

**MODUL PEMBELAJARAN**

**KODE : LIS.PTL.47 (P) (40 Jam)**

# **DASAR ELEKTRONIKA**

**BIDANG KEAHLIAN : KETENAGALISTRIKAN  
PROGRAM KEAHLIAN : TEKNIK PEMANFAATAN ENERGI**



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

**2003**

## DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR .....	i
DAFTAR ISI .....	ii
PETA KEDUDUKAN MODUL .....	iv
PERISTILAHAN .....	v
I PENDAHULUAN .....	1
A. Deskripsi .....	1
B. Prasyarat .....	2
C. Petunjuk Penggunaan Modul .....	2
D. Tujuan Akhir.....	3
E. Standar Kompetensi.....	4
F. Cek Kemampuan .....	6
II PEMBELAJARAN .....	7
A. RENCANA BELAJAR SISWA .....	7
B. KEGIATAN BELAJAR. ....	8
<b>KEGIATAN BELAJAR 1</b> .....	8
A. Tujuan Kegiatan .....	8
B. Uraian Materi .....	8
C. Rangkuman .....	20
D. Tes Formatif .....	22
<b>KEGIATAN BELAJAR 2</b> .....	23
A. Tujuan Kegiatan .....	23
B. Uraian Materi .....	23
C. Tes Formatif .....	62
<b>KEGIATAN BELAJAR 3</b> .....	64
A. Tujuan Kegiatan .....	64
B. Uraian Materi .....	64
C. Rangkuman .....	99
D. Tes Formatif .....	100
E. Lembar kerja .....	103

<b>KEGIATAN BELAJAR 4</b>	107
A. Tujuan Kegiatan .....	107
B. Uraian Materi .....	107
C. Tes Formatif .....	125
III EVALUASI .....	127
KUNCI JAWABAN .....	136
DAFTAR PUSTAKA .....	138
LAMPIRAN	

## PERISTILAHAN / GLOSSARY

UJT	:	Uni Junction Transistor
AMV	:	Astable Multivibrator
MMV	:	Monostable Multivibrator
NPN	:	Transistor dengan lapisan Negatif – Positif - Negatif
PNP	:	Transistor dengan lapisan Positif – Negatif - Positif
Dioda	:	Dua elektroda
Transistor	:	Transconductance resistor
Elektron	:	Bagian unsur atom yang bermuatan negatif
Proton	:	Bagian unsur atom yang bermuatan positif
Neutron	:	Bagian unsur atom yang tidak bermuatan ( netral )
Motor	:	Mesin listrik yang memerlukan tenaga elektrik, menghasilkan tenaga mekanik
Generator	:	Mesin listrik yang memerlukan tenaga mekanik, menghasilkan tenaga listrik
Semikonduktor	:	Sifat kelistrikan bahan yang berada diantara konduktor dan isolator
Hydrogen	:	Salah satu jenis atom yang mempunyai valensi elektron 1
Osiloskop	:	Alat ukur elektronik yang dapat menunjukkan besar dan bentuk frekwensi , tegangan dan atau arus listrik
Mutual induction	:	Induksi bersama akibat dua atau lebih garis gaya magnet saling berdekatan
Kapasitor	:	Komponen elektronik yang dapat menyimpan muatan listrik
Fotodioda	:	Dioda yang dapat berfungsi bergantung kepada keadaan cahaya
Kristal osilator	:	Komponen elektronik yang dapat menghasilkan frekwensi listrik terbuat dari quartz crystal
Loudspeaker	:	Komponen elektronika yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik suara

SPDT	:	Sakelar Single-Pole-Double-Throw
SPST	:	Sakelar Single-Pole-Single-Throw
DPDT	:	Sakelar Double-Pole-Double-Throw
Thermistor	:	Komponen elektronika yang berubah resistansinya bergantung suhu
LED	:	Light Emitting Diode ( dioda yang dapat mengemisikan cahaya )
Hukum Kirchoff	:	Hukum listrik yang menyatakan perilaku arus listrik dalam rangkaian
Hukum Ohm	:	Hukum listrik yang menyatakan hubungan proporsi antara arus listrik, tegangan listrik dan tahanan listrik
Hukum Faraday	:	Hukum listrik yang menyatakan adanya perubahan medan magnet yang menyebabkan perubahan tegangan pada suatu konduktor
Hukum Lenz	:	Hukum listrik yang menyatakan adanya perubahan medan magnet yang menyebabkan perubahan tegangan pada suatu konduktor dengan arah melawan polaritas penyebabnya
Depletion Yoke	:	Bagian dari osiloskop untuk menyimpangkan arah elektron
LDR	:	Light Dependence Resistor ( resistor yang bergantung kepada keadaan cahaya )
Function Generator	:	Instrumen ukur elektronik untuk menghasilkan berbagai jenis bentuk gelombang sinyal
Op-Amp	:	Operational Amplifier ( rangkaian terintegrasi yang dapat menguatkan dan mengendalikan arus / tegangan listrik )

## **I. PENDAHULUAN**

### **A. DESKRIPSI MODUL**

Terdapat tiga tantangan cukup berat yang dihadapi bangsa Indonesia saat ini yaitu (1) adanya kebijaksanaan otonomi daerah ( desentralisasi ) yang sudah mulai digulirkan ; (2) adanya AFTA dan AFLA mulai berlaku tahun 2003 ; dan (3) tantangan globalisasi yang akan terjadi 2020. Ketiga tantangan tersebut merupakan ujian yang harus dihadapi, maka perlu peningkatan kualitas sumber daya manusia ( SDM ) sebagai langkah yang harus direncanakan secara strategis. Strategi peningkatan kualitas SDM dilakukan dengan berbagai strategi antara lain melalui pembelajaran berbasis kompetensi ( competency based training ). Pelaksanaan strategi tersebut dilakukan melalui (1) penataan kurikulum; (2) penyusunan bahan ajar/modul; (3) penyusunan standar pelayanan minimal; dan (4) penyelenggaraan diklat berbasis produksi ( production based training ).

Kegiatan pembelajaran dengan berbasis produksi pada hakekatnya merupakan perpaduan antara penguasaan konsep dan prinsip terhadap suatu obyek serta penerapannya dalam kegiatan produksi, dengan memperhatikan fakta lapangan dan menggunakan prosedur tetap untuk menghasilkan produk barang dan jasa yang standar.

Pendekatan pembelajaran dengan sistem modul memberikan kesempatan kepada peserta diklat untuk belajar secara mandiri sesuai dengan percepatan pembelajaran masing-masing. Modul sebagai alat atau sarana pembelajaran yang berisi materi, metode, batasan-batasan dan cara mengevaluasi yang dirancang secara sistematis dan menarik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan.

Untuk itu perlu adanya penyusunan bahan ajar atau modul sesuai dengan analisis kompetensi, agar peserta diklat dapat belajar efektif dan efisien.

Isi modul ini mengacu kepada standar kompetensi industri dan diarahkan untuk dapat memahami, mengoperasikan, menggunakan dan mengaplikasikan hukum-hukum, komponen dan pesawat/peralatan elektronika mencakup dasar kelistrikan & magnet, simbol-simbol komponen-komponen kelistrikan/elektronika, osiloskop serta aplikasi dasar elektronika untuk pembuatan pesawat elektronika.

## **B. PRASYARAT**

Untuk dapat mengikuti modul ini peserta harus sudah lulus dan kompeten pada pendidikan dan pelatihan berbasis pada modul-modul :

- a. Matematika
- b. Ilmu bahan listrik
- c. Dasar-dasar perakitan pesawat elektronika
- d. Penggunaan peralatan tangan dan solder

## **C. PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL**

Isi dan urutan dari modul ini disiapkan untuk materi diklat pada program peningkatan kompetensi yang mengacu kepada kebutuhan kompetensi industri dibidang keahlian elektronika

Modul ini berisi 4 kegiatan belajar tentang dasar-dasar ilmu listrik/elektronika, penggunaan alat ukur dan pembuatan pesawat elektronika.

Setiap percobaan berisi lembar informasi sebagai dasar teori penunjang praktek dan lembar kerja serta langkah kerja dan diakhiri dengan lembar evaluasi dan referensi yang digunakan/disarankan.

Dalam pelaksanaannya , semua urutan langkah kerja pada setiap topik kegiatan pembelajaran adalah individual learning yang harus dilakukan oleh praktikan/peserta diklat, pembimbing memeriksa setiap langkah kerja yang dilakukan oleh praktikan dengan cara membubuhkan paraf pembimbing untuk setiap langkah kerja yang sudah dilakukan oleh praktikan.

Laporkan setiap hasil percobaan sirkit praktek kepada pembimbing bila operasi rangkaian praktek telah sesuai dengan instruksi/kesimpulan sesuai dengan modul.

Agar supaya diperoleh hasil yang diinginkan pada peningkatan kompetensi, maka tata cara belajar bagi siswa memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

1. Ikutilah langkah-langkah belajar seperti yang diinstruksikan
  - a. Persiapkanlah perlengkapan-perengkapan yang dibutuhkan sesuai dengan petunjuk modul ini

**Peran guru assesor antara lain :**

1. Membantu siswa dalam merencanakan proses belajar, memahami konsep dan praktik baru serta membantu siswa dalam mengakses sumber belajar
1. Menjawab pertanyaan siswa
2. Merencanakan proses penilaian dan melaksanakan penilaian
3. Menjelaskan kepada siswa tentang sikap pengetahuan dan keterampilan dari Suatu kompetensi yang perlu untuk dibenahi dan merundingkan rencana pembelajaran serta mencatat pencapaian kemajuan siswa

Setiap percobaan berisi lembar informasi sebagai dasar teori penunjang praktek dan lembar kerja serta langkah kerja dan diahiri dengan lembar evaluasi dan referensi yang digunakan/disarankan.

Dalam pelaksanaannya , semua urutan langkah kerja pada setiap topik kegiatan pembelajaran adalah individual learning yang harus dilakukan oleh praktikan/peserta diklat, pembimbing memeriksa setiap langkah kerja yang dilakukan oleh praktikan dengan cara membubuhkan paraf pembimbing untuk setiap langkah kerja yang sudah dilakukan oleh praktikan.

Laporkan setiap hasil percobaan sirkit praktek kepada pembimbing bila operasi rangkaian praktek telah sesuai dengan instruksi/kesimpulan sesuai dengan modul.

**D. TUJUAN AKHIR**

Modul ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta untuk mengarah kepada standar kompetensi tentang prinsip dasar dan aplikasi rangkaian digital.

Anda dapat dinyatakan telah berhasil menyelesaikan modul ini jika anda telah engejakan seluruh isi dari modul ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar juga telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 70.

Setelah selesai mempelajari materi ini peserta diklat diharapkan dapat :

1. Memahami dasar-dasar kelistrikan dan magnet
2. Memahami simbol-simbol kelistrikan/elektronika
3. Menggunakan Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff
4. Menaplikasikan konsep dan cara kerja pesawat elektronika . .

#### **E. STANDAR KOMPETENSI**

Kode Modul : PTL.OPS.005 ( ) A

Kompetensi : Mengoperasikan mesin produksi dengan kendali elektronik

- Sub Kompetensi :
1. Memahami dasar-dasar kelistrikan dan magnet
  2. Memahami dan menggunakan simbol listrik/elektronika, hukum ohm dan hukum kirchoff
  3. Menggunakan osiloskop
  4. Membuat pesawat elektronika

Tujuan Umum :

1. Menggunakan kosep dasar listrik/elektronika pada rangkaian elektronika
2. Menggunakan alat ukur untuk service dan pembuatan pesawat elektronika

Standar kompetensi

1. Judul Unit
  - a. Memahami konsep dasar listrik / elektronika
  - b. Memahami simbol listrik/elektronika, Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff
  - c. Menggunakan multimeter dan osiloskop untuk pengukuran besaran listrik
  - d. Membuat pesawat elektronika

#### 2. Uraian Unit

Unit-unit ini mengidentifikasi kompetensi yang dibutuhkan untuk meng aplikasi kan dasar elektronika

#### 3. Elemen Kompetensi dan Kriteria Unjuk Kerja

Sub Kompetensi 1 : Memahami dasar kelistrikan dan magnet

KUK : 1. Definisi listrik dan elektron difahami dengan benar

2. Konduktor, isolator dan semikonduktor diidentifikasi sesuai dengan spesifikasi dan operasinya
3. Jenis-jenis magnet diidentifikasi sesuai dengan jenis, karakteristik dan sifatnya.
4. Induksi elektromagnetik difahami dan diidentifikasi dengan benar sesuai karakteristiknya

Sub Kompetensi 2 : Memahami dan menggunakan simbol listrik/elektronika, Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff

- KUK :
1. Simbol komponen pasif dan komponen aktif diidentifikasi dengan benar sesuai standar yang berlaku dan digambarkan dengan benar sesuai ketentuan
  2. Hukum Ohm digunakan dengan benar sesuai dengan satuan dan fungsinya
  3. Hukum Kirchoff digunakan pada rangkaian komponen elektronika sesuai karakteristik dan fungsinya

Sub Kompetensi 3 : Menggunakan multimeter dan osiloskop untuk pengukuran besaran listrik

- KUK :
1. Fungsi dan operasi Multimeter difahami, diidentifikasi dan digunakan dengan benar dan aman
  2. Kemampuan, fungsi jenis dan karakteristik osiloskop digunakan dengan baik dan benar sesuai dengan standar serta aman

Sub Kompetensi 4 : Membuat Pesawat Elektronika

- KUK :
1. Sirkuit elektronika diidentifikasi sesuai fungsinya secara benar
  2. Komponen-komponen elektronika diidentifikasi sesuai dengan fungsi, kemampuan dan karakteristiknya
  3. Pesawat elektronika dirangkai dengan benar menurut urutan, tata cara yang benar sesuai aturan

Ruang Lingkup :

1. Atom, elektron, proton, valensi bahan metal dan logam, sifat dan kutub magnet, induksi elektromagnetis
2. Komponen pasif, komponen aktif, besaaran arus listrik, tegangan dan tahanan listrik, rumus matematis dan satuan besaran listrik/elektronika
3. Multimeter analog, multimeter digital, batas ukur, kemampuan, polaritas, pengamanan penyimpanan
4. Single trace, double trace osiloskop, bentuk gelombang, frekwensi, pengoperasian
5. Proses pembuatan, penyablonan, etching, inserting komponen. Penyolderan, uji coba, pengukuran, penggunaan pesawat Function generator, flashing light, optical FM transmitter

Kode Modul : LIS.PTL.47 (P)

#### **F. Cek kemampuan**

Untuk mengukur penguasaan kompetensi-kompetensi yang akan dipelajari pada modul ini, jawablah pertanyaan-pertanyaan berikut ini.

1. Jelaskan apa itu listrik
2. Jelaskan contoh konduktoru, isolator, semikonduktor
3. Sebutkan perbedaan magnet permanen dan magnet remanene
4. Apa yang anda ketahui tentang input-input sinkron dan asinkr
5. Jelaskan contoh komponen/bahan listrik yang menggunakan prinsip mutual induction elektromagnetik.
6. Jelaskan aplikasi dari Hukum Ohm dan Hukum Kirchoff
7. Jelaskan dengan singkat bagaimana cara menggunakan multimeter analog, Mengkalibrasi osiloskop
8. Jelaskan langkah-langkan pembuatan pesawat elektronika



## **B. KEGIATAN BELAJAR**

### **KEGIATAN BELAJAR 1**

#### **DASAR-DASAR KELISTRIKAN DAN MAGNET**

Kegiatan belajar ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta diklat tentang dasar-dasar kelistrikan dan magnet yang sering digunakan pada rangkaian elektronika. Anda dapat dinyatakan telah berhasil menyelesaikan modul ini jika anda telah menjejakan seluruh isi dari modul ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar juga telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 70.

##### **a. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 1**

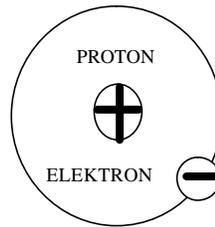
Setelah mempelajari materi ini siswa dapat :

1. Menjelaskan pengertian listrik
2. Menyebutkan bahan-bahan konduktor
3. Menyebutkan bahan-bahan isolator
4. Menyebutkan jenis, bentuk dan sifat magnet
5. Menjelaskan elektromagnet, self induction dan mutual induction

##### **b. Uraian materi 1**

###### **A. Listrik**

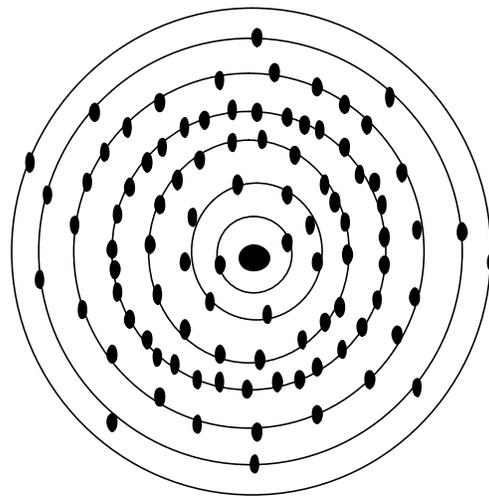
Listrik adalah aliran elektron-elektron dari atom ke atom pada sebuah penghantar. Untuk memahami dan mengerti tentang listrik, mari kita sama-sama melihat pada bagian yang terkecil dari benda yaitu atom. Semua atom memiliki partikel yang disebut elektron terletak pada orbitnya mengelilingi proton.



**Gambar 1.1**  
**Atom Hidrogen**

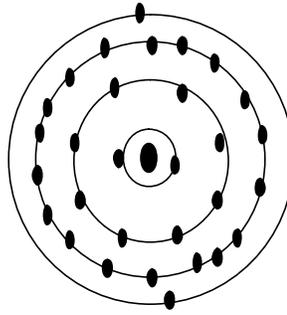
Atom yang paling sederhana adalah atom Hydrogen (Atom Air), yaitu hanya mempunyai satu elektron yang mengelilingi satu proton.

Atom yang paling rumit adalah atom uranium. Atom ini mempunyai 92 elektron disekeliling inti proton. Semua benda (elemen) memiliki struktur atom tersendiri. Setiap elemen mempunyai jumlah elektron dan proton yang sama.



**Gambar 1.2**  
**Atom Uranium**

Tembaga mempunyai 29 proton, elektron-elektronnya tersebar pada 4 baris orbit, yang paling luar hanya satu elektron. Ini adalah rahasia dari penghantar listrik yang baik. Setiap benda yang memiliki struktur atom kurang dari 4 orbit yang paling luar atau memiliki sifat daya hantar yang baik.



**Gambar 1.3.**  
**Atom tembaga.**

Bila benda yang memiliki struktur atom lebih dari 4 elektron pada garis orbit yang paling luar di sebut penyekat (bukan penghantar).

Benda yang memiliki sedikit elektron pada garis orbit paling luar, elektronnya lebih mudah berpindah dari orbitnya oleh tegangan yang rendah. Hal ini akan menyebabkan terjadinya aliran elektron dari atom ke atom.

Seperti telah kita pelajari bahwa atom mempunyai proton dan elektron, masing-masing partikel mempunyai gaya potensial (*potensial force*). Proton bermuatan positif, sedangkan elektron bermuatan negatif. Proton pada inti atom menarik elektron dan menahan elektron pada garis orbit selama muatan positif dari proton sama dengan muatan negatif dari elektron atau mempunyai listrik netral.

Bilamana terjadi muatan netral elektron yang beredar digaris orbit dapat dengan mudah berpindah jika elektron-elektron ditarik jauh oleh atom lain, atom itu menjadi bermuatan positif dan menjauhnya elektron yang ditarik oleh atom yang lain tadi mengakibatkan atom tersebut bermuatan negatif. Atom yang bermuatan negatif (-) memiliki jumlah elektron yang berlebihan, sedangkan atom yang bermuatan positif (+) jumlah elektronnya sedikit atau kekurangan elektron.

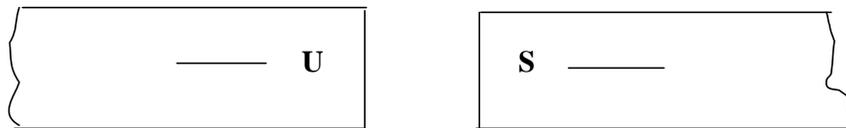


**Gambar 1.4.**  
**Muatan yang sama tolak menolak.**

Gambar di atas memperlihatkan perpindahan elektron berdasarkan percobaan bila sebuah batang karet (*rubber rod*) digosok dengan kain wol, elektron-elektron akan berpindah dan berkumpul pada batang karet. Dengan demikian kain wol kondisinya menjadi kekurangan elektron, sedangkan karet memiliki kelebihan elektron menjadi bermuatan negatif.

Selanjutnya sentuhan batang karet kepada bola akan menyebabkan terjadinya perpindahan kelebihan elektron terhadap bola, dalam hal ini bola memiliki muatan yang sama dengan batang karet.

Apabila batang karet kita dekatkan lagi terhadap bola maka bola akan bergerak menjauhi batang karet seperti terlihat pada gambar. Dengan kata lain muatan yang senama akan tolak menolak. Dalam percobaan tersebut keduanya bermuatan negatif, jika keduanya bermuatan positif akan terjadi hal yang serupa.



**Gambar 1.5**  
**Muatan berbe da tarik menarik.**

Apa yang akan terjadi apabila kita dekatkan batang yang bermuatan negatif kepada bola yang bermuatan positif ?

Gambar di atas memperlihatkan bahwa bola akan bergerak mendekati batang dan akan ditarik olehnya ( dalam hal yang sama batang yang bermuatan positif akan menarik bola yang bermuatan negatif).

Dengan kata lain muatan yang tidak senama akan tarik menarik.

## **B. Konduktor dan Isolator**

### **1. Konduktor (penghantar).**

Konduktor adalah bahan yang di dalamnya banyak terdapat elektron bebas mudah untuk bergerak. Tarikan antara elektron yang berada dalam edaran paling luar dan intinya adalah sangat kecil, hingga dalam suhu normal pun ada satu atau lebih elektron yang terlepas dari atomnya.

Elektron bebas ini bergerak-gerak secara acak dalam ruang di celah atom-atom. Gerakan elektron-elektron ini dinamakan bauran ( difusi ).

Contoh penghantar : besi, tembaga, aluminium, perak, dan logam lainnya.

2. Semi Konduktor (setengah penghantar).

Semi konduktor adalah suatu bahan yang tidak layak disebut sebagai penghantar, juga tidak layak disebut sebagai bukan penghantar (Isolator).

Contoh: Germanium.

Dalam bahan ini hanya ada satu atau dua atom yang kehilangan elektron dari seratus juta (  $10^8$  ) atom.

3. Isolator (bukan penghantar)

Isolator adalah bahan yang tidak dapat menghantarkan arus listrik.

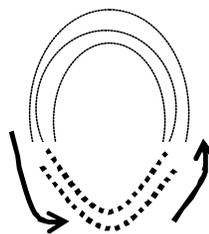
Contoh: karet, plastik, kertas, kayu, mika, dan sejenisnya.

Pada isolator semua elektron terikat pada atomnya dan tidak ada elektron yang bebas. Jenis bahan seperti ini digolongkan sebagai penyekat atau bukan penghantar (Isolator).

## C. Magnet

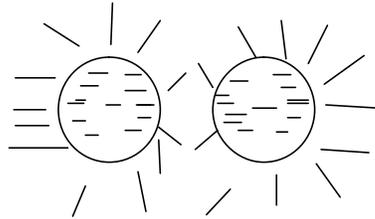
### C.1 Pengertian Magnet.

Secara sederhana magnet dapat diartikan sebagai benda (besi) yang mempunyai inti atom. Atom tersebut mempunyai sejumlah elektron yang selalu bergerak mengitari inti atom ( proton dan neutron ). Besi magnet mempunyai 2 (dua) kutub (ujung), yaitu kutub utara dan kutub selatan. Pada kutub-kutub itulah terpusatkan gaya magnet, yaitu gaya tarik dan gaya tolak.

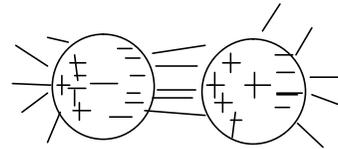


**Gbr. 1.6**  
**Besi magnet berbentuk tapak kuda dengan sebagian garis gayanya.**

Dari percobaan-percobaan dengan jalan mendekatkan dua kutub ternyata bahwa: Kutub-kutub senama saling tolak menolak, sedangkan kutub-kutub yang berbeda (tidak senama) akan saling tarik menarik.

