1	1	1

Persamaan rangkaian  $Q_2 = E$

Maka persamaan total  $= \bar{C}.E + B + E$

## KEGIATAN PEMBELAJARAN 10

### RANGKAIAN SEKUENSIAL

#### A. Tujuan

Setelah mengikuti materi rangkaian sekuensial ini, peserta diharapkan dapat;

1. Mengkreasi sistim rangkaian dasar elektronika digital beserta proses pengujiannya

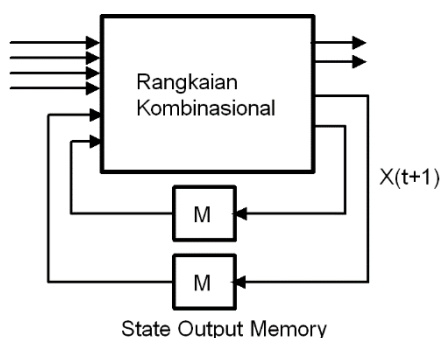
#### B. Indikator Pencapaian Kompetensi

1. Merencanakan gambar desain rangkaian pengujian komponen elektronika digital
2. Merealisasikan rangkaian pengujian komponen elektronikadigital
3. Melakukan proses pengujian pada rangkaian dasar elektronika digital

#### C. Uraian Materi

##### Rangkaian Sekuensial

Yang dimaksud rangkaian sekuensial adalah kondisi rangkaian bila memiliki masukan  $X(t+1)$  yang tergantung dari masukan saat ini dan keluaran sebelumnya.



Gambar 10.1 Gambar blok sekuensial

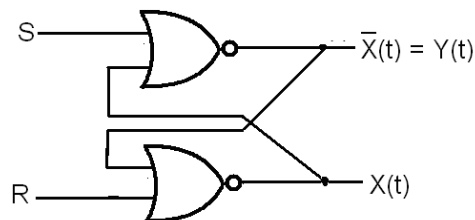
#### 1. *Present State Next State (PSNS)*

Pada system *presen state next state*, kondisi  $X(t+1)$  sangat dipengaruhi oleh kondisi set S dan reset R serta  $X(t)$ . Bila  $S = 0$  dan  $R = 0$ , maka  $X(t+1) = X(t)$ . Pada saat  $S = 0$  dan  $R = 1$ , maka kondisi  $X(t+1)=R$  dan tidak terpengaruh perubahan  $X(t)$ . Sedangkan pada saat S

= 1 dan R = 0, maka kondisi  $X(t+1) = S$  dan tidak terpengaruh perubahan  $X(t)$ . Sementara pada saat  $S = 1$  dan  $R = 1$ ,  $X(t+1)$  tidak didefinisikan.

Tabel 10.1 Tabel kebenaran PSNS

S	R	X(t)	X(t+1)
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	? undefined
1	1	1	? undefined



Gambar 10.2 Rangkaian PSNS

## 2. S-R flip-flop (bistabel flip-flop)

Untuk menyederhanakan PSNS, maka dikembangkan *set-reset flip-flop*. Pada kondisi  $S = 0$  dan  $R = 0$ , maka kondisi  $X(t+1) = X(t)$ . Bila  $S = 1$  dan  $R = 0$ , maka kondisi  $X(t+1) = 1$ . Bila  $S = 0$  dan  $R = 1$ , maka  $X(t+1) = 0$ . Bila  $S = 1$  dan  $R = 1$  maka  $X(t+1)$  tidak didefinisikan.

Tabel 10.2 Tabel kebenaran S-R flip-flop

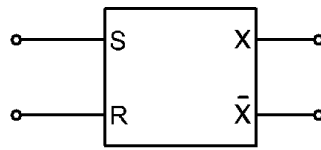
S	R	X(t+1)
0	0	X(t)
0	1	1
1	0	0
1	1	?

$$X(t+1) = \overline{Y(t) + R(t)}$$

$$Y(t+1) = \overline{X(t) + S(t)}$$

$$X(t+1) = \overline{\overline{\overline{X(t) + S(t)} + R(t)}}$$

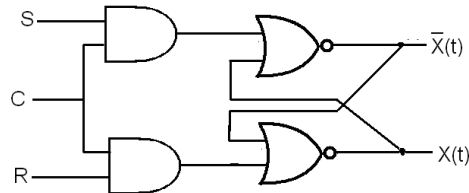
$$X(t+1) = \overline{R(t)} \{ X(t) + S(t) \}$$



Gambar 10.3 Blok diagram SR *flip-flop*.

### 3. Clocked S-R FLIP-FLOP

Sebuah S-R *flip flop* adalah rangkaian S-R flip-flop yang dikendalikan oleh *clock*. *Set* dan *reset* akan dikendalikan oleh kondisi *clock*. *Set* dan *reset* akan berfungsi hanya bila kondisi *clock* adalah *high* ("1"), sebaliknya *set* dan *reset* tidak akan berfungsi atau  $X(t+1) = X(t)$  bila kondisi *clock* adalah *low* ("0").



Gambar 10.4 Rangkaian *clocked* S-R *flip-flop*

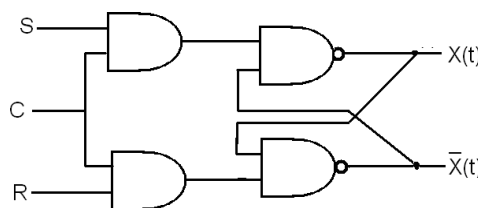
Persamaan :

$$X(t+1) = \overline{RC}(t)\{X(t) + SC(t)\}$$

Bila  $C = 0$ , maka  $X(t+1) = X(t)$

$$C = 1, \text{ maka } X(t+1) = \overline{RC}(t)\{X(t) + SC(t)\}$$

*Clocked S-R flip-flop* bisa dikembangkan dengan menggunakan gerbang NAND.



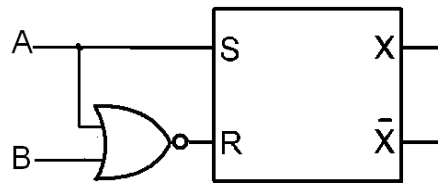
Gambar 10.5 *Clocked S-R flip flop* dengan gerbang NAND

Darigambar 10.5 tersebut di atas dapat dituliskan persamaan :

$$X(t+1) = S(t) + \overline{R}(t)\{X(t)\}$$

### 4. RS Flip Flop dengan NOR

Pengembangan lebih lanjut dari *Set reset flip-flop* (RS *flip-flop*) adalah dengan memasang gerbang NOR pada *reset* R. Pada gambar 10.6 bila masukan B = "0" (*low*), maka keluaran  $X(t+1)=X(t)$ .



Gambar 10.6 *RS flip-flop* dengan NOR

Dari gambar 10.5 bisa dituliskan persamaan :

$$S(t) = A(t)$$

$$R(t) = \overline{A(t) + B(t)}$$

$$X(t+1) = \overline{R(t)}\{S(t) + Z(t)\}$$

$$X(t+1) = \overline{\{A(t) + B(t)\}}\{A(t) + Z(t)\}$$

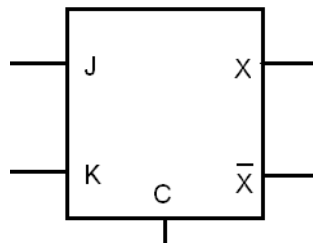
$$X(t+1) = A(t) + A(t)Z(t) + A(t)B(t) + B(t)Z(t)$$

$$X(t+1) = A(t) + B(t)Z(t)$$

Syarat  $S.R \neq 1$

### 5. *JK Flip-Flop*

Pengembangan dari *RS flip flop* yang lain adalah *JK flip flop*. Rangkaian ini memiliki masukan J dan K , kendali clock C dan keluaran X dan  $\bar{X}$  .



Gambar 10.7 *JK flip-flop*

Tabel 10.3 Tabel kebenaran *JK flip-flop*

J	K	$X(t+1)$
0	0	$X(t)$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{X}(t)$

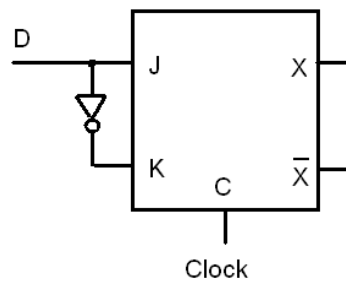
Dari tabel 11.3 tersebut di atas bisa dituliskan persamaan *JK flip-flop*

$$X(t+1) = J(t)\bar{X}(t) + \bar{K}(t)X(t)$$



## 6. D Flip-Flop

Data *flip-flop* (*D-flip flop*) adalah sebuah register yang berfungsi mengendalikan atau menyimpan data masukan. Antara masukan J dan K terhubung gerbang NOT, sehingga rangkaian ini hanya memiliki sebuah masukan D saja.



Gambar 10.8 *D-flip-flop*

Dari gambar 10.4 tersebut di atas maka bisa dituliskan tabel kebenaran D flip-flop seperti di tabel bawah.

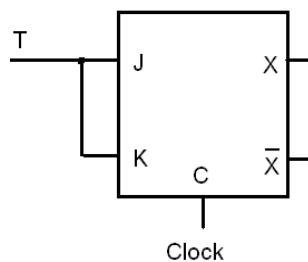
Tabel 10.4 Tabel kebenaran D *flip flop*

D	X	X(t+1)
0	0	0
0	1	0
1	0	1
1	1	1

Persamaan D *flip flop*:  $X(t+1) = D(t)$

## 7. Toggle Flip-Flop

*Toggle flip flop* dipersiapkan untuk mendisain sebuah *counter* (pencacah). Masukan J dan K dihubungkan menjadi satu sebagai masukan T. sebuah kendali *clock* C dan keluaran keluaran X dan  $\bar{X}$ .



Gambar 10.9 *T flip-flop*.

Tabel 10.5 Tabel Kebenaran T *flip-flop*

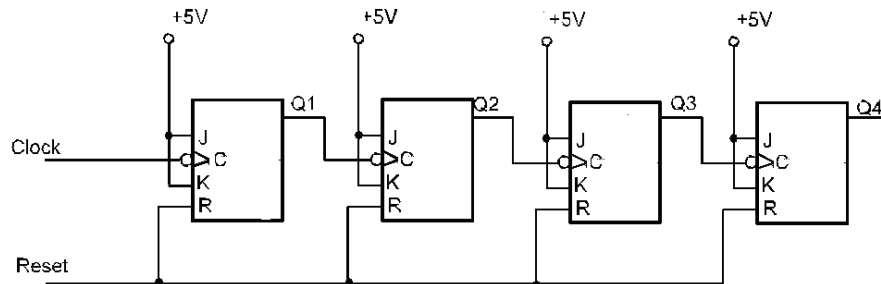
T	X	X(t+1)
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Dari Tabel 10.5 Tabel Kebenaran bisa dituliskan persamaan T *flip-flop* seperti persamaan di bawah.

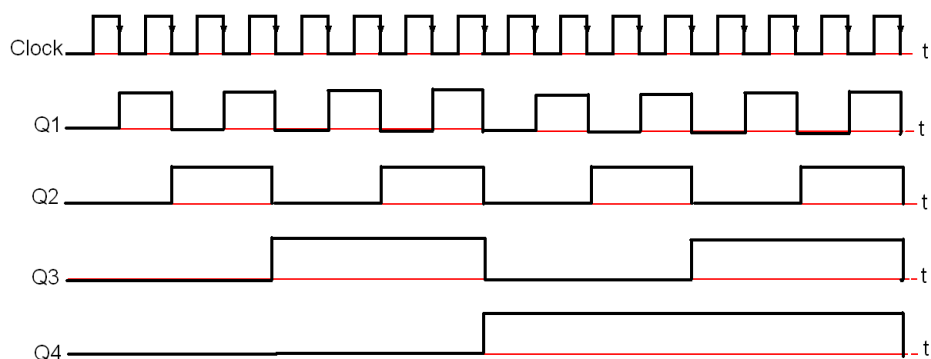
$$X(t+1) = T \oplus X$$

### 8. Penghitung Naik Asinkron (*Asynchron Up Counter*)

Penghitung naik yang terdiri dari empat bit keluaran Q1, Q2, Q3, Q4. *Clock* diberi masukan dari keluaran rangkaian sebelumnya (tidak serempak). Rangkaian ini akan menghitung “0000” sampai dengan “1111”



Gambar 10.10a Rangkaian penghitung naik asinkron

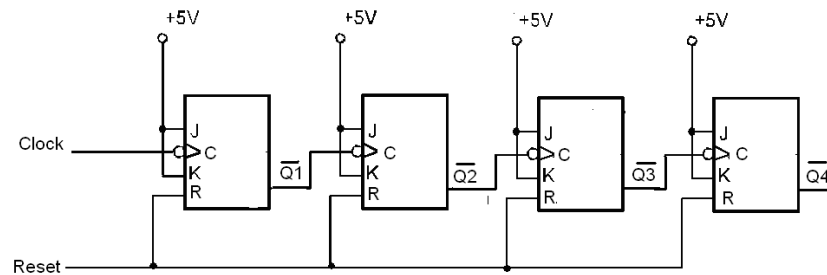


Gambar 10.10b Penghitung naik asinkron (*Asynchron Up Counter*)

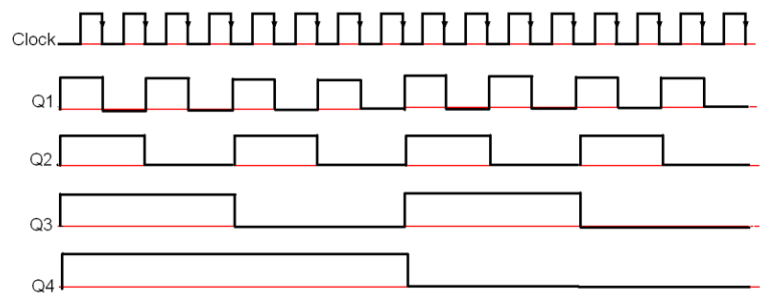
Keluaran rangkaian akan berubah kondisinya hanya bila pulsa pada masukan clock bergerak dari *high* ("1") ke *low* ("0"), pada kondisi lain maka keluaran akan tetap dipertahankan.

### 9. Penghitung Turun Asinkro (*Asynchrony Down Counter*)

Penghitung turun asinkron yang terdiri dari empat bit keluaran Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>. Rangkaian ini akan menghitung "1111" sampai dengan "0000"



Gambar 10.11a Rangkaian Penghitung turun asinkron

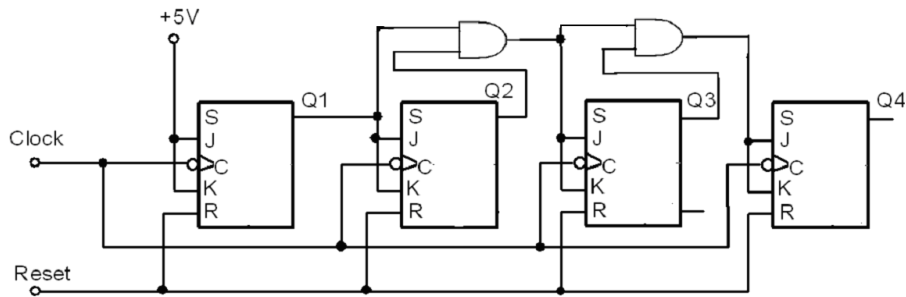


Gambar 10.11b Bentuk pulsa penghitung turun asinkron

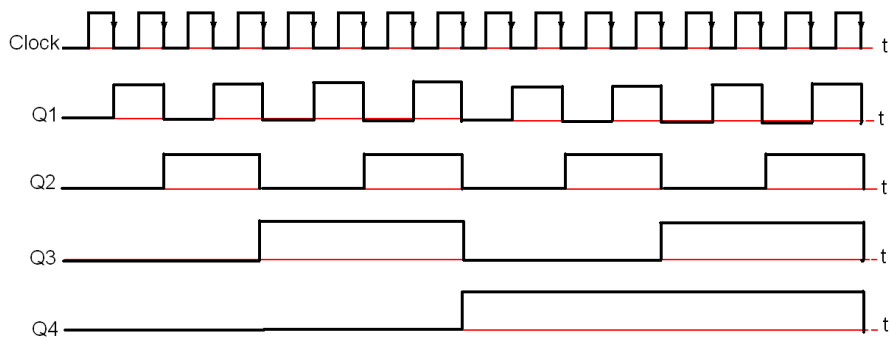
Keluaran rangkaian akan berubah kondisinya hanya bila pulsa pada masukan *clock* C bergerak dari *high* ("1") ke *low* ("0"), pada kondisi lain maka keluaran akan tetap dipertahankan namun komposisi keluaran empat buah JK *flip-flop* akan bergerak dari "1111" menuju "0000".