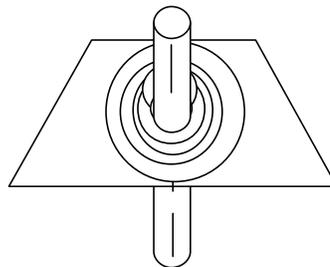


**Gambar. 1.7**  
**Kutub sejenis**



**Gambar 1.8**  
**Kutub tidak sejenis**

Teori tentang magnet tidak terlepas dari penjelasan tentang listrik. Bahkan kemagnetan adalah merupakan gejala yang dihasilkan oleh perilaku listrik. Setiap atom terdapat elektron-elektron yang selalu bergerak mengelilingi inti (proton dan neutron). Gerakan elektron inilah yang menghasilkan gaya-gaya magnet. Gaya magnet berbentuk lingkaran tertutup di luar elektron pada saat elektron bergerak. Hal ini dapat dibuktikan pada percobaan berikut tentang adanya magnet di sekitar penghantar yang dialiri arus listrik.



**Arah Aliran Listrik**

**Gbr. 1.9**  
**Bentuk medan magnet di sekeliling penghantar**

Berdasarkan teori di atas, garis gaya yang timbul disekitar sepotong magnet sebenarnya adalah merupakan kumpulan / penimbunan garis-garis gaya yang dihasilkan oleh gerakan elektron yang mengitari intinya. Sedangkan pada logam yang bukan magnet, garis edar elektronnya tidak teratur sehingga garis gaya dihasilkan setiap elektron saling memindahkan. Dengan demikian gaya di sekitar magnet tidak muncul.

## C. 2 Jenis-jenis Magnet

Magnet dapat digolongkan atas 2 (dua) jenis.

a. Magnet tetap (permanen).

Magnet tetap adalah magnet yang diperoleh dari dalam alam ( penambangan ). Magnet ini berupa jenis besi yang disebut *Lodstone*. Sifat atom magnet tetap tidak sama dengan sifat atom magnet tidak tetap. Pada bahan magnet, garis edar elektron pada atom yang satu dan lainnya membentuk formasi yang sejajar dan selalu tetap. Sedangkan pada bahan yang bukan magnet, arah garis edar elektron pada setiap atom tidak teratur.

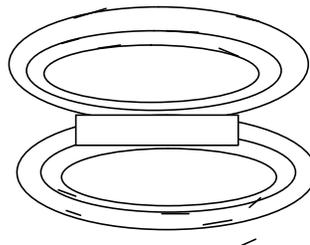
b. Magnet tidak tetap (remanen atau buatan).

Magnet tidak tetap terdiri dari 2 (dua) macam, yaitu :

1) Magnet hasil induksi.

Magnet hasil induksi ini dibuat dari besi atau baja. Untuk membuatnya menjadi magnet, diperlukan pengaruh medan magnet dari luarnya.

Medan magnet akan mempengaruhi arah edar elektron menjadi teratur seragam pada satu arah saja. Hasilnya adalah besi tersebut akan menjadi magnet. Proses pembuatan magnet ini disebut *induksi*. Sedangkan magnet yang dibuat disebut magnet hasil induksi

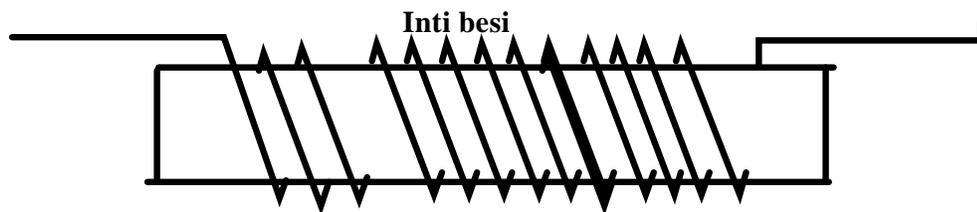


**Gbr. 1.10**  
**Induksi Magnet**

Magnet hasil induksi bersifat sementara. Mengapa demikian ? Karena apabila medan magnet yang dibuat di sekitarnya dihilangkan, maka garis elektron akan kembali keposisi tidak teratur. Dengan kata lain kemagnetannya menjadi hilang.

2) Magnet hasil perlakuan listrik.

Magnet ini dibuat dari baja lunak ( baja karbon rendah ). Baja ini dipilih karena sifat baja lunak sifat kemagnetannya relatif mudah dihilangkan. Penghilangan sifat magnet ini memang diperlukan untuk hampir semua peralatan magnet hasil perlakuan listrik karena seringkali kutub-kutub magnetnya harus berubah-ubah pada kecepatan tertentu. Untuk membentuk magnet ini, diperlukan elektro-magnet (akan dijelaskan selanjutnya) sebagai bahan sumber medan magnet.



Memakai inti besi untuk memperkuat medan magnet

**1. Sifat-sifat Magnet.**

Sifat magnet adalah tarik menarik apabila didekatkan dua buah magnet yang tidak sejenis. Dan akan tolak menolak apabila didekatkan dua buah magnet yang sejenis.

Sifat lain dari magnet adalah garis gaya magnet akan mengalir dari kutub selatan ke kutub utara melalui medan magnet.

Medan magnet dan gari-garis gaya magnet sangat penting. Dengan adanya medan dan garis gaya magnet menyebabkan magnet sangat bermanfaat bagi kehidupan manusia, khususnya dalam menunjang pemanfaatan teknologi, seperti pada bidang Otomotif.

Medan magnet dapat menghasilkan arus listrik pada kawat penghantar apabila medan magnet bergerak berpotongan dengan kawat penghantar tersebut. Selain itu, arus listrik yang dihasilkan oleh medan magnet yang mengalir pada sebuah penghantar dapat juga berfungsi untuk pengisian aki pada kendaraan (charge).

Kunci pokok untuk memudahkan kita dalam penggunaan magnet yaitu :

- Dipastikan bahwa garis gaya magnet mengalir dari kutub selatan ke kutub utara
- Garis gaya magnet keluar dari kutub utara masuk kembali melalui kutub selatan.

Hal ini dapat dilihat pada gambar 1.7 di atas.

#### **4. Kutub Magnet.**

Magnet mempunyai dua kutub yaitu kutub utara dan kutub selatan. Penentuan dua kutub magnet sangat membantu kita dalam penggunaan magnet. Untuk dapat mengetahui arah garis gaya dalam medan magnet, terlebih dahulu harus diketahui kutubnya. Dengan mengetahui kutub utara dan kutub selatan magnet maka kita dapat memastikan arah garis gaya magnet.

Oleh karena itu kutub magnet dapat membantu kita dalam penggunaan magnet, khususnya untuk mengetahui arah garis gaya magnet.

#### **D. Induksi**

##### **1. Elektromagnet**

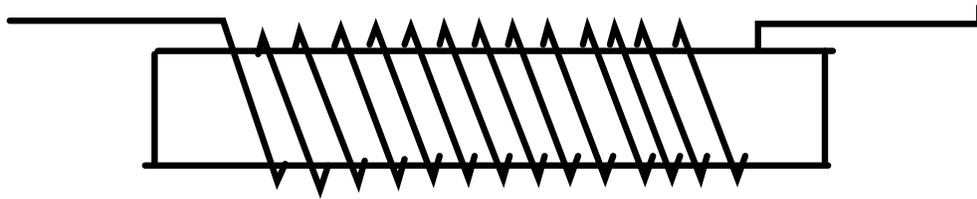
Kumparan yang dialiri arus listrik berubah menjadi magnet disebut *Elektromagnet*.

Berbicara tentang magnet tidak terlepas dari pembicaraan tentang listrik.

Pernyataan

tersebut telah dibuktikan dalam percobaan.

Misalnya ; bila sebuah kompas diletakkan dekat dengan suatu penghantar yang sedang dialiri arus listrik, maka kompas tersebut akan bergerak pada posisi tertentu seperti diperlihatkan pada gambar berikut ini.



**Gambar 1.12.**  
**Penghantar dalam beberapa gulungan akan memperkuat medan magnet.**

Kompas bergerak karena dipengaruhi oleh medan magnet. Ini berarti bahwa gerakan kompas seperti pada percobaan di atas adalah akibat adanya medan magnet yang dihasilkan oleh gerakan elektron pada kawat penghantar.

Ada 3 (tiga) cara yang dapat dilakukan untuk memperkuat medan magnet pada elektromagnet :

- a. Membuat inti besi pada kumparan.

Cara ini dilakukan dengan jalan meletakkan sepotong besi di dalam kumparan yang dialiri listrik. Besi tersebut akan menjadi magnet tidak tetap (buatan atau remanen). Karena inti besi menjadi magnet, maka inti besi itu akan menghasilkan medan magnet.

Dilain pihak kumparan juga akan menghasilkan medan magnet pada arah yang sama pada inti besi.

Hal ini akan menyebabkan terjadinya penguatan medan magnet. Penguatan medan magnet diperoleh dari penjumlahan medan magnet yang dihasilkan oleh besi dengan medan magnet yang dihasilkan oleh kumparan.

- b. Menambah jumlah kumparan.

Tiap-tiap kumparan elektromagnet menghasilkan medan magnet. Dengan penambahan jumlah kumparan sudah tentu akan memperkuat medan magnet secara keseluruhan. Kuatnya medan elektromagnet merupakan jumlah dari medan magnet yang dihasilkan oleh masing-masing lilitan.

- c. Memperbesar arus yang mengalir pada kumparan.

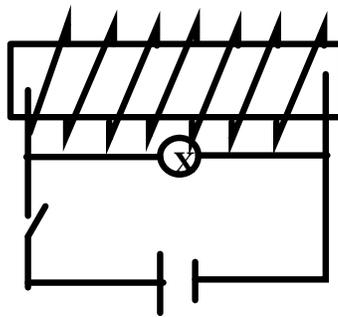
Besarnya arus yang dialirkan pada kumparan berbanding lurus dengan besarnya medan magnet. Setiap elektron yang mengalir pada penghantar menghasilkan medan magnet. Dengan demikian *medan total* tergantung

dari banyaknya elektron yang mengalir setiap detik atau kuat medan total ditentukan oleh besarnya arus yang mengalir pada kumparan.

## 2. Induksi Listrik

### a. Induksi sendiri ( Self induction ).

Induksi sendiri adalah munculnya tegangan listrik pada suatu kumparan pada saat terjadinya perubahan arah arus. Apabila suatu kawat penghantar berpotongan dengan medan magnet, maka akan terjadi tegangan pada kawat tersebut. Fenomena ini sulit dijelaskan namun sudah diterima sebagai hukum alam yang sangat penting. Terutama untuk menjelaskan kejadian-kejadian pada suatu kawat yang dialiri listrik. Apabila kuat arusnya berubah maka medan yang dihasilkan akan mengembang atau mengecil memotong kawat itu sendiri sehingga timbul gaya gerak listrik pada kawat tersebut. Kejadian seperti inilah yang disebut *induksi sendiri*.

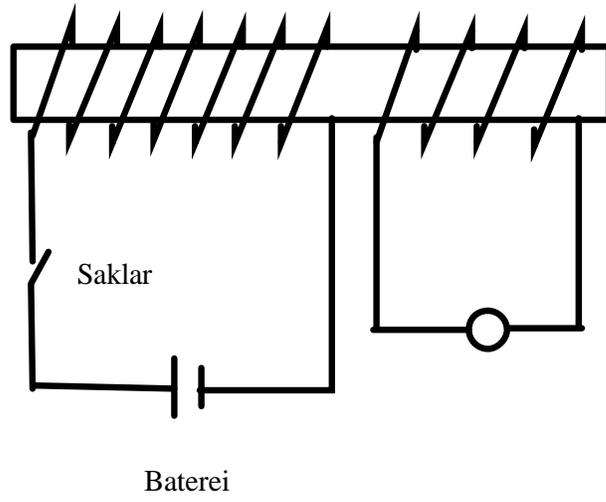


Baterei

**Gambar 1.13**  
**Induksi sendiri**

### b. Induksi mutual ( *Mutual induction* ).

Apabila arus listrik dialirkan pada salah satu kawat maka akan timbul medan magnet pada setiap penampang kawat. Medan magnet tersebut akan mengembang walaupun hanya dalam waktu yang sangat singkat dan memotong kawat penghantar yang kedua. Pada saat inilah timbul gaya gerak listrik pada penghantar yang kedua yang disebut *induksi mutual*.



**Gambar 1.14**  
**Induksi mutual.**

### **c. Rangkuman 1**

#### **Kesimpulan**

1. Atom mempunyai elektron yang mengelilingi inti proton, dimana elektron bergerak pada garis orbitnya. Setiap atom terdiri dari proton, elektron dengan jumlah yang sama.
2. Pada beberapa peristiwa elektron bisa meninggalkan atom-atomnya:  
Benda yang bermuatan senama akan tolak menolak, sedangkan yang bermuatan tidak senama tarik menarik.
3. Tembaga mempunyai berjuta-juta elektron. Diperlihatkan hanya beberapa atom diumpamakan dengan satu elektron pada orbit luarnya. Jika elektron ditarik atom yang bermuatan positif, elektron meninggalkan atomnya. Atom ini berubah menjadi bermuatan positif (+) karena kurang elektron, selanjutnya elektron pada atom sebelumnya berpindah pada atom yang bermuatan positif begitulah seterusnya. Hasilnya ialah pergerakan elektron dari ujung-ujung tembaga yang mempunyai muatan negatif menuju tembaga yang bermuatan positif yang disebut aliran elektron.
4. Berdasarkan uraian di atas maka listrik itu adalah aliran elektron dari atom ke atom pada sebuah penghantar.

**d. Tugas 1**

1. Listrik adalah . . . .
2. Proton bermuatan . . . dan elektron bermuatan . . . .
3. Apakah yang akan terjadi apabila elektron ditarik atom yang bermuatan positif atau elektron meninggalkan atomnya
4. Magnet adalah . . . .
5. Lakukanlah sendiri untuk memastikan bahwa kutub magnet yang senama akan tolak menolak dan kutub yang tidak senama akan tarik menarik !
6. Buktikan bahwa garis gaya magnet membentuk lingkaran tertutup mengelilingi sebuah penghantar. Ambil sebuah penghantar lalu dialiri arus listrik. Amati di sekeliling penghantar !

*Tugas :*

1. Ada dua sifat magnet yaitu :
  - a. ....
  - b. ....
2. Fungsi magnet dalam pemanfaatan teknologi adalah . . . . .
3. Kutub magnet ada 2 (dua ) yaitu :
  - a. ....
  - b. ....

**e. Tes formatif**

1. Listrik adalah .....
2. Magnet adalah .....
3. Medan magnet adalah .....
4. Magnet batang mempunyai .....yang berbeda pada ujung yang satu dengan ujung lainnya.
5. Arah garis gaya magnet mengalir dari ..... menuju, dan keluar dari ..... dan masuk kembali melalui.....
6. Sifat magnet akan tolak menolak apabila ..... dan tarik menarik apabila .....
7. Magnet terdiri dari 2 macam, yaitu :
  - a. ....
  - b. ....
8. Pada bahan magnet garis edar ..... pada ..... antara satu dan Lainnya membentuk formasi yang sejajar dan selalu tetap.
9. Elektromagnet adalah .....
10. Sebuah penghantar yang dialiri arus listrik maka disekitar penghantar akan muncul .....yang arahnya .....
11. Ada 3 (tiga) cara untuk memperkuat medan elektromagnet, yaitu :
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
12. Induksi sendiri adalah .....
13. Induksi mutual adalah.....

## KEGIATAN BELAJAR 2

### SIMBOL-SIMBOL KELISTRIKAN / ELEKTRONIKA, HUKUM OHM & HUKUM KIRCHOFF

Kegiatan belajar ini bertujuan memberikan bekal pengetahuan dan keterampilan kepada peserta diklat tentang simbol-simbol kelistrikan/elektronika serta hukum ohm dan hukum kirchoff. Anda dapat dinyatakan telah berhasil menyelesaikan modul ini jika anda telah mengejakan seluruh isi dari modul ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar juga telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 70.

#### a. Tujuan kegiatan pembelajaran 2

Setelah mempelajari materi ini siswa dapat :

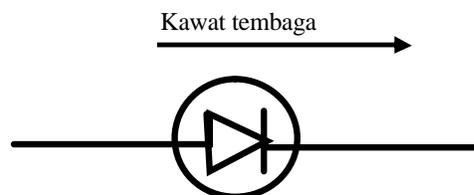
1. Menggambarkan simbol-simbol komponen kelistrikan / elektronika
2. Menjelaskan pengertian arus, tegangan dan tahanan serta hukum Ohm
3. Menyebutkan jenis-jenis rangkaian listrik
4. Menyebutkan bunyi hukum Kirchoff

#### b. Uraian Materi

##### b.1 Simbol – simbol komponen kelistrikan / elektronika

###### 1. Dioda

Dioda adalah suatu komponen elektronik yang dapat mengalirkan arus hanya pada satu arah saja. Simbol Dioda adalah seperti di bawah ini, di mana arus listrik yang dapat mengalir hanyalah pada arah panah seperti pada simbol berikut ini.



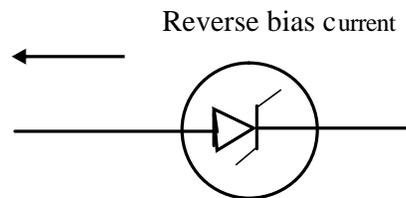
**Gambar 2.1**  
**Simbol dioda**

## 2. Dioda Zener

Dioda Zener adalah salah satu bentuk dioda yang dirancang khusus di mana arus balik dapat terjadi pada tegangan yang sudah melebihi tagangan yang sudah ditentukan tanpa merusak dioda.

Bahan untuk dioda zener dicampur dengan phosphor dan boron yang lebih banyak sehingga elektron bebas dan hole pada bahan ini akan lebih banyak yang memungkinkan arus listrik ( pada arah terbalik ) mengalir tanpa merusak dioda zener pada rangkaian yang dirancang dengan tepat.

Gambar berikut adalah simbol dioda zener.

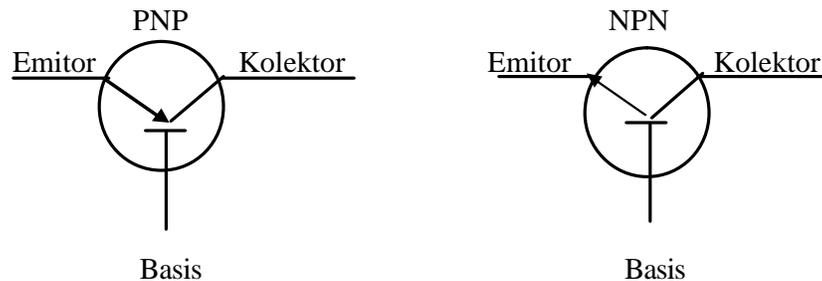


**Gambar 2.2.**  
**Simbol dioda Zener.**

## 3. Transistor.

Transistor adalah suatu alat yang digunakan pada rangkaian elektronik untuk mengontrol pengaliran arus listrik. Bahan dasar transistor adalah sama dengan bahan dasar dioda yaitu silicon atau germanium yang dicampur dengan bahan boron atau phosphor, sehingga terbentuk bahan tipe "P" dan tipe "N".

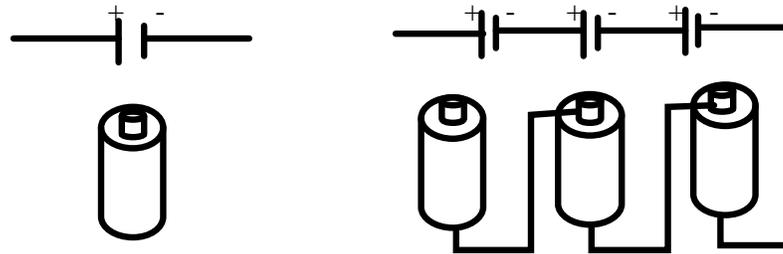
Simbol transistor yang umum digunakan adalah seperti di bawah. Garis yang mempunyai panah adalah *Emitor*, garis tebal adalah *Basis*, dan garis tanpa panah adalah *Kolektor*.



**Gambar 2.3.**  
**Transistor tipe "PNP" dan tipe "NPN"**

4. Batere.

Batere adalah sumber listrik arus searah ( DC ). Simbol batere adalah seperti di bawah ini.



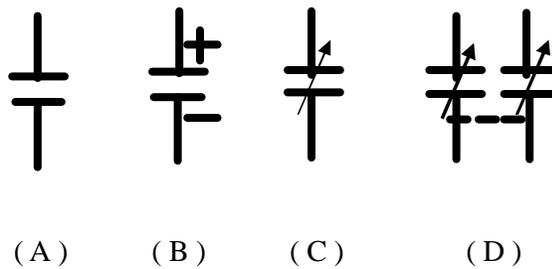
**Gambar 2.4**  
Simbol Batere sel tunggal dan tiga sel.

5. Kondensator.

Kondensator adalah suatu alat yang terdiri dari dua penghantar yang saling bersejajar. Penghantar tersebut terbuat dari lembaran logam tipis yang dipisahkan oleh isolasi.

Sifat utama dari kondensator adalah bahwa kondensator menyimpan muatan-muatan listrik (daya listrik). Kemampuan untuk menyimpan berapa banyak muatan ini disebut *kapasitas kondensator*.

Simbol – simbol kondensator adalah seperti di bawah ini:



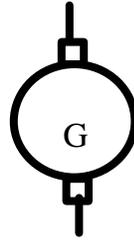
**Gambar 2.5**  
Simbol Kondensator:

- A. Kondensator bukan elektrolit
- B. Kondensator elektrolit
- C. Kondensator variabel (kapasitasnya dapat diubah-ubah)
- D. Dua kondensator variabel bergabung (diubah dengan satu poros).

6. Generator.

Generator adalah alat pembangkit tegangan listrik.

Simbol generator adalah seperti di bawah ini :



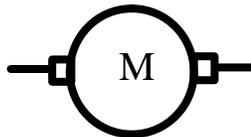
**Gambar 2.6**  
**Generator pembangkit**

7. Motor

Motor bekerja dengan jalan merubah tenaga listrik menjadi tenaga mekanik.

Sumber listrik yang digunakan oleh motor diambil langsung dari batere.

Simbol motor adalah sebagai berikut :



**Gambar 2.7**  
**Motor .**

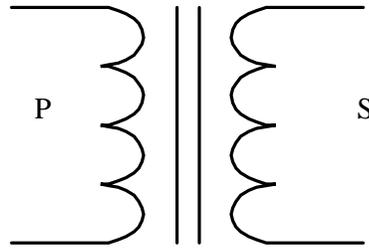
8. Transformator.

Transformator atau biasa juga disebut *Trafo* merupakan komponen rangkaian yang terdiri dari inti besi. Inti besi tersebut mempunyai dua sisi.

Di sisi sebelah kiri digulungkan sebuah kumparan dengan 1.200 lilitan yang terdiri dari kawat tersekat email yang halus. Di sisi kanan digulungkan sejumlah lilitan lain dari kawat yang tersekat pula.

Dari rangkaian di atas, maka kita mendapatkan bentuk prinsip sebuah transformator. Transformator ini berfungsi sebagai perubah tegangan dari tegangan tinggi ke tegangan rendah atau sebaliknya, sesuai kebutuhan.

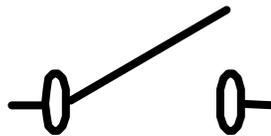
Simbol Transformator adalah seperti di bawah ini :



**Gambar 2.8**  
**Simbol Transformator**

## 9. Saklar

Saklar merupakan salah komponen yang sangat penting dalam suatu rangkaian kelistrikan. Saklar berfungsi sebagai pemutus atau penghubung arus dari sumber tegangan pada rangkaian tertutup. Karena begitu pentingnya saklar bagi suatu rangkaian, maka saklar tersebut harus ditempatkan pada posisi yang strategis yang mudah dijangkau. Dengan demikian pada saat saklar dibutuhkan atau dengan kata lain saat kita hendak meng-ON atau meng-OFF suatu rangkaian atau mesin, dapat dilakukan dengan cepat.