### 10. Penghitung Naik Sinkron (*Synchrony Up Counter*)

Penghitung naik sinkron yang terdiri dari empat bit keluaran Q<sub>1</sub>, Q<sub>2</sub>, Q<sub>3</sub>, Q<sub>4</sub>. *Clock* diberi masukan secara serempak (terpasang paralel) dan diberi masukan *clock* secara bersamaan dari sumber *clock*. Rangkaian ini akan menghitung "0000" sampai dengan "1111". Sama dengan penghitung sebelumnya bawa kondisi keluaran akan berubah kondisinya hanya bila ada sinyal masukan pada *clock* C yang bergerak dari *high* ke *low*.



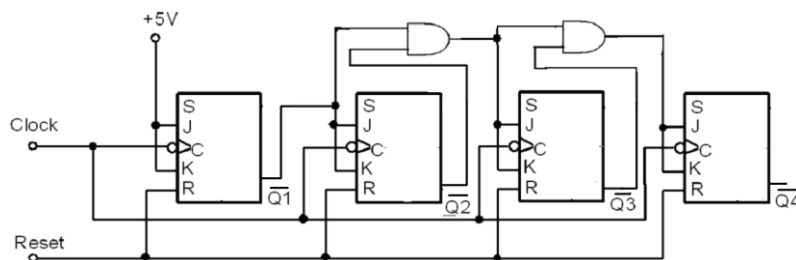
Gambar 10.12a Rangkaian penghitung naik sinkron



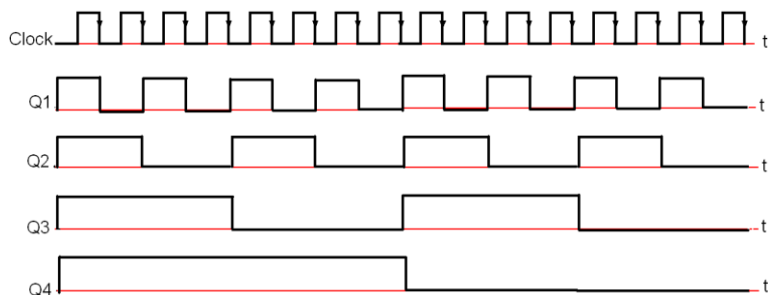
Gambar 10.12b Bentuk penghitung naik sinkron

## 11. Penghitung Turun Sinkron (*Synchrony Down Counter*)

Kebalikan dari penghitung naik sinkron, penghitung turun sinkron yang terdiri dari empat bit keluaran  $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$ . Rangkaian ini akan menghitung "1111" sampai dengan "0000". Masukan *clock* diberi masukan secara serempak.



Gambar 10.13a Rangkaian penghitung turun sinkron



Gambar 10.13b Bentuk pulsa penghitung turun sinkron

Penghitung baik sinkron maupun asinkron bisa didisain sebagai pengitung dari 1 sampai dengan 15 (contoh penghitung sampai dengan 10, 8, 6 ) dengan cara memasang gerbang-gerbang dasar tertentu yang inputnya dipasang pada keluaran beberapa *flip-flop* sedngkan keluarannya diumpankan ke *reset* R agar penghitung kembali ke "0".

#### **D. Aktifitas Pembelajaran**

1. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan rangkaian sekuensial pada flip flop.
2. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan rangkaian penghitung naik asinkron.
3. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan rangkaian penghitung turun asinkron.
4. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan rangkaian penghitung naik sinkron.
5. Selama proses pembelajaran, Anda hendaknya mengidentifikasi mendeskripsikan rangkaian penghitung turun sinkron.

## E. Latihan/Tugas

1. Apa yang dimaksud dengan rangkaian sekuensial?
2. Gambarkan rangkaian dari S-R Flip-Flop dan persamaan
3. Gambarkan rangkaian dari JK Flip-Flop dan persamaan
4. Gambarkan rangkaian dari D Flip-Flop dan persamaan
5. Gambarkan rangkaian penghitung naik asinkron

## F. Rangkuman

- ✓ Yang dimaksud rangkaian sekuensial adalah kondisi rangkaian bila memiliki masukan  $X(t+1)$  yang tergantung dari masukan saat ini dan keluaran sebelumnya.
- ✓ Pada system *presen state next state*, kondisi  $X(t+1)$  sangat dipengaruhi oleh kondisi set S dan reset R serta  $X(t)$ . Bila  $S = 0$  dan  $R = 0$ , maka  $X(t+1) = X(t)$ . Pada saat  $S = 0$  dan  $R = 1$ , maka kondisi  $X(t+1)=R$  dan tidak terpengaruh perubahan  $X(t)$ . Sedangkan pada saat  $S = 1$  dan  $R = 0$ , maka kondisi  $X(t+1) = S$  dan tidak terpengaruh perubahan  $X(t)$ . Sementara pada saat  $S = 1$  dan  $R = 1$ ,  $X(t+1)$  tidak didefinisikan.
- ✓ Untuk menyederhanakan PSNS, maka dikembangkan *set-reset flip-flop*. Pada kondisi  $S = 0$  dan  $R = 0$ , maka kondisi  $X(t+1) = X(t)$ . Bila  $S=1$  dan  $R=0$ , maka kondisi  $X(t+1) = 1$ . Bila  $S = 0$  dan  $R = 1$ , maka  $X(t+1)= 0$ . Bila  $S = 1$  dan  $R = 1$  maka  $X(t+1)$  tidak didefinisikan.
- ✓ Sebuah S-R *flip flop* adalah rangkaian S-R flip-flop yang dikendalikan oleh *clock*. *Set* dan *reset* akan dikendalikan oleh kondisi *clock*. *Set* dan *reset* akan berfungsi hanya bila kondisi *clock* adalah *high* ("1"), sebaliknya *set* dan *reset* tidak akan berfungsi atau  $X(t+1) = X(t)$  bila kondisi *clock* adalah *low* ("0").
- ✓ Pengembangan lebih lanjut dari *Set reset flip-flop* (*RS flip-flop*) adalah dengan memasang gerbang NOR pada *reset R*. Pada

gambar 3.47 bila masukan  $B = "0"$  (*low*), maka keluaran  $X(t+1)=X(t)$ .

- ✓ Pengembangan dari *RS flip flop* yang lain adalah *JK flip flop*. Rangkaian ini memiliki masukan J dan K, kendali clock C dan keluaran X dan  $\bar{X}$ .
- ✓ *Data flip-flop (D-flip flop)* adalah sebuah register yang berfungsi mengendalikan atau menyimpan data masukan. Antara masukan J dan K terhubung gergang NOT, sehingga rangkaian ini hanya memiliki sebuah masukan D saja.
- ✓ *Toggle flip flop* dipersiapkan untuk mendisain sebuah *counter* (pencacah). Masukan J dan K dihubungkan menjadi satu sebagai masukan T. sebuah kendali *clock* C dan keluaran keluaran X dan  $\bar{X}$ .
- ✓ Penghitung naik yang terdiri dari empat bit keluaran Q1, Q2, Q3, Q4. *Clock* diberi masukan dari keluaran rangkaian sebelumnya (tidak serempak). Rangkaian ini akan menghitung "0000" sampai dengan "1111"
- ✓ Penghitung turun asinkron yang terdiri dari empat bit keluaran Q1, Q2, Q3, Q4. Rangkaian ini akan menghitung "1111" sampai dengan "0000"
- ✓ Penghitung naik sinkron yang terdiri dari empat bit keluaran Q1, Q2, Q3, Q4. *Clock* diberi masukan secara serempak (terpasang paralel) dan diberi masukan *clock* secara bersamaan dari sumber *clock*. Rangkaian ini akan menghitung "0000" sampai dengan "1111".
- ✓ Kebalikan dari penghitung naik sinkron, penghitung turun sinkron yang terdiri dari empat bit keluaran Q1, Q2, Q3, Q4. Rangkaian ini akan menghitung "1111" sampai dengan "0000". Masukan *clock* diberi masukan secara serempak.



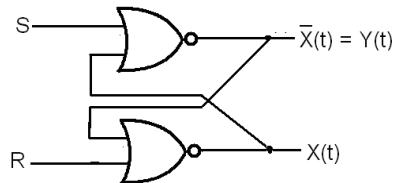
## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

Guru setelah menyelesaikan latihan dalam modul ini diharapkan mempelajari kembali bagian-bagian yang belum dikuasai dari modul ini untuk dipahami secara mendalam sebagai bekal dalam melaksanakan tugas keprofesian guru dan untuk bekal dalam mencapai hasil pelaksanaan uji kompetensi guru dengan ketuntasan minimal materi 80%.

Setelah mentuntaskan modul ini maka selanjutnya guru berkewajiban mengikuti uji kompetensi. Dalam hal uji kompetensi, jika hasil tidak dapat mencapai batas nilai minimal ketuntasan yang ditetapkan, maka peserta uji kompetensi wajib mengikuti diklat sesuai dengan grade perolehan nilai yang dicapai.

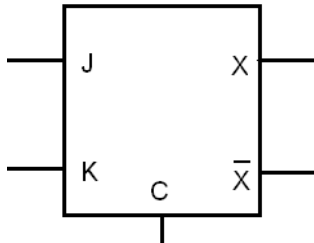
## H. Kunci Jawaban

1. Yang dimaksud rangkaian sekuensial adalah kondisi rangkaian bila memiliki masukan  $X(t+1)$  yang tergantung dari masukan saat ini dan keluaran sebelumnya
2. Rangkaian dari S-R Flip-Flop dan persamaan



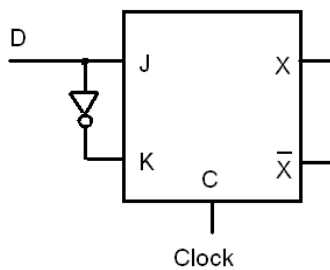
Persamaan SR Flip-flop :  $X(t+1) = \bar{R}(t)\{X(t) + S(t)\}$

3. Gambar rangkaian dari JK Flip-Flop dan persamaan



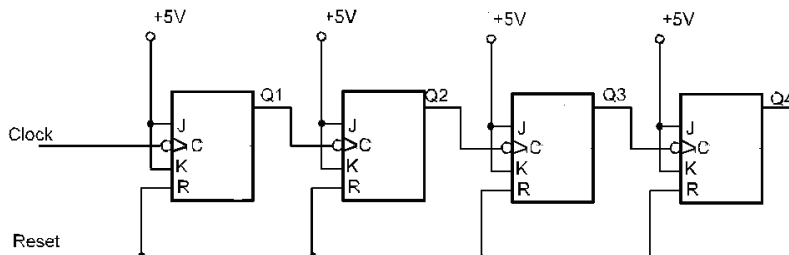
Persamaan JK Flip-flop :  $X(t+1) = J(t)\bar{X}(t) + \bar{K}(t)X(t)$

4. Gambar rangkaian dari D Flip-Flop dan persamaan



Persamaan D flip flop:  $X(t+1) = D(t)$

5. Gambar rangkaian penghitung naik asinkron



## Penutup

Materi yang terdiri dari dasar elektronika analog dan digital tersebut di atas adalah merupakan paparan ranah pengetahuan. Untuk lebih mendalami ke ranah skill, maka perlu adanya percobaan-percobaan melalui proses merangkai, mengukur, menganalisa dan mengambil sebuah kesimpulan.

### A. Kesimpulan

Elektronika analog terdiri dari mempelajari tentang dioda semikonduktor, zener dioda. Transistor bipolar, FET, DIAC, SCR dan Triac serta elektronika digital yang terdiri dari gerbang dasar, aljabar boole, rangkaian kombinasional, rangkaian sekuensial, rangkaian aplikasi digital pada decoder dan encoder, merupakan dasar pengetahuan yang sangat penting untuk mempelajari aplikasi elektronika yang lebih luas. Pada aplikasinya rangkaian dasar elektronika analog dan dasar elektronika digital bisa digabungkan dalam aplikasi rangkaian elektronika sesuai dengan kebutuhan.

### B. Tindak Lanjut

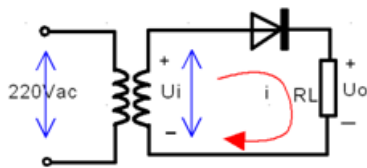
Setelah mempelajari modul ini tentu saja harus ditindaklanjuti dengan memperbanyak penyelesaian contoh-contoh soal serta memperbanyak percobaan-percobaan dalam membangun rangkaian, baik elektronika analog maupun digital, melakukan pengukuran-pengukuran, menganalisis hasil pengukuran dan mendapatkan kesimpulan. Untuk itu, ini semua tergantung dari keaktifan pengguna modul dalam mencapai hasil pembelajaran yang lebih baik.

### C. Evaluasi

Pilihlah jawaban yang paling benar pada soal di bawah ini

1. Semikonduktor type N bisa dibuat dengan cara *dopping* atom pentavalent yaitu...
  - a. arsen
  - b. galium
  - c. natrium

- d. indium
2. Semikonduktor type P bisa dibuat dengan cara *dopping* atom trivalent yaitu atom yang mempunyai elektron terluar 3 yaitu ...
    - a. Magnesium
    - b. Aluminium
    - c. Arsen
    - d. Bromium
  3. Dioda dibentuk oleh susunan dua buah semi konduktor type P dan type N yang dihubungkan sedemikian rupa sehingga membentuk...
    - a. Senyawa
    - b. Ikatan
    - c. Perlawanan
    - d. *junction* PN.
  4. Sebuah penyearah setengah gelombang tanpa filter kapasitor.



- Bila tegangan input  $U_i = 6 \text{ V eff}$ , maka tegangan  $U_o$  ...
- a. 0,27 Vdc
  - b. 1,27 Vdc
  - c. 2,70 Vdc
  - d. 6,00 Vdc
5. Dioda Zener dalam kondisi *reverse* bias, kaki katoda diberi ...
    - b. tegangan yang lebih negatif terhadap anoda
    - c. arus yang lebih besar terhadap anoda
    - d. arus yang lebih rendah terhadap anoda
    - e. tegangan yang lebih positif terhadap anoda
  6. Penguat transistor klas A menguatkan...
    - a. semua bagian sinyal input.
    - b. separuh bagian sinyal input.
    - c. lebih dari separuh bagian sinyal input.
    - d. kurang dari separuh bagian sinyal input.

7. Konfigurasi penguat transistor common base adalah memiliki...
  - a. Penguatan tegangan kurang dari 1
  - b. Penguatan arus kurang dari 1
  - c. Penguatan arus sangat besar
  - d. Penguat arus dan tegangan sangat besar
8. Konfigurasi penguat transistor common collector adalah memiliki...
  - a. Penguatan arus sangat besar dan penguat tegangan  $< 1$
  - b. Penguatan arus  $< 1$  dan penguat tegangan  $< 1$
  - c. Penguatan arus sangat besar dan penguat tegangan besar
  - d. Penguatan arus  $< 1$  dan penguat tegangan sangat besar
9. Konfigurasi penguat transistor common emitter adalah memiliki...
  - a. Penguat arus dan tegangan besar
  - b. Penguat arus besar, penguat tegangan = 1
  - c. Penguat arus = 1, penguat tegangan besar
  - d. Penguat arus = 1, penguat tegangan = 1
10. FET singkatan dari *Field Effect Transistor*, adalah suatu komponen semi konduktor yang cara kerjanya...
  - a. berdasarkan pengendalian arus gate dengan medan listrik pada drain.
  - b. berdasarkan pengendalian arus source dengan medan listrik pada gate.
  - c. berdasarkan pengendalian arus drain dengan medan listrik pada gate.
  - d. berdasarkan pengendalian arus drain dengan medan listrik pada source
11. Triac singkatan dari Triode Alternating Current Switch . Atinya...
  - a. saklar dioda untuk arus bolak-balik
  - b. saklar trioda untuk arus bolak-balik
  - c. saklar trioda untuk arus searah
  - d. saklar dioda untuk arus searah

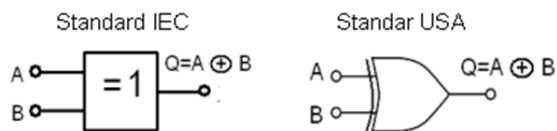
12. Konversikan bilangan pecahan biner  $0,1011_{(2)}$  ke dalam bilangan pecahan desimal.

- a. 0,678
- b. 0,687
- c. 0,867
- d. 0,876

13. Gerbang dasar OR adalah ekivalen dengan...

- a. dua buah saklar terbuka yang terpasang seri
- b. dua buah saklar tertutup yang terpasang parallel / jajar
- c. dua buah saklar terbuka yang terpasang parallel / jajar
- d. dua buah saklar tertutup yang terpasang parallel / jajar

14. Gerbang berikut adalah gerbang ...



- a. EX-NOR
- b. EX-OR
- c. NOR
- d. OR

15. Gerbang EX-OR sering ditulis dengan X-OR adalah gerbang yang paling sering dipergunakan dalam teknik komputer. Gerbang EX-OR hanya akan

...

- a. memiliki keluaran  $Q=0$  bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi berbeda
- b. memiliki keluaran  $Q=1$  bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi sama
- c. memiliki keluaran  $Q=1$  bila masukan-masukan A dan B memiliki kondisi berbeda
- d. memiliki keluaran  $Q=0$  bila masukan-masukan A dan B berbeda ataupun sama

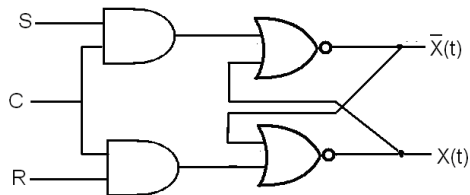
16. Karnaugh map berikut menghasilkan persamaan rangkaian...