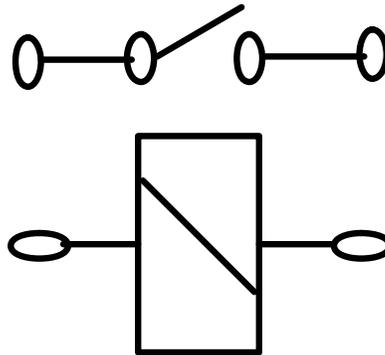


**Gambar 2.9**  
**Simbol saklar.**

## 10. R e l a i

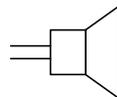
Relai adalah sebuah saklar magnet. Keunggulannya terhadap sakelar mekanik biasa adalah bahwa relai dapat dipakai dengan aman untuk mengemudikan (meng-on-off-kan) peralatan dan mesin dari kejauhan. Relai yang bekerja dengan tegangan kecil dapat menggiatkan mesin yang memerlukan arus besar untuk mengajaknya (men-start); juga dapat dipakai untuk menggiatkan dari jarak jauh terhadap peralatan yang berbeda di tempat yang berbahaya.

Pada dasarnya relai terdiri atas sebuah elektromagnet dengan inti besi lunak. Kalau kumparan dialiri arus, maka besi lunak menjadi magnet dan menarik lidah berpegas. Lidah ini merupakan salah satu kontak saklar. Saklar ini dalam keadaan menutup. Kalau arus dimatikan, kemagnetan pada besi lunak lenyap, dan lidah dilepaskan, sehingga saklar membuka.



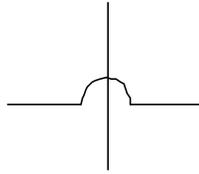
Gambar 2.10  
Simbol Relai

## 11. Speaker



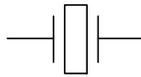
Gambar 2.11  
Speaker

**12. Persilangan kabel**



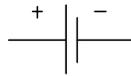
**Gambar 2.12**  
**Persilangan kabel**

**13. Kristal osilator**



**Gambar 2.13**  
**Kristal osilator**

**14. Sumber tegangan DC**



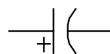
**Gambar 2.14**  
**Sumber tegangan DC**

**15. Sumber tegangan DC yang dapat diatur**



**Gambar 2.15**  
**Sumber tegangan DC yang dapat diatur**

**16. Elektrolit Kapasitor**



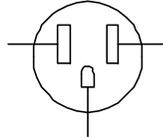
**Gambar 2.16**  
**Elko**

**17. Sumber arus bolak-balik**



**Gambar 2.17**  
**Sumber arus AC**

**18. Stop kontak arus AC**



**Gambar 2.18**  
**Stop kontak arus AC**

**19. Variable kapasitor**



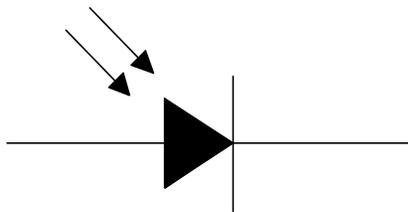
**Gambar 2.19**  
**Variable kapasitor**

**20. Ground**



**Gambar 2.20**  
**Ground**

**21. Photo dioda**



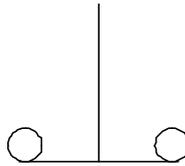
**Gambar 2.21**  
**Photo dioda**

**22. Resistor**



**Gambar 2.22**  
**Resistor**

**23. Switch push off**



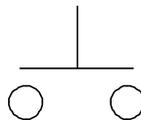
**Gambar 2.23**  
**Switch push - off**

**24. Switch SPST**



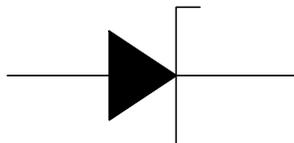
**Gambar 2.24**  
**Switch SPST**

**25. Switch push on**



**Gambar 2.25**  
**Switch push-on**

**26. Zener dioda**



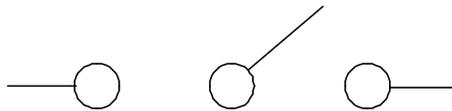
**Gambar 2.26**  
**Zener dioda**

**27. Variable resistor**



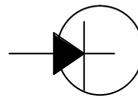
**Gambar2.27**  
**Variable resistor**

**28. Switch SPDT**



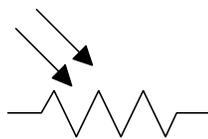
**Gambar 2.28**  
**Switch SPDT**

**29. LED**



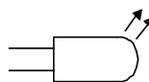
**Gambar 2.29**  
**LED**

**30. Photo resistor**



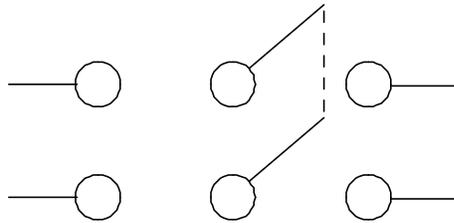
**Gambar 2.30**  
**Photo resistor**

**31. Lampu Pilot**



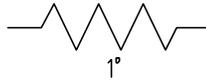
**Gambar 2.31**  
**Lampu pilot**

**32. Switch DPDT**



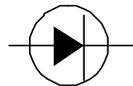
**Gambar 2.31**  
**Switch DPDT**

**33. Thermistor**



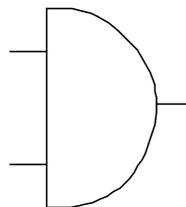
**Gambar 2.32**  
**Thermistor**

**34. LED**



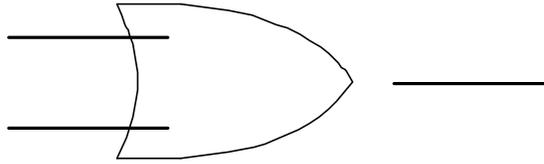
**Gambar 2.33**  
**LED**

**35. Gerbang AND**



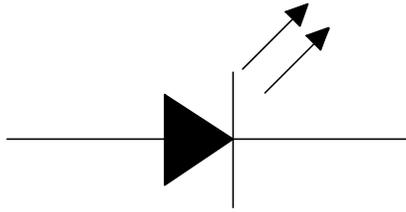
**Gambar 2.34**  
**Gerbang AND**

**36. Gerbang OR**



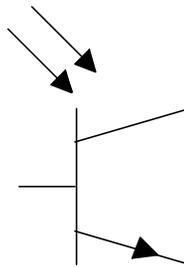
**Gambar 2.35**  
**Gerbang OR**

**37. LED**



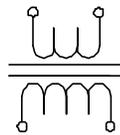
**Gambar 2.36**  
**LED**

**38. Photo transistor**



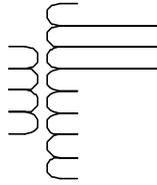
**Gambar 2.37**  
**Photo Transistor**

**39. Trafo inti besi**



**Gambar 2.38**  
**Trafo inti besi**

#### 40. Step-up transformer



**Gambar 2.38**  
Step-up transformer

#### 41. Variable induktor



**Gambar 2.39**  
Variable induktor

### b.2 Hukum Ohm

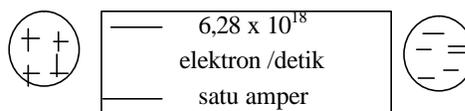
Hukum Ohm adalah hukum yang mengatakan bahwa apabila arus listrik mengalir ke dalam sebuah penghantar, intensitas arusnya sama dengan tegangan yang mendorongnya dibagi dengan tahanan penghantar. Hukum Ohm digunakan untuk melihat besaran arus (I), tegangan (E), dan tahanan (R).

#### 1. Arus

Arus adalah elektron yang mengalir dari satu atom ke atom liannya melalui penghantar dan diukur dalam ampere.

Satu ampere adalah aliran arus listrik dari  $6,28 \times 10^{18}$  elektron / detik pada sebuah penghantar. Jadi arus adalah jangkauan aliran listrik yang diukur dalam ampere atau elektron / detik.

Kawat tembaga



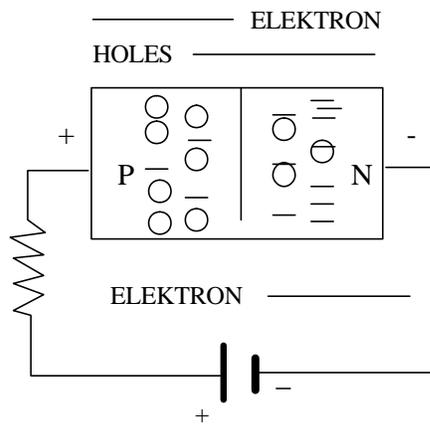
**Gbr. 2.40.**  
Jumlah aliran elektron / detik

Arus dapat digolongkan atas dua macam , yaitu  *arus searah (DC) dan arus bolak balik (AC)*.

a. Arus searah.

Arus searah (DC) yaitu arus yang mengalir ke satu arah saja dengan harga konstanta. Salah satu sumber arus searah adalah batere. Disamping itu arus searah dapat diperoleh dengan menggunakan komponen elektronik yang disebut *Dioda* pada pembangkit listrik arus bolak balik (AC).

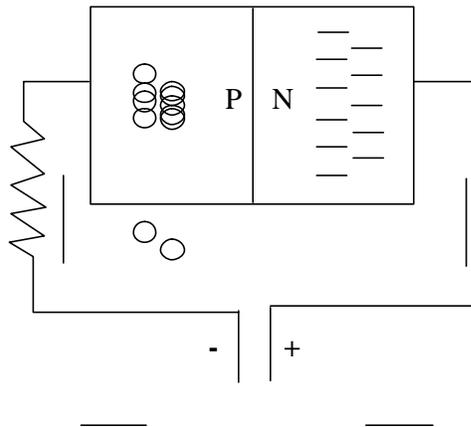
Diode adalah bahan tipe “N” dan tipe “P” yang disambungkan satu sama lain dengan cara khusus. Apabila sebuah batere dihubungkan dengan dioda dimana positif batere dihubungkan dengan bahan “P” maka dari kutub negatif batere akan mendorong / menolak elektron bebas yang ada pada bahan itu “N” hingga elektron tersebut memasuki bahan “P”.



**Gambar 2.41**  
**Dioda dihubungkan dengan Forward bias.**

Selanjutnya apabila hubungan kutub-kutub batere dibalik, maka terminal positif batere akan menarik elektron-elektron menjauh dari bidang sambungan (junction) pada tipe “N”.

Kemudian terminal negatif batere akan menarik hole menjauh pula dari bidang sambungan. Elektron-elektron dari hole secara bersama-sama menjauh dari bidang sambung, sehingga tidak memungkinkan arus listrik mengalir pada rangkaian seperti itu.



**Gambar 2.42**  
**Dioda dihubungkan reverse bias**

Hubungan dioda seperti ini disebut “Reverse bias”, dimana arus listrik tidak dapat mengalir.

b. Arus Bolak balik (AC).

Arus bolak balik (AC adalah arus yang mengalir dengan arah bolak balik.

Arus

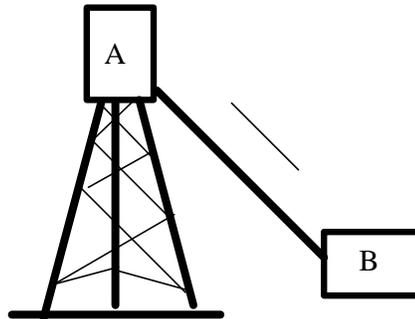
ini biasa juga disebut arus tukar sebab polaritasnya selalu bertukar-tukar. Juga disebut arus AC sebagai singkatan dari istilah asing (Inggris) “Alternating Current”.

Sumber arus listrik bolak balik adalah pembangkit tegangan tinggi seperti PLN (Perusahaan Listrik Negara ) dan Generator.

2. Tegangan.

Tegangan adalah suatu tekanan yang menyebabkan terjadinya aliran arus listrik pada sebuah penghantar. Biasanya tegangan tergantung pada ujung-ujung kawat penghantar. Dapat kita bayangkan dengan ilustrasi aliran air pada sebuah bejana A, yang akan mengalir ke bejana B, karena air pada bejana A mempunyai tekanan yang lebih besar diakibatkan oleh permukaan air dari bejana A lebih tinggi dari bejana B.

Perhatikan gambar berikut ini :



**Gambar 2.43**  
**Tekanan air dari atas menara**

Begitu juga halnya pada tegangan, apabila ujung-ujung sebuah penghantar tersebut dihubungkan dengan baterai atau generator, maka akan terjadi tegangan.

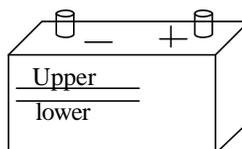


**Gambar 2.44**  
**Tegangan.**

Jadi tegangan adalah daya potensial yang tetap ada walaupun tidak ada arus.

Contoh:

Sebuah baterai mempunyai tegangan 12 volt diantara terminal positif dan negatif.



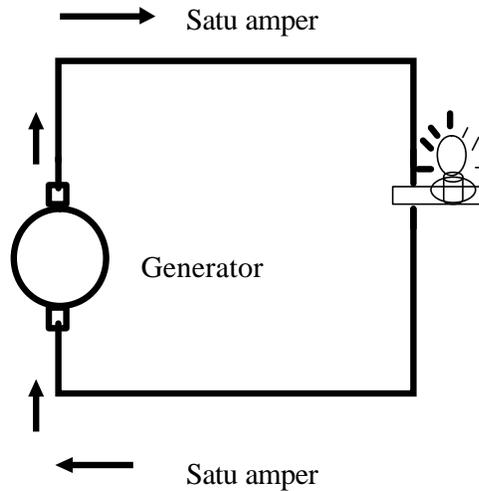
**Gambar 2.45**  
**Baterai 12 volt.**

Walaupun tidak ada hubungan terhadap peralatan lain tegangan tetap ada. Tegangan tetap ada walaupun tanpa arus, tetapi arus tidak akan ada tanpa ada

tekanan dari tegangan-tegangan yang dihasilkan diantara dua titik ketika muatan positif ada pada satu terminal dan muatan negatif ada pada terminal lainnya.

Bila muatan bertambah banyak pada terminal ujung-ujung penghantar, maka tegangan akan bertambah besar.

Perhatikan gambar di bawah ini. Generator diibaratkan sebagai pemompa elektron.



**Gambar 2.46**  
**Generator pembangkit.**

Generator di atas akan mensuplai elektron lewat bola lampu. Jika arus listrik yang masuk melalui lampu 1 ampere, maka yang keluar tetap 1 ampere.

### 3. Tahanan.

Tahanan adalah penahanan / perlawanan yang diterima oleh elektron-elektron yang mengalir pada sebuah penghantar oleh molekul-molekul yang ada di dalamnya.

Setiap penghantar memberikan penahanan aliran arus listrik. Penahanan tersebut disebabkan oleh:

- a. Tiap-tiap atom menahan perpindahan elektron yang terjadi pada perlawanan terhadap elektron kearah luarnya.

- b. Benturan elektron-elektron dan atom tidak terhitung pada sebuah penghantar.

Benturan seperti yang dimaksud di atas menimbulkan adanya tahanan yang mengakibatkan panas bertambah pada penghantar. Tahanan diukur dengan satuan Ohm ( $\Omega$ ). Satuan Ohm ( $\Omega$ ) adalah besarnya tahanan yang akan mengalirkan 1 ampere dengan tegangan sebesar 1 volt.

Besar kecilnya tahanan yang ada pada sebuah penghantar ditentukan oleh :

- a. Jenis penghantar.

Besi besar tahanannya terhadap arus listrik. Tetapi ada lagi yang lebih besar tahanannya yaitu baja. Sedangkan tembaga memiliki tahanan paling kecil dibandingkan dengan besi dan baja. Itulah sebabnya dalam praktek orang memakai tembaga apabila hendak mengalirkan arus listrik.

- b. Panjang penghantar.

Makin panjang penghantar / kawat, makin besar tahanan / perlawanannya. Sebab perlawanan yang kecil-kecil di sepanjang kawat itu akan menjadi jumlah yang besar.

- c. Penampang penghantar.

Makin besar penampang kawat (diameter kawat), makin kecil perlawanannya. Ini berlaku juga bagi saluran air. Makin besar penampangnya, air makin leluasa mengalir karena perlawanannya kecil.

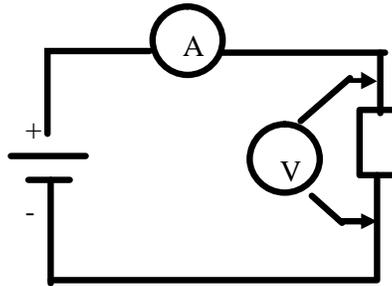
Oleh karena itu jika hendak memakai kawat listrik, jangan menggunakan kawat yang diameternya terlampau kecil.

- d. Suhu penghantar.

Pada umumnya logam akan naik tahanannya kalau suhunya naik (menjadi panas).

Dalam rangkaian listrik ada 3 (tiga) unsur pokok yang merupakan satu kesatuan yang tidak bisa dipisahkan, yaitu:

- a. Sumber tegangan (batere)
- b. Tahanan (bola lampu)
- c. Penghantar seperti kabel tembaga untuk menghubungkan rangkaian.



**Gambar 2.47.**  
**Rangkaian dasar kelistrikan.**

Alat ukur yang digunakan untuk pengujian atau pemeriksaan rangkaian listrik adalah:

- a. Ampermeter untuk mengukur arus
- b. Voltmeter untuk mengukur tegangan antara dua terminal pada rangkaian.

Ada 2 (dua) cara untuk menerangkan aliran arus listrik pada rangkaian, yaitu:

- a. Teori konvensional  
Aliran listrik mengalir dari terminal positif (+) ke negatif (-) dari sumber listrik.
- b. Teori elektron  
Aliran listrik mengalir dari terminal negatif (-) ke terminal positif (+) melalui rangkaian.  
Kedua rangkaian di atas dapat digunakan, tetapi yang umum digunakan adalah *cara Konvensional*.

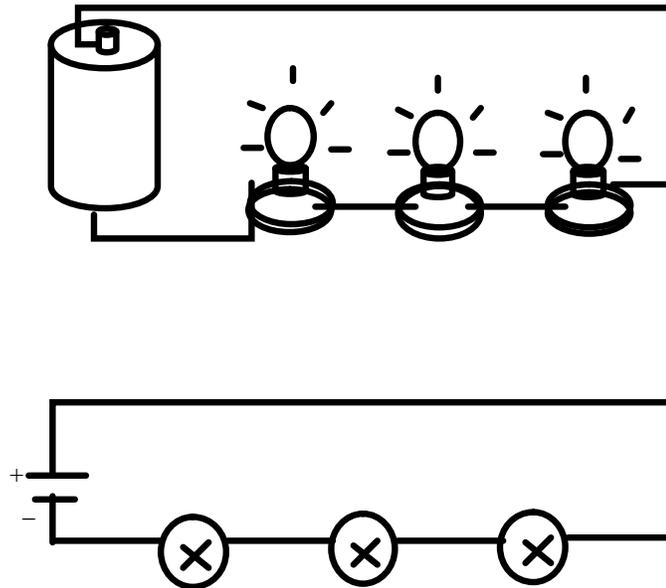
### **C. Jenis-Jenis Rangkaian Listrik.**

Di dalam rangkaian listrik, kita mengenal dua macam hubungan yang baku, yaitu *hubungan seri dan hubungan paralel*. Bila dijumpai ada bentuk lain, maka pada dasarnya itu merupakan variasi dari hubungan seri dan paralel. Berikut ini akan diuraikan bentuk hubungan seri, paralel, dan seri paralel lengkap dengan rumus dan perhitungannya dalam bentuk arus searah (DC).

### 1. Hubungan Seri

Yang dimaksud dengan hubungan seri adalah rangkaian beberapa lampu yang dihubungkan secara berderet satu sama lain, sehingga arus mengalir secara beranting dimulai dari yang pertama, kedua, ketiga, dan seterusnya.

Gambar di bawah ini memperlihatkan bentuk hubungan seri sebuah batere dengan tiga lampu.

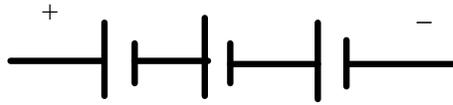


Gambar 2.48

#### Pemasangan hubungan seri pada lampu

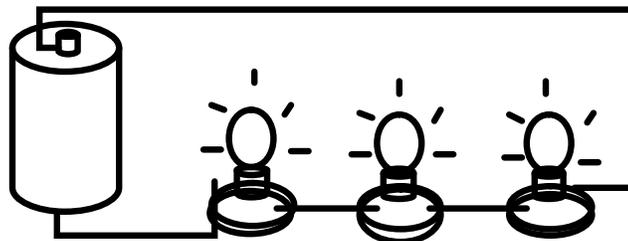
1. Rangkaian tiga lampu dalam hubungan seri dengan batere
2. Bagan hubungan seri

Selain pada lampu, hubungan seri pun sering diterapkan dalam pemasangan sel-sel sumber listrik dari prinsip kimia. Misalnya: Jika beberapa sel batere dihubungkan secara berderet satu sama lain, dimana bagian positif dari sel pertama, dihubungkan dengan bagian negatif dari sel kedua, selanjutnya bagian bagian positif dari sel kedua dihubungkan dengan bagian negatif dari sel ketiga, maka kita dapatkan tiga sel dalam hubungan secara seri.

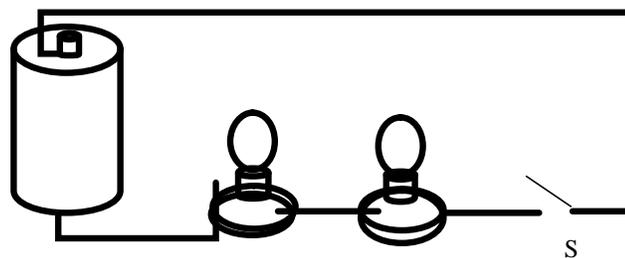


**Gambar 2.49**  
**Pemasangan hubungan seri pada sel**

Dari uraian di atas, dapatlah diambil suatu pengertian bahwa dalam hubungan seri masing-masing bagian yang dilalui arus listrik merupakan penghantar bagi sebagian yang lainnya. Oleh karena itu bila tiga lampu yang dihubungkan secara seri dengan sebuah sel, dan salah satu lampunya putus atau dilepas, maka terputuslah hubungan seri itu sehingga lampu-lampu lainnya pun akan ikut tidak menyala.



**Gambar 2.50**  
**Rangkaian tertutup dengan tiga buah lampu dalam keadaan menyala**



**Gambar 2.51**  
**Rangkaian tertutup dengan 2 buah lampu, penghantar dilepas, rangkaian terputus.**

Di dalam rangkaian tertutup yang dihubungkan secara seri dengan aliran arus disembarang tempat dalam rangkaian adalah sama. Sedangkan jumlah tegangan dan jumlah hambatan dapat berubah-ubah.

Untuk mengetahui jumlah tegangan dan jumlah hambatan pada rangkaian seri dapat menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah Tegangan : } E_{\text{Total}} = E_1 + E_2 + E_3 + \dots E_n$$

$$\text{Jumlah Hambatan : } R_{\text{Total}} = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n$$

Keterangan :

$E_{\text{Total}}$  = Jumlah semua sumber listrik yang mengakibatkan tegangan

$R_{\text{Total}}$  = Jumlah semua hambatan

$E_1 / E_2 / E_3$  = Tegangan setiap komponen

$R_1 / R_2 / R_3$  = Hambatan setiap komponen

$E_n$  = Tegangan pada  $n$  buah komponen

$R_n$  = Hambatan pada  $n$  buah komponen

Contoh soal.

1. Hitunglah jumlah tegangan yang dihasilkan pada pemasangan seri 4 buah batere yang bertegangan masing-masing 1,5 volt.

Jawab:

$$\begin{aligned} E_{\text{Total}} &= E_1 + E_2 + E_3 + E_4 \\ &= 1,5 + 1,5 + 1,5 + 1,5 \\ &= 6 \text{ Volt} \end{aligned}$$

2. Hitunglah jumlah hambatan yang dihasilkan pada pemasangan seri 3 buah resistor yang bernilai 4 Ohm, 6 Ohm, dan 8 Ohm !

Jawab :

$$\begin{aligned} R_{\text{Total}} &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 4 + 6 + 8 \\ &= 18 \text{ Ohm} \end{aligned}$$

Berdasarkan uraian di atas, maka dapatlah diambil suatu kesimpulan :

1. Jumlah tegangan dari sejumlah sumber listrik yang dihubungkan seri adalah jumlah dari masing-masing tegangan

2. Jumlah hambatan dari sejumlah resistor yang dihubungkan seri adalah jumlah dari masing-masing hambatannya.
3. Arus dalam rangkaian seri adalah sama pada semua bagian-bagian rangkaian.