Karnaugh map

AB \ C	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	0	0	0	0

- a.  $Q = \bar{B}.\bar{C}$
- b.  $Q = B.C$
- c.  $Q = B.\bar{C}$
- d.  $Q = \bar{B}.C$

17. Rangkaian berikut adalah...



- a. D Flip flop
- b. T Flip flop
- c. JK Flip flop
- d. SR Flip flop

18. Yang dimaksud rangkaian sekuensial adalah ...

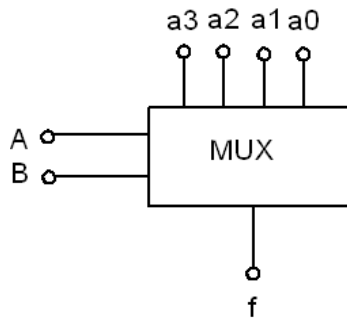
- a. kondisi rangkaian bila memiliki masukan  $X(t-1)$  yang tergantung dari masukan saat ini dan keluaran sebelumnya
- b. kondisi rangkaian bila memiliki masukan  $X(t)$  yang tergantung dari masukan saat ini dan keluarann sebelumnya
- c. kondisi rangkaian bila memiliki masukan  $X(t+1)$  yang tergantung dari masukan saat ini dan keluaran sesudahnya
- d. kondisi rangkaian bila memiliki masukan  $X(t+1)$  yang tergantung dari masukan saat ini dan keluaran sebelumnya

19. Pada *even parity*, jumlah bit "1" harus genap, maka ...

- a. *parity* dirancang untuk selalu mengkondisikan jumlah bit "0" agar selalu genap.
- b. *parity* dirancang untuk selalu mengkondisikan jumlah bit "0" agar selalu ganjil.

- c. *parity* dirancang untuk selalu mengkondisikan jumlah bit “1” agar selalu genap.
- d. *parity* dirancang untuk selalu mengkondisikan jumlah bit “1” agar selalu ganjil.

20. Rangkaian berikut adalah rangkaian ...



- a. Demultiplekser
- b. Multiplekser
- c. Decoder
- d. Encoder

#### D. Kunci Jawaban

1. A
2. B
3. D
4. C
5. E
6. A
7. B
8. A
9. A
10. C
11. B
12. B
13. C
14. B



15. C
16. A
17. D
18. D
19. C
20. C

### **E. Glosarium**

Komponen glosarium merupakan daftar kata-kata/istilah/frase yang berhubungan dengan uraian naskah, yang dianggap sulit/sukar dimengerti peserta pelatihan sehingga perlu diberikan penjelasan tambahan untuk memudahkan pemahaman pembaca, misalnya berkaitan dengan istilah teknis bidang ilmu, kata-kata serapan dari bahasa asing/daerah, kata-kata lama yang dipakai kembali, dan kata-kata yang sering dipakai media massa. Glosarium disusun secara alfabetis di akhir setiap modul, tidak bernomor urut, entri diawali dengan huruf kecil (kecuali nama diri), tidak diakhiri dengan titik (kecuali berupa kalimat).

## Daftar Pustaka

1. Suwardi, 2007, Sistem Menejemen Pembelajaran : Menciptakan Guru yang Kreatif, Temprina Media Grafika.
2. \_\_\_\_\_ 2008, *Quantum Teaching*. Mempraktekkan metode Quantum learning di ruang kelas. (Terjemahan). Bandung: Kaifaies
3. Molenda, Michael dkk. 2006 *Instructional Media And Technology For Teaching And Learning*. New York: Practice-Hall Inc
4. <http://fshamouzcier.blogspot.com/2012/03/clamper-cliper-dan-pelipat-tegangan.html>
5. G Loveday CEng, Sedyana. Ir (1994), Pengujian Elektronik dan Diagnosa Kesalahan, Jakarta: Elex Media Komputindo. PT.
6. Halliday & Resnick, Pantur Silaban & Erwin Sucipto (1984), Fisika, Jakarta: Erlangga
7. Heinrich Hübscher, Jürgen Klaue, Werner Pflüger, Siegfried Appelt (1988), Elektrotechnik Grundbildung Ausgabe E, Berlin: Westermann Schulbuchverlag Gmbh
8. Heinrich Hübscher, Szapanski (1989), Elektrotechnik Fachbildung Ausgabe E, Berlin: Kommunikationselektronik 1, Westermann Schulbuchverlag Gmbh.
9. Karl Schuster (1986), Susunan Materi, Penuntun Berencana 1, Katalis, Siemens AG.
10. Lehrermappe (1984), Analogtechnik, Bremen: Herausgeber
11. Udo Lob (1989), Cara Kerja Dioda Semikonduktor, Penuntun Berencana 17, Katalis, Siemens AG.

# LAMPIRAN

## Lampiran1

International System of Units (SI)—Metric Units

<i>Prefix</i>	<i>Symbol</i>	<i>Multiplication Factor</i>
exe	E	$10^{18} = 1,000,000,000,000,000,000$
peta	P	$10^{15} = 1,000,000,000,000,000$
tera	T	$10^{12} = 1,000,000,000,000$
giga	G	$10^9 = 1,000,000,000$
mega	M	$10^6 = 1,000,000$
kilo	k	$10^3 = 1,000$
hecto	h	$10^2 = 100$
deca	da	$10^1 = 10$
(unit)		$10^0 = 1$
deci	d	$10^{-1} = 0.1$
centi	c	$10^{-2} = 0.01$
milli	m	$10^{-3} = 0.001$
micro	$\mu$	$10^{-6} = 0.000001$
nano	n	$10^{-9} = 0.000000001$
pico	p	$10^{-12} = 0.000000000001$
femto	f	$10^{-15} = 0.000000000000001$
atto	a	$10^{-18} = 0.000000000000000001$

### **Linear**

1 meter (m) = 100 centimeters (cm) = 1000 millimeters (mm)

### **Area**

$1 \text{ m}^2 = 1 \times 10^4 \text{ cm}^2 = 1 \times 10^6 \text{ mm}^2$

### **Volume**

$1 \text{ m}^3 = 1 \times 10^6 \text{ cm}^3 = 1 \times 10^9 \text{ mm}^3$

1 liter (l) = 1000 cm<sup>3</sup> = 1 × 10<sup>6</sup> mm<sup>3</sup>

### **Mass**

1 kilogram (kg) = 1000 grams (g)

(Approximately the mass of 1 liter of water)

1 metric ton (or tonne) = 1000 kg

## A. Lampiran

	<i>Dioden</i>		<i>Diodes</i>					
	<b>Zenerdioden</b>		<b>Diodes Zener</b>					
	<b>0,4 W</b>		<b>0,4 W</b>					
	PHILIPS		PHILIPS					
	<b>Typ BZK 79</b>		<b>Type BZK 79</b>					
	Toleranz $\pm 5\%$		Tolerance $\pm 5\%$					
	<b>Technische Daten</b>		<b>Donnees techniques</b>					
	Gehäuse	DO-35	Boîtier	DO-35				
	Leistung	500 mW	Puissance	500 mW max				
max	Non-repetitive peak reverse power dissipation	30 W max	Non-repetitive peak reverse power dissipation	30 W max				
max	Junction temperature	200 °C	Junction temperature	200 °C max				
	Thermal resistance from junction to tie-point	0,30 K /	Thermal resistance from junction to tie-point	0,30 K / mW				
mW								
<b>Art.No</b>	<b>Typ</b>	<b><math>U_z</math> (v)</b>		<b>rdiff (<math>\Omega</math>)</b>		<b><math>S_z</math> (mV / °C)</b>		
		at	= 5	at $I_{ztest}$	=5 mA	at $I_{ztest}$	= 5 mA	
		$I_{ztest}$	mA	typ	max	typ	max	
		min	max			min		
603278	BZX79-C2V4	2,2	2,6	70	100	-3,5	-1,6	0
603279	BZX79-C2V7	2,5	2,9	75	100	-3,5	-2,0	0
603277	BZX79-C3V0	2,8	3,2	80	95	-3,5	-2,1	0
603243	BZX79-C3V3	3,1	3,5	85	95	-3,5	-2,4	0
603244	BZX79-C3V6	3,4	3,8	85	90	-3,5	-2,4	0
603245	BZX79-C3V9	3,7	4,1	85	90	-3,5	-2,5	0
603247	BZX79-C4V3	4,0	4,6	80	90	-3,5	-2,5	0
603248	BZX79-C5V1	4,4	5,0	50	80	-3,5	-1,4	0,2
603249	BZX79-C5V6	4,8	5,4	40	60	-2,7	-0,8	1,2

603250	BZX79-C6V2	5,2	6,0	15	40	-2,0	-1,2	2,5
603251	BZX79-C6V8	5,8	6,6	6	10	-0,4	-2,3	3,7
603252	BZX79-C7V5	6,4	7,2	6	15	-1,2	-3,0	4,5
603253	BZX79-C8V2	7,0	7,9	6	15	-2,5	-4,0	5,3
603254	BZX79-C9V1	7,7	8,7	6	15	-3,2	-4,6	6,2
603255	BZX79-C10	8,5	9,6	6	15	-3,8	-5,5	7,0
603256	BZX79-C11	9,4	10,6	8	20	-4,5	-6,4	8,0
603257	BZX79-C12	10,4	11,6	10	20	-5,4	-7,4	9,0
603258	BZX79-C13	11,4	12,7	10	25	6,0	8,4	10,0
603259	BZX79-C15	12,4	14,1	10	30	7,0	9,4	11,0
603260	BZX79-C16	13,8	15,6	10	30	9,2	11,4	13,0
603261	BZX79-C18	15,3	17,1	10	40	10,4	12,4	14,0
603264	BZX79-C24	16,8	19,1	10	45	12,4	14,4	16,0
603266	BZX79-C30	22,8	25,6	25	70	18,4	20,4	22,0
603267	BZX79-C33	28,0	32,0	30	80	24,4	26,6	29,4
		31,0	31,0	35	80	27,4	29,7	33,4



# GURU PEMBELAJAR

## MODUL PELATIHAN GURU

**PAKET KEAHLIAN TEKNIK AUDIO VIDEO**  
**SEKOLAH MENENGAH KEJURUAN (SMK)**



PEDAGOGIK :  
**Pembelajaran yang Mendidik**







Penulis :  
Gunawan, M.Si ; 08179611318; gunawan\_vedc@yahoo.com

Penelaah:  
Drs. Zainul Abidin M. Pd.



*Copyright © 2016*

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan  
Bidang Otomotif dan Elektronika, Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga  
Kependidikan

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengcopy sebagian atau keseluruhan isi buku ini untuk kepentingan  
komersial tanpa izin tertulis dari Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan



## KATA SAMBUTAN

Peran guru professional dalam proses pembelajaran sangat penting sebagai kunci keberhasilan belajar siswa. Guru professional adalah guru yang kompeten membangun proses pembelajaran yang baik sehingga dapat menghasilkan pendidikan yang berkualitas. Hal tersebut menjadikan guru sebagai komponen yang menjadi focus perhatian pemerintah pusat maupun pemerintah daerah dalam peningkatan mutu pendidikan terutama menyangkut kompetensi guru.

Pengembangan profesionalitas guru melalui program Guru Pembelajar (GP) merupakan upaya peningkatan kompetensi untuk semua guru. Sejalan dengan hal tersebut, pemetaan kompetensi guru telah dilakukan melalui uji kompetensi guru (UKG) untuk kompetensi pedagogik dan profesional pada akhir tahun 2015. Hasil UKG menunjukkan peta kekuatan dan kelemahan kompetensi guru dalam penguasaan pengetahuan. Peta kompetensi guru tersebut dikelompokkan menjadi 10 (sepuluh) kelompok kompetensi. Tindak lanjut pelaksanaan UKG diwujudkan dalam bentuk pelatihan guru pasca UKG melalui program Guru Pembelajar. Tujuannya untuk meningkatkan kompetensi guru sebagai agen perubahan dan sumber belajar utama bagi peserta didik. Program Guru Pembelajar dilaksanakan melalui pola tatap muka, daring (online), dan campuran (blended) tatap muka dengan online.

Pusat Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan (PPPPTK), Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Kelautan Perikanan Teknologi Informasi dan Komunikasi (LP3TK KPTK), dan Lembaga Pengembangan dan Pemberdayaan Kepala Sekolah (LP2KS) merupakan Unit Pelaksana Teknis di lingkungan Direktorat Jenderal Guru dan Tenaga Kependidikan yang bertanggung jawab dalam mengembangkan perangkat dan melaksanakan peningkatan kompetensi guru sesuai bidangnya. Adapun perangkat pembelajaran yang dikembangkan tersebut adalah modul untuk program Guru Pembelajar (GP) tatap muka dan GP online untuk semua mata pelajaran dan kelompok kompetensi. Dengan modul ini diharapkan program GP memberikan sumbangan yang sangat besar dalam peningkatan kualitas kompetensi guru.

Mari kita sukseskan program GP ini untuk mewujudkan Guru Mulia Karena Karya.

Jakarta, 26 Februari 2016

Direktur Jenderal

Guru dan Tenaga Kependidikan

Sumarna Suryapranata, Ph.D

NIP. 195908011985031002



# DAFTAR ISI

<b>KATA SAMBUTAN .....</b>	<b>V</b>
<b>DAFTAR ISI .....</b>	<b>VII</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>IX</b>
<b>PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. LATAR BELAKANG .....	1
B. TUJUAN .....	1
C. PETA KOMPETENSI .....	2
D. RUANG LINGKUP .....	2
E. SARAN CARA PENGGUNAAN MODUL.....	4
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 1. PRINSIP PERANCANGAN PEMBELAJARAN YANG MENDIDIK .....</b>	<b>5</b>
A. TUJUAN .....	5
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI .....	5
C. URAIAN MATERI.....	5
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 2. PENGEMBANGAN KOMPONEN PERANCANGAN PEMBELAJARAN .....</b>	<b>11</b>
A. TUJUAN .....	11
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI .....	11
C. URAIAN MATERI.....	11
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 3. PENYUSUNAN RANCANGAN PEMBELAJARAN.....</b>	<b>17</b>
A. TUJUAN .....	17
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI.....	17
C. URAIAN MATERI.....	17
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 4. PELAKSANAAN PEMBELAJARAN DI KELAS, DI LABORATORIUM, DAN DI LAPANGAN .....</b>	<b>21</b>
A. TUJUAN .....	21
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI.....	21
C. URAIAN MATERI.....	21

F. AKTIVITAS PEMBELAJARAN .....	24
G. LATIHAN/TUGAS .....	24
H. RANGKUMAN .....	25
I. UMPAN BALIK DAN TINDAK LANJUT .....	25
J. TINDAK LANJUT.....	25
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 5. MEDIA PEMBELAJARAN DAN SUMBER BELAJAR .....</b>	<b>26</b>
A. TUJUAN .....	26
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI .....	26
C. URAIAN MATERI .....	26
<b>KEGIATAN PEMBELAJARAN 6. PENGAMBILAN KEPUTUSAN TRANSAKSIONAL DALAM</b>	
<b>PEMBELAJARAN .....</b>	<b>37</b>
A. TUJUAN .....	37
B. INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI .....	37
C. URAIAN MATERI .....	37
<b>PENUTUP .....</b>	<b>45</b>
A. KESIMPULAN .....	45
B. TINDAK LANJUT .....	45
C. EVALUASI.....	45
D. KUNCI JAWABAN.....	47
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>49</b>

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	1. Rubrik Penilaian Media Pembelajaran Dan Sumber Belajar (Kasus)	48
Lampiran	2. Rubrik Penilaian Transaksional Dalam Pembelajaran (Kasus)	50
Lampiran	3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	51
Lampiran	4. Instrumen Telaah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	52





# **PENDAHULUAN**

## **A. Latar Belakang**

Modul mata diklat “Pembelajaran Yang Mendidik” ini disusun dengan harapan dapat dijadikan sebagai salah satu referensi bagi individu guru SMK atau lembaga diklat pada lembaga yang terkait pada program “Diklat Kompetensi Pedagogik”. Tujuan utama pembelajaran ini adalah mendidik peserta didik agar tumbuh kembang menjadi individu yang bertanggung jawab dan dapat mempertanggungjawabkan perbuatannya. Modul ini disusun dengan memperhatikan hal-hal sebagai berikut : a) Modul ini disusun dengan alasan bahwa pembelajaran yang mendidik merupakan suatu upaya untuk menyediakan seperangkat kondisi lingkungan yang dapat merangsang anak untuk melakukan aktivitas belajar. b) Rendahnya kualitas pendidikan nampak dalam hal kemampuan siswa dalam menyerap mata pelajaran yang diajarkan guru tidak maksimal. c) Modul ini sangat berguna bagi peserta diklat dalam mempersiapkan diri untuk melaksanakan pembelajaran yang mendidik. d) Modul ini ada kaitannya dengan modul sebelumnya tentang Karakteristik Peserta Didik, Teori Belajar Dan Prinsip Pembelajaran Yang Menarik dan Pengembangan Kurikulum.