Ini ditetapkan oleh rumus :

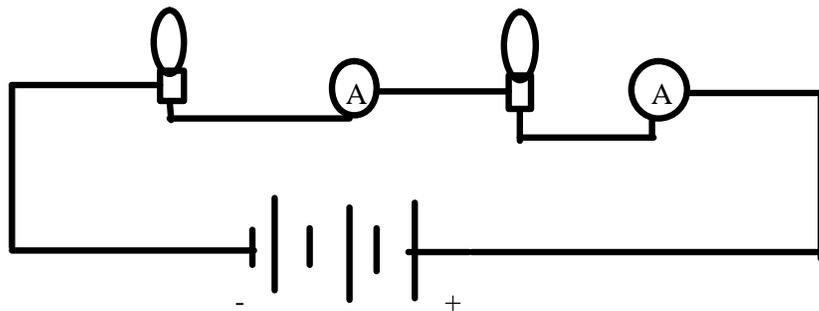
$$I \text{ Total} = I_1 = I_2 = I_n$$

$$I \text{ Total} = \text{Jumlah arus seluruhnya}$$

$$I_1 / I_2 = \text{Arus melalui hambatan 1 dan 2}$$

$$I_n = \text{Arus melalui hambatan ke n.}$$

Misalnya : Bila sebuah batere mengalirkan arus 6 amper pada tiga hambatan yang dihubungkan seri, maka  $R_1$  ,  $R_2$  dan  $R_3$  akan mendapatkan arus yang sama yaitu sebanyak 6 amper. Perhatikan gambar berikut ini :



Gambar 2.52

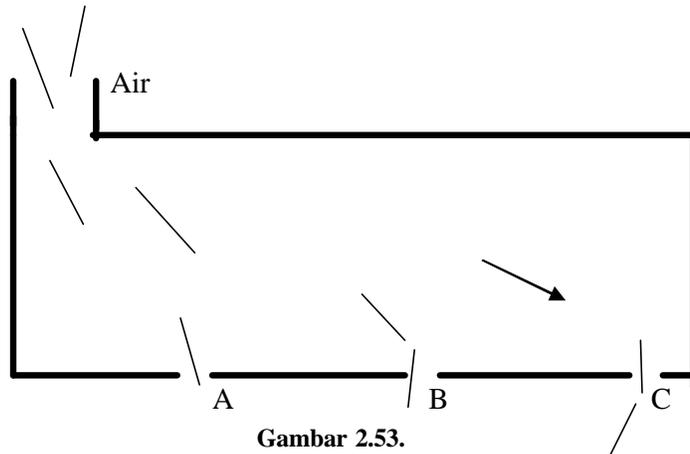
Amper meter menunjukkan angka yang sama dalam rangkaian seri

Di dalam rangkaian listrik tidak selamanya dipasang resistor sebagai hambatan, tetapi rangkaian harus mempunyai beban yang menghasilkan hambatan. Beban-beban ini mungkin berupa motor-motor listrik, lampu-lampu, atau alat-alat yang menggunakan listrik lainnya. Beban ini sebaiknya kita perhitungkan sebagai hambatan atau resistor. Oleh karena itu kita harus mengetahui berapa Ohm nilai hambatan yang dimiliki oleh masing-masing alat listrik tersebut.

Pada perhitungan listrik, bila arus mengalir melalui sebuah beban (hambatan) listrik, maka akan terjadi *kehilangan tegangan* listrik, atau sering pula disebut *tegangan rugi*.

Keadaan seperti di atas sama dengan apa yang terjadi pada air, dimana tekanan air keluar dari pipa yang jauh dari sumbernya akan lebih rendah daripada tekanan air yang keluar dari pipa yang dekat dengan sumbernya.

Perhatikan gambar di bawah ini.

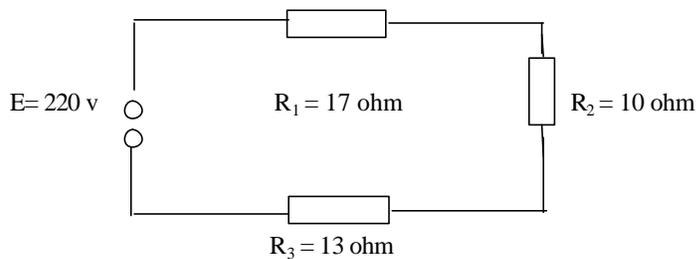


Gambar 2.53.

Perbedaan tekanan pada air :  
Tekanan air yang keluar dari lubang C lebih rendah dari tekanan yang keluar dari lubang B dan A.

Contoh soal.

1.



Gambar 2.54  
Seri-paralel resistor

Diketahui :  $E = 220 \text{ Volt}$  ;  $R_1 = 17 \text{ Ohm}$  ;  $R_2 = 10 \text{ Ohm}$  ;  $R_3 = 13 \text{ Ohm}$

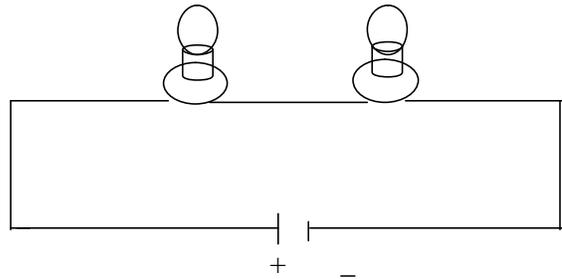
Ditanyakan : Berapakah arus yang mengalir (I) ?

Jawab :

$$\begin{aligned} R_{\text{Total}} &= R_1 + R_2 + R_3 \\ &= 17 + 10 + 13 \\ &= 40 \text{ Ohm.} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & E \\
 I = ? & \\
 & R \\
 & 220 \\
 I = ? & \qquad I = 5,5 \text{ Amper.} \\
 & 40
 \end{aligned}$$

2. Diketahui dua lampu memiliki tahanan dalam, masing-masing 7 Ohm ( ? ) dan 5 Ohm ( ? ) dipasang seri dengan batere yang bertegangan 6 Volt. Berapakah tegangan yang terdapat pada kedua lampu tersebut ? Selanjutnya lihat gambar berikut.



**Gambar 2.55**  
**Hubungan seri dua buah lampu**

Jawab :

Jumlah hambatan dalam semua lampu adalah :

$$\begin{aligned}
 R \text{ Total} &= R1 + R2 \\
 &= 7 + 5 \\
 &= 12 \text{ Ohm}
 \end{aligned}$$

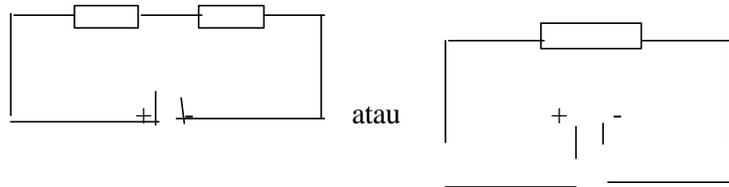
Besar arus dalam rangkaian adalah :

$$\begin{aligned}
 I = ? &= \frac{E}{R} = \frac{6}{12} = 0,5 \text{ Amper.}
 \end{aligned}$$

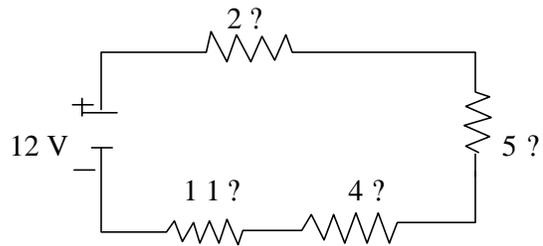
Tegangan pada kedua lampu adalah :

$$\begin{aligned}
 E1 &= I \times R1 = 0,5 \times 7 = 3,5 \text{ Volt} \\
 E2 &= I \times R2 = 0,5 \times 5 = 2,5 \text{ Volt.} \\
 Et &= E1 + E2 = 3,5 + 2,5 = 6 \text{ Volt.}
 \end{aligned}$$

Dari uraian di atas, maka gambar di atas dapat di buat menjadi :



Tugas :



**Gambar 2.56**  
**Tahanan dalam lampu**

Diketahui :  $E = 12 \text{ Volt}$  ;

$R_1 = 2 \text{ Ohm}$ ,  $R_2 = 5 \text{ Ohm}$ ,  $R_3 = 4 \text{ Ohm}$ ,  $R_4 = 1 \text{ Ohm}$

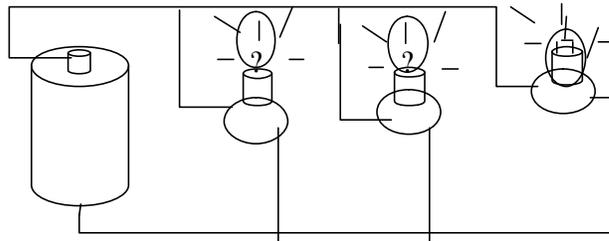
Ditanyakan : 1) Berapakah arus yang mengalir pada rangkaian (I) ?

2) Berapakah tegangan pada masing-masing tahanan ?

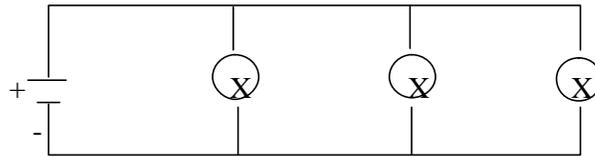
## 2. Hubungan Paralel.

Jika beberapa lampu dihubungkan dalam dua jepitan yang sama, maka lampu-lampu tersebut dinamakan sebagai hubungan paralel atau hubungan sejajar.

Perhatikan gambar berikut:



**Gambar 2.57**  
**Rangkaian paralel tiga lampu dengan satu batere**

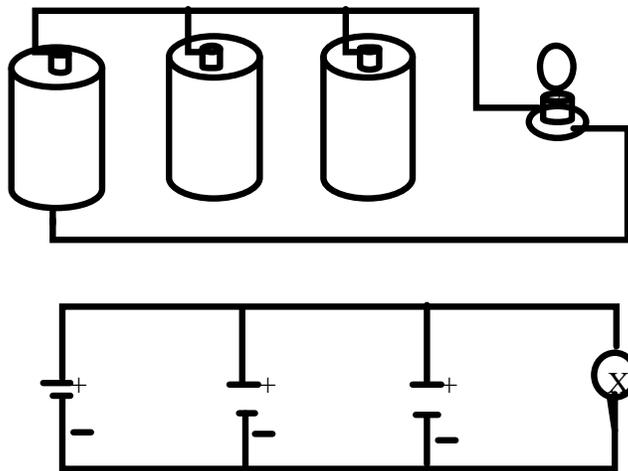


**Gambar 2.58**  
**Baga rangkaian Paralel tiga lampu dengan batere.**

Dalam pemasangan batere atau sel yang dihubungkan secara paralel haruslah bagian positif dihubungkan ke bagian positif.

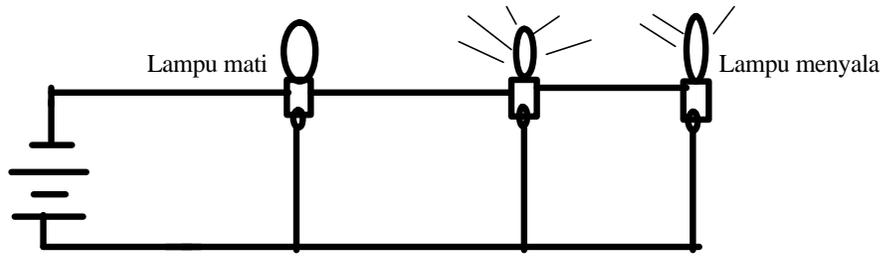
Sedangkan bagian negatif dihubungkan ke bagian negatif. Dalam hal ini masing-masing batere/sel haruslah mempunyai tegangan yang sama.

Perhatikan gambar berikut :



**Gambar 2.59**  
**Rangkaian paralel tiga batere dengan lampu dan bagannya.**

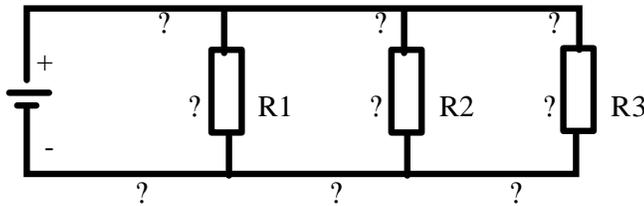
Berbeda dengan rangkaian seri, pada rangkaian paralel walau pun terjadi pemutusan hubungan pada salah satu cabang tidak akan mengganggu rangkaian, kecuali pada rangkaian yang diputuskan. Pemutusan hubungan pada rangkaian paralel akan mengakibatkan arus akan berhenti dalam cabang yang dibuka (diputuskan) hubungannya saja. Hal ini akan dapat menghasilkan arus dari batere dikurangi oleh suatu pemutusanhubungan dalam setiap cabang dari rangkaianannya.



Gambar 2.60

Walau pun ada lampu yang dilepas, dalam rangkaian paralel tidak akan mengganggu rangkaian lampu lainnya.

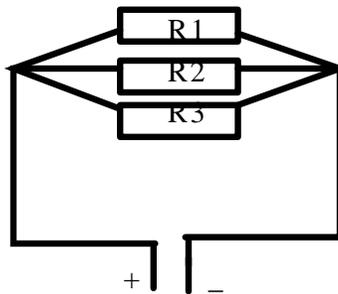
Apabila lampu kita ibaratkan hambatan, maka arah arusnya dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.61

Arah aliran arus menurut perjanjian ditunjukkan oleh panah pada rangkaian paralel

Dalam kenyataannya bagan dari gambar di atas dapat dihubungkan langsung pada batere. Perhatikan gambar berikut :

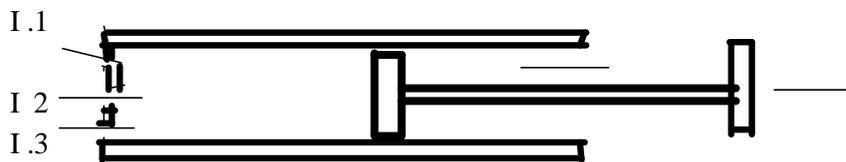


Gambar 2.62.

Rangkaian paralel yang langsung dihubungkan dengan batere

Dari gambar di atas dapatlah disimpulkan bahwa jika tegangan batere misalnya 6 Volt, maka hambatan R1, R2, dan R3 punmendapat tegangan masing-masing 6 Volt.

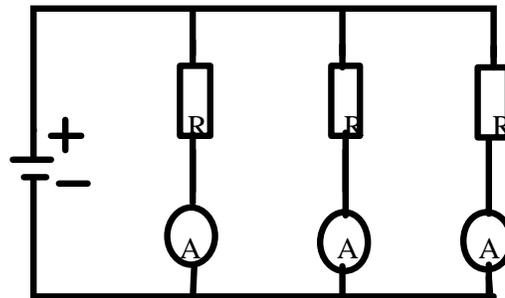
Dengan demikian bisa disimpulkan bahwa tegangan yang melintasi masing-masing cabang dari rangkaian paralel adalah sama seperti tegangan sumbernya. Untuk memahami pembagian arus pada setiap rangkaian paralel dapat pula menggunakan pompa air dalam pipa tertutup yang dihubungkan secara paralel. Perhatikan gambar di bawah ini :



**Gambar 2.63.**  
**Pompa air dalam pipa tertutup. Arus (I) terbagi menjadi  $I_1$ ,  $I_2$ , dan  $I_3$**

Tekanan air yang dihasilkan oleh pomnpa adalah sama dalam menekan air dalam pipa. Namun jumlah aliran air secara keseluruhan terbagi dalam cabang-cabang. Makin lebar pipa itu makin banyak air yang dapat leawat, karena pipa yang lebar memiliki hambatan yang kecil dan pipa yang kecil / sempit memiliki hambatan yang besar.

Hal yang sama berlaku pula untuk suatu rangkaian listrik. Selanjutnya perhatikan bagan dari tiga buah resistor (hambatan) yang dipasang paralel ini.



**Gambar 2.64**  
**Tegangan jepit dimasing-masing resistor adalah sama.**

Dari gambar di atas didapat; Tegangan jepit masing-masing resistor adalah sama:

$$E = E_1 = E_2 = E_3.$$

Jumlah arus adalah jumlah dari arus pada masing-masing resistor:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Arus yang melalui resistor berbanding terbalik dengan hambatannya, karena :

$$I_1 = \frac{E}{R_1} ; I_2 = \frac{E}{R_2} ; I_3 = \frac{E}{R_3} \text{ dst.}$$

( Rumus di atas adalah hasil penggunaan rumus umum  $E = I \times R$  ).

Dalam rangkaian gambar di atas, sebenarnya  $R_1$ ,  $R_2$ , dan  $R_3$  dapat diganti dengan

*R Pengganti.*

Untuk mencari R pengganti ( $R_p$ ), dapat kita hitung sebagai berikut :

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

$$\frac{E}{R_p} = I$$

$$\frac{E}{R_p} = \frac{E}{R_1} + \frac{E}{R_2} + \frac{E}{R_3} \text{ atau}$$

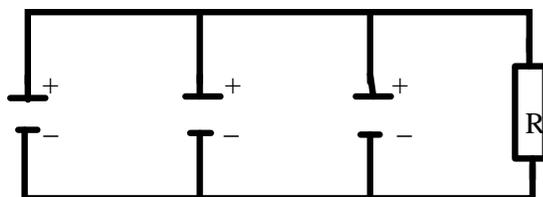
$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \text{ atau}$$

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

Definisi :

- 1). Jumlah hambatan dari sejumlah resistor yang dihubungkan paralel adalah kebalikan dari jumlah masing-masing hambatan.
- 2). Beberapa batere yang dihubungkan secara paralel mempunyai tegangan sama dengan tegangan satu batere. Tetapi jumlah arusnya sama dengan perkalian dari jumlah arus pada batere.

Perhatikan gambar berikut ini :

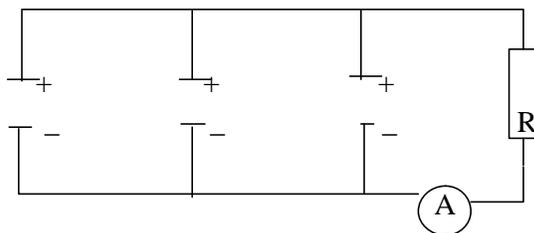


**Gambar 2.65**  
**Perbedaan arus pada setiap bagian**

Contoh soal:

Diketahui tiga buah batere masing-masing bertegangan 1,5 Volt dihubungkan secara seri dengan sebuah resistor yang memiliki hambatan 1,25 Ohm ( ? ).

Berapakah arus yang mengalir pada rangkaian ini ?



**Gambar 2.66**  
**Tiga buah batere paralel**

Jawab :

$$\text{Tegangan total (E) = 1,5 Volt}$$

$$E = 1,5$$

$$\text{Arus total (I) : } I = \frac{E}{R} = 1,2 \text{ Ampere}$$

$$R = 1,25$$

Arus dalam tiap batere :

$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{1}{3} \times I = \frac{1}{3} \times 1,2 = 0,4 \text{ Ampere}$$

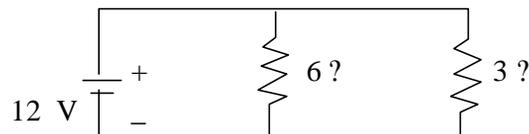
$$I_1 = I_2 = I_3 = \frac{1}{3} \times I = \frac{1}{3} \times 1,2 = 0,4 \text{ Ampere}$$

Tugas :

Hitunglah besarnya arus (I) yang mengalir pada rangkaian hubungan paralel berikut dengan menggunakan rumus :

$$I_t = \frac{E}{R_{tp}}$$

$R_{tp}$  = Tahanan total pada rangkaian paralel.

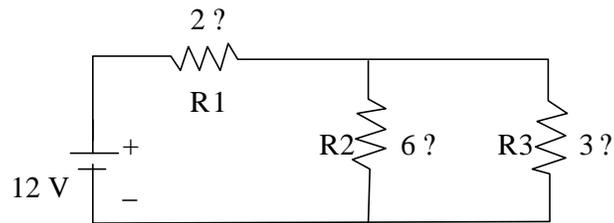


**Gambar 2.67**  
**Resistor paralel**

### 3. Hubungan Seri Paralel.

Hubungan seri paralel adalah gabungan dari 2 (dua) jenis rangkaian dimana dalamn rangkaian tersebut disamping ada rangkaian seri terdapat pula rangkaian paralel.

Gambar rangkaian di bawah ini menunjukkan rangakaian campuran. Tahanan yang bernilai 2 ? dihubungkan seri terhadap tahanan paralel 6 ? dan 3 ? .



**Gambar 2.68.**  
**Rangkaian seri paralel.**

Arus total yang mengalir pada rangkaian sama dengan tegangan sumber dibagi dengan tahanan total:

$$I_t = \frac{E}{R_t}$$

Untuk mencari tahanan total pada rangkaian paralel di atas adalah sebagai berikut :

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} + \frac{1}{3}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{6} + \frac{2}{6}$$

$$\frac{1}{R_p} = \frac{3}{6}$$

$$R_p = \frac{6}{3} = 2 \text{ Ohm}$$

Untuk mencari nilai tahanan seluruhnya adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}R_t &= R_1 + R_p \\R_t &= 2 + 2 \\&= 4 \text{ Ohm}\end{aligned}$$

Langkah selanjutnya, untuk menghitung arus total ( $I_t$ ) adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}I_t &= \frac{E}{R_t} \\I_t &= \frac{12}{4} = 3 \text{ Amper}\end{aligned}$$

Untuk mencari tegangan jepit pada tahanan pertama ( $R_1$ ) digunakan rumus :

$$\begin{aligned}E_1 &= I_t \times R_1 \\E_1 &= 3 \times 2 \\E_1 &= 6 \text{ Volt.}\end{aligned}$$

Untuk menghitung tegangan jepit pada tahanan ( $R_2$  dan  $R_3$ ) digunakan rumus :

$$\begin{aligned}E_p &= I \times R_p \\E_p &= 3 \times 2 \\E_p &= 6 \text{ Volt.}\end{aligned}$$

Untuk mencari arus yang mengalir melalui tahanan ( $R_2$ ), menggunakan rumus :

$$\begin{aligned}I_1 &= \frac{E_p}{R_2} \\I_1 &= \frac{6}{6} \\I_1 &= 1 \text{ Amper}\end{aligned}$$

Untuk mencari besarnya arus yang mengalir pada tahanan ( $R_3$ ), menggunakan rumus :

$$I_2 = ? = \frac{E_p}{R_3} = \frac{6}{2} = 3 \text{ Ampere}$$

Jadi arus yang mengalir pada tahanan ( $R_1$ ) sama dengan jumlah arus yang mengalir pada tahanan ( $R_2$  dan  $R_3$ ).

Hal ini sesuai dengan bunyi “ Hukum Kirchoff I” , yang mengatakan bahwa arus yang masuk pada satu titik cabang sama dengan jumlah arus yang keluar pada titik cabang tersebut.

### C. Hukum Kirchoff

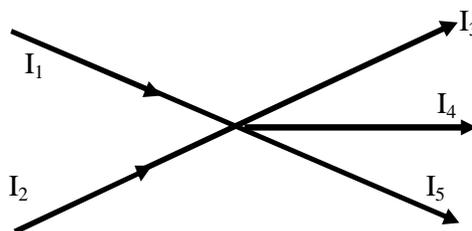
Dalam ilmu kelistrikan dikenal dua macam hukum Kirchoff yakni hukum Kirchoff I yang membahas tentang arus dan hukum Kirchoff II yang membahas tentang tegangan.

#### 1. Hukum Kirchoff I

Hukum Kirchoff I berbunyi :” Jumlah arus yang mengalir pada satu titik cabang sama dengan jumlah arus yang keluar dari cabang tersebut”.

Pernyataan ini dapat dinyatakan dengan rumus :

$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$



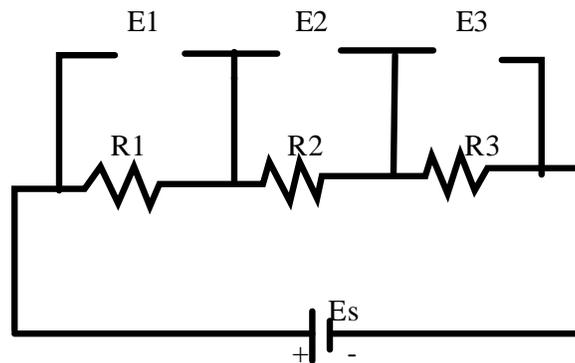
**Gambar 2.68**  
**Jumlah arus cabang**

### 3. Hukum Kirchoff II

Hukum Kirchoff II berbunyi : “ Jumlah penurunan tegangan pada rangkaian listrik tertutup sama dengan jumlah tegangan sumber”.