## **B. Tujuan**

Setelah mengikuti pembelajaran ini peserta diharapkan dapat :

1. Memahami prinsip-prinsip perancangan pembelajaran yang mendidik.
2. Mengembangkan komponen-komponen rancangan pembelajaran.
3. Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan.
4. Melaksanakan pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium, dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.
5. Menggunakan media pembelajaran dan sumber belajar yang relevan dengan karakteristik peserta didik dan mata pelajaran yang diampu untuk mencapai tujuan pembelajaran secara utuh.

6. Mengambil keputusan transaksional dalam pembelajaran yang diampu sesuai dengan situasi yang berkembang.

### C. Peta Kompetensi



KODE UNIT KOMPETENSI	NAMA UNIT KOMPETENSI	WAKTU
PED0100000-00	Pengembangan Peserta Didik	4 JP
PED0200000-00	Teori Belajar dan Prinsip Pembelajaran yang mendidik	8 JP
PED0300000-00	Pengembangan Kurikulum	8 JP
<b>PED0400000-00</b>	<b>Pembelajaran Yang Mendidik</b>	<b>10 JP</b>
PED0500000-00	Pemanfaatan Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pembelajaran	2JP
PED0600000-00	Pengembangan potensi peserta didik	4 JP
PED0700000-00	Komunikasi efektif	2 JP
PED0800000-00	Penilaian dan evaluasi pembelajaran	5 JP
PED0900000-00	Pemanfaatan hasil penilaian dan evaluasi pembelajaran	4 JP
PED0100000-00	Tindakan reflektif untuk peningkatan kualitas pembelajaran.	8 JP

### D. Ruang lingkup

1. Prinsip Perancangan pembelajaran yang mendidik
  - a. Perancangan pembelajaran berdasarkan dokumen kurikulum yang berlaku

- b. Identifikasi Silabus berdasarkan mata pelajaran yang diampu
- 2. Mengembangkan komponen-komponen rancangan pembelajaran
  - a. Pengembangan Rancangan pembelajaran berdasarkan karakteristik mata pelajaran
  - b. Pengembangan Rancangan pembelajaran berdasarkan potensi peserta didik
- 3. Menyusun rancangan pembelajaran yang lengkap, baik untuk kegiatan di dalam kelas, laboratorium, maupun lapangan.
  - a. Identifikasi Komponen RPP berdasarkan peraturan yang berlaku
  - b. Penyusunan RPP berdasarkan komponen yang diidentifikasi
  - c. Telaah RPP berdasarkan kelengkapan yang dipersyaratkan
- 4. Pembelajaran yang mendidik di kelas, di laboratorium, dan di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan
  - a. Pelaksanaan Pembelajaran yang mendidik di kelas dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan
  - b. Pelaksanaan Pembelajaran yang mendidik di laboratorium dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan
  - c. Pelaksanaan Pembelajaran yang mendidik di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan
- 5. Media Pembelajaran Dan Sumber Belajar
  - a. Identifikasi media pembelajaran dan sumber belajar
  - b. Pemilihan media pembelajaran dan sumber belajar
  - c. Penggunaan media pembelajaran dan sumber belajar
  - d. Perancangan dan pembuatan media pembelajaran dan sumber belajar
  - e. Analisis efektivitas dan efisiensi penggunaan media pembelajaran
- 6. Pengambilan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran
  - a. Pengertian, fungsi dan manfaat keputusan transaksional dalam pembelajaran
  - b. Pelaksanaan keputusan transaksional dalam pembelajaran

- c. Pengelolaan komunikasi efektif secara berkelanjutan

## **E. Saran Cara Penggunaan Modul**

Untuk memperoleh hasil belajar secara maksimal, dalam menggunakan modul ini maka langkah-langkah yang perlu dilaksanakan antara lain :

1. Bacalah Petunjuk penggunaan, latar belakang, deskripsi,,kegiatan pembelajaran, indikator pencapaian kompetensi.
2. Kerjakan setiap tugas formatif (soal latihan) untuk mengetahui seberapa besar pemahaman yang telah dimiliki terhadap materi-materi yang dibahas dalam setiap kegiatan belajar.
3. Untuk kegiatan belajar yang terdiri dari teori dan praktik, perhatikanlah hal-hal berikut:
  - a. Perhatikan petunjuk-petunjuk keselamatan kerja yang berlaku.
  - b. Pahami setiap langkah kerja (prosedur praktikum) dengan baik.
  - c. Sebelum melaksanakan praktikum, identifikasi (tentukan) peralatan dan bahan yang diperlukan dengan cermat.
  - d. Gunakan alat sesuai prosedur pemakaian yang benar.
  - e. Untuk melakukan kegiatan praktikum yang belum jelas, harus meminta ijin guru atau instruktur terlebih dahulu.
  - f. Setelah selesai, kembalikan alat dan bahan ke tempat semula
  - g. Jika belum menguasai level materi yang diharapkan, ulangi lagi pada kegiatan belajar sebelumnya atau bertanyalah kepada guru atau instruktur yang mengampu kegiatan pembelajaran yang bersangkutan.

# **Kegiatan Pembelajaran 1. Prinsip Perancangan Pembelajaran Yang Mendidik**

## **A. Tujuan**

Setelah peserta selesai mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan dapat memahami dan menerapkan prinsip-prinsip perancangan pembelajaran yang mendidik

## **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Menjelaskan perancangan pembelajaran berdasarkan dokumen kurikulum yang berlaku
2. Mengidentifikasi Silabus berdasarkan mata pelajaran yang diampu

## **C. Uraian materi**

### **1. Prinsip Perancangan Pembelajaran Yang Mendidik**

Materi pokok kegiatan pembelajaran 1 tentang Prinsip Perancangan Pembelajaran Yang Mendidik terdiri dari 2 Sub Materi yaitu materi Perancangan Pembelajaran Berdasarkan Dokumen Kurikulum Yang Berlaku dan Identifikasi Silabus Berdasarkan Mata Pelajaran Yang Diampu.

Setelah mempelajari materi pokok ini peserta dapat merancang pembelajaran berdasarkan dokumen kurikulum yang berlaku dan mengidentifikasi Silabus berdasarkan mata pelajaran yang diampu.

#### **a. Perancangan Pembelajaran Berdasarkan Dokumen Kurikulum Yang Berlaku.**

##### **1) Hakekat Pembelajaran Yang Mendidik**

Tujuan utama pembelajaran adalah mendidik peserta didik agar tumbuh kembang menjadi individu yang bertanggung jawab dan dapat mempertanggung jawabkan perbuatannya. Di dalam Undang-Undana Nomor

20 Tahun 2003 (UU No.20/2003) tentang Sistem Pendidikan Nasional disebutkan di dalam Pasal 1 ayat 1 bahwa "Pendidikan adalah usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengem-bangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa dan negara." Berdasarkan bunyi pasal 1 ayat 1 UU No. 20/2003 tersebut dapat dikatakan bahwa pendidikan merupakan proses pembelajaran yg diarahkan ke perkembangan peserta didik untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, angsa dan negara. Pencapaian tujuan pendidikan tersebut hendaknya dilakukan secara sadar dan terencana, terutama dalam hal mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran yang memungkinkan peserta didik secara aktif mengembangkan potensi diri yang dimilikinya.

Tujuan utama pembelajaran adalah mendidik peserta didik agar tumbuh kembangmenjadi individu yang bertanggung jawab dan dapat mempertanggung jawabkan perbuatannya.Pencapaian tujuan pendidikan hendaknya dilakukan secara sadar dan terencana tingkah laku itu menyangkut perubahan tingkah laku kognitif, tingkah laku afektif,dantingkah laku psikomotor.

Pada prinsipnya, dalam pembelajaran yang mendidik berlangsung sebagai proses atau usaha yang dilakukan peserta didik untuk memperoleh suatu perubahan tingkah laku sebagai hasil pengalaman individu berinteraksi dengan lingkungannya. Perubahan tingkah laku yang terjadi dalam diri individu banyak ragamnya baik sifatnya maupun jenisnya.Karena itu tidak semua perubahan dalam diri individu merupakan perubahan dalam arti belajar.

Hasil belajar peserta didik dalam proses pembelajaran yang mendidik berupa perubahan tingkah laku yang disadari, kontinyu, fungsional, positif, tetap, bertujuan, dan komprehensif. Rancangan penerapan pembelajaran yang mendidik yang disusun sesuai dengan prinsip dan langkah perencanaan pembelajaran yang tepat hendaknya dapat menghasilkan perubahan dalam

diri peserta didik. Beberapa ciri perubahan dalam diri peserta didik yang perlu diperhatikan guru antara lain:

- a. Perubahan tingkah laku harus disadari peserta didik.
- b. Perubahan tingkah laku (diri individu) dalam belajar bersifat kontinyu (berlangsung terus menerus dan tidak statis) dan fungsional.
- c. Perubahan tingkah laku dalam belajar bersifat positif dan aktif (menuju pada perubahan yang atas usaha individu sendiri).
- d. Perubahan tingkah laku dalam belajar tidak bersifat sementara (perubahan yang terjadi pada proses belajar bersifat menetap dan bukan temporer).
- e. Perubahan tingkah laku dalam belajar bertujuan dan disadari.
- f. Perubahan tingkah laku mencakup seluruh aspek tingkah laku. (sikap, keterampilan, pengetahuan dan sebagainya).

## **2) Hakekat RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran)**

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran yang dikembangkan secara rinci mengacu pada silabus, buku teks pelajaran, dan buku panduan guru. RPP mencakup:

- (1) identitas sekolah/madrasah, mata pelajaran, dan kelas/semester;
- (2) alokasi waktu;
- (3) KI, KD, indikator pencapaian kompetensi;
- (4) materi pembelajaran;
- (5) kegiatan pembelajaran;
- (6) penilaian; dan
- (7) media/alat, bahan, dan sumber belajar.

Pengembangan RPP dilakukan sebelum awal semester atau awal tahun pelajaran dimulai, namun perlu diperbaharui sebelum pembelajaran dilaksanakan. Pengembangan RPP dapat dilakukan oleh guru secara mandiri dan/atau berkelompok di sekolah/madrasah dikoordinasi, difasilitasi, dan disupervisi oleh kepala sekolah/madrasah. Pengembangan RPP dapat juga dilakukan oleh guru secara berkelompok antar sekolah atau antar

wilayah dikoordinasi, difasilitasi, dan disupervisi oleh dinas pendidikan atau kantor kementerian agama setempat.

## **2. Prinsip Penyusunan RPP**

- a. Setiap RPP harus secara utuh memuat Kompetensi Dasar: spiritual (KD dari KI - 1), sosial (KD dari KI - 2), pengetahuan (KD dari KI - 3), dan keterampilan (KD dari KI - 4).
- b. Satu RPP dapat dilaksanakan dalam satu kali pertemuan atau lebih.
- c. RPP disusun dengan memperhatikan perbedaan individu peserta didik (kemampuan awal, tingkat intelektual, minat, motivasi belajar, bakat, potensi, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan).
- d. Perancangan proses pembelajaran berpusat pada peserta didik dengan menggunakan pendekatan saintifik.
- e. Berbasis konteks (lingkungan sekitarnya sebagai sumber belajar).
- f. Pembelajaran berorientasi pada pengembangan IPTEK, dan nilai-nilai kehidupan masa kini.
- g. Mengembangkan kemandirian belajar.
- h. Memuat rancangan pemberian umpan balik dan tindak lanjut pembelajaran (penguatan, pengayaan, dan remedi).
- i. RPP disusun dengan memperhatikan keterkaitan dan keterpaduan antara KI, KD, indikator pencapaian kompetensi, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar.
- j. RPP disusun dengan mempertimbangkan penerapan teknologi informasi dan komunikasi secara terintegrasi, sistematis, dan efektif.

### **1) Identifikasi Silabus Berdasarkan Mata Pelajaran Yang Diampu**

Pengkajian silabus meliputi:

- a KI dan KD;
- b materi pembelajaran;
- c proses pembelajaran;



d penilaian pembelajaran;

e alokasi waktu; dan

f sumber belajar;

Silabus untuk jenjang SMK diatur dalam Permendikbud No. : 60 Th 2014, lampiran II.

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

Kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta diklat meliputi : Mempelajari Modul, berdiskusi dengan teman sejawat, mengerjakan latihan/kasus/tugas dan merefleksi diri.

#### **E. Latihan/Tugas**

1. Lakukan identifikasi tentang ciri perubahan dalam diri peserta didik yang perlu diperhatikan guru.
2. Buatlah ringkasan langkah-langkah dalam penyusunan RPP.
3. Uraikan ada beberapa ciri perubahan dalam diri peserta didik yang perlu diperhatikan guru.
4. Salah satu prinsip dalam menyusun RPP adalah memperhatikan perbedaan individu peserta didik. Perbedaan individu dalam hal apa yang dimaksud dalam prinsip tersebut ?

#### **F. Rangkuman**

Tujuan utama pembelajaran adalah mendidik peserta didik agar tumbuh kembang menjadi individu yang bertanggung jawab dan dapat mempertanggung jawabkan perbuatannya. Pencapaian tujuan pendidikan tersebut hendaknya dilakukan secara sadar dan terencana, terutama dalam hal mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran yang memungkinkan peserta didik secara aktif mengembangkan potensi diri yang dimilikinya. Hasil belajar peserta didik dalam proses pembelajaran yang mendidik berupa perubahan tingkah laku yang disadari, kontinu, fungsional, positif, tetap, bertujuan, dan komprehensif. RPP

merupakan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran yang dikembangkan secara rinci mengacu pada silabus, buku teks pelajaran, dan buku panduan guru. Pengembangan RPP dilakukan sebelum awal semester atau awal tahun pelajaran dimulai, namun perlu diperbaharui sebelum pembelajaran dilaksanakan.

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### **a. Umpan Balik**

- 1) Hal-hal apa saja yg sudah saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok Pembelajaran yang Mendidik ?
- 2) Hal-hal apa saja yg masih belum saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok Pembelajaran yang Mendidik ?
- 3) Saran apa yang dapat saudara sampaikan terkait dengan proses pembahasan materi Pembelajaran yang Mendidik agar kegiatan berikutnya lebih baik / lebih berhasil ?

### **b. Tindak Lanjut**

Peserta dinyatakan berhasil dalam mempelajari modul ini apabila telah mampu menjawab soal-soal evaluasi / latihan dalam modul ini, tanpa melihat atau membuka materi dengan nilai minimal 80. Bagi yang belum mencapai nilai minimal 80 diharapkan untuk lebih giat mendalami lagi sehingga dapat memperoleh nilai minimal 80.

## **Kegiatan pembelajaran 2. Pengembangan Komponen Perancangan Pembelajaran**

### **A. Tujuan**

Setelah peserta selesai mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan dapat memahami dan menerapkan Pengembangan komponen Perancangan Pembelajaran

### **B. Indikator Pencapaian Kompetensi**

1. Mengembangkan Rancangan pembelajaran berdasarkan karakteristik mata pelajaran
2. Mengembangkan Rancangan pembelajaran berdasarkan potensi peserta didik

### **C. Uraian materi**

#### **1. Pengembangan Komponen Perancangan Pembelajaran**

Materi pokok kegiatan pembelajaran 2 tentang Pengembangan Komponen Perancangan Pembelajaran terdiri dari 2 Sub Materi yaitu materi Pengembangan Rancangan Pembelajaran berdasarkan karakteristik mata pelajaran dan Pengembangan Rancangan pembelajaran berdasarkan potensi peserta didik.

##### **a. Pengembangan Rancangan Pembelajaran Berdasarkan Karakteristik Mata Pelajaran.**

###### **1) Pengertian Rancangan Pembelajaran**

Rancangan pembelajaran dimaksudkan adalah perencanaan proses pembelajaran yang didefinisikan sebagai proses penetapan dan pemanfaatan sumber daya secara terpadu yang diharapkan dapat menunjang kegiatan-kegiatan dan upaya yang akan dilaksanakan secara efisien dan efektif dalam mencapai tujuan. Sementara itu Roger A. Kaufman

(Harjanto 1997:2) mengemukakan bahwa "Perencanaan adalah suatu proyeksi (perkiraan) tentang apa yang diperlukan dalam rangka mencapai tujuan absah dan bernilai. Secara garis besar perencanaan pengajaran mencakup kegiatan merumuskan tujuan apa yang akan dicapai oleh suatu kegiatan pengajaran, cara apa yang dipakai untuk menilai tujuan tersebut, materi bahan apa yang akan disampaikan, bagaimana cara menyampaikannya, serta alat atau media apa yang diperlukan. (R. Ibrahim, 1993). Jadi, perencanaan pembelajaran adalah rencana yang dibuat oleh guru untuk memproyeksikan kegiatan apa yang akan dilakukan oleh guru dan siswa agar tujuan dapat tercapai.