Pernyataan ini dapat dirumuskan :

$$? E = E_1 + E_2 + E_3$$



**Gambar 2.69**  
**Hukum Kirchoff II**

## LEMBARAN KEGIATAN SISWA

A. Pilihlah salah satu jawaban diantara a, b, c, dan d yang dianggap paling tepat !

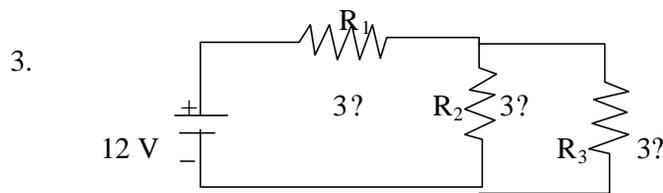
1. Hukum yang menyatakan bahwa apabila arus listrik mengalir ke dalam sebuah penghantar intensitas arusnya sama dengan tegangan yang mendorongnya dibagi dengan tahanan penghantarnya adalah :
  - a. Hukum Kirchoff I
  - b. Hukum Kirchoff II
  - c. Hukum Ohm
  - d. Hukum Newton
2. Elektron yang mengalir dari satu atom ke atom lainnya melalui penghantar disebut :
  - a. Arus
  - b. Molekul
  - c. Listrik
  - d. Tegangan
3. Satu amper adalah aliran listrik dari ..... pada sebuah penghantar.
  - a.  $6,28 \times 10^{18}$  elektron / detik
  - b.  $6,28 \times 10^8$  elektron / detik
  - c.  $7,28 \times 10^{18}$  elektron / detik
  - d.  $6,28 \times 10^{12}$  elektron / detik
4. Suatu tekanan yang menyebabkan terjadinya aliran arus listrik pada sebuah penghantar disebut :
  - a. Tahanan
  - b. Tegangan
  - c. Arus
  - d. Pembangkit
5. Perlawanan yang diterima oleh elektron-elektron yang mengalir pada sebuah penghantar oleh molekul-molekul di dalamnya disebut :
  - a. Tegangan
  - b. Elektron
  - c. Pembangkit
  - d. Tahanan

B. Selesaikanlah soal-soal di bawah ini !

1. Suatu rangkaian terdiri dari tiga batere dipasang seri dengan tegangan masing-masing 4 Volt. Berapakah tegangan total pada rangkaian tersebut ?
2. Sebuah batere bertegangan 12 Volt dipasang seri dengan empat buah tahanan masing-masing  $R_1 = 2 \text{ ohm}$ ,  $R_2 = 1 \text{ ohm}$ ,  $R_3 = 1 \text{ ohm}$ , dan  $R_4 = 2 \text{ ohm}$ .

Dit. a. Berapakah arus yang mengalir (I) pada rangkaian ?

b. Berapakah tegangan (E) pada masing-masing tahanan ?



**Gambar 2.70**  
**Batere seri**

Hitunglah : a. Tahanan total

b. Arus total

c. Tegangan jepit pada  $R_1$

d. Tegangan jepit pada  $R_p$  dalam rangkaian di atas.

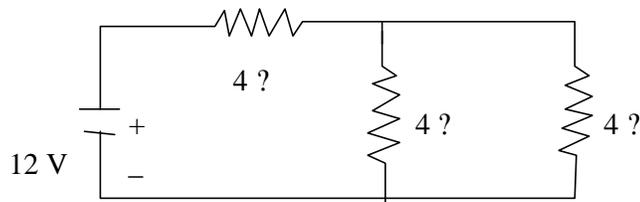
3. Gambarlah masing-masing simbol :
  - a. Dioda
  - b. Dioda zener
  - c. Generator
  - d. Batere
  - e. Motor starter
  - f. Trafo
  - g. Koil
  - h. Kondensor
  - i. Busi
  - j. Relai
  - k. Saklar.

**d. Tugas 1**

Tugas:

1. Hukum Ohm adalah .....
2. Arus adalah .....
3. Tegangan adalah .....
4. Tahanan adalah .....
5. Besar kecil tahanan yang ada pada penghantar ditentukan oleh :
  - a. ....
  - b. ....
  - c. ....
  - .....
6. Hubungan seri paralel adalah .....
7. Arus total yang mengalir pada rangkaian sama dengan ..... sumber dibagi dengan ..... total.

Hitunglah tegangan jepit pada tahanan pertama (R1) dalam rangkaian berikut :



**Gambar 2.71**  
**Tegangan jepit**

**e. Tes formatif**

**Pilihlah salah satu jawaban di antara a, b, c, dan d yang dianggap paling tepat!**

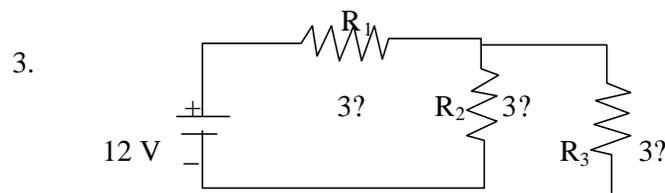
1. Hukum yang menyatakan bahwa apabila arus listrik mengalir ke dalam sebuah penghantar intensitas arusnya sama dengan tegangan yang mendorongnya dibagi dengan tahanan penghantarnya adalah :
  - e. Hukum Kirchoff I
  - f. Hukum Kirchoff II
  - g. Hukum Ohm
  - h. Hukum Newton
2. Elektron yang mengalir dari satu atom ke atom lainnya melalui penghantar disebut :
  - e. Arus
  - f. Molekul
  - g. Listrik
  - h. Tegangan
3. Satu ampere adalah aliran listrik dari ..... pada sebuah penghantar.
  - e.  $6,28 \times 10^{18}$  elektron / detik
  - f.  $6,28 \times 10^8$  elektron / detik
  - g.  $7,28 \times 10^{18}$  elektron / detik
  - h.  $6,28 \times 10^{12}$  elektron / detik
4. Suatu tekanan yang menyebabkan terjadinya aliran arus listrik pada sebuah penghantar disebut :
  - e. Tahanan
  - f. Tegangan
  - g. Arus
  - h. Pembangkit
5. Perlawanan yang diterima oleh elektron-elektron yang mengalir pada sebuah penghantar oleh molekul-molekul di dalamnya disebut :
  - e. Tegangan
  - f. Elektron
  - g. Pembangkit
  - h. Tahanan

**Selesaikanlah soal-soal di bawah ini !**

1. Suatu rangkaian terdiri dari tiga batere dipasang seri dengan tegangan masing-masing 4 Volt. Berapakah tegangan total pada rangkaian tersebut ?
2. Sebuah batere bertegangan 12 Volt dipasang seri dengan empat buah tahanan masing-masing  $R_1 = 2 \text{ ohm}$ ,  $R_2 = 1 \text{ ohm}$ ,  $R_3 = 1 \text{ ohm}$ , dan  $R_4 = 2 \text{ ohm}$ .

Dit. a. Berapakah arus yang mengalir (I) pada rangkaian ?

b. Berapakah tegangan (E) pada masing-masing tahanan ?



**Gambar 2.72**  
**Tahanan seri-paralel**

Hitunglah : a. Tahanan total

b. Arus total

c. Tegangan jepit pada  $R_1$

d. Tegangan jepit pada  $R_p$  dalam rangkaian di atas.

4. Gambarlah masing-masing simbol :

- l. Dioda
- m. Dioda zener
- n. Generator
- o. Batere
- p. Motor starter
- q. Trafo
- r. Koil
- s. Kondensator
- t. Busi
- u. Relai
- v. Saklar.

## **KEGIATAN BELAJAR 3**

### **OSILOSKOP**

Dalam unit ini anda mempelajari tentang cara kerja dan konstruksi dan cara kerja dari sebuah tabung sinar katoda dan mempelajari fungsi dari pengatur-pengatur osiloskop yang paling umum dan dapat menggunakannya untuk menampilkan suatu jejak gelombang pada layar.

Anda dapat dinyatakan telah berhasil menyelesaikan modul ini jika anda telah menjejakan seluruh isi dari modul ini termasuk latihan teori dan praktek dengan benar juga telah mengikuti evaluasi berupa test dengan skor minimum adalah 70.

#### **a. Tujuan kegiatan pembelajaran 3**

Untuk lulus dari nit ini anda harus dapat :

- ? Menggunakan Multimeter Analog dan Digital
- ? Menjelaskan konstruksi dasar dan cara kerja dari sebuah tabung sinar katoda
- ? Mengetahui fungsi dari setiap pengatur umum pada osiloskop jejak ganda.
- ? Mengatur pengatur-pengatur osiloskop untuk menampilkan sebuah jejak gelombang.

#### **b. Uraian Materi**

Untuk memahami alat ukur osiloskop, maka anda terlebih dahulu harus sudah faham dan mahir menggunakan multimeter analog dan digital.

Multimeter pada prinsipnya adalah sebuah alat ukur untuk digunakan untuk pengukuran –pengukuran :

- ✍ Tegangan arus bolak-balik
- ✍ Tegangan arus searah
- ✍ Resistansi
- ✍ Arus listrik DC dan AC

Untuk melanjutkan mempelajari osiloskop, prasyarat awal yang harus anda penuhi adalah menggunakan multimeter analog dan digital

Setelah anda dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini dengan jawaban benar seratus persen, anda diperbolehkan meneruskan pembelajaran tentang osiloskop.

- ✍ Apa perbedaan multimeter analog dan digital
- ✍ Jelaskan cara menggunakan multimeter analog
- ✍ Jelaskan cara menggunakan multimeter digital
- ✍ Apa saja yang harus anda perhatikan untuk melakukan pengukuran tegangan arus bolak-balik
- ✍ Jelaskan cara melakukan pengukuran tegangan dc

### ***Apakah Pengertian Osiloskop?***

Sebuah osiloskop adalah sebuah peralatan uji yang digunakan untuk melihat suatu gambar sinyal listrik. Secara sederhana osiloskop dapat menunjukkan bentuk dari suatu sinyal listrik dan sinyal listrik ini dinamakan dengan bentuk gelombang sinyal.

Osiloskop memiliki sebuah layar serupa dengan sebuah layar televisi dan hanya jauh lebih kecil. Osiloskop tersebut menampilkan suatu garis yang terang yang menunjukkan perubahan-perubahan tegangan untuk perioda waktu garis yang terletak pada layar. Contoh-contoh tipe tampilan ini terlihat pada setiap televisi rumah sakit yang digunakan untuk menunjukkan aktivitas denyut jantung.

Layar osiloskop memiliki suatu garis-garis kisi horizontal dan vertical yang diberi spasi 1 cm dan garis kisi-kisi ini mengizinkan kepada kita untuk melakukan pembacaan tegangan dan waktu. Garis-garis tersebut dinamakan garis-garis graticule.

Nama lengkap dari osiloskop adalah Osiloskop Sinar Katoda (Cathode Ray Oscilloscope) dan singkatan umumnya adalah CRO. Para teknisi sering menyebutnya dengan perkataan “ telah melihat bentuk gelombang pada CRO”. Istilah sinar katoda muncul dari nama lengkap layar yang disebut Cathode Ray Tube atau CRT. Jadi CRT adalah bagian dari CRO. Tabung gambar televisi juga dinamakan CRT.

Alat ukur DC dan AC sejauh yang telah dipelajari bisa memberitahu kepada kita ukuran amplitudo dari suatu tegangan akan tetapi alat ukur ini tidak dapat menunjukkan kepada kita seperti apa bentuknya. Seringnya ukuran amplitudo adalah segala yang

kita perlukan akan tetapi jika lebih banyak lagi informasi yang diperlukan maka alat ukur tersebut tidak dapat menyediakannya. Sebuah alat ukur tidak akan dapat menunjukkan kepada kita tegangan suatu sinyal mengalami cacat atau menunjukkan kepada kita bahwa telah terjadi adanya suatu pulsa tegangan yang singkat.

Sebagai contoh seorang teknisi menggunakan sebuah CRO untuk melihat tegangan audio yang sedang dikuatkan dan melihatnya pada suatu titik dalam penguat tersebut yang telah terjadi distorsi (cacat gelombang). Contoh lainnya adalah ketika teknisi menggunakan CRO untuk melihat sebuah komputer dan mendapatkan pulsa singkat dari tegangan yang telah menyebabkan gangguan, sebuah pulsa yang tidak dapat dideteksi oleh alat ukur.

Alat ukur murah harganya, mudah menggunakannya dan dapat dibawa kemana-mana. Setiap teknisi memilikinya satu atau lebih dari satu. Namun disamping itu osiloskop sangat mahal harganya dan umumnya besar dan berat dan dioperasikan dengan tegangan jala-jala. Osiloskop ini bisa juga sulit menggunakannya karena memiliki banyak pengatur.

Meskipun kelihatannya sulit mengoperasikan osiloskop namun seluruh osiloskop menggunakan prinsip-prinsip dasar yang sama dan memiliki pengatur-pengatur dasar yang sama. Jika anda telah memahami prinsip-prinsip ini maka anda dapat menghidupkan dan menggunakan sembarang osiloskop.

### ***Cara Kerja Dasar***

Kegunaan osiloskop adalah untuk menampilkan suatu bentuk gelombang pada layar dan seluruh dari pengatur dan rangkaian dalamnya tersedia untuk kegunaan tersebut. Cara yang terbaik untuk memahami sebuah osiloskop adalah memahami apa yang terjadi pada layar.

Layar adalah sebuah tabung gambar serupa dengan tabung gambar yang ada dalam sebuah pesawat tv, akan tetapi dalam kasus ini tabung gambar hanya menampilkan satu warna (biasanya hijau).

CRT terbuat dari kaca dan udara didalamnya banyak dibuang. Suatu tegangan dihubungkan ke elemen pemanas yang menyala dengan warna merah panas dan memanaskan katoda. Pemanas tersebut merupakan sumber dari nyala merah yang kadang-kadang tampak ketika anda melihat lubang ventilasi pada bagian belakang sebuah pesawat televisi. Ketika katoda yang dekat dengan pemanas tersebut menerima panas maka katoda tersebut mengemisikan electron-elektron yang meninggalkan permukaan katoda tersebut.

Apabila electron-elektron telah meninggalkan katoda maka semua electron tersebut memiliki potensial negatif dan ditarik ke arah tegangan-tegangan positif. CRT memiliki kisi-kisi logam dan plat-plat yang memiliki tegangan positif pada setiap kisi dan plat menarik dan mempengaruhi electron-elektron.

Kisi-kisi percepatan menarik electron-elektron dan dengan gaya demikian itu maka grid-grid mempercepatnya untuk lewat melalui kisi-kisi percepatan dan dipacu selanjutnya turun ke leher CRT.

Kemudian kisi-kisi pemfokus membentuk electron-elektron yang telah dipercepat menuju ke titik focus electron yang disebut dengan berkas electron.

Apabila berkas electron menabrak fosfor akan menghasilkan sebuah titik cahaya pada layar.

Cahaya ini akan tetap menyala pada layar untuk suatu perioda waktu yang singkat dan kemudian lama-kelamaan menjadi pudar, sifat ini dinamakan daya mempertahankan cahaya dari fosfor. Jika berkas electron ini dipertahankan untuk menabrak fosfor kembali pada titik yang sama maka akan muncul seolah-olah titik yang terus-menerus menyala dikarenakan secara terus-menerus diperbaharui atau disegarkan kembali.

Masih terdapat lagi kisi yang lain yang disebut kisi pengendali yang sangat dekat dengan katoda. Kisi ini memiliki tegangan negatif dan mencoba untuk menolak electron-elektron yang negatif. Jika tegangan negatif cukup besar maka ia akan menghentikan berkas electron dan tidak ada cahaya yang akan tampak pada layar. Pada

tegangan negatif yang lebih rendah maka tegangan ini akan mengendalikan kecerahan dari titik pada layar.

Plat-plat pembelok mengendalikan kemana berkas electron tersebut menumbuk layar. Dua pasang plat diperlukan untuk mengendalikan berkas tersebut, yaitu plat pembelok horizontal dan plat pembelok vertical. Plat pembelok horizontal bisa memindahkan berkas dan bintik cahaya yaitu menghasilkan berkas cahaya secara horizontal terhadap layar sedangkan plat-plat vertical bisa memindahkan berkas dan titik cahaya ke atas dan ke bawah layar.

Plat pembelok vertical bagian atas memiliki suatu tegangan positif dan plat bagian bawah memiliki suatu tegangan negatif. Dengan demikian berkas electron ditarik ke arah tegangan positif dan ditolak oleh tegangan negatif sehingga berkas electron dan bintik cahaya tersebut digerakkan ke bagian atas layar. Dengan membalikkan tegangan pada plat-plat pembelok vertical maka akan memindahkan titik tersebut menuju ke bagian bawah layar.

Tegangan positif pada plat pembelok horizontal sebelah kanan menarik berkas electron dan titik cahaya menuju ke arah kiri layar. Plat pembelok kiri memiliki tegangan negatif yang menolak berkas electron menjauhi sisi layar sebelah kiri.

Dengan mengubah besar dan polaritas dari tegangan-tegangan yang dihubungkan ke plat pembelok horizontal dan vertical maka berkas electron bisa dipindahkan ke keseluruhan layar. Gerakan bintik cahaya tersebut dipindahkan atas lintasan yang sama kemudian layar akan menampilkan suatu garis cahaya yang tetap.

Berkas electron tersebut biasanya bergerak dari kiri ke kanan dan menghasilkan suatu garis melalui layar yang disebut sweep (penyapuan). Ketika berkas tersebut telah mencapai sisi bagian kanan dari layar maka berkas tersebut dikembalikan dengan cepat ke bagian kiri dari layar untuk penyapuan berkas selanjutnya. Selama pengembalian atau waktu kembali berkas electron tersebut dipadamkan sehingga tidak tampak pada layar.

Diagram blok akan membantu kita dalam hal memahami bagaimana seluruh bagian dari suatu system bekerja secara bersama-sama.

Berkas electron pada layar bisa dipindahkan dalam dua arah, yaitu secara horizontal atau secara vertical dari layar. Hal ini berarti bahwa osiloskop memiliki dua area didalamnya yang ditujukan ke gerakan-gerakan ini. Mereka dinamakan rangkaian pembelok horizontal dan rangkaian pembelok vertical.

Gerakan horizontal sesuai menurut waktu yang telah berlalu; dan kenyataannya waktu ini merupakan waktu yang diambil oleh berkas electron untuk berjalan dari kiri layar menuju ke kanan layar. Layar ini serupa dengan selembar kertas grafik yang menampilkan suatu grafik tegangan dengan waktu. Sumbu horizontal sesuai dengan waktu yang telah dilewati dan sumbu vertical sesuai dengan amplitudo tegangan.

Berkas electron bisa dijalankan melalui layar pada berbagai macam kecepatan yang terrentang dari kira-kira 1 mikrodetik sampai lebih dari 1 detik. Gerakan ini melalui layar ini disebut sapuan basis waktu (Timebase Sweep) dan bagian dari osiloskop yang menduplai rangkaian pembelok horizontal dengan sinyal ini disebut dengan pembangkit basis waktu.

Blok rangkain basis waktu yang dihubungkan ke blok pembelok horizontal Saklar dihubungkan ke blok basis waktu mewakili saklar pengendali basis waktu pada bagian panel depan dari osiloskop yaitu mengizinkan kepada para pemakai untuk memilih basis kecepatan basis waktu yang benar agar sesuai dengan kegunaan mereka.

Gerakan vertical bersesuaian dengan amplitudo dari tegangan yang sedang diukur. Jika jejak bintang cahaya bergerak menuju ke atas layar maka tegangannya positif dan jika jejak cahaya bergerak menuju ke bagian bawah layar maka tegangannya negatif.

Semakin besar tegangan yang diukur maka semakin banyak jejak cahaya dipindahkan. Jika tegangan terlalu besar maka jejak cahaya akan melebihi layar dan tidak tampak oleh mata. Apabila hal ini terjadi maka taraf tegangan harus diubah secara internal untuk mengarahkan kembali jejak cahaya pada layar, pengaturan ini merupakan fungsi dari saklar rentang tegangan pada masukan dari blok penguat vertical.

Tegangan yang sedang diukur yang keluar dari rangkaian yang ingin kita uji dan dihubungkan ke osiloskop melalui suatu penghubung khusus yang disebut probe. Apabila sinyal tersebut memasuki osiloskop maka sinyal tersebut melalui saklar batas rentang sehingga rentang yang lebar dari tegangan dapat dilihat dan dapat diukur. Saklar batas rentang merupakan suatu pembagi tegangan menggunakan resistor serupa dengan pembagi tegangan yang telah anda pelajari terdahulu dalam pengajaran ini.

Setelah melalui saklar batas rentang tegangan masukan dikuatkan dalam penguat vertical dan diumpankan ke rangkaian pembelok vertical sehingga rangkaian ini bisa mengendalikan tampilan layar.

Jejak berkas sinar merupakan nama yang diberikan kepada sebuah titik cahaya yang bergerak pada layar. Bintik ini biasanya bergerak sedemikian cepat sehingga tampaknya sebagai suatu garis. Pengaruh ini adalah sama seperti ilusi dari gerakan gambar pada televisi dan film.

Jejak berkas sinar bisa disimulasikan dengan menggambar suatu garis dengan pena anda pada sepotong kertas. Berkas sinar ini memakan waktu untuk pena agar berpindah melalui halaman dari kiri menuju ke bagian kanan dan karena ia bergerak meninggalkan suatu berkas cahaya atau garis pada halaman tersebut. Garis tersebut lurus atau tarafnya memberi indikasi bahwa tidak ada gerakan vertical. Untuk sebuah osiloskop gerakan ini akan mengindikasikan tidak adanya tegangan masukan.

Sekarang gambarkan sebuah garis melalui kertas sambil pada saat yang sama memindahkan pena ke arah atas dan bawah halaman . Kali ini pena tersebut meninggalkan gambar vertical dari gerakan anda, dan anda bisa lihat di mana pena tersebut berada pada sembarang titik dari lama waktu jejak tersebut bergerak. Kejadian ini serupa dengan yang ada pada sebuah osiloskop dengan suatu tegangan dihubungkan ke masukannya.

Sekarang pindahkan pena pada bagian halaman yang lain pada kecepatan yang sama seperti sebelumnya. Kali ini garis tersebut mengindikasikan suatu amplitudo sinyal

yang lebih besar, dengan kata lain yang sedang diukur adalah tegangan yang lebih besar.

Waktu yang pena jalani pada kertas mewakili basis waktu dari osiloskop. Dengan mengubah kecepatan garis tersebut digambarkan maka serupa dengan mengubah kecepatan dari penyapuan berkas electron melalui layar.

Gerakkan pena keatas dan ke bawah halaman pada kecepatan yang sama seperti sebelumnya akan tetapi kali ini pindahkan pena diatas kertas secara cepat. Catatlah bagaimana gambar muncul telah berkembang dalam skala waktu. Jika kita telah mengulangi hal ini akan tetapi kali ini memindahkan pena melalui halaman kertas secara perlahan maka gambar akan tertekan dalam hal skala waktu

Nama yang diberikan untuk suatu tegangan yang ditampilkan adalah bentuk gelombang. Bentuk gelombang yang terlihat pada layar suatu CRO adalah suatu versi elektronik tentang apa yang telah anda lakukan dengan pena dan kertas.

### ***Penyulutan (Triggering)***

Jejak berkas sinar pada layar CRO digambarkan pada layar dengan berkas electron. Apabila setiap jejak berkas sinar yang baru mulai secara tepat di suatu tempat ketika jejak berkas sinar terdahulu telah mulai dan mengikuti lintasan yang sama ketika berkas tersebut menghasilkan ilusi dari suatu gambar yang tetap pada layar.

Ketika layar menampilkan satu garis tunggal maka tampilan tersebut dikatakan telah disinkronkan. Hal ini berarti seluruh jejak berkas sinar masing-masing disinkronkan secara bersamaan dan mengikuti lintasan yang sama pada layar.

Namun jika pengulangan jejak-jejak berkas sinar tidak mengikuti lintasan yang sama pada layar kemudian setiap lintasan akan ditampilkan secara terpisah. Maka layar akan menampilkan penyapuan ganda dan akan tampak gelombang yang kacau. Tampilan tersebut sekarang tidak disinkronkan karena setiap jejak berkas sinar terpisah.

Untuk mencegah tampilan yang kacau ini maka penyapuan horizontal dari berkas electron harus mulai pada saat yang sama dari setiap bentuk gelombang. Jadi osiloskop

harus secara elektronik meyakini penyapuan gelombang tersebut selalu mulai pada bagian yang sama dari bentuk gelombang tegangan masukan. Hal ini disebut penyulutan penyapuan gelombang.

Untungnya kebanyakan dari osiloskop memiliki suatu rangkaian otomatis yang mengendalikan penyulutan dari penyapuan basis waktu sehingga osiloskop tersebut akan secara normal menstabilkan tampilannya secara sendiri. Jika tampilan tersebut berubah-ubah atau mengandung banyak sekali garis ketika osiloskop tak dapat menyulut secara otomatis. Ketika hal ini terjadi maka penyapuan akan harus disulut secara manual.

Diagram blok gambar 10 menunjukkan penambahan blok rangkaian penyulutan pada diagram blok dari osiloskop. Rangkaian penyulut mengambil cuplikan tegangan masukan dan mengirimkan sebuah pulsa penyulut ke pembangkit basis waktu untuk memberitahu kapan untuk memulai penyapuan.

Rangkaian penyulut bisa dipindahkan menjadi dua posisi, yaitu posisi internal atau posisi eksternal. Pada posisi internal maka saat itu menghubungkan rangkaian penyulut ke bentuk gelombang yang sama yang sedang ditampilkan pada layar. Pada posisi eksternal maka saat itu menggabungkan rangkaian penyulut ke sebuah soket masukan pada panel muka dari CRO. Dengan menggunakan soket penyulutan eksternal ini maka bentuk gelombang yang ditampilkan bisa disulut dan disinkronkan oleh sinyal lain yang datangnya dari peralatan yang diuji.

### ***Mendapatkan sebuah berkas sinar***

Sebuah sinar dapat menunjukkan panel muka khusus sebuah osiloskop jejak ganda dengan pengatur-pengatur paling umum telah diperlihatkan. Seluruh osiloskop mesti memiliki pengatur yang sama walaupun memerlukan waktu untuk mencari letaknya pada panel muka.

Kebanyakan osiloskop adalah jejak ganda. Hal ini berarti osiloskop-osiloskop tersebut memiliki dua masukan vertical yang dapat menunjukkan dua bentuk gelombang yang terpisah pada layar pada saat yang sama. Sebuah osiloskop jejak ganda akan memiliki

dua bagian masukan vertical pada panel muka dengan pengatur masing-masing yang sama persis.

Seringnya ketika sebuah osiloskop dihidupkan maka tidak ada jejak berkas cahaya sama sekali pada layar dan anda harus mencarinya untuk melacaknya. Hal ini bisa sangat menjengkelkan karena terlebih dahulu harus memutar-mutar setiap pengatur yang mungkin membuah situasi lebih buruk lagi.

Ada suatu teknik sederhana yang akan mengoperasikan kebanyakan osiloskop untuk dapat menampilkan jejak aberkas sinar pada layar. Hal ini dapat disimpulkan dengan tiga aturan.

1. Sembarang tombol atau saklar yang memiliki sebuah posisi ditandai AUTO (untuk kerja otomatis), NORM (untuk kerja normal), X1 (untuk kelipatan satu kali) atau CAL (untuk kalibrasi) harus diposisikan ke posisi tersebut.
2. Putar saklar VOLT/CM atau VOLT/DIV ke posisi penyetelan tegangan tertingginya. Tindakan ini untuk mengurangi segala tegangan masukan agar menjadi turun agar dapat mengisi tampilan pada layar.
3. Sembarang tombol atau saklar lainnya harus diputar ke posisi separuh antara arah kiri penuh jarum jam dan arah penuh berlawanan jarum jam. Dengan kata lain ditempatkan separuh dari rentang keseluruhan yang ada.

Segala tampilan yang baik haruslah ada suatu jejak berkas cahaya yang dapat tampak pada layar dan hanya memerlukan pengaturan yang sedikit untuk menampilkan secara tepat tengahnya. Pengatur-pengatur ini diperlihatkan dalam gambar 11 yang digambarkan dalam posisi yang seharusnya menampilkan suatu jejak berkas cahaya gelombang.

Kadang kala anda harus menggunakan sebuah osiloskop yangl dmiliki suatu tombol yang sudah tidak tampak fungsinya. Cobalah untuk mengidentifikasi pengatur-pengatur dasar seperti yang telah disebutkan dan aturlah menurut aturan-aturan diatas. Kebanyakan tombol-tombol sisanya dapat dicoba kemudian pada saat untuk mengetahui apakah jejak berkas sinar gelombang bisa dilihat.

### ***Pengatur-pengatur Dasar Pada Panel Muka***

Paragraph-paragraf berikut mencakup tombol-tombol utama pada suatu osiloskop jejak ganda yang dasar. Ada beberapa osiloskop yang tidak memiliki seluruh tombol-tombol pengatur ini dan mungkin lebih banyak lagi pengatur yang ada.

### ***Pengatur-pengatur yang Umum***

#### **On/Off**

Saklar ini menghidupkan dan mematikan osiloskop. Ketika saklar ini dihidupkan maka sebuah lampu indicator akan menyala pada panel muka.

#### **Brightness (Kecerahan Sinar)**

Pengatur kecerahan mengatur kecerahan atau terang gelapnya jejak sinar gelombang; pada layar. Yakini pengatur kecerahan ini paling sedikit separuhnya sehingga segala jejak berkas gelombang akan terlihat.

#### **Fokus**

Fungsi tombol ini adalah untuk mengendalikan ketajaman dari jejak berkas cahaya gelombang pada layar. Jika tidak ada jejak cahaya gelombang aturlah tombol tersebut pada separuh putarannya dan kemudian dapat diatur lagi untuk tampilan gambar yang paling baik setelahnya. Taraf kecerahan bisa mempengaruhi focus atau ketajaman sehingga kebiasaan yang baik adalah selalu memfokuskan kembali ketika pengatur kecerahan diatur.

#### **Saklar Rentang Batas Tegangan atau VOLT/CM atau VOLT/DIV**

Saklar ini adalah yang mengendalikan ukuran dari bentuk gelombang pada layar. Saklar tersebut biasanya diatur sedemikian rupa sehingga sinyal yang ditampilkan hampir mengisi layar secara vertical. Saklar VOLT/CM atau VOLT/DIV mengindikasikan tegangan yang diwakili oleh setiap sentimeter vertical pada layar.

Jika saklar tersebut diatur pada suatu tegangan yang tinggi dan teganganyang terukur hanyalah tegangan yang rendah maka kemudian bentuk gelombang akan menjadi sangat kecil dan akan sulit melihat dan mengukurnya. Dengan kata lain jika saklar tersebut diatur pada suatu batas tegangan rendah dan tegangan yang terukur nya tinggi

maka bentuk gelombang akan menjadi lebih besar kemudian layar tersebut hanyalah menjadi suatu bagian yang kecil dari bentuk gelombang yang akan dilihat.

### **Pengatur Halus Tegangan**

Pengatur ini mengizinkan kepada pemakai untuk menghaluskan perlemahan sinyal vertical untuk membuat bentuk gelombang yang lebih mudah untuk melihatnya. Untuk membuat pembacaan tegangan yang akurat pengatur ini harus berada dalam posisi kalibrasi (CAL). Sekali lagi biasakanlah mengatur pengatur ini pada posisi CAL sebelum melakukan pengukuran. Tombol ini biasanya dilokasikan di tengah-tengah saklar rentang batas tegangan ketimbang sebagai pengatur yang terpisah.

### **Posisi Vertikal atau Geser Vertikal**

Tombol ini memindahkan jejak berkas sinar secara vertical ke atas atau ke bawah layar. Pengatur ini digunakan untuk menempatkan bentuk gelombang yang ada dalam posisi paling baik untuk melakukan pengukurannya. Tombol tersebut memiliki rentang batas gerakan yang cukup untuk meminggiserkan jejak berkas cahaya secara benar pada layar sehingga mengaturnya pada posisi separuh skala yang ada jika jejak berkas cahaya tidak nampak.

### **Saklar Pemilih Masukan**

Pemilih masukan memiliki tiga posisi yaitu DC, AC dan ground (GND). Dalam posisi AC segala komponen DC yang ada dalam sinyal masukan ditahan dan hanya sinyal AC yang dilewatkan dan ditampilkan pada layar. Gambar 12(a) melukiskan bentuk gelombang masukan dan bentuk gelombang yang ditampilkan. Pengaturan ini berguna ketika yang diperlukan sinyal AC yang kecil yang merupakan bagian dari suatu tegangan DC yang besar.

Dalam posisi DC maka sinyal masukan dihubungkan secara langsung ke CRO dan kedua komponen DC dan komponen AC ditampilkan pada layar.

Posisi ground (GND) digunakan untuk menghilangkan tegangan masukan agar tidak tampil pada layar dan menggantinya dengan suatu nilai 0V. Hal ini mengizinkan para pemakai untuk mengatur taraf acuan pada layar CRO sebelum melakukan pengukuran. Pengaruh pada tampilan dengan jejak berkas gelombang diposisikan di tengah-tengah layar dengan pengatur posisi vertical.

### **Saklar ALT/CHOP**

Saklar ini memilih antara dua perbedaan cara untuk menampilkan dua masukan bertikal, dan disebut kanal A dan kanal B. Kebanyakan osiloskop jejak ganda hanya memiliki satu senapan electron yang menghasilkan satu berkas electron dan senapan electron ini harus dibagi-bagi kerjanya dengan dua kanal untuk memunculkan dua jejak gelombang yang terpisah pada layar.

Dalam posisi ALT atau posisi alternatif maka posisi berkas electron menampilkan setiap masukan bergantian, berkas tersebut berubah-ubah diantara kedua berkas masukan. Penyapuan yang pertama adalah untuk kanal A, penyapuan berikutnya untuk kanal B, berikutnya lagi untuk kanal A dan kemudian kembali untuk kanal B.

Pada posisi CHOP berkas electron dipindahkan dari kanal yang satu ke kanal lainnya dengan cara yang sangat cepat. Berkas sinar electron akan menjejaki sebahagian kecil kanal A dan kemudian sebahagian kecil dari kanal B dan kemudian kembali lagi ke kanal A, dan seterusnya. Keadaan ini mempengaruhi pencuplikan setiap masukan kanal menjadi bagian-bagian yang kecil.

Aturan yang sederhana untuk memilih posisi yang benar adalah yang apabila menampilkannya termudah dilihat mata. Pada keadaan kecepatan basis waktu yang rendah maka terjadi getaran (flicker) penyapuan yang berubah dalam posisi ALT dapat menjengkelkan. Secara serupa; pada kecepatan basis waktu yang cepat pencuplikan bentuk gelombang dalam posisi CHOP menjadi sulit untuk dilihat.

### **Saklar CH A /CH B / BOTH**

Saklar ini memilih kanal yang mana yang akan ditampilkan. Posisi kanal A untuk menampilkan kanal A sendiri, posisi kanal B untuk menampilkan kanal B sendiri, dan posisi BOTH untuk menampilkan kedua kanal A dan kanal B secara bersamaan.

### **Pengatur-pengatur Basis Waktu Horizontal**

#### **Saklar Batas Rentang Basis Waktu atau Time/CM atau Time/Div**

Saklar ini menentukan seberapa cepat titik electron menjejaki jalannya melintasi layar. Ketika saklar ini di atur pada kecepatan rendah misalnya 1 detik/cm, maka jejak berkas sinar electron bergerak secara perlahan melintasi layar yang menduduki satu sentimeter setiap satu detik. Pada penyetelan yang cepat yaitu 100mikrodetik/cm maka jejak berkas sinar electron hanya memakan waktu mikrodetik untuk menduduki satu sentimeter.

Penyetelan tombol ini ditentukan oleh frekuensi tegangan yang sedang diuji. Biasanya saklar basis waktu diatur untuk menunjukkan satu atau dua siklus bentuk gelombang.

#### **Pengatur Halus Basis Waktu**

Pengatur ini juga mengatur kecepatan pergerakan titik berkas electron melalui layar akan tetapi memiliki pengaturan yang halus seperti yang ada pada pengatur volume atau kecerahan. Pengatur halus ini digunakan untuk mengatur ukuran horizontal secara halus dari suatu bentuk gelombang agar lebih mudah melihat tampilannya. Pengatur ini biasanya dilokasikan di tengah-tengah dari saklar rentang batas basis waktu ketimbang ia dilokasikan sebagai pengatur yang terpisah.

Untuk membuat pembawaan waktu yang lebih tepat maka pengatur halus ini harus dalam posisi kalibrasi (CAL). Tombol ini merupakan sumber ketidak tepatan yang terbesar dalam hal pengukuran waktu. Jadi kebiasaan yang baik adalah selalu memeriksa bahwa posisi tombol ini harus dalam keadaan posisi terkalibrasi sebelum pembacaan.

### **Posisi Horizontal atau Pergeseran Horizontal.**

Pengatur ini menggeserkan atau memindahkan jejak berkas sinar gelombang secara horizontal melalui layar. Jejak berkas cahaya gelombang harus dimulai pada ujung sebelah kiri dari garis graticule pada layar. Jika tidak ada jejak berkas cahaya gelombang sama sekali atur kembali pengatur ini separuh dari skala penuh dan kemudian diatur kembali kemudian ketika muncul jejak berkas sinar gelombang (trace).

### **Ukuran Horizontal (Horizontal Size)**

Pengatur ini digunakan untuk memperbesar bentuk gelombang yang ditampilkan yang memberikan bentuk gelombang yang tampak lebih detail. Pengatur ini harus dikembalikan ke posisi X1 sebelum melakukan segala pengukuran waktu

### **Keluaran Pengkalibrasi**

Keluaran ini adalah sinyal uji khusus yang dihasilkan oleh CRO. Sinyal ini digunakan untuk memeriksa kalibrasi atau ketepatan osiloskop. Sinyal ini akan ada dengan suatu amplitudo dan frekuensi yang telah ditetapkan dan umumnya dengan amplitudo gelombang kotak sebesar 1 volt puncak-ke puncak pada frekuensi 50 Hz atau 1 Kilohertz. Hubungan keluaran bisa diambil dalam bentuk soket yang kecil atau sebuah cantelan kecil untuk menjepit probe osiloskop. Ada perbedaan nama yang diberikan ke hubungan ini dengan CAL dan umumnya ada tulisan 1 Vp-p.

### **Saklar TB / XY**

Saklar ini menghidupkan atau mematikan basis waktu. Dalam posisi TB basis waktu terhubung hidup dan osiloskop bekerja secara normal.

Dalam posisi XY basis waktu dalam keadaan mati. Hal ini berarti bahwa tidak akan ada pembelokan horizontal dan berkas electron tidak akan bergerak melalui layar. Berkas electron akan tetap diam dalam arah horizontal. Sinyal masukan vertical tetap akan menyebabkan pembelokan ke arah vertical agar kejadiannya sekarang akan ditampilkan sebagai saluran vertical pada layar.

Posisi XY mengizinkan tegangan sinyal lainnya langsung memasuki ke rangkaian defleksi horizontal. Masukan horizontal memiliki cara yang serupa dengan masukan

vertical sehingga besarnya tegangan masukan horizontal menentukan besarnya pembelokan ke arah horizontal pada layar.

Layar menampilkan dalam posisi XY seperti suatu grafik dengan sumbu X dan sumbu Y. Masukan horizontal menjadi sumbu X dan masukan vertical menjadi sumbu Y. Tampilan Layar resultan bisa menjadi sangat kompleks akan tetapi bisa juga melahirkan informasi tentang dua sinyal yang akan menjadi sangat sulit untuk mendapatkan gelombangnya dalam segala cara yang lainnya

Kegunaan fasilitas ini adalah suatu teknik yaitu tidak akan dicakupkan disini. Sduatu contoh dari tipe tampilan yang diperoleh adalah logo televisi ABC

### **Soket Masukan X**

Soket ini menerima tegangan masukan sinyal untuk sumbu X ketika osiloskop digunakan dalam mode XY.

### **Pengatur-pengatur Penyulutan**

#### **Taraf Penyulutan**

Pengatur ini memberitahukan osiloskop pada bagian bentuk gelombang masukan yang mana untuk memulai menampilkan jejak berkas cahaya. Jejak baerkas cahaya dapat dimulai pada sembarang taraf tegangan masukan pada separuh positif atau separuh siklus negatif dengan penggunaan pengatur ini yang benar.

Pengatur terdiri dari tiga posisi dan pengaruhnya pada bentuk gelombang tampilan. Pengatur taraf penyulutan adalah dalam posisi otomatis dan bentuk gelombang ditampilkan secara normal. Pengatur tersebut telah diatur untuk memulai jejak berkas cahaya pada separuh amplitudo negatif, dan dalamd (c) tombol ini diatur untuk mulai pada amplitudo positif maksimum.

Berkas jejak cahaya gelombang bisa juga dicegah dari awal atau menampilkan seluruhnya dengan penggunaan tombol ini yang tidak tepat. Cara yang terbaik untuk keluar dari pengaruh pengaturan ini adalah dengan mengarahkan ke posisi otomatis (AUTO) sehingga jejak berkas cahaya gelombang akan maenjadi tampak seluruh waktu yang ada. Ketika tidak ada tegangan masukan dengan posisi AUTO ini masih akan menghasilkan suatu sapuan melalui layar serupa dengan tampilan tertentu.

### **Saklar + / -**

Saklar ini memulai atau menyulut bentuk gelombang yang ditampilkan pada separuh siklus positif atau negatif.

### **Saklar Internal / Eksternal**

Saklar ini digunakan untuk memilih sinyal yang memulai atau mentrigger proses penyapuan. Dalam posisi internal maka bentuk gelombang dihubungkan ke masukan vertical yang digunakan untuk penyulutan. Dalam posisi eksternal maka sebuah sinyal yang terpisah harus digunakan ke soket masukan penyulutan eksternal pada panel muka.

### **CH A / CH B**

Saklar ini memilih masukan yang akan digunakan rangkaian penyulut untuk menyulut berkas cahaya gelombang. Pilihan tersebut adalah kanal A atau kanal B. Yang mana saja yang dipilih akan menyulut kedua berkas

### **Probe CRO**

Osiloskop menggunakan sebuah probe khusus untuk menghubungkan ke tegangan yang sedang diukur. Sebuah probe yang khusus ditunjukkan dalam gambar 18.

Pena penghubung uji (test lead) suatu multimeter yang normal tidaklah cocok untuk dipergunakan pada osiloskop dikarenakan pena penghubung uji tersebut bisa merubah bentuk dari pada bentuk gelombang frekuensi tinggi. Untuk pembacaan yang akurat sebuah probe osiloskop yang lebih tepat selalu dipergunakan.

Probe standar memiliki ujung pengait (cantelan) untuk mempermudah hubungan ke rangkaian. Hubungan bumi atau ground adalah suatu penghubung kecil yang dilengketkan ke ujung dari probe yang dihubungkan ke ground peralatan yang sedang diuji.

Kebanyakan probe osiloskop yang moderen memiliki saklar tiga posisi pada bodi utama dan ketiga posisi tersebut adalah X1, X10 dan GND. Posisi X1 mengizinkan suatu hubungan yang langsung melalui probe dan taraf sinyal tidak berubah.

Posisi X10 mengurangi atau memperlemah tegangan sebanyak sepuluh kali Sinyal yang terukur pada layar adalah sepuluh kali lebih kecil dari tegangan yang ada dalam

rangkaian yang diuji jadi tegangan pada layar harus dikalikan dengan faktor sepuluh kali untuk mendapatkan pembacaan yang benar.

Posisi sklar yang ke-tiga disebut posisi ground (GND) dan posisi ini tidak menghubungkan tegangan rangkaian ke osiloskop. Posisi ini menempatkan tegangan 0 V atau hubungan ground dilakukan menuju ke masukan CRO. Hal ini mengizinkan suatu taraf acuan untuk diatur pisisinya pada layar tanpa melepaskan hubungan probe dari rangkaian yang sedang diuji.

### **Kunci Jawaban pada Pertanyaan-pertanyaan Bantuan Mandiri**

1. Sebuah garis horizontal pada layar Pembangkit basis waktu berada dalam osiloskop dan tetap bekerja walaupun tidak ada tegangan masukan dihubungkan.
2. Layar akan menampilkan sebuah garis vertikal seperti yang diperlihatkan dalam gambar 25(b). Karena pembangkit basis waktu mati maka tidak ada pembelokan horizontal sehingga bintik cahaya berada pada posisi horizontal yang sama. Masukan vertikal masih menghasilkan pembelokan vertikal.

### **Kunci Jawaban Uji Evaluasi Mandiri**

1. Pengatur pergeseran horizontal akana dihubungkan ke blok pembelok vertikal
2. Pengatur taraf penyulutan akan dihubungkan ke blok rangkaian penyulut.
3. Pengatur VOLT/DIV atau VOLT/DIV vernier (halus) digunakan untuk mengatur tinggi gelombang yang ditampilkan
4. Saklar VOLT/DIV harus diputar ke penyetelan tegangan yang lebih kecil untuk membuat bentuk gelombang yang ditampilkan menjadi lebih besar.
5. Pengatur TIME/DIV akan diputar ke penyetelan waktu yang lebih pendek untuk memperlebar bentuk gelombang yang ditampilkan.
6. Pengatur VOLT/DIV atau VOLT/DIV vernier (halus) digunakan untuk mengatur tinggi gelombang yang ditampilkan.
7. Posisi CAL merupakan posisi kalibrasi dari suaatu pengatur. Dalam posisi ini pembawaan yang akurat bisa di peroleh dari layar.

8. Bentuk gelombang yang ditampilkan terbaik adalah bentuk gelombang (b) karena tinggi vertikalnya cukup untuk melihat bentuk gelombang secara mudah dan untuk melakukan pengukuran. Bentuk gelombang yang ada dalam (a) sedang mengalami kehilangan beberapa bagian dari sinyal dan bentuk gelombang dalam (c) terlalu kecil untuk melihat dan mengukur secara tepat.
9. Apabila saklar pemilih masukan diletakkan dalam posisi ground, maka aksi ini menghubungkan tegangan 0V ke masukan vbertikal dari osiloskop tersebut. Osiloskop tersebut akan menampilkan sebuah garis horizontal yang datar.
10. Bentuk gelombang terbaik yang ditampilkan adalah salah satu yang ada dalam gambar © dimana bentuk gelombang tampak secara jelas dan mudah mengukurnya. Hal ini tidak mudah seperti kasus yang ada dalam gambar (a) dan (b).
11. Tampilan tidak disinkronkan dan sedang menghasilkan jejak berkas gelombang ganda. Pengatur penyulutan digunakan untuk memperbaiki problema ini dan dalam banyak kasus hal ini terjadi apabila dipindahkan ke posisi AUTO.
12. Test lead multimeter yang normal membuat perubahan-perubahan pada bentuk gelombang yang ditampilkan yang menghasilkan kekacauan bentuk gelombang dan hasil pengukuran yang tidak tepat. Dengan probe osiloskop yang lebih tepat tidak menimbulkan kejadian diatas.
13. Saklar +/- yang ada dalam posisi “-“ akan memulai jejak berkas sinar gelombang dengan bentuk gelombang separuh bagian negatif.

### **Menggunakan Osiloskop**

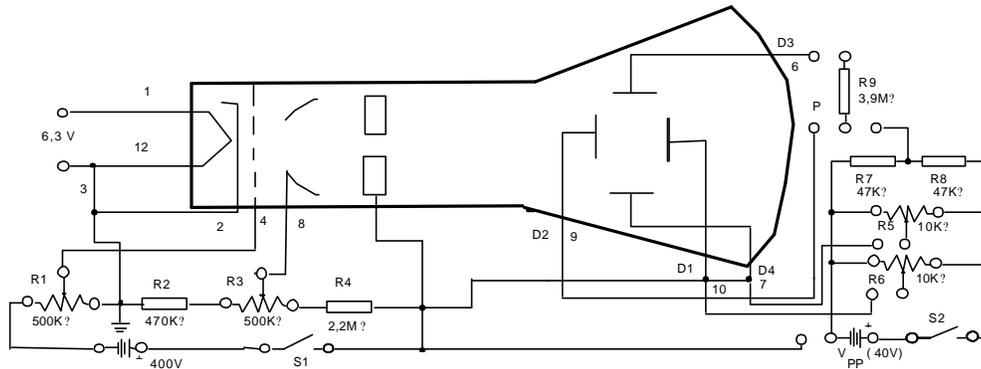
Dalam uni ini anda akan mempelajari bagaimana menggunakan osiloskop untuk mengukur tgegangan dan waktu pada bentuk-bentuk gelombang yang telah ditampilkan. Anda juga akan mempelajari bagaimana menggunakan masukan penyulut dari luar dan menggunakan mode jejak ganda untuk menampilkan dua sinyal yang terpisah dan membandingkan hubungan fdasa dan waktu.