## **2) Tujuan pembelajaran**

Tujuan pembelajaran merupakan komponen pertama dalam rancangan pembelajaran dan secara esensi para ahli memberikan rumusan sebagai berikut:

- a. Bahwa tujuan pembelajaran adalah tercapainya perubahan perilaku atau kompetensi pada siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran.
- b. Bahwa tujuan dirumuskan dalam bentuk pernyataan atau deskripsi yang spesifik.

4 (empat) manfaat dari tujuan pembelajaran menurut Nana Syaodih Sukmadinata (2002) yaitu:

- a. memudahkan dalam mengkomunikasikan maksud kegiatan belajar mengajar kepada siswa,
- b. memudahkan guru memilih dan menyusun bahan ajar,
- c. membantu memudahkan guru menentukan kegiatan belajar dan media pembelajaran,
- d. memudahkan guru mengadakan penilaian.

## **3) Isi (materi pembelajaran)/ karakteristik mata pelajaran**

Materi pembelajaran merupakan unsur belajar yang penting mendapat perhatian oleh guru. Materi pelajaran merupakan medium untuk mencapai tujuan pembelajaran yang "dikonsumsi" oleh siswa. Karena itu, penentuan

materi pelajaran mesti berdasarkan tujuan yang hendak dicapai, misalnya berita pengetahuan, penampilan, sikap dan pengalaman lainnya. Nana Sujana (2000) menjelaskan ada beberapa hal yang harus di perhatikan dalam menetapkan materi pelajaran diantaranya:

- (a) Materi pelajaran harus sesuai dan menunjang tercapainya tujuan;
- (b) Menetapkan materi pembelajaran harus serasi dengan urutan tujuan; (c) Materi pelajaran disusun dari hal yang sederhana menuju yang kompleks

#### **b. Pengembangan Rancangan Pembelajaran Berdasarkan Potensi Peserta Didik.**

RPP dikembangkan guru dengan menyesuaikan apa yang dinyatakan dalam silabus dengan kondisi di satuan pendidikan baik kemampuan awal peserta didik, minat, motivasi belajar, bakat, potensi, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik. Hal yang harus diperhatikan dalam rancangan pembelajaran:

- 1. Mendorong partisipasi aktif peserta didik,
- 2. Mengembangkan budaya membaca dan menulis.

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

Kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta diklat meliputi : Mempelajari Modul, berdiskusi dengan teman sejawat, mengerjakan latihan/kasus/tugas dan merefleksi diri.

#### **E. Latihan/Tugas**

- 1. Lakukan identifikasi tentang tujuan pembelajaran
- 2. Komponen apa yang harus diperhatikan dalam perancangan pembelajaran
- 3. Rumusan tujuan pembelajaran sangat beragam, tetapi semuanya menunjuk pada esensi yang sama. Sebutkan esensi rumusan tujuan pembelajaran.
- 4. RPP dikembangkan guru dengan menyesuaikan apa yang dinyatakan dalam silabus dengan kondisi di satuan pendidikan. Kondisi apa saja yang dimaksud dalam satuan pendidikan tersebut ?

## **F. Rangkuman**

Perencanaan pembelajaran adalah proses penetapan dan pemanfaatan sumber daya secara terpadu yang diharapkan dapat menunjang kegiatan - kegiatan dan upaya - upaya yang akan dilaksanakan secara efisien dan efektif dalam mencapai tujuan. Tujuan pembelajaran merupakan komponen pertama dalam perencanaan pembelajaran. Tujuan mengawali komponen yang lainnya. Dalam merencanakan pembelajaran tujuan harus jelas, karena dengan tujuan yang jelas guru dapat memproyeksikan hasil belajar yang harus dicapai setelah anak belajar. Materi pelajaran merupakan medium untuk mencapai tujuan pembelajaran yang "dikonsumsi" oleh siswa. Karena itu, penentuan materi pelajaran mesti berdasarkan tujuan yang hendak dicapai, misalnya berita pengetahuan, penampilan, sikap dan pengalaman lainnya. Guru dalam merencanakan pembelajaran menyesuaikan apa yang dinyatakan dalam silabus dengan kondisi di satuan pendidikan baik kemampuan awal peserta didik, minat, motivasi belajar, bakat, potensi, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik.

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### **a. Umpan Balik**

- 1) Hal-hal apa saja yg sudah saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok Pembelajaran yang Mendidik ?
- 2) Hal-hal apa saja yg masih belum saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok Pembelajaran yang Mendidik ?
- 3) Saran apa yang dapat saudara sampaikan terkait dengan proses pembahasan materi Pembelajaran yang Mendidik agar kegiatan berikutnya lebih baik / lebih berhasil ?

**b. Tindak Lanjut**

Peserta dinyatakan berhasil dalam mempelajari modul ini apabila telah mampu menjawab soal-soal evaluasi / latihan dalam modul ini, tanpa melihat atau membuka materi dengan nilai minimal 80. Bagi yang belum mencapai nilai minimal 80 diharapkan untuk lebih giat mendalami lagi sehingga dapat memperoleh nilai minimal 80.





## **Kegiatan Pembelajaran 3. Penyusunan Rancangan Pembelajaran**

### **A. Tujuan**

Setelah peserta selesai mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan dapat memahami dan menerapkan Penyusunan Rancangan Pembelajaran

### **B. Indikator pencapaian Kompetensi**

1. Mengidentifikasi Komponen RPP berdasarkan peraturan yang berlaku
2. Menyusun RPP berdasarkan komponen yang diidentifikasi
3. Menelaah RPP berdasarkan kelengkapan yang dipersyaratkan

### **C. Uraian materi**

#### **1. Penyusunan Rancangan Pembelajaran**

Materi pokok kegiatan pembelajaran 3 tentang Penyusunan Rancangan Pembelajaran terdiri dari 3 Sub Materi yaitu Identifikasi Komponen RPP berdasarkan peraturan yang berlaku, Penyusunan RPP berdasarkan komponen yang diidentifikasi dan Telaah RPP berdasarkan kelengkapan yang dipersyaratkan. Setelah mempelajari materi pokok ini peserta dapat mengidentifikasi Komponen RPP sesuai peraturan yang berlaku, menyusun RPP sesuai komponenyang diidentifikasi dan menelaah RPP berdasarkan kelengkapannya.

#### **a. Identifikasi Komponen RPP berdasarkan peraturan yang berlaku**

Komponen – komponen RPP secara operasional diwujudkan dalam bentuk format (mengacu pada Permendikbud No: 103 th 2014). Dapat dilihat pada Lampiran 1 pada Modul ini. RPP paling tidak berisi komponen berikut ini :

- 1) Identitas dan Kelengkapan Komponen
- 2) Kompetensi Inti

- 3) Kompetensi Dasar
- 4) Indikator Pencapaian Kompetensi
- 5) Materi Pembelajaran
- 6) Kegiatan Pembelajaran
- 7) Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan
- 8) Media, Alat, Bahan dan Sumber Belajar

**b. Penyusunan RPP berdasarkan komponen yang diidentifikasi**

Dalam menyusun RPP (lihat lampiran 3) harus disesuaikan dengan ketentuan yang telah diformulasikan sesuai dengan Permendikbud No: 103 th 2014. Sehingga minimal komponen yang dituliskan dalam RPP harus memuat ketentuan yang telah dituliskan dalam poin 1.1 tentang Identifikasi Komponen RPP berdasarkan peraturan yang berlaku (diuraikan di atas). Untuk menuliskan Tujuan Pembelajaran yang belum termuat dalam komponen dapat ditambahkan komponen tersebut dan dituliskan antara Indikator Pencapaian Kompetensi dan Materi Pembelajaran.

**c. Telaah RPP berdasarkan kelengkapan yang dipersyaratkan**

Telaah RPP merupakan kegiatan mengkaji RPP dalam rangka untuk mendapatkan kesesuaian dan ketepatan rencana pelaksanaan pembelajaran yang telah dirancang untuk dilaksanakan dalam mencapai kompetensi peserta didik. Untuk menelaah RPP tersebut dibantu dengan format telaah RPP (lihat lampiran 4). Untuk menelaah RPP berikut ini aspek-aspek yang termuat dalam format: (a) Identitas dan Kelengkapan Komponen, (b) Kompetensi Inti, (c) Kompetensi Dasar dan Indikator, (d) Tujuan Pelajaran, (e) Materi Pembelajaran, (f) Media, Alat dan Sumber Belajar, (g) Langkah Kegiatan Pembelajaran, (h) penilaian.

**D. Aktivitas Pembelajaran**

Kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta diklat meliputi : Mempelajari Modul, berdiskusi dengan teman sejawat, mengerjakan latihan/kasus/tugas dan merefleksi diri.

## **E. Latihan/Tugas**

1. Meliputi apa saja yang harus diperhatikan dalam menyusun RPP ?
2. Lakukan telaah RPP menggunakan instrumen yang berlaku.
3. Dalam menyusun RPP, keterkaitan dan keterpaduan apa saja yang perlu diperhatikan ?
4. Pendekatan saintifik dapat menggunakan beberapa strategi seperti pembelajaran kontekstual. Apa yang dimaksud dengan Model pembelajaran dan berikan contohnya.

## **F. Rangkuman**

1. RPP disusun dengan memperhatikan keterkaitan dan keterpaduan antara KI, KD, indikator pencapaian kompetensi, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar.
2. Dalam menyusun RPP (lihat lampiran 3) harus disesuaikan dengan ketentuan yang telah diformulasikan sesuai dengan Permendikbud No: 103 th 2014.
3. Aspek-aspek dalam telaah RPP antara lain: (a) Identitas dan Kelengkapan Komponen, (b) Kompetensi Inti, (c) Kompetensi Dasar dan Indikator, (d) Tujuan Pelajaran, (e) Materi Pembelajaran, (f) Media, Alat dan Sumber Belajar, (g) Langkah Kegiatan Pembelajaran, (h) penilaian.

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

1. Umpan Balik
  - a. Hal-hal apa saja yg sudah saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok penyusunan rancangan pembelajaran?
  - b. Hal-hal apa saja yg masih belum saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok penyusunan rancangan pembelajaran?

- c. Saran apa yang dapat saudara sampaikan terkait dengan proses pembahasan materi pengembangan komponen penyusunan rancangan pembelajaran agar kegiatan berikutnya lebih baik / lebih berhasil ?

## 2. Tindak Lanjut

Peserta dinyatakan berhasil dalam mempelajari modul ini apabila telah mampu menjawab soal-soal evaluasi / latihan dalam modul ini, tanpa melihat atau membuka materi dengan nilai minimal 80. Bagi yang belum mencapai nilai minimal 80 diharapkan untuk lebih giat mendalami lagi sehingga dapat memperoleh nilai minimal 80.

## **Kegiatan Pembelajaran 4. Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas, di Laboratorium, dan di Lapangan**

### **A. Tujuan**

Setelah peserta selesai mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan dapat memahami dan menerapkan Pelaksanaan Pembelajaran Di Kelas, Di Laboratorium, Dan Di Lapangan

### **B. Indikator pencapaian Kompetensi**

1. Melaksanakan pembelajaran yang mendidik dikelas dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.
2. Melaksanakan pembelajaran yang mendidik dilaboratorium dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.
3. Melaksanakan pembelajaran yang mendidik dilapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang dipersyaratkan.

### **C. Uraian materi**

#### **1. Pelaksanaan Pembelajaran di Kelas, di Laboratorium, dan di Lapangan**

Materi pokok kegiatan pembelajaran 4 tentang Pelaksanaan Pembelajaran terdiri dari 3 Sub Materi yaitu pelaksanaan pembelajaran di kelas, pelaksanaan pembelajaran di laboratorium, dan pelaksanaan pembelajaran di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan. Setelah mempelajari materi pokok ini peserta dapat Menjelaskan pelaksanaan pembelajaran baik dikelas, di laboratorium maupun di lapangan dengan memperhatikan standar keamanan yang berlaku.

## **2. Pelaksanaan Pembelajaran Yang Mendidik di Kelas**

Tahap pelaksanaan pembelajaran meliputi:

### **a Kegiatan Pendahuluan**

- 1) mengondisikan suasana belajar yang menyenangkan
- 2) mendiskusikan kompetensi yang akan dipelajari dan dikembangkan
- 3) menyampaikan kompetensi yang akan dicapai dan manfaatnya dalam kehidupan sehari-hari
- 4) menyampaikan garis besar cakupan materi dan kegiatan yang akan dilakukan; dan
- 5) menyampaikan lingkup dan teknik penilaian yang akan digunakan.

### **b Kegiatan Inti**

Kegiatan inti merupakan proses pembelajaran dengan pendekatan saintifik untuk mencapai kompetensi, yang dilakukan secara interaktif, inspiratif, menyenangkan, menantang, memotivasi peserta didik untuk berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi prakarsa, kreativitas, dan kemandirian sesuai dengan bakat, minat dan perkembangan fisik serta psikologis peserta didik. Guru memfasilitasi peserta didik untuk melakukan proses mengamati, menanya, mengumpulkan informasi/mencoba, menalar/mengasosiasi, dan mengomunikasikan

### **c Kegiatan Penutup**

- 1) Kegiatan guru bersama peserta didik yaitu: (1) membuat rangkuman/simpulan pelajaran; (2) melakukan refleksi terhadap kegiatan yang sudah dilaksanakan; dan (3) memberikan umpan balik terhadap proses dan hasil pembelajaran;
- 2) Kegiatan guru yaitu: (1) melakukan penilaian; (2) merencanakan kegiatan tindak lanjut pembelajaran remedi, program pengayaan, layanan konseling dalam bentuk dan/atau memberikan tugas baik tugas individual maupun kelompok; dan
- 3) Menyampaikan rencana pembelajaran pada pertemuan berikutnya.

### **3. Pelaksanaan Pembelajaran Yang Mendidik di Laboratorium**

Pembelajaran di laboratorium dominan dengan kegiatan yang lebih fokus pada kegiatan keterampilan. Tujuan pembelajaran laboratorium adalah untuk: (a) Pembuktian suatu konsep atau teori, (b) Demonstrasi operasional alat atau prosedur tertentu, (c) Penemuan sesuatu melalui cara atau prosedur tertentu.

Berdasarkan tujuan pembelajaran di laboratorium, maka model *Discovery Learning*, *Inquiry Learning*, dan pembelajaran demonstrasi sangat efektif bila digunakan pada pembelajaran di laboratorium. Model *Discovery Learning* terdiri atas enam tahapan: (1) *Stimulation* (stimulasi/pemberian rangsangan), (2) *Problem statemen* (pertanyaan/identifikasi masalah), (3) *Data collection* (pengumpulan data), (4) *Data processing* (pengolahan data), (5) *Verification* (pembuktian), dan (6), *Generalization* (menarik kesimpulan/generalisasi).

Model *Inquiry Learning* terdiri atas delapan tahapan: (1) penyajian fenomena / observasi, (2) perumusan masalah, (3) pengajuan hipotesis, (4) pengumpulan data, (5) pengolahan data, (6) analisis data, (7) penyimpulan, (8) pelaporan.

### **4. Pelaksanaan Pembelajaran Yang mendidik di Lapangan**

Model pembelajaran di lapangan merupakan kegiatan pembelajaran yang dilakukan pada obyek nyata, seperti: alam terbuka, dunia kerja, atau obyek nyata yang lain. Ada beberapa hal yang sama dengan pembelajaran di laboratorium, yaitu sama-sama menggunakan pembelajaran secara langsung terhadap obyek. Contoh-contoh pembelajaran di lapangan yang dapat ditemui saat ini adalah: karya wisata (*study tour*), praktik *kerja* industri (*prakerin*), dan magang. Ada istilah-istilah lain yang menunjukkan sebagai kegiatan pembelajaran di lapangan, yaitu praktik kerja lapangan (PKL) dan studi lapangan, namun memiliki makna yang sama dengan istilah sebelumnya.

Langkah-Langkah pembelajaran di lapangan sebagai berikut:

#### **a Persiapan**

Guru melakukan identifikasi: (a) kompetensi yang akan dikembangkan, (b) jumlah peserta didik yang terlibat, (c) waktu yang dialokasikan, (d) kondisi ekonomi / keuangan sekolah maupun peserta didik.

b Perencanaan

Guru melakukan kegiatan: (a) merumuskan tujuan, (b) menentukan obyek, (c) menentukan alokasi waktu, (d) berkoordinasi dengan pemangku obyek, (e) menyusun program kerja/kegiatan.

c Pelaksanaan

Peserta didik kegiatan: (a) observasi lingkungan, (b) berpartisipasi dalam kegiatan, (c) mencatat semua kegiatan yang dilakukan, (d) mencatat temuan-temuan yang diperoleh, (e) berkonsultasi dengan penanggung jawab kegiatan.

d Tindaklanjut

Guru dan peserta didik masing-masing melakukan: (a) Peserta didik membuat laporan kegiatan, dan mempresentasikan didepan kelas, (b) Guru melakukan evaluasi kegiatan.