Untuk lulus dari unit ini anda harus dapat :

- ? Menggunakan osiloskop untuk mengukur teganan DC dan tegangan AC
- ? Menggunakan osiloskop untuk mengukur perioda dan waktu

### Layar Osiloskop

Layar osiloskop memiliki serentetan garis yang telah diberi tanda yang disebut dengan garis-garis graticule dan garis-garis tersebut membentuk suatu grafik 10 kotak arah horisontal dan 8 kotak arah vertikal. Garis-garis tersebut diberi spasi 1 cm. Sebuah layar osiloskop dilukiskan dalam gambar 1.



Gambar 3.1

#### Konstruksi layar osiloskop

Garis-garis graticule dalam arah horisontal dan dalam arah vertikal memiliki sub garis kecil pada masing-masingnya. Seetiap sub garis kecil ini adalah seperlima atau 0,2 dari satu centimeter dan keberadaan sub garis ini untuk membantu pemakai untuk mendapatkan pembacaan yang lebih akurat dari layar.

Setiap centimeter vertikal mewakilkan satu langkah dalam tegangan dan ukurannya dari langkah tegangan ini ditentukan oleh posisi dari saklar VOLT/DIV. Setiap sentimeter/divisi horisontal mewakili satu perioda dari waktu dan ukuran dari perioda waktu ini ditentukan oleh posisi dari saklar TIME/DIV.

Ingatlah saklar TIME/DIV dan TIME/DIV vernier hanya dapat memberikan gambaran yang akurat kalau pengatur VERNIER dalam posisi CAL atau posisi kalibrasi. Jika pengatur VERNIER tidak dalam posisi CAL maka tidaklah mungkin mendapatkan pembacaan yang akurat dari layar osiloskop.

### Pembacaan Layar

Spasi centimeter vertikal dibaca sehubungan dengan penyetelan saklar VOLT/DIV. Contohnya jika saklar VOLT/DIV berada dalam posisi 10v/div maka setiap kotak

vertikal akan mewakili 10 volt. Namun jika saklar VOLT/DIV berada dalam posisi 0,2V/div maka setiap kotak vertikal akan mewakili 0,2 V.

Lukiskan kedua penyetelan saklar VOLT/DIV dan langkah-langkah tegangan yang bersesuaian pada layar.. Dalam kedua kasus posisi pusat dipertimbangkan menjadi garis acuan 0V.

Dengan saklar berada dalam posisi 10 V/DIV maka tegangan maksimum yang dapat ditampilkan pada layar adalah dari +40 V sampai -40 V atau keseluruhannya 80 V. Keadaan ini diperlihatkan dalam gambar 2(a). Dengan saklar berada dalam posisi 0,2 V/DIV maka tegangan maksimum yang dapat ditampilkan adalah dari +0,8V sampai -0,8V atau keseluruhannya sebesar 1,6 V.

Spasi kotak horizontal dibaca sehubungan dengan penyetelan dari pada saklar TIME/DIV. Contohnya jika saklar TIME/DIV berada dalam posisi 1 detik/div kemudian setiap kotak horizontal akan mewakili 1 detik akan tetapi jika saklar tersebut berada dalam posisi 0,5 ? detik/div maka setiap kotak akan mewakili 0,5 mikrodetik.

Apabila saklar TIME/DIV berada dalam posisi 1 DETIK/DIV maka jejak berkas gelombang memakan waktu 1 detik untuk berpindah 1 kotak dan 10 detik untuk berjalan penuh 10 kotak dari layar. Namun dalam posisi 0,5 ? DETIK/DIV maka jejak gelombang hanya memakan waktu 0,5 mikro detik untuk berjalan 1 kotak dan 5 mikro detik untuk berjalan penuh 5 kotak sepanjang layar.

### **Rumus-rumus pengukuran**

Berikut ini ada dua rumus yang dipergunakan untuk mendapatkan tegangan yang benar atau waktu untuk suatu bentuk gelombang yang ditampilkan. Ingatlah bahwa pengatur VERNIER harus berada dalam posisi CAL. Contoh –contoh penggunaan dua rumus ini akan diberikan kemudian dalam unit ini.

$$\text{Tegangan} = (\text{penyetelan VOLT/DIV}) \times (\text{jarak vertikal dalam cm atau kotak})$$

$$\text{Waktu} = ((\text{penyetelan TIME/Div}) \times (\text{jarak horisontal dalam cm atau kotak}))$$

### **Garis acuan**

Untuk membuat sembarang pengukuran harus ada sebuah titik awal sebagai tempat awal pengukuran dilakukan. Sejauh ini telah disimpulkan bahwa pengukuran-pengukuran dilakukan dari garis pusat pada layar akan tetapi keadaan ini tidaklah selalu kasus tersebut.

Garis acuan mewakili tegangan nol (0V). Garis acuan diatur sampai pada posisi acuan yang dikehendaki ketika tidak ada sinyal dihubungkan, dan dengan kata lain ketika tidak ada bentuk gelombang yang ditampilkan pada layar.

Terdapat tiga cara yang utama bahwa sinyal tersebut dihubungkan sedemikian rupa sehingga garis acuan dapat diatur. Pertama adalah untuk menyederhanakan melepaskan probe dari rangkaian yang sedang diuji. Metoda kedua adalah menyentuh probe tersebut ke ground atau potensial 0V yaitu biasanya sasis logam.

Metoda ke-tiga adalah dengan cara yang jauh lebih mudah dan metoda ini melibatkan menukar posisi saklar pemilih masukan ke posisi GND yakni secara otomatis melepaskan masukan dan menghubungkan tegangan 0V ke osiloskop. Alternatifnya memindahkan posisi saklar pada probe itu sendiri ke posisi GND.

Dimanakah anda menempatkan garis acuan?Dimana saja yang anda inginkan!Penempatan ini hanyalah garis acuan yang memberi indikasi dari mana anda memulai melakukan pengukuran.

Garis acuan yang paling umum terletak pada garis pusat. Posisi ini mengizinkan layar menampilkan baik tegangan DC positif maupun tegangan DC negatif begitu pula dengan ategangan AC.

Garis acuan berada pada bagian bawah layar yang mengizinkan tegangan positif yang ditampilkan pada layar sampai bagian atas layar. Namun tegangan-tegangan yang negatif tidak dapat ditampilkan karena akan berada dibawah layar dan jika tegangan AC yang ditampilkan maka hanya siklus bagian positifnya saja yang bisa ditampilkan.

Dalam posisi ini layar akan menampilkan tegangan-tegangan yang mengarah ke negatif akan tetapi tegangan-tegangan positif akan menjadi tidak tampak. Jika Tegangan AC yang ditampilkan maka separuh siklus bagian positif akan terpotong penampakkannya atau tidak terlihat.

Jika rangkaian bekerja hanya pada tegangan-tegangan DC maka anda mungkin memilih menggunakan suatu garis acuan berada pada bagian atas atau bagian bawah layar dikarenakan lebih akurat pengukurannya. Untuk kegunaan yang paling umum garis acuan yang berada di tengahnya yang digunakan.

Penempatan garis acuan ini tidaklah masalah dimanapun diletakkan selama anda mengingatnya dan tidaklah mengganggu pembacaan. Ide yang baik untuk memeriksa garis acuan kapanpun untuk meyakinkan anda tidak salah atur tombol-tombol pengatur dan tidak mengubah posisi garis acuan.

Ingatlah bahwa setelah garis acuan telah diatur maka saklar INPUT SELECTOR atau saklar yang ada pada probe harus dikembalikan ke posisi yang benar untuk melakukan pembacaan.

### **Kesalahan Paralaks**

Pada beberapa osiloskop, CRT atau tabung sinar katoda dipisahkan dengan jarak beberapa milimeter dari layar yang memiliki graticule. Hal ini berarti bahwa dengan mengubah sudut posisi anda melihat maka akan mengubah posisi nyata dari jejak gelombang. Faktanya jika ada dua orang melihat pada layar dari dua posisi yang berbeda maka akan membaca harga-harga yang berbeda.

Permasalahan ini mudah mengatasinya yaitu dengan menempatkan posisi kepala pada tempat yang sama ketika mengatur garis acuan dan pembacaan nilai-nilai bentuk gelombang. Janganlah mengatur garis acuan saat anda berdiri dan kemudian anda duduk untuk melakukan pengukuran. Pendekatan yang terbaik adalah mengatur dan melihat tampilan dengan melihat secara langsung ke arah layar.

Osiloskop-osiloskop yang paling moderen telah mengatasi problema ini yaitu dengan menempatkan garis-garis graticule dalam selubung fosfor tabung sinar katoda.

### **Ketepatan Pembacaan**

Osiloskop bukanlah instrumen-instrumen yang paling akurat untuk melakukan pengukuran. Kesalahan paralaks merupakan salah satu ketidak tepatan dan ketidak tepatan yang lainnya adalah mengestimasi suatu pengukuran yang telah ada bagian

kecil dari sentimeter. Bahkan ketebalan jejak gelombang bisa mempengaruhi ketepatan pembacaan.

Pada umumnya pembacaan osiloskop akan memiliki ketepatan 5%. Hal ini tidak sebaik dengan multimeter analog dengan ketepatan 3 % atau dengan multimeter digital dengan ketepatan 0,1 %. Osiloskop biasanya bukanlah digunakan untuk mendapatkan ketepatan pengukuran secara tinggi, kegunaan utama osiloskopo adalah untuk menyelidiki bentuk gelombang.

### **Pengukuran Tegangan-tegangan DC.**

Untuk mengukur suatu tegangan DC maka osiloskop diatur untuk menampilkan suatu jejak berkas sinar. Langkah berikutnya adalah mengaatur garis acuan dan hal ini dilukiskan dalam gambar 5(a). Saklar pemilih masukan diletakkan dalam posisi GND dan pengatur VERT SHIFT untuk menepatkan jejak berkas sinar terhadap garis tengah.

Apabila garis acuan sudah ditempatkan maka kemudian pindahkan saklar pemilih masukan ke posisi DC. Dengan demmikian ini menghubungkan tegangan masukan ke masukan CRO. Tegangan DC akan ditampilkan sebagai sebuah garis lurus karena garis ini adalah suatu gegangan yang konstan dan posisi garis akan tergantung pada besarnya ategangan DC. Saklar VOLT/DIV dalam posisi 10 V/DIV dan jejak berkas sinar tampak kira-kira 0,5 cm ( ( 1 kotak = 1 cm).

Dengan mempergunakan rumus yang telah diberikan terdahulu maka tegangan yang terukur adalah  $10 \text{ V/CMM} \times 0,5 \text{ CM}$  adalah samaa dengan 5 V.

Apabila hanya ada sedikit gerakan jejak berkas sinar sama maka sulit membaca harga tegangan secara tepat, suatu gerakan yang lebih besar akan mendukung keterbacaan danaa juga ketepatan. Saklar VOLT/CM berada pada posisi 2 V dan tegangana masukan yang sama sekarang menghasilkan pembelokan jejak berkas sinar yang lebih besar yaitu sekarang ini 2,4 cm.

Sekali lagi dengan menggunakan rumus maka tegangan yang terukur adalah  $2 \text{ V/CM} \times 2,4 \text{ CM}$  adalah sama dengan 4,8 V, dan sekarang ini adalah pembacaan yang lebih akurat.

Untuk meningkatkan keakuratan saklar pemilih dapat dipindahkan ke posisi yang lebih kecil dan garis acuan dapat dipindahkan ke bagian bawah layar. Saklar pemilih masukan telah dikembalikan dari posisi GND menjadi posisi DC dan Jejak berkas gaaris sinar melompat sejauh 2,4 CM

Sekarang ruang gerakan berkas sinar lebih besar untuk berpindah keatas dan sekarang ini saklar VOLT/CM bisa ditempatkan pada posisi 1 V/CM. Pengaruh dari tindakan ini adalah gerakan berkas sinar sejauh 4,7 cm.

Tegangan terukur yang diperhitungkan sekarang adalah  $1 \text{ V/CM} \times 4,7 \text{ CM} = 4,7 \text{ V}$ .

Suatu aturan umum terpakai disini. Cobalah selalu untuk mendapatkan penyimpangan berkas sinar yang semaksimal mungkin untuk memperoleh ketepatan pembacanan yang lebih baik. Jika ketepatan yang maksimum yang dikehendaki maka ubahlah garis acuan untuk mendapatkan penyimpangan yang lebih besaar lagi.

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya keuntungan dari garis acuan ditempatkan ditengah adalah tegangan bagian positif dan bagian negatif dapat ditampilkan..

Tegangan yang diperhitungkan adalah  $2 \text{ V/CM} \times -3,6 \text{ CM} = -7,2 \text{ V}$

Tegangan masukan yang sama diberikan akan tetapi saklar pemilih masukan telah dipindahkan ke posisi AC. Dalam posisi ini tegangan DC ditahandan hanya tegangan AC saja yang bisa lewat. Tidak ada tegangan AC sehingga tidak ada tegangan yang ditampilkan dalam posisi AC.

Tegangan yahng lebih koompleks dapat pula diukur. Pewrtama kali atur garis aacuan 0V kemudian ukur tegangan dengan garis graticule. Pulsa-pulsa tegangan DC yang terjadi pada pada waktu yang berbeda, tegangan ini disebut tegangan digital dan bisa didapatkan dalam sebuah komputer.

Ada dua taraf tegangan salah satunya adalah taraf 0 V ketika tidak ada pulsa dan taraf lainnya adalah tegangan yang berada pada bagian atas dari pulsa. Tegangan ini didapatkan sebagai berikut :

$$\text{Tegangan pulsa} = 1 \text{ V/CM} \times 2,8 \text{ CM} = 2,8 \text{ volt}$$

Bentuk gelombang yang lebih kompleks lagi yaitu disebut bentuk gelombang anak tangga. Tegangan itu memiliki bebgberapa taraf tegangan DC yang berbeda. Taraf acuan

adalah 0V dan taraf maksimum adalah  $5V/CM \times 3 CM = -15 V$ . Ingatlah tegangan ini adalah negatif 15 V bukan hanya 15 V. Dua taraf tegangan yang lasin adalah  $-10 V$  dan  $-5 V$ .

**Anjuran dalam melakukan pengukuran**

Periksalah bentuk gelombang dengan saklar pemilih masukan dalam posisi DC sehingga semua tegangan baik DC maupun AC akan dapat ditampilkan. Gunakana posisi AC ketika hanya ategangan AC itu sendiri yang perlu diukur atau diselidiki.

Jika anda menghubungkan tegangan masukan dan jejak berkas sinar tidak muncul pada layar maka tegangan tersebut terlalu besar untuk rentang tegangan yang dipilih. Putar saklar VOLT/CM ke posisi penyetelan yang lebih tinggi.

Ketika tidak ada sama sekali perubahan pada jejak berkas sinar gelombang kalau tegangan masukan dihubungkan maka kurangi saklar VOLT/CM ke posisi penyetelan yang lebih rendah. Tegangan yang rendah tidak akan menghasilkan penyimpangan yang besar pada suatu rentang tegangan yang tinggi.

Periksalah selalu pengatur halus (vernier) semuanya dalam posisi CAL dan saklar pemilih masukan dan saklar pada probe tidak dalam posisi GND. Periksalah letak garis acuan sebelum melihat dan mengukur bentuk gelombang.

**Pertanyaan**

1 (b). Berapakah tegangan masukan pada osiloskop yangtampak dalam gambar 10 ?

$V_{DC} = \dots\dots\dots$

1 (c). Berapakah tegangan masukan pada osiloskop yangtampak dalam gambar 11 ?

$V_{DC} = \dots\dots\dots$

1 (d). Berapakah tegangan masukan pada osiloskop yangtampak dalam gambar 12 ?

$V_{DC} = \dots\dots\dots$

1 (e). Berapakah tegangan masukan pada osiloskop yangtampak dalam gambar 13 ?

$V_{DC} = \dots\dots\dots$

1 (f). Berapakah tegangan masukan pada osiloskop yangtampak dalam gambar 14 ?

$V_{DC} = \dots\dots\dots$

1 (g). Berapakah tegangan masukan pada osiloskop yang tampak dalam gambar 15 ?

$$V_{DC} = \dots\dots\dots$$

**Tinjauan Dasar-dasar AC**

Bentuk gelombang AC yang telah diberi label. Sebuah osiloskop bisa mengukur tegangan puncak positif dan tegangan puncak negatif dengan sangat mudah melalui pengukuran jarak keatas dan kebawah dari garis acuan sampai tegangan maksimumnya.

Namun yang paling mudah membaca tegangan adalah membaca harga tegangan puncak ke puncaknya dengan menghitung jumlah divisi-divisi centimeter dari salah satu puncak ke puncak lainnya. Untuk mendapatkan tegangan puncak untuk suatu gelombang sinus hanya membagi dua harga puncak ke puncak.

Pada umumnya dalam bidang elektronik tegangan RMS perlu untuk diketahui dan tegangan ini bisa didapatkan secara mudah dari harga puncak atau harga puncak-ke-puncak melalui perhitungan. Tegangan rata-rata didapatkan dengan cara yang serupa.

$$V_{RMS} = 0,707 V_p$$

$$V_{AV} = 0,637 V_p$$

Perioda dari bentuk gelombang bisa didapatkan melalui pengukuran waktu dari satu siklus dan begitu perioda diketahui maka frekuensi bisa dihitung secara mudah.

$$f_{frekuensi} = 1 / \text{perioda}$$

$$F = 1 / T$$

**Pengukuran Tegangan AC.**

Ketika pengukuran tegangan AC pada sebuah osiloskop ada dua metoda . Tegangan puncak diukur dari garis acuan ke puncak positif atau puncak negatif. Dalam contoh ini saklar VOLT/CM dalam posisi 0,1 V/CM dan pengukuran puncaknya 3,6 CM.

Dari informasi ini seluruh tegangan lainnya dapat dihitung.

$$V_p = 0,1 \text{ V/CM} \times 3,6 \text{ CM} = 0,36 \text{ V}$$

$$V_{p-p} = V_p \times 2 = 0,36 \text{ V} \times 2 = 0,72 \text{ V}$$

$$V_{RMS} = V_p \times 0,707 = 0,36V \times 0,707 = 0,255 V$$

$$V_{AV} = V_p \times 0,637 = 0,36 V \times 0,637 = 0,229 V$$

Pengukuran dilakukan dari bagian bawah untuk harga puncak ke puncaknya. Keuntungannya adalah garis acuan tidak harus di atur terlebih dahulu dan pengukuran ini tidak dipengaruhi oleh bentuk-bentuk gelombang yang tidak sama separuh siklus positif dan separuh siklus negatif. Dalam contoh ini saklar VOLT/CM diatur pada 50 V/CM dan jarak yang diukur adalah 6,8 CM.

$$V_{p-p} = 50 V/CM \times 6,8 CM = 340 V$$

$$V_p = V_{p-p} / 2 = 340 V / 2 = 170 V$$

$$V_{RMS} = V_p \times 0,707 = 170 V \times 0,707 = 120,2 V$$

$$V_{AV} = V_p \times 0,637 = 170 V \times 0,637 = 108,3 V$$

Bentuk gelombang memiliki komponen DC dan komponen AC dan oleh sebab itulah tidak menempati garis nol yang ada di tengah layar. Dalam gambar 19 (b) saklar pemilih berada dalam posisi AC. Sekarang komponen DC telah dibendung dan hanya komponen AC saja yang ditampilkan. Dalam posisi lainnya bentuk gelombang AC telah ditampilkan. Posisi DC akan melewati baik tegangan DC maupun tegangan AC sedangkan dalam posisi AC hanya akan melewati AC saja.

Bentuk gelombang AC dengan puncak positif dan puncak negatif terletak diantara garis graticule utama dan dengan demikian ini berarti ada unsur pekerjaan penebakan dalam hal pengukuran taraf kedua puncak. Pengatur geser vertikal telah digunakan untuk memindahkan puncak positif menjadi tepat dengan garis graticule. Hal ini berarti hanya puncak negatif yang telah diestimasi yang mana pembacaan lebih mudah dan lebih akurat.

Osiloskop dapat memperlihatkan dan mengukur segala bentuk gelombang AC, tidak hanya gelombang sinus. Bentuk-bentuk gelombang itu diukur seperti sebelumnya akan tetapi kali ini tegangan RMS dan tegangan rata-rata (AVERAGE) tidak dapat dihitung dengan rumus yang telah digunakan. Rumus-rumus ini hanya terpakai pada

gelombang sinus. Tegangan puncak ke puncak bisa diukur untuk segala bentuk gelombang.

Untuk bentuk gelombang segitiga tegangan-tegangannya adalah :

$$\text{Tegangan puncak ke puncak} = 2 \text{ V/CM} \times 4 \text{ CM} = 8 \text{ V p-p}$$

$$\text{Tegangan puncak positif} = 2 \text{ V/CM} \times 2 \text{ CM} = 4 \text{ Vp}$$

$$\text{Tegangan puncak negatif} = 2 \text{ V/CM} \times 2 \text{ CM} = -4 \text{ Vp}$$

Untuk bentuk gelombang kotak tegangan-tegangannya adalah :

$$\text{Tegangan puncak ke puncak} = 10 \text{ V/CM} \times 6 \text{ CM} = 60 \text{ V p-p}$$

$$\text{Tegangan puncak positif} = 10 \text{ V/CM} \times 2 \text{ CM} = 20 \text{ Vp}$$

$$\text{Tegangan puncak negatif} = 10 \text{ V/CM} \times 4 \text{ CM} = -40 \text{ Vp}$$

### **Pertanyaan Bantuan Mandiri**

2 (a). Berapakah tegangan puncak ke puncak, tegangan puncak dan tegangan RMS untuk

tegangan masukan yang diberikan ke osiloskop yang diperlihatkan dalam gambar 22.

$$V_{p-p} = \dots\dots\dots \quad V_p = \dots\dots\dots \quad V_{RMS} = \dots\dots\dots$$

2 (b). Berapakah tegangan puncak ke puncak, tegangan puncak dan tegangan RMS untuk

tegangan masukan yang diberikan ke osiloskop yang diperlihatkan dalam gambar 23.

$$V_{p-p} = \dots\dots\dots \quad V_p = \dots\dots\dots \quad V_{RMS} = \dots\dots\dots$$

2 (c). Berapakah tegangan puncak ke puncak, tegangan puncak dan tegangan RMS untuk

tegangan masukan yang diberikan ke osiloskop yang diperlihatkan dalam gambar 24.

$$V_{p-p} = \dots\dots\dots \quad V_p = \dots\dots\dots \quad V_{RMS} = \dots\dots\dots$$

2 (b). Berapakah tegangan puncak ke puncak, tegangan puncak dan tegangan RMS untuk

tegangan masukan yang diberikan ke osiloskop yang diperlihatkan dalam gambar 25.

$$V_{p-p} = \dots\dots\dots \quad V_p = \dots\dots\dots \quad V_{RMS} = \dots\dots\dots$$

2 (e). Berapakah tegangan puncak ke puncak untuk tegangan masukan yang diberikan ke osiloskop yang diperlihatkan dalam gambar 26.

$$V_{p-p} = \dots\dots\dots$$

2 (f). Berapakah tegangan puncak ke puncak untuk tegangan masukan yang diberikan ke osiloskop yang diperlihatkan dalam gambar 27.

$$V_{p-p} = \dots\dots\dots$$

### **Pengukuran Kombinasi Tegangan DC dan Tegangan AC**

Seringnya tegangan yang ingin anda ukur terdiri dari kombinasi tegangan DC dan tegangan AC yang sering disebut dengan tegangan DC yang berubah-ubah. | Segala perubahan tegangan DC dapat dipertimbangkan memiliki dua komponen yaitu komponen DC dan komponen AC. Komponen AC merupakan suatu tegangan AC yang terletak ditengah-tengah dari tegangan DC, tegangan AC ini menunggangi atau tumpang tindih dengan tegangan DC.