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

Kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta diklat meliputi : Mempelajari Modul, berdiskusi dengan teman sejawat, mengerjakan latihan/kasus/tugas dan merefleksi diri.

#### **E. Latihan/Tugas**

1. Lakukan identifikasi kegiatan pembelajaran di kelas
2. Lakukan identifikasi kegiatan pembelajaran di laboratorium
3. Lakukan identifikasi kegiatan pembelajaran di lapangan
4. Berikan alasan mengapa harus melakukan pembelajaran di kelas, laboratorium, dan lapangan
5. Uraikan karakteristik pembelajaran di kelas, laboratorium, dan lapangan
6. Materi “pemeriksaan kekentalan minyak pelumas” lebih efektif dilakukan pembelajaran di kelas, laboratorium atau lapangan? Mengapa ?



## **F. Rangkuman**

Tujuan utama kegiatan pembelajaran adalah pencapaian hasil belajar yang maksimal. Untuk mencapai hal tersebut, maka kegiatan pembelajaran tidak hanya dilakukan dikelas, namun juga dilaboratorium dan lapangan. Pembelajaran dikelas, dominan dengan kegiatan pembahasan permasalahan yang bersifat teoritis. Sedangkan pembelajaran dilaboratorium, dominan dengan kegiatan permasalahan keterampilan. Selanjutnya pembelajaran dilapangan, dominan dengan kegiatan faktual apa adanya yang ada dilingkungan belajar.

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### **1. Umpan Balik**

- a. Hal-hal apa saja yg sudah saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pelaksanaan pembelajaran di kelas, laboratorium, dan lapangan?
- b. Hal-hal apa saja yg masih belum saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok pelaksanaan pembelajarandi kelas, laboratorium, dan lapangan?
- c. Saran apa yang dapat saudara sampaikan terkait dengan proses pembahasan materi pengembangan komponen penyusunan rancangan pembelajaran agar kegiatan berikutnya lebih baik/lebih berhasil ?

### **2. Tindak Lanjut**

Peserta dinyatakan berhasil dalam mempelajari modul ini apabila telah mampu menjawab soal-soal evaluasi / latihan dalam modul ini, tanpa melihat atau membuka materi dengan nilai minimal 80. Bagi yang belum mencapai nilai minimal 80 diharapkan untuk lebih giat mendalami lagi sehingga dapat memperoleh nilai minimal 80.

## **Kegiatan Pembelajaran 5. Media Pembelajaran Dan Sumber Belajar**

### **A. Tujuan**

Setelah peserta selesai mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan dapat memahami dan menerapkan Media Pembelajaran Dan Sumber Belajar

### **B. Indikator pencapaian Kompetensi**

1. Media pembelajaran yang relevan diidentifikasi berdasarkan peserta didik.
2. Media pembelajaran yang relevan diidentifikasi berdasarkan mata pelajaran yang diampu.
3. Media pembelajaran yang relevan ditentukan berdasarkan media yang diidentifikasi.
4. Media pembelajaran yang relevan digunakan berdasarkan media yang ditentukan.
5. Sumber belajar yang relevan diidentifikasi berdasarkan peserta didik.
6. Sumber belajar yang relevan diidentifikasi berdasarkan mata pelajaran yang diampu.
7. Sumber belajar yang relevan ditentukan berdasarkan media yang diidentifikasi.
8. Sumber belajar yang relevan digunakan berdasarkan media yang ditentukan.
9. Efektifitas penggunaan media dianalisis berdasarkan pencapaian tujuan pembelajaran
10. Efisiensi penggunaan media dianalisis berdasarkan daya guna.

### **C. Uraian materi**

#### **1. Media Pembelajaran dan Sumber Belajar**

Materi media pembelajaran dan sumber belajar terurai dalam lima sub materi, yaitu:

- a. identifikasi media pembelajaran dan sumber belajar,
- b. pemilihan media pembelajaran dan sumber belajar,
- c. penggunaan media pembelajaran dan sumber belajar,
- d. perancangan dan pembuatan media pembelajaran, dan
- e. analisis efektifitas dan efisiensi penggunaan media pembelajaran.

## **2. Identifikasi Pembelajaran dan Sumber Belajar**

### **a. Pengertian Media Pembelajaran dan Sumber Belajar**

#### **1) Pengertian Media Pembelajaran**

Istilah media berasal dari kata “medium”, yang secara harfiah memiliki arti tengah, perantara, atau pengantar. Dalam pembelajaran, media didefinisikan sesuai dengan peruntukannya, yaitu sarana yang mendukung terciptanya kegiatan pembelajaran yang efektif dan efisien. Berikut beberapa pengertian menurut para ahli: (a) Schramm (1977), media pembelajaran merupakan teknologi pembawa pesan (informasi) yang dapat dimanfaatkan untuk keperluan pembelajaran; (b) Briggs (1977) mendefinisikan media pembelajaran sebagai sarana fisik untuk menyampaikan isi/materi pembelajaran; (c) Robertus Angkowo dan A. Kosasih (2007) menyatakan bahwa media dalam proses pembelajaran diartikan sebagai alat-alat grafis, fotografis, atau elektronik untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal; (d) *Association for Education and Communication Technology (AECT)*, mengartikan kata media sebagai segala bentuk dan saluran yang dipergunakan untuk proses informasi; (e) Marshall McLuhan (dalam Oemar Hamalik, 2003: 201) berpendapat bahwa media adalah suatu ekstensi manusia yang memungkinkannya mempengaruhi orang lain yang tidak mengadakan kontak langsung dengan dia.

#### **2) Pengertian Media Sumber Belajar**

Seperti pada media, pengertian sumber belajar juga banyak disampaikan oleh para pakar pendidikan, namun secara umum memiliki

makna yang sama, berikut beberapa definisi: (a) AECT (Association of Education and Communication Technology, 1977) mendefinisikan sumber belajar adalah berbagai atau semua sumber baik yang berupa data, orang dan wujud tertentu yang digunakan oleh siswa dalam belajar baik secara terpisah maupun terkombinasi; (b) Nana Sudjana dan Achmad Rivai (2001) menyatakan bahwa sumber belajar adalah segala daya yang dapat dimanfaatkan guna memberikan kemudahan kepada seseorang dalam belajarnya; (c) Mulyasa (2003) menyatakan bahwa sumber belajar adalah segala sesuatu yang dapat memberikan kemudahan kepada peserta didik dalam memperoleh sejumlah informasi, pengetahuan, pengalaman, dan keterampilan dalam proses belajar mengajar.

**b. Fungsi Media Pembelajaran dan Sumber Belajar**

- 1) Fungsi Media Pembelajaran antara lain: (a) Mengkonkretkan konsep - konsep yang bersifat abstrak, melalui gambar, grafik, model; (b) Membangkitkan motivasi belajar; (c) Memaksimalkan peran seluruh seluruh indera siswa; (d) Mendekatkan dunia teori/konsep dengan realita; (e) Meningkatkan kemungkinan terjadinya interaksi langsung antara siswa dengan lingkungannya; (f) Menyajikan informasi belajar secara konsisten dan dapat diulang maupun disimpan menurut kebutuhan.
- 2) Fungsi sumber belajar antara lain: (a) Menginformasikan sejumlah penemuan baru; (b) Memandu langkah-langkah operasional pada keterampilan; (c) Memberikan ilustrasi dan contoh-contoh terkait dengan materi yang dipelajari; (d) Menunjukkan berbagai permasalahan yang merupakan konsekuensi logis dari perilaku masyarakat.

**c. Manfaat Media Pembelajaran dan Sumber Belajar**

- 1) Manfaat Media Pembelajaran antara lain: (a) Mempermudah pemahaman siswa terhadap materi ajar; (b) Siswa dapat belajar tanpa batasan waktu tertentu; (c) Mempermudah pencapaian ketuntasan belajar; (d) Penyampaian materi dapat diseragamkan; (e) Efisiensi waktu dan biaya; (f) Proses pembelajaran menjadi lebih menarik.

- 2) Manfaat sumber belajar antara lain: (a) Memperkaya informasi/wawasan siswa; (b) Memantapkan pemahaman terhadap pengetahuan atau keterampilan serta sikap siswa; (c) Memungkinkan siswa belajar dengan cara yang disukainya.

**d. Klasifikasi Media Pembelajaran dan Sumber Belajar**

- 1) Klasifikasi media pembelajaran antara lain: (a) Media cetak/teks; (b) Media pameran/display; (c) Media suara; (d) Media gambar bergerak; (e) Multimedia (gabungan teks, suara, grafis, video, dan animasi); (f) Media berbasis web dan internet.
- 2) Klasifikasi sumber pembelajaran antara lain: (a) Bahan ajar, (b) Produk, baik dari industri maupun perorangan; (c) Manusia; (d) Lingkungan; (e) Media elektronik.

**3. Pemilihan Media Pembelajaran dan Sumber Belajar**

**a Pemilihan Media Pembelajaran**

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam pemilihan media pembelajaran antara lain:

- 1) Apakah media yang digunakan sesuai dengan kurikulum?;
- 2) Apakah media yang digunakan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran ?;
- 3) Apakah informasi yang terkandung didalam media akurat dan baru?;
- 4) Apakah informasi yang terdapat didalam media disampaikan dengan jelas?;
- 5) Apakah media yang akan digunakan mampu memotivasi dan memancing minat belajar siswa?;
- 6) Apakah media pembelajaran yang dipilih mampu melibatkan mental siswa dalam aktivitas pembelajaran?;

- 7) Apakah kualitas teknis media pembelajaran yang akan digunakan baik ?;
- 8) Apakah media pembelajaran yang akan digunakan memiliki keluwesan dan kepraktisan ?;
- 9) Apakah media yang akan digunakan telah diuji coba sebelumnya?;
- 10) Apakah media yang akan digunakan bebas dari kepentingan iklan komersial yang ada didalamnya?;
- 11) Apakah penggunaan media dilengkapi dengan petunjuk tentang cara penggunaannya ?

#### **b Pemilihan Sumber Belajar**

Beberapa hal yang harus dipertimbangkan dalam penentuan sumber belajar antara lain:

- 1) Apakah sumber belajar yang digunakan sesuai dengan kurikulum?;
- 2) Apakah sumber belajar yang digunakan sesuai dengan karakteristik mata pelajaran?;
- 3) Apakah informasi yang terkandung didalam sumber belajar akurat dan baru?;
- 4) Apakah informasi yang terdapat didalam disampaikan dengan jelas?;
- 5) Apakah sumber belajar yang akan digunakan mampu memotivasi minat belajar siswa?;
- 6) Apakah sumber belajar yang dipilih mampu melibatkan mental siswa dalam aktivitas pembelajaran?;
- 7) Apakah kualitas teknis sumber belajar pembelajaran yang akan digunakan baik?;
- 8) Apakah penggunaan media dilengkapi dengan petunjuk tentang cara penggunaannya?.

### **4. Penggunaan Media Pembelajaran dan Sumber Belajar**

#### **a. Penggunaan Media Pembelajaran**

Penggunaan media harus efektif agar hasil pembelajaran dapat mencapai hasil yang maksimal, berikut ini tahapannya:

- 1) Persiapan, meliputi: (a) Memilih media sesuai tujuan pembelajaran; (b) mempelajari ketentuan operasional; (c) Menyiapkan tempat; (d) Menyiapkan perangkat pendukung, misal: sumber listrik, layar, kabel perpanjangan; (e) Melakukan uji coba operasi.
- 2) Penyajian, meliputi: (a) Mengoperasikan media; (b) Mengamati kinerja media; (c) Menggunakan media dalam pembelajaran; (d) Mengamati respon siswa selama penggunaan media pembelajaran; (e) Mematikan media usai penyajian (media yang menggunakan listrik atau).
- 3) Pasca penyajian, meliputi: (a) Mengecek kelengkapan perangkat media; (b) Membersihkan bagian-bagian yang kotor; (c) Melakukan pengemasan; (d) Menyimpan di tempat yang aman.

## **5. Penggunaan Sumber Belajar**

Penggunaan sumber belajar harus efektif agar hasil pembelajaran dapat mencapai hasil yang maksimal, berikut ini tahapannya:

- a. Persiapan, meliputi: (1) Memilih sumber belajar yang sesuai dengan tujuan pembelajaran; (2) Mencermati ketentuan penggunaan sumber belajar; (3) Menyiapkan tempat; (4) Melakukan pengecekan kelengkapan perangkat sumber belajar; (5) Melakukan uji coba operasional sumber belajar.
- b. Penyajian, meliputi: (1) Menggunakan sumber belajar; (2) Mengamati respon siswa selama penggunaan sumber belajar.
- c. Pasca penyajian, meliputi: (1) Mengecek kelengkapan sumber belajar; (2) Membersihkan (merapikan); (3) Melakukan pengemasan; (4) Menyimpan di tempat yang aman.

## **6. Perancangan dan Pembuatan Media Pembelajaran**

### **a Perancangan Media Pembelajaran**

Dalam pembuatan media pembelajaran perlu memperhatikan tahap perancangan yang dilakukan sebagai berikut:

- (1) Analisis substansi kurikulum;
- (2) Analisis kebutuhan media;
- (3) Identifikasi keberadaan media di masyarakat;
- (4) Identifikasi ketersediaan sumber daya;
- (5) Identifikasi kemudahan memperoleh bahan;
- (6) Menghitung prediksi biaya yang dibutuhkan;
- (7) Membandingkan biaya pembuatan dengan produk pabrikan;
- (8) Melakukan perancangan media.

#### **b Pembuatan Media Pembelajaran**

Dalam pembuatan media pembelajaran hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- 1) Berorientasi pada tujuan pembelajaran;
- 2) Memiliki kemudahan misal harga terjangkau, mudah dibuat, dsb
- 3) Memiliki keluwesan/kesesuaian, misal sesuai topik yang dibahas, sesuai dengan kondisi peserta didik;
- 4) dapat memotivasi peserta didik.

## **7. Analisis Efektivitas dan Efisiensi Penggunaan Media Pembelajaran**

### **a Analisis Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran**

Menurut Drucker (dalam Bram, 2005: 4), efektivitas merupakan suatu pengukuran ketercapaian tujuan yang telah ditentukan sebelumnya. Maka efektivitas dapat didefinisikan dengan melakukan pekerjaan yang benar. Unsur utama dalam pencapaian tujuan pembelajaran adalah proses dan hasil pembelajaran. Sehingga kalau ingin mengetahui efektivitas penggunaan suatu media pembelajaran, maka yang harus dijawab adalah:

- 1) Apakah penggunaan media pembelajaran meningkatkan memotivasi belajar siswa ?



- 2) Apakah penggunaan media pembelajaran mempermudah proses pembelajaran bagi guru?
- 3) Apakah penggunaan media pembelajaran meningkatkan prestasi belajar siswa? (sesuai tujuan)

Berdasarkan uraian di atas, maka analisis efektivitas penggunaan media pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan daftar cek di bawah ini.

Pengukuran Efektivitas Penggunaan Media Pembelajaran:

No.	Unsur yang diukur	Kategori			
		1	2	3	4
1	Apakah penggunaan media pembelajaran meningkatkan memotivasi belajar siswa ?				
2	Apakah penggunaan media pembelajaran mempermudah proses pembelajaran bagi guru ?				
3	Apakah penggunaan media pembelajaran meningkatkan prestasi belajar siswa ?				
Jumlah Skor					
Rata-Rata Skor		Jumlah Skor / 3 =			

Catatan:

- 1 = Tidak
- 2 = Kurang
- 3 = Agak
- 4 = Sangat

**b Analisis Efisiensi Penggunaan Media Pembelajaran**

Menurut Anthony (2005), bahwa efisiensi adalah rasio *output* terhadap *input*, atau jumlah *output* perunit *input*. Pada penggunaan media pembelajaran, *output* meliputi biaya, tenaga, dan waktu yang digunakan. Sehingga yang harus dijawab ketika ingin mengetahui efisiensi penggunaan media pembelajaran adalah:

1. Apakah biaya yang dihabiskan saat penggunaan media dalam pembelajaran terbatas ?
2. Apakah tenaga yang dikeluarkan saat penggunaan media dalam pembelajaran terbatas ?
3. Apakah waktu yang diperlukan saat penggunaan media dalam pembelajaran terbatas ?

Berdasarkan uraian di atas, maka analisis efisiensi penggunaan media pembelajaran dapat dilakukan dengan menggunakan daftar cek.

Pengukuran Efisiensi Penggunaan Media Pembelajaran:

No.	Unsur yang diukur	Kategori			
		1	2	3	4
1	Apakah biaya yang dihabiskan saat penggunaan media dalam pembelajaran terbatas ?				
2	Apakah tenaga yang dikeluarkan saat penggunaan media dalam pembelajaran terbatas ?				
3	Apakah waktu yang diperlukan saat penggunaan media dalam pembelajaran terbatas ?				
Jumlah Skor					
Rata-Rata Skor		Jumlah Skor / 3 =			

Catatan:

1 = Tidak                      3 = Agak  
2 = Kurang                    4 = Sangat

Rubrik Pengukuran Efektivitas/Efisiensi Penggunaan Media Pembelajaran

Rata-Rata Skor	Kategori
3,5 – 4,0	Penggunaan media pembelajaran sangat efektif/efisien
2,5 – 3,4	Penggunaan media pembelajaran agak efektif/efisien
1,5 – 2,4	Penggunaan media pembelajaran kurang efektif/efisien
< 1,5	Penggunaan media pembelajaran tidak efektif/efisien

#### D. Aktivitas Pembelajaran

Kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta diklat meliputi : Mempelajari Modul, berdiskusi dengan teman sejawat, mengerjakan latihan/kasus/tugas dan merefleksi diri.

#### E. Latihan/Tugas

Bapak dan Ibu peserta diklat diminta menyelesaikan tugas dengan ketentuan di bawah ini.

1. Peserta dibagi menjadi lima kelompok.
2. Kelompok 1 membahas Identifikasi Media Pembelajaran dan Sumber Belajar
3. Kelompok 2 membahas Pemilihan Media Pembelajaran dan Sumber Belajar
4. Kelompok 3 membahas Penggunaan Media Pembelajaran dan Sumber Belajar
5. Kelompok 4 membahas Perancangan dan Pembuatan Media Pembelajaran
6. Kelompok 5 membahas Analisis Efektivitas dan Efisiensi Penggunaan Media Pembelajaran
7. Mempresentasikan hasil bahasan ke kelompok lain
8. Waktu pembahasan 30 menit

Anda diminta merancang penggunaan media pembelajaran dan sumber belajar untuk topik “membersikan dan menyetel kerenggangan busi motor”. Silahkan diidentifikasi:

1. Media pembelajaran dan sumber belajar yang digunakan ?
2. Alat penunjang yang diperlukan ?
3. Langkah-langkah penggunaan media pembelajaran ?

## **F. Rangkuman**

Media pembelajaran dan sumber belajar memiliki peran penting dalam kegiatan pembelajaran, karena kontribusinya sangat besar terhadap hasil belajar. Karena itu pemilihan media pembelajaran dan sumber belajar menjadi hal yang sangat menentukan, sebelum melakukan kegiatan pembelajaran. Namun ada yang lebih penting yaitu kemampuan menggunakan media pembelajaran dan sumber belajar. Kalau media pembelajaran dan sumber belajar dipilih dengan tepat dan digunakan secara efektif maka dapat dipastikan efektivitas hasil belajar dapat diperoleh.

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

1. Umpan Balik

- a. Hal-hal apa saja yg sudah saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi media pembelajaran dan sumber belajar?
- b. Hal-hal apa saja yg masih belum saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok media pembelajaran dan sumber belajar?
- c. Saran apa yang dapat saudara sampaikan terkait dengan proses pembahasan materi media pembelajaran dan sumber belajar agar kegiatan berikutnya lebih baik/lebih berhasil ?

## 2. Tindak Lanjut

Peserta dinyatakan berhasil dalam mempelajari modul ini apabila telah mampu menjawab soal-soal evaluasi / latihan dalam modul ini, tanpa melihat atau membuka materi dengan nilai minimal 80. Bagi yang belum mencapai nilai minimal 80 diharapkan untuk lebih giat mendalami lagi sehingga dapat memperoleh nilai minimal 80.

## **Kegiatan pembelajaran 6. Pengambilan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran**

### **A. Tujuan**

Setelah peserta selesai mempelajari kegiatan pembelajaran ini diharapkan dapat memahami dan menerapkan Pengambilan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran.

### **B. Indikator pencapaian Kompetensi**

1. Menjelaskan Keputusan transaksional dalam pembelajaran berdasarkan efektifitas komunikasi
2. Melaksanakan Keputusan transaksional dalam pembelajaran dengan situasi yang berkembang
3. Mengelola Komunikasi efektif secara berkelanjutan sesuai dengan situasi yang berkembang.

### **C. Uraian materi**

#### **1. Pengambilan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran**

Materi media pembelajaran dan sumber belajar terurai dalam tiga sub materi, yaitu:

- a. pendahuluan (pembahasan hal-hal yang bersifat umum),
- b. melaksanakan transaksional dalam pembelajaran, dan
- c. mengelola komunikasi secara berkelanjutan.

## **2. Pengertian, Fungsi dan Manfaat Keputusan Transaksional**

### **a Pengertian**

Mencermati keputusan-keputusan guru yang terkait dengan kegiatan pembelajaran, terdapat dua macam keputusan yang biasanya diambil, yaitu keputusan situasional dan transaksional. Keputusan situasional dilakukan guru saat menyusun perencanaan pembelajaran yang akan dilakukan. Sedangkan untuk pengambilan keputusan transaksional dilakukan guru ketika menjalankan pembelajaran.

Saat menjalankan pembelajaran, situasi yang berkembang di lapangan belum tentu sesuai dengan yang telah direncanakan. Kemudian guru berusaha menyesuaikan situasi yang terjadi dengan perencanaan yang telah dibuat, tanpa mengurangi tujuan yang akan dicapai. Keputusan yang diambil oleh guru inilah yang disebut dengan keputusan transaksional.

Keputusan yang bersifat transaksional memerlukan penyesuaian-penyesuaian berdasarkan umpan balik yang diperoleh guru dari interaksinya dengan siswa maupun interaksi antarsiswa, sementara kegiatan belajar mengajar tetap berlangsung. Sehingga kunci dari keputusan transaksional sangat dipengaruhi oleh kualitas interaksi, guru-siswa dan siswa-siswa.

### **b Fungsi Keputusan Transaksional**

- 1) Mengarahkan model interaksi antara guru-siswa, siswa-siswa ke arah yang lebih terbuka.
- 2) Membiasakan komunikasi dengan landasan pemikiran rasional dan berdasarkan fakta-fakta.
- 3) Membangun model komunikasi yang sehat dalam pembelajaran

### **c Manfaat Keputusan Transaksional**

- 1) Mengharmoniskan hubungan antar personal dalam pembelajaran
- 2) Mencapai tujuan pembelajaran secara efektif, walaupun terjadi perubahan pada lingkungan belajar siswa. (tidak sesuai dengan yang direncanakan).

### 3. Pelaksanaan Transaksional Dalam Pembelajaran

#### a. Sikap Dasar Manusia

Menyimak bahwa kualitas interaksi menjadi hal sangat penting dalam pengambilan keputusan secara transaksional, maka perlu dipahami pula bahwa ada tiga sikap dasar manusia, yaitu Ego Orang Tua (O), Dewasa (D), dan Anak (A). Dan setiap orang memiliki ketiga sikap tersebut, hanya munculnya yang dipengaruhi oleh kondisi dan situasi yang dihadapi.

- 1) Ego Orang Tua (*parent exteropsychic*): O. Ego Orang Tua adalah gambaran yang ditampilkan seseorang seperti layaknya orang tua (ayah dan ibu). Yakni penampilan yang terikat kepada sistem nilai, moral dan serangkaian kepercayaan. Bentuk nyatanya berupa pengontrolan, membimbing, membantu mengarahkan, menasehati, menuntun atau mengecam, mengkritik, mengomando, melarang, mencegah atau memerintah dsb.
- 2) Ego Orang Dewasa (*adult neopsychic*): D. Ego Orang Dewasa adalah reaksi yang bersifat realistis dan logis. Status ego ini sering disebut kompleks Karena bertindak dan mengambil keputusan berdasarkan hasil pemerosesan informasi dari data dan fakta lapangan. Kata-kata yang sering dipergunakan adalah benar, salah, efektif, masuk akal, dsb.
- 3) Ego Anak-Anak (*child archeopsychic*): A. Ego Anak-Anak merupakan keadaan dan reaksi emosi yang kadang-kadang adaptif, intuitif, kreatif, dan emosional, tetapi kadang-kadang juga bertindak lepas, ingin terbebas dari pengaruh orang lain. Kata-kata yang sering digunakan dapat berupa "Wah!", Tidak mau. Tidak bisa, dsb.

#### b. Jenis Transaksi

Menurut Berne, transaksi merupakan jalinan antar ego. Untuk dua orang yang berada dalam suatu ruangan, maka akan terjadi pertemuan 6 ego. Dari sudut ego ini, Berne mengemukakan adanya 3 macam, yaitu transaksi yang bersifat Komplementer, Silang (*Crossed*) dan Tersamar atau Semu (*Ulterior*)

- 1) Transaksi parallel/sejajar adalah transaksi antar dua ego yang sama, seperti O dengan O, D dengan D, atau A dengan A. Contoh transaksi O-O tampak pada orang yang tengah bertengkar, transaksi D-D dapat ditemui pada situasi suatu seminar, transaksi A-A dapat dilihat pada orang yang sedang berpacaran.
- 2) Transaksi silang merupakan transaksi antar dua ego yang berbeda. Contoh transaksi O-D dapat kita jumpai pada ujian skripsi, transaksi O-A dapat kita lihat saat guru di kelas, dan transaksi D-A dapat kita jumpai pada komunikasi dokter-pasien.
- 3) Transaksi tersamar atau semu adalah transaksi antar dua ego namun diikuti terjadinya transaksi dua ego lain yang tidak kelihatan atau tertutup, namun dirasakan oleh orang yang melakukannya. Transaksi yang tak kelihatan itu mengandung kesan psikologis. Hal ini dapat ditemui saat seseorang melakukan kesepakatan, namun terpaksa sehingga tampak pada wajahnya yang kurang begitu bahagia.

### **c. Posisi Dasar Seseorang Ketika Berkomunikasi**

Ada empat posisi dasar seseorang ketika berkomunikasi, yaitu: saya OK – kamu OK, saya OK – kamu tidak OK, saya tidak OK – kamu Ok, saya tidak OK – kamu tidak OK

- 1) Saya OK – Kamu OK, Posisi ini menunjukkan bahwa individu mempunyai kepercayaan pada diri sendiridan orang lain.
- 2) Saya OK – Kamu tidak OK, Posisi ini mengggambarkan individu yang membutuhkan orang lain, tetapi tidak ada yang cocok, individu merasa superior.
- 3) Saya tidak OK – Kamu OK, Posisi ini menggambarkan bahwa individu merasa tidak terpenuhi kebutuhannya, dan merasa bersalah.
- 4) Saya tidak OK – Kamu tidak OK, Posisi ini menggambarkan bahwa dirinya merasa tidak baik, dan menganggap orang lain juga tidak baik.



#### **4. Pengelolaan Komunikasi Secara Berkelanjutan**

##### **a. Implementasi Keputusan Transaksional dalam Pembelajaran**

Tuntutan pembelajaran saat ini semakin tinggi, sehingga kreativitas dan produktivitas guru sangat dibutuhkan. Selain itu, kemampuan guru untuk berkomunikasi secara efektif juga diperlukan agar mampu mengubah sikap, pengetahuan, dan keterampilan siswa dalam kegiatan pembelajaran. Melakukan keputusan secara transaksional merupakan salah satu kemampuan yang harus dimiliki guru agar pesan-pesan yang disampaikan menjadi efektif. Sehingga yang harus dikuasai guru dalam implementasi keputusan transaksional di sekolah seperti diuraikan di bawah ini.

- 1) Mampu menangkap status ego yang dominan pada siswanya. Mencermati ego yang muncul dari siswa berdasarkan pesan yang telah disampaikan.
- 2) Merespon pesan siswa dengan ego yang sesuai. Memberikan respon yang sesuai dengan pesan siswa.
- 3) Mengupayakan ego dewasa dominan ketika berkomunikasi dengan siswa. Mengendalikan status ego dewasa secara dominan, sehingga dapat mempengaruhi siswa untuk menggunakan status ego dewasa dalam berkomunikasi.
- 4) Mengupayakan posisi “Saya OK – Kamu OK” saat berkomunikasi. Membangun kepercayaan kepada diri sendiri maupun pada orang lain.

##### **b. Pengelolaan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran**

Menyadari betapa pentingnya keputusan transaksional dalam pembelajaran, sehingga perlu adanya pengelolaan secara intensif yang perlu dilakukan. Adapun tindakan-tindakan tersebut sebagai berikut:

- 1) Identifikasi status ego yang dominan pada siswa. Secara bertahap guru harus mengenal lebih dalam tentang status ego siswa yang menjadi binaannya. Baik secara perorangan maupun kelompok

- 2) Pengembangan respon efektif. Menyikapi status ego yang dominan pada siswa, guru harus menyiapkan tindakan-tindakan atau menunjukkan status ego yang tepat
- 3) Pengendalian status ego dewasa. Tugas guru adalah memberdayakan siswa, sehingga harus selalu berupaya agar siswa dapat berkembang kearah yang dominan dengan status ego dewasa
- 4) Pengembangan pola pikir positif dalam komunikasi. Mengendalikan status ego dewasa akan efektif bila disertai dengan pengembangan pola pikir positif. Sehingga respon yang diberikan dapat memberikan pemecahan permasalahan yang efektif
- 5) Analisis pengambilan keputusan secara periodik secara bersama-sama. Pengembangan keputusan transaksional perlu dilakukan terus menerus secara periodik. Kegiatan ini akan sangat efektif bila dilakukan bersama-sama, sehingga semua permasalahan yang dihadapi para guru dapat dicermati dari berbagai sudut pandang personal. Hal ini akan meningkatkan keterampilan para guru dalam pengambilan keputusan transaksional.

#### **D. Aktivitas Pembelajaran**

Kegiatan yang harus dilakukan oleh peserta diklat meliputi : Mempelajari Modul, berdiskusi dengan teman sejawat, mengerjakan latihan/kasus/tugas dan merefleksi diri.

#### **E. Latihan/Tugas**

Bapak dan Ibu peserta diklat diminta menyelesaikan tugas di bawah ini.

1. Peserta dibagi menjadi enam kelompok.
2. Kelompok 1 dan 2 membahas PENDAHULUAN
3. Kelompok 3 dan 4 membahas MELAKSANAKAN TRANSAKSIONAL DALAM PEMBELAJARAN

4. Kelompok 5 dan 6 membahas MENGELOLA KOMUNIKASI SECARA BERKELANJUTAN
5. Mempresentasikan hasil bahasan ke kelompok lain

Kasus.

Pada suatu kegiatan diklat, terjadi percakapan antara Fasilitator (F) dengan Guru (G),

Fasilitator : Bapak dan Ibu peserta Diklat, besok akan dilakukan microteaching, yang topiknya sesuai dengan mata pelajaran yang diampu.

Pendidik : Rupanya Bapak Fasilitator masih belum percaya dengan kami yang ada disini. Padahal kami ini sudah berpengalaman lebih dari 10 tahun dalam mengajar.

Fasilitator : Bukan begitu. Kami hanya ingin mengetahui kompetensi Bapak dan Ibu dalam pengajaran melalui microteaching.

Pendidik : Sebenarnya kami keberatan. Tapi kalau memang harus, ya terpaksa kami ikut saja.

Pertanyaan:

Lakukan analisis terhadap kasus di atas, kemudian tentukan:

1. Jenis transaksi yang terjadi
2. Berikan alasannya

## F. Rangkuman

Komunikasi merupakan unsur pokok dalam kegiatan pembelajaran, semakin efektif komunikasi yang dikembangkan maka akan semakin efektif pula transfer informasi dalam komunikasi tersebut. Pada dasarnya, manusia memiliki tiga sikap dasar, yaitu: Ego Orang Tua (*parent exteropsychic*), Ego Orang Dewasa (*adult neopsychic*) : D, dan Ego Anak-Anak (*child archeopsychic*). Jenis transaksi

terdiri atas tiga macam, yaitu: parallel/sejajar, silang, dan tersamar. Dalam implementasi keputusan transaksional, guru diharapkan: mampu menangkap status ego dan merespon pesan siswa, berkomunikasi dengan ego dewasa secara dominan, dan mengupayakan posisi “Saya OK – Kamu OK” saat berkomunikasi. Selanjutnya keputusan transaksional tersebut dikelola secara intensif

## **G. Umpan Balik dan Tindak Lanjut**

### **1. Umpan Balik**

- a. Hal-hal apa saja yg sudah saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi Pengambilan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran?
- b. Hal-hal apa saja yg masih belum saudara kuasai berdasarkan pemahaman dan pengalaman yang berkaitan dengan materi pokok Pengambilan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran?
- c. Saran apa yang dapat saudara sampaikan terkait dengan proses pembahasan materi Pengambilan Keputusan Transaksional Dalam Pembelajaran agar kegiatan berikutnya lebih baik/lebih berhasil ?

### **2. Tindak Lanjut**

Peserta dinyatakan berhasil dalam mempelajari modul ini apabila telah mampu menjawab soal-soal evaluasi / latihan dalam modul ini, tanpa melihat atau membuka materi dengan nilai minimal 80. Bagi yang belum mencapai nilai minimal 80 diharapkan untuk lebih giat mendalami lagi sehingga dapat memperoleh nilai minimal 80.

# PENUTUP

## A. Kesimpulan

Modul Pembelajaran Yang Mendidik berisi materi yang sangat diperlukan guru dalam menjalankan tugasnya baik di kelas, laboratorium, dan di lapangan. Mulai dari perancangan kegiatan pembelajaran beserta perangkat yang diperlukan, sampai dengan pelaksanaan pembelajaran yang mengacu pada model pembelajaran efektif. Salah satu ciri dari model pembelajaran efektif adalah terjadinya komunikasi yang saling menghargai antara guru dengan peserta didik. Baik guru maupun peserta didik dominan dengan ego orang dewasa.

## B. Tindak Lanjut

Peserta dinyatakan kompeten (dinyatakan tuntas) pada kompetensi guru mata pelajaran 4 Menyelenggarakan Pembelajaran Yang Mendidik (sesuai Permendikbud no 16 tahun 2007) dalam mempelajari modul ini apabila telah mampu menjawab soal-soal evaluasi/latihan dalam modul ini, tanpa melihat atau membuka materi dengan nilai minimal 80. Bila ternyata belum kompeten (belum mencapai nilai minimal 80) maka diharapkan untuk lebih giat mendalami lagi sehingga dapat memperoleh nilai minimal 80, selanjutnya dapat mempelajari modul yang lain untuk menempuh kompetensi selanjutnya.

## C. Evaluasi

### SOAL

1. Uraikan ada Beberapa ciri perubahan dalam diri peserta didik yang perlu diperhatikan guru.
2. Salah satu prinsip dalam menyusun RPP adalah memperhatikan perbedaan individu peserta didik. Perbedaan individu dalam hal apa yang dimaksud dalam prinsip tersebut ?
3. Sebutkan esensi rumusan tujuan pembelajaran?

4. RPP yang dikembangkan guru harus menyesuaikan kondisi di satuan pendidikan, kondisi apa saja yang dimaksud tersebut?
5. RPP harus memperhatikan keterkaitan dan keterpaduan antar muatan, apa yang dimaksud hal tersebut?
6. Apa yang dimaksud dengan Model pembelajaran dan berikan contohnya?
7. Bagaimana tahap pelaksanaan dalam pembelajaran?
8. Apa yang dilakukan guru dalam kegiatan pendahuluan?
9. Anda diminta merancang penggunaan media pembelajaran dan sumber belajar untuk topik “membersihkan dan menyetel kerenggangan busi motor”. Silahkan diidentifikasi
  - a. Media pembelajaran dan sumber belajar yang digunakan ?
  - b. Alat penunjang yang diperlukan ?
  - c. Langkah-langkah penggunaan media pembelajaran ?
10. Perhatikan Kasus berikut:

Pada saat kegiatan diklat dengan topik “bagaimana mengajar yang efektif”, terjadi percakapan antara Fasilitator dengan Pendidik,

#### Percakapan 1

Fasilitator : Bapak dan Ibu peserta Diklat, besok akan diadakan *microteaching* yang topiknya sesuai dengan mata pelajaran yang Bapak/Ibu ampu

Pendidik : Rupanya Bapak Fasilitator masih belum percaya dengan kami yang ada disini. Padahal kami ini sudah berpengalaman lebih dari 10 tahun dalam mengajar.

#### Percakapan 2

Fasilitator : Bukannya tidak percaya. Kami hanya ingin mengetahui kompetensi Bapak dan Ibu dalam pengajaran melalui *microteaching*.

Pendidik : Sebenarnya kami keberatan. Tapi kalau memang harus, ya terpaksa kami ikut saja.

Pertanyaan:

Lakukan analisis terhadap kasus di atas, kemudian tentukan:

1. Jenis transaksi yang terjadi
2. Berikan alasannya

#### **D. Kunci Jawaban**

1. Perubahan tingkah laku peserta didik yang perlu diperhatikan guru antara lain :
  - a. Perubahan tingkah laku harus disadari peserta didik
  - b. Perubahan tingkah laku dalam belajar bersifat kontinu dan fungsional.
  - c. Perubahan tingkah laku dalam belajar bersifat positif dan aktif.
  - d. Perubahan tingkah laku dalam belajar tidak bersifat sementara.
  - e. Perubahan tingkah laku dalam belajar bertujuan.
  - f. Perubahan tingkah laku mencakup seluruh aspek tingkah laku.
2. Perbedaan individu dalam hal: kemampuan awal, tingkat intelektual, minat, motivasi belajar, bakat, potensi, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik.
3. Esensi rumusan tujuan pembelajaran: (a) tujuan pembelajaran adalah tercapainya perubahan perilaku atau kompetensi pada siswa setelah mengikuti kegiatan pembelajaran; (b) tujuan dirumuskan dalam bentuk pernyataan atau deskripsi yang spesifik.
4. Kondisi yang dimaksud dalam satuan pendidikan adalah : kemampuan awal peserta didik, minat, motivasi belajar, bakat, potensi, kemampuan sosial, emosi, gaya belajar, kebutuhan khusus, kecepatan belajar, latar belakang budaya, norma, nilai, dan/atau lingkungan peserta didik.
5. KI, KD, indikator pencapaian kompetensi, materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, penilaian, dan sumber belajar dalam satu keutuhan pengalaman belajar.

6. Model pembelajaran merupakan suatu bentuk pembelajaran yang memiliki nama, ciri, sintak, pengaturan, dan budaya . Contohnya : *discovery learning, project - based learning, problem - based learning, inquiry learning*.
7. Kegiatan Pendahuluan, Kegiatan Inti dan Kegiatan Penutup
8. Yang dilakukan guru dalam kegiatan pendahuluan:
  - a mengondisikan suasana belajar yang menyenangkan,
  - b menyampaikan kompetensi yang akan dicapai dan manfaatnya,
  - c menyampaikan garis besar cakupan materi dan kegiatan yang akan dilakukan,
  - d menyampaikan lingkup dan teknik penilaian.
9. Lihat Rubrik Penilaian Media Pembelajaran dan Sumber Belajar (lampiran 1).
10. Lihat Rubrik Transaksional Dalam Pembelajaran (lampiran 2).



## DAFTAR PUSTAKA

- Bram, Yudi Farola. (2005). Analisis Efektivitas Iklan Sebagai Salah Satu Strategi Pemasaran Perusahaan Percetakan Dan Penerbitan PT. Rambang Dengan Menggunakan Metode CPIC Model. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Sriwijaya Vol 3 No. 6. Hal : 1-23.*
- Molenda, Michael dkk. 2006 *Instructional Media And Technology For Teaching And Learning*. New York: Practice-Hall Inc.
- Oemar Hamalik. (2003) *Media Pendidikan*, Cetakan VI, Bandung: PT Citra Aditya Bakti.
- Robertus Angkowo dan A. Kosasih.(2007). *Optimalisasi Media Pembelajaran*. Jakarta: PT.Grasindo.
- Suwardi, 2007, Sistem Menejemen Pembelajaran : Menciptakan Guru yang Kreatif, Temprina Media Grafika.
- \_\_\_\_\_ 2008, *Quantum Teaching*. Mempraktekkan metode Quantum learning di ruang kelas.(Terjemahan). Bandung: Kaifaies.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### RUBRIK PENILAIAN MEDIA PEMBELAJARAN DAN SUMBER BELAJAR (KASUS)

No.	Pertanyaan	Alternatif Jawaban	Skor maks	Skor perolehan
1	a. Media pembelajaran yang digunakan.	Media pameran/display, yaitu benda asli (busi).	7	
		Jumlah minimal separo dari jumlah siswa.	7	
	b. Sumber belajar yang digunakan.	Buku manual motor atau <i>handout</i> .	3	
		Jumlah minimal separo dari jumlah siswa.	3	
2	Alat penunjang.	Pembersih kerak (kawat, kertas gosok).	5	
3	a. Langkah-langkah penggunaan media pembelajaran.	<b>Persiapan (skor @ 4)</b> 1) Memilih media pembelajaran yang sesuai tujuan pembelajaran. 2) Menyiapkan media sesuai jumlah yang diperlukan. 3) Menyiapkan tempat (bila diperlukan). 4) Melakukan uji coba penggunaan media.	16	
		<b>Penyajian (skor @ 4)</b> 1) Mendemonstrasikan cara membersihkan busi. 2) Meminta siswa menirukan apayang telah dilakukan guru. 3) Mengamati kinerja siswa.	12	
		<b>Paska penyajian (skor @ 3)</b> 1) Mengecek kelengkapan perangkat media. 2) Membersihkan bagian-bagian yang kotor. 3) Melakukan pengemasan. 4) Menyimpan di tempat yang aman.	12	

b. Langkah-langkah penggunaan sumber belajar.	<b>Persiapan (skor @ 3)</b> 1) Memilih sumber belajar sesuai dengan tujuan pembelajaran. 2) Mencermati buku pedoman penggunaan sumber belajar. 3) Menyiapkan sejumlah yang dibutuhkan. 4) Menyiapkan tempat (bila diperlukan). 5) Melakukan uji coba operasional sumber belajar (bila diperlukan).	15	
	<b>Penyajian (skor @ 3,5)</b> 1) Menggunakan sumber belajar dalam kegiatan pembelajaran. 2) Mengamati respon siswa selama penggunaan sumber belajar.	7	
	<b>Paska Penyajian (skor @ 2)</b> 1) Mengecek kelengkapan perangkat sumber belajar. 2) Membersihkan bagian-bagian yang kotor. 3) Melakukan pengemasan. 4) Menyimpan di tempat yang aman.	8	
<b>Σ Skor Perolehan</b>			

Lampiran 2

**RUBRIK PENILAIAN TRANSAKSIONAL DALAM PEMBELAJARAN (KASUS)**

No.	Pertanyaan	Alternatif Jawaban	Skor maks	Skor perolehan
1.	Jenis transaksi yang terjadi	<p>a Percakapan 1: Jenis Transaksi Silang</p> <pre> graph LR     subgraph Facilitator         O1[O]         D1[D]         A1[A]     end     subgraph Pendidik         O2[O]         D2[D]         A2[A]     end     O1 --&gt; D2     D1 --&gt; A2     A1 --&gt; O2                     </pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada Jawaban: “Transaksi Silang” skor 10.</li> <li>• Ada grafik transaksi, skor 25.</li> </ul>	35	
		<p>b Percakapan 2: Jenis Transaksi Silang</p> <pre> graph LR     subgraph Facilitator         O1[O]         D1[D]         A1[A]     end     subgraph Pendidik         O2[O]         D2[D]         A2[A]     end     D1 --&gt; D2     A1 --&gt; O2                     </pre> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ada jawaban “transaksi silang” skor 10.</li> <li>• Ada grafik transaksi, skor 25.</li> </ul>	35	
2.	Alasan	<p>Pada dua ego yang bertransaksi terjadi ketidak sesuaian antara harapan pesan dengan respon. Hal ini terjadi pada percakapan 1 maupun 2.</p>	30	
Σ Skor Perolehan				

### Lampiran 3

#### **RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**

Sekolah :  
Matapelajaran :  
Kelas/Semester :  
Alokasi Waktu :

- A. Kompetensi Inti (KI)
- B. Kompetensi Dasar (KD)
  - 1. KD pada KI-1
  - 2. .... Dst.
- C. Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK)
  - 1. Indikator KD pada KI-1
  - 2. Indikator KD pada KI-2
  - 3. Indikator KD pada KI-3
  - 4. Indikator KD pada KI-4
- D. Tujuan Pembelajaran (opersional, spesifik, terukur)
- E. Materi Pembelajaran (dapat berasal dari buku teks pelajaran dan buku panduan guru, sumber belajar lain berupa muatan lokal, materi kekinian, konteks pembelajaran dari lingkungan sekitar yang dikelompokkan menjadi materi untuk pembelajaran reguler, pengayaan, dan remedial)
- F. Kegiatan Pembelajaran
  - 1. Pertemuan Pertama:(... JP)
    - a. Kegiatan Pendahuluan
    - b. Kegiatan Inti
      - 1) Mengamati
      - 2) Menanya
      - 3) Mengumpulkan informasi/mencoba
      - 4) Menalar/mengasosiasi
      - 5) Mengomunikasikan
    - c. Kegiatan Penutup
  - 2. Pertemuan seterusnya (...JP)
- G. Penilaian, Pembelajaran Remedial dan Pengayaan
  - 1. Teknik penilaian
  - 2. Instrumen penilaian
  - 3. Pembelajaran Remedial dan Pengayaan

Pembelajaran remedial dilakukan segera setelah kegiatan penilaian.
- H. Media/alat, Bahan, dan Sumber Belajar
  - 1. Media/alat
  - 2. Bahan
  - 3. Sumber Belajar

Lampiran 3

**INSTRUMEN TELAAH RENCANA PELAKSANAAN PEMBELAJARAN (RPP)**

Nama Guru :  
 Program Keahlian :  
 Kelas :  
 Topik :  
 Tanggal :

NO	KOMPONEN/ASPEK	HASIL TELAAH			CATATAN
		TIDAK ADA 1	KURANG LENGKAP 2	LENGKAP 3	
<b>A</b>	<b>Identitas dan Kelengkapan Komponen</b>				
1	Terdapat: satuan pendidikan, kelas / semester, mata pelajaran, materi pokok / tema, dan alokasi waktu				
2	Memuat KI; KD dan Indikator; tujuan pembelajaran; materi pembelajaran; metode; media, alat, dan sumber pembelajaran; langkah kegiatan pembelajaran; dan penilaian				
<b>B</b>	<b>Kompetensi Inti</b>				
3	Mencakup KI-1, KI-2, KI-3, dan KI-4				
4	Rumusan KI (1, 2, 3, dan 4) sesuai dengan Permendikbud Nomor 59				
<b>C</b>	<b>Kompetensi Dasar dan Indikator</b>				
5	Kompetensi Dasar mencakup sikap, pengetahuan, dan keterampilan				
6	Menjabarkan indikator pengetahuan dan keterampilan berdasarkan KD dari KI-3 dan KI-4				
7	Indikator disusun menggunakan kata kerja operasional				
8	Indikator pengetahuan menggambarkan dimensi proses kognitif (C-1 s.d C-6) dan dimensi pengetahuan (faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif)				
9	Indikator keterampilan memuat keterampilan abstrak dan/atau konkret				
<b>D</b>	<b>Tujuan Pembelajaran</b>				
10	Memadai pencapaian indikator sesuai KD, KI, dan SKL				

11	Memberikan gambaran proses pencapaian tujuan yang dimaksud				
<b>E</b>	<b>Materi Pembelajaran</b>				
12	Ditulis dalam bentuk butir-butir Sesuai dengan indikator, KD, KI, dan SKL				
13	Materi pembelajaran memuat pengetahuan faktual, konseptual, prosedural,				
<b>F</b>	<b>Metode Pembelajaran</b>				
14	Metode yang digunakan relevan dengan pendekatan				
15	Sesuai dengan tujuan pencapaian pembelajaran dan				
<b>G</b>	<b>Media, Alat, dan Sumber</b>				
16	Menjabarkan media, alat, dan sumber pembelajaran				
17	Kesesuaian dengan kebutuhan pencapaian tujuan pembelajaran, indikator, dan kegiatan belajar siswa aktif				
18	Kesesuaian dengan karakteristik peserta didik				
19	Kesesuaian dengan pembelajaran saintifik				
20	Sumber pembelajaran mencakup buku, media cetak dan elektronik, alam sekitar, atau sumber belajar lain yang				
<b>H</b>	<b>Langkah Kegiatan Pembelajaran</b>				
21	Mencakup kegiatan pendahuluan, kegiatan				
22	Kegiatan pendahuluan menggambarkan: menyiapkan kondisi siswa; penjelasan keterkaitan materi sebelumnya dan materi yang akan datang; penyampaian tujuan pembelajaran; dan penyampaian kegiatan yang akan dilakukan				
23	Kegiatan inti sesuai dengan silabus,				
24	Kegiatan inti menggambarkan proses pembelajaran saintifik (menamati, menanya, mencoba/mengumpulkan informasi, menalar, dan				



25	Kegiatan intimgambarkan proses pembelajaranyanginteraktif, inspiratif,menyenangkan, menantang, dan memotivasi peserta				
26	Kegiatanpenutup menggambarkan: perumusan kesimpulan bersama; penilaiandan umpan balik/refleksi; rencana tindaklanjut (remedial dan pengayaan); dan penyampaian rencana kegiatanselanjutnya				
27	Kegiatanpenutup memuat penyampaianpencapaianKDdari KI-2 (sikapsosial)dan KI-1(sikap religius)				
<b>I</b>	<b>Penilaian</b>				
28	Memuatjenis/teknik penilaian,bentuk instrumen, dan pedoman penskoran/penilaian				
29	Mencakup penilaiansikap, pengetahuan, dan				
30	Kesesuaiandengantujuan pembelajaran, materi pembelajaran, dan indikator				
	JUMLAH ( $\Sigma$ SKOR)				=
	NILAI = $(\Sigma \text{SKOR} / 90) \times 100\%$				
	PREDIKAT				

.....  
..... 2015  
Penelaah

.....  
.....  
NIP