Osiloskop dapat digunakan untuk melihat dan mengukur bentuk gelombang tegangan DC yang berubah-ubah dalam dua cara. Garis acuan 0V berada ditengah layar dan garis

acuan 0V telah dipindahkan ke bawah layar. Keduanya memberikan tampilan yang serupa akan tetapi tampilan yang ke-dua sedikit lebih besar dan lebih mudah melihat dan mengukurnya.

Pengukuran bentuk gelombang tersebut memerlukan dua kali pembacaan DC, yaitu tegangan DC maksimum dan tegangan DC minimum. Perhitungan sederhana sekarang menyediakan sisa informasi. Pengukuran dalam (b) akan digunakan.

$$\text{Tegangan DC maksimum} = 5 \text{ V/CM} \times 6,4 \text{ CM} = 32 \text{ V}$$

$$\text{Tegangan DC minimum} = 5 \text{ V/CM} \times 5,6 \text{ CM} = 28 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga puncak ke puncak komponen AC} &= V_{\text{DC MAKS}} - V_{\text{DC MIN}} \\ &= 32 \text{ V} - 28 \text{ V} = 4 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\text{Tegangan RMS AC} = (4 \text{ V}_{\text{p-p}} / 2) \times 0,707 = 1,414 \text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{Tegangan rata-rata DC} &= V_{\text{DC MIN}} + (\text{VAC} / 2) \\ &= 28 \text{ V} + 2 \text{ V} = 30 \text{ V} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan yang telah dilakukan diatas komponen tegangan AC telah didapatkan menjadi 4 V puncak ke puncak dan komponen tegangan DC adalah 30 V, Perhitungan ini juga telah mengekspresikannya sebagai tegangan AC 1,414 RMS yang tertumpang tindih pada suatu harga rata-rata taraf DC 30 V.

Perubahan tegangan DC yang sama dihubungkan ke osiloskop yang ada dalam gambar 30 dan bentuk gelombang yang diperlihatkan didapatkan dengan saklar pemilih masukan berada dalam posisi AC. Dalam posisi ini tegangan DC telah dibendung dan tidak dapat mencapai osiloskop jadi hanya komponen tegangan AC saja yang ditampilkan.

Dikarenakan hanya komponen AC yang ditampilkan ketika saklar pemilih masukan dalam posisi AC maka garis acuan ditempatkan di tengah layar. Tegangan yang ditampilkan adalah komponen AC dari tegangan DC yang berubah-ubah dan bisa diukur seperti semua tegangan AC yang lain.

Saklar VOLT/CM dalam posisi 5 V/CM sehingga bentuk gelombang AC ditampilkan secara tepat dengan ukuran yang sama bentuk gelombang DC ditampilkan.

Namun sekarang ini bahwa komponen DC telah dibendung sehingga kita bebas untuk menaikkan sensitivitas vertical dan melihat lebih banyak lagi bentuk gelombang AC.

Saklar VOLT/CM telah diubah menjadi 0,5 V/CM sehingga bentuk gelombang yang ditampilkan sekarang sepuluh kali lebih besar dan dapat diukur lebih akurat.

$$\begin{aligned} \text{Tegangan AC puncak ke puncak} &= 0,5\text{V/CM} \times 7,2 \text{ CM} = 3,6 \text{ V} \\ \text{Tegangan AC RMS} &= (V_{p-p} / 2) \times 0,707 \\ &= (3,6 \text{ V} / 2) \times 0,707 = 1,3 \text{ V} \end{aligned}$$

Tegangan puncak ke puncak dan tegangan RMS yang didapatkan sedikit berbeda dari hasil yang terdahulu akan tetapi hal ini dikarenakan telah ditingkatkan ketepatan pembacaan.

Ketika posisi saklar pemilih masukan ditempatkan pada AC maka tidak ada sama sekali tegangan DC yang bisa diukur. Apabila suatu tegangan yang sedang dilihat untuk pertama kali maka saklar pemilih masukan harus berada dalam posisi DC agar osiloskop akan memberikan indikasi yang benar dari tegangan yang ada.

Namun memakan banyak waktu kalau anda tidak berminat mengukur tegangan DC dan yang hanya perlu diketahui hanyalah tegangan AC saja. Sebuah contoh yang ada yaitu apabila osiloskop digunakan untuk melacak tegangan sinyal AC sepanjang perjalanannya dalam suatu penguat. Pada kondisi seperti ini maka saklar pemilih masukan dibiarkan saja dalam posisi AC dan tegangan DC diabaikan.

### **Pertanyaan Bantuan Mandiri**

3 (a). Berapakah tegangan DC maksimum, tegangan DC minimum, tegangan DC rata-rata, tegangan AC puncak ke puncak dan tegangan RMS untuk tegangan masukan yang dihubungkan ke osiloskop yang ada dalam gambar 31.

$$V_{DC \text{ MAKSIMUM}} = \dots\dots\dots V_{DC \text{ MINIMUM}} = \dots\dots\dots$$

$$V_{DC \text{ RATA-RATA}} = \dots\dots\dots V_{AC \text{ PUNCAK KE PUNCAK}} = \dots\dots\dots$$

$$V_{AC\ RMS} = \dots\dots\dots$$

3 (b). Berapakah tegangan DC maksimum, tegangan DC minimum, tegangan DC rata-rata, tegangan AC puncak ke puncak dan tegangan RMS untuk tegangan masukan yang dihubungkan ke osiloskop yang ada dalam gambar 32.

$$V_{DC\ MAKSIMUM} = \dots\dots\dots V_{DC\ MINIMUM} = \dots\dots\dots$$

$$V_{DC\ RATA-RATA} = \dots\dots\dots V_{AC\ PUNCAK\ KE\ PUNCAK} = \dots\dots\dots$$

$$V_{AC\ RMS} = \dots\dots\dots$$

3 (b). Berapakah tegangan DC maksimum, tegangan DC minimum, tegangan DC rata-rata, tegangan AC puncak ke puncak dan tegangan RMS untuk tegangan masukan yang dihubungkan ke osiloskop yang ada dalam gambar 33.

$$V_{DC\ MAKSIMUM} = \dots\dots\dots V_{DC\ MINIMUM} = \dots\dots\dots$$

$$V_{DC\ RATA-RATA} = \dots\dots\dots V_{AC\ PUNCAK\ KE\ PUNCAK} = \dots\dots\dots$$

$$V_{AC\ RMS} = \dots\dots\dots$$

3 (d). Berapakah tegangan DC maksimum, tegangan DC minimum, tegangan DC rata-rata, tegangan AC puncak ke puncak dan tegangan RMS untuk tegangan masukan yang dihubungkan ke osiloskop yang ada dalam gambar 34.

$$V_{DC\ MAKSIMUM} = \dots\dots\dots V_{DC\ MINIMUM} = \dots\dots\dots$$

$$V_{DC\ RATA-RATA} = \dots\dots\dots V_{AC\ PUNCAK\ KE\ PUNCAK} = \dots\dots\dots$$

$$V_{AC\ RMS} = \dots\dots\dots$$

### **Pengukuran waktu, perioda, dan frekuensi**

Osiloskop dapat digunakan untuk mengukur perbedaan waktu antara sembarang dua titik dari bentuk gelombang yang ditampilkan. Jika waktu yang diukur untuk satu siklus maka perioda telah diukur dan dari pengukuran ini frekuensi dapat dihitung secara mudah.

Rumus yang digunakan untuk mengubah pengukuran yang telah diambil dari layar menjadi pengukuran waktu yang sebenarnya diperlihatkan dibawah ini. Ingatlah kesamaan pada rumus tegangan yang telah digunakan terdahulu.

$$\text{Waktu yang dilalui} = (\text{penyetelan saklar TIME/CM}) \times (\text{jarak horizontal dlm. CM})$$

Ketepatan pengukuran waktu ditentukan oleh ukuran dari bentuk gelombang yang ada pada layar. Bentuk gelombang yang diasosiasikan dengan penyetelan saklar TIME/CM yang terlalu cepat. Kali ini waktu penyapuan diselesaikan sebelum satu siklus telah lengkap dan hal ini membuat pengukuran perioda tidak memungkinkan.

Satu siklus hampir mengisi layar dan hal ini mengizinkan suatu pembacaan akurat perioda yang beralasan.

Seperti petunjuk umum yang ada aturlan saklar TIME/CM sampai bentuk gelombang yang ditampilkan kira-kira satu sampai tiga siklus, dan lebih kecil lebih bagus. Ingatlah untuk meyakini bahwa pengatur HORIZONTAL VERNIER berada dalam posisi CAL atau kalibrasi.

Perioda bentuk gelombang diukur dari satu titik dari bentuk gelombang sampai ke titik identik berikutnya di sepanjang bentuk gelombang.

Jarak dari A ke A, B ke B, C ke C dan D ke D dalam gambar 36 semuanya memberikan indikasi satu siklus penuh. Titik-titik pada A sulit mengukur secara tepat dikarenakan bentuk gelombang pada puncaknya bulat. Secara serupa titik-titik pada B juga sulit mengukurnya. Namun titik-titik C sampai C atau D sampai D keduanya mudah mengukur karena titik-titik tersebut melintasi garis 0V pada suatu sudut yang tajam.

Untuk membuat pembacaan yang lebih mudah jejak berkas sinar gelombang bisa dipindahkan sepanjang djangkah dari pengatur HOR SHIFT (geser horizontal) sampai titik pengukuran pertama tepat berada pada suatu garis graticule vertical.

Bentuk gelombang menyebrangi garis acuan 0 V diantara garis graticule vertical dan juga dua pembacaan yang mendekati harus dilakukan.

Ddua buah contoh untuk mendapatkan perioda dan frekuensi dari suatu bentuk gelombang sinus saklar TIME/CM berada dalam posisi 5 mSEC/CM dan jarak yang diukur adalah 4 CM.

$$\begin{aligned}\text{Waktu} &= 5 \text{ mSEC/CM} \times 4 \text{ CM} = 20 \text{ mili detik} \\ \text{Perioda} &= 20 \text{ MILI DETIK} \\ \text{Frekuensi} &= 1/T = 1/20 \text{ m detik} = 50 \text{ Hertz.}\end{aligned}$$

Pembacaan untuk bentuk gelombang yang ada dalam adalah 7,2 CM dan penyetelan saklar adalah 20 ? detik/CM

$$\begin{aligned}\text{Waktu} &= 20 \text{ ?SEC/CM} \times 7,2 \text{ CM} = 144 \text{ ? detik} \\ \text{Perioda} &= 144 \text{ mikro detik.} \\ \text{Frekuensi} &= 1/T = 1/144 \text{ ? detik} = 6.944 \text{ Hertz.}\end{aligned}$$

Osiloskop dapat digunakan untuk mengukur sembarang tundaan waktu dan hal ini menunjukkan tiga pulsa tegangan A, B dan C. Kita perlu mengukur tundaan waktu antara sisi-sisi naik pulsa-pulsa A dan B, B dan C dan A dan C.

**c. Rangkuman 3**

1. Dengan Osiloskop memungkinkan kepada pemakai untuk melihat bentuk gelombang suatu tegangan.
2. Dengan osiloskop bisa mengukur tegangan dan nilai-nilai waktu dari suatu bentuk gelombang yang telah ditampakkan.
3. Osiloskop tersebut dapat dibangun dari sebuah tabung sinar katoda yang bisa membangkitkan dan mengendalikan suatu berkas elektron dan merubahnya menjadi suatu gerakan titik dari cahaya pada layar phosphornya.
4. Berkas elektron yang ada dalam osiloskop bisa dibelokkan dalam dua arah. Yaitu ke atas dan ke bawah yang bersesuaian dengan tegangan masukan berpolaritas positif dan tegangan masukan berpolaritas negatif dan bergerak dari kiri menuju ke kanan yang bersesuaian dengan basis waktu pengukuran lintasan waktu.
5. Penyulutan adalah awal dari penyapuan berkas elektron yang telah terkendali untuk memberikan suatu tampilan yang stabil.
6. Pengatur-pengatur osiloskop dapat dibagi menjadi empat kelompok. Pengatur-pengatur umum, pengatur-pengatur masukan vertikal, pengatur-pengatur basis waktu dan pengatur-pengatur penyulutan. Setiap kelompok memiliki pengatur atas suatu area utama dalam osiloskop.

**d. Tugas 3**

1. Jika tidak ada tegangan yang dihubungkan ke masukan osiloskop maka apakah yang akan tampak pada layar osiloskop?

.....  
.....

2. Apa yang akan tampak pada tampilan layar jika pembangkit basis waktu dimatikan ketika masih ada terhubung suatu tegangan masukan ?

.....  
.....

3. Blok manakah dari diagram blok osiloskop yang ada dalam gambar 10 yang kemungkinannya memiliki pengatur geser vertikal (vertical shift control)

Jawab : .....

4. Blok manakah dari diagram blok yang ada dalam gambar 10 yang kemungkinannya ada pengatur taraf penyulutan (triger level control )?

Jawab .....

5. Jejak berkas sinar gelombang yang ada pada layar sedang menampilkan suatu tegangan yang memiliki puncak bagian atasnya tampak hilang begitu pula puncak bagian bawahnya. Bentuk gelombang ini ditampilkan dalam gambar 20. Pengatur yang manakah yang diatur untuk menampilkan keseluruhan bentuk gelombang yang utuh pada layar ?

Jawab .....

6. Untuk dapat menampilkan bentuk gelombang yang lebih besar maka pengatur VOLT/DIV akan diputar ke arah batas tegangan yang lebih besar ataukah diputar ke arah batas tegangan yang lebih kecil?

Jawab .....

7. Jika CRO menampilkan 5 siklus dari suatu bentuk gelombang pada layar. Untuk menampilkan hanya satu siklus gelombang saja maka pengatur TIME/DIV akan diputar ke penyetelan yang lebih lama ataukah ke penyetelan yang lebih pendek ?

Jawab. ....

8. Tuliskanlah dua buah pengatur yang mengatur tinggi vertikal dari bentuk gelombang yang ditampilkan!

Jawab .....

9. Apakah posisi CAL ada pada banyak pengatur dan kenapa hal itu penting?

Jawab .....

10. Yang manakah dari tiga buah bentuk gelombang yang ditunjukkan dalam gambar 21 merupakan tampilan osiloskop yang terbaik dan kenapa demikian?

Jawab .....

11. Apakah yang akan terjadi pada bentuk gelombang yang ditampilkan jika saklar pemilih masukan vertikal dialihkan ke posisi ground?

Jawab. ....

12. Yang manakah dari tiga macam bentuk gelombang yang ditunjukkan dalam gambar 22 berikut merupakan tampilan osiloskop yang paling baik dan kenapa demikian ?

Jawab. ....

13. Apakah permasalahan bentuk gelombang yang ditampilkan dalam gambar 23 dan tombol pengatur yang mana digunakan untuk memperbaiki permasalahan tersebut?

Jawab. ....

14. Kenapa digunakan probe CRO ketimbang test lead multi meter normal?

Jawab. ....

15. Pengatur yang manakah yang akan merubah bentuk gelombang yang ditampilkan dalam gambar 24(a) agar tampak seperti yang ada dalam gambar 24(b).

Jawab. ....

16. Gambarkan diagram blok dari sebuah osiloskop dalam ruang yang telah disediakan berikut. Gambar cukup hanya dengan satu masukan vertikal saja.

### **g. Lembar kerja 3**

#### **Persiapan Praktik**

##### ***Pengenalan CRO.***

Gambarkanlah tata letak panel bagian muka dari sebuah osiloskop yang sedang anda gunakan untuk untuk latihan praktik ini dan berilah tanda dari semua pengatur. Gambar tersebut harus mengisi ruang yang tersedia dari halaman ini.

#### **Tugas Praktik Pengenalan CRO**

Dalam tugas praktik ini anda akan :

1. Menghubungkan sinyal uji kalibrasi ke osiloskop
2. Mengatur pengatur-pengatur osiloskop untuk menampilkan sebuah jejak berkas sinar gelombang
3. Mengatur pengatur-pengatur untuk menampilkan bentuk gelombang yang paling baik.

#### **Peralatan praktik yang diperlukan :**

1. Osiloskoop
2. 2. Probe CRO

#### **Langkah Kerja :**

##### ***Bagian A :***

1. Hubungkanlah masukan vertikal dari osiloskop ke keluaran kalibrasi dari osiloskop.
2. Mintalah ke guru anda untuk melakukan pengaturan yang salah untuk setiap tombol dan saklar pada panel muka dari osiloskop. Jangan melihat guru selama pekerjaan ini sehingga anda tidak mengetahui apa yang telah dilakukan.
3. Jangan menghidupkan osiloskop melainkan aturlah setiap tombol atau saklar ke posisi mana yang seharusnya menurut pikiran anda. Ketika anda memikirkan pengaturan menurut anda benar kemudian hidupkan osiloskop dan lihatlah

apakah jejak berkas sinar gelombang muncul pada layar. Jika tidak tampak maka kemudian carilah tombol-tombol yang salah atur.

4. Begitu jejak berkas sinar gelombang berada pada layar kemudian aturlah agar memberikan suatu bentuk gelombang kira-kira dua siklus dan amplitudo vertikal hampir mengisi penuh layar. Pengatur-pengatur harus berada dalam posisi-posisi yang benar untuk mengadakan pembacvaanaaa, dalam contoh ini telah terkalibrasi.
5. Ulangi latihan ini sampai anda menjadi fasih untuk mendapatkan sebuah jejak berkas sinar gelombang pada layar (pada saat saklar hidup) dan pengaturan pengatur-pengatur secara tepat untuk menampilkan sinyal yang sudah terkalibrasi.

**Bagian B :**

1. Aturlah osiloskop untuk menampilkan sinyal kalibrasi seperti yang telah anda lakukan dalam bagian terdahulu dari latihan praktik ini.
2. Dalam ruang yang telah disediakan tuliskanlah nama dari setiap pengatur pada panel bagian muka dari osiloskop yang sedang anda gunakan dalam latihan praktik ini.
3. Aturlah setiap pengatur satu persatu pada suatu saat dan selidikilah pengaruh pada bentuk gelombang yang ditampilkan. Tuliskanlah suatu penjelasan yang singkat tentang pengaruh dari perubahan setiap pengatur pada tampilan layar.



**Peninjauan kembali Praktik Pengenalan CRO.**

1. Pada posisi-posisi manakah pengatur-pengatur berikut harus berada untuk menghasilkan suatu tampilan sinyal kalibrasi yang dapat diukur ?. Lingkarilah atau tuliskanlah jawaban yang benar.

- |                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| 1. Saklar INT /EXT .....          | INT atau EXT                             |
| 2. Saklar +/- .....               | + atau -                                 |
| 3. Tombol kecerahan .....         | min atau pertengahan atau maks.          |
| 4. Tombol Pemfokus .....          | min atau pertengahan atau maks.          |
| 5. Pengatur taraf penyulutan ...  | auto min atau pertengahan atau maks.     |
| 6. Saklar TB / XY .....           | TB atau XY                               |
| 7. Tombol posisi Vertikal .....   | min atau pertengahan atau maks.          |
| 8. Saklar pemilih masukan .....   | DC atau GND atau AC                      |
| 9. Tombol ukuran horizontal ..... | X1 atau pertengahan atau X5              |
| 10. Tombol VER VERNIER ....       | CAL atau min atau pertengahan atau maks. |
| 11. saklar Volt/Div .....         | ..... V/cm                               |
| 12. Saklar Time/Div .....         | .....S/cm                                |

## KEGIATAN BELAJAR 4

### PEMBUATAN FUNCTION GENERATOR, FLASHING LIGHT DAN OPTICAL FM TRANSMITTER

#### I. PEMBUATAN FUNCTION GENERATOR

##### A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4.1

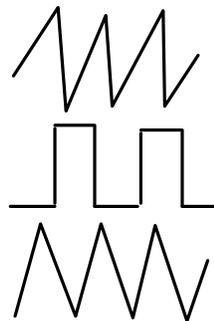
Setelah mempelajari topik ini, peserta pelatihan diharapkan mampu :

1. Menggambar kembali skema function generator
2. Membuat daftar komponen yang dibutuhkan
3. Merakit Function Generator

##### B. Uraian Materi 4.1

Pada unit ini akan dijelaskan mengenai gambar lengkap skema function generator, persiapan komponen-komponen yang dibutuhkan, praktik uji coba skema pada breadboard dan pembuatan PCB function generator

Function generator adalah sebuah skema osilator yang menghasilkan dua atau lebih gelombang output berbeda. Tiga bentuk gelombang dasar dapat dipilih melalui switch. Ketiga bentuk gelombang tersebut adalah: triangle wave; square wave dan ascending sawtooth wave.



Gambar. 4.1

Tiga bentuk gelombang

**2. PERALATAN**

- a. Komponen-komponen function generator
- b. Breadboard
- c. Kabel telepon secukupnya
- d. DC Power Supply + 9VDC - 1 Set
- e. Osiloskop - 1 Set

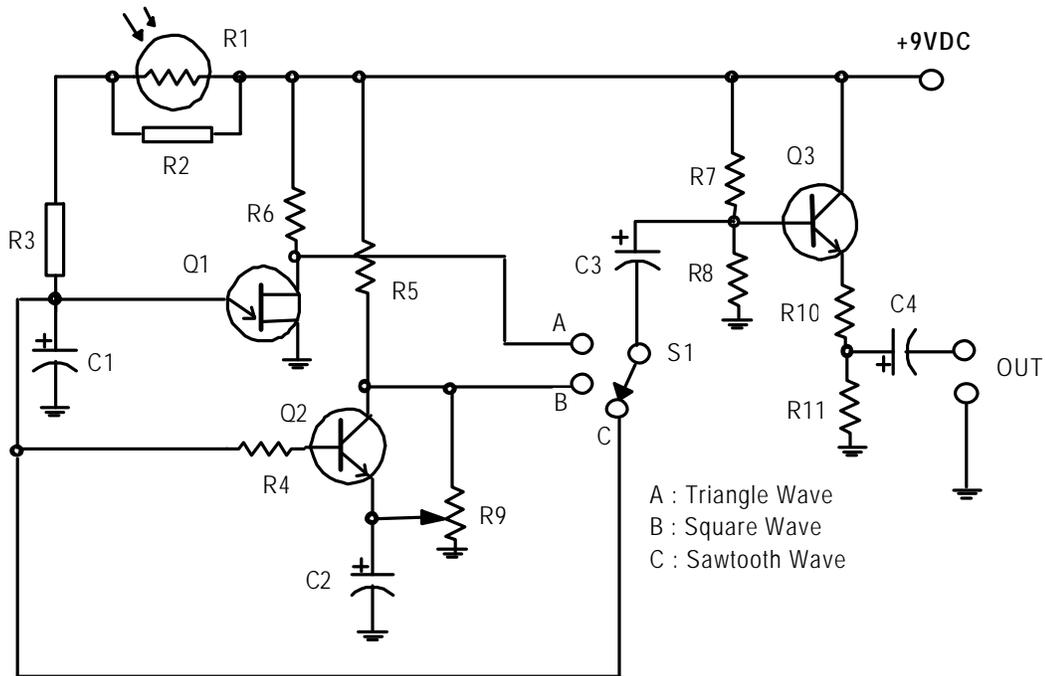
**3. LANGKAH KERJA**

- 1. Siapkanlah komponen-komponen seperti berikut ini

Q 1	=	UJT RS2029
Q2 ; Q3	=	NPN Transistor 2N4124
R10;R11	=	2k2/0,25 Watt
C1	=	0,05 mF
C2 ;C3	=	47 mF/16v
C4	=	0,47 mF
R1	=	Photo resistor
R2	=	39 K Ohm/0,25 Watt
R3	=	1K/0,25 Watt
R4;R5	=	10 K/0,25 Watt
R6	=	1K5/0,25 Watt
R7;R8	=	100K/0,25 Watt
R9	=	50k Potensiometer
S1	=	3 position, single pole switch

- 2. Tempatkan komponen Q1 (UJT), Transistor Q2 dan Transistor Q3 pada Bread board.
- 3. Pasangkan pada Bread board komponen-komponen R3, C1, R6,R4, C2,R9, dan R5.
- 4. Kemudian pasangkan komponen-komponen C3, R7, R8, R10, R11, dan C4.

5. Terakhir, Pasangkanlah komponen R1,+ 9Volt DC, Ground dan kabel untuk output.
6. Dengan menggunakan kabel telepon, lakukanlah sambungan -sambungan komponen seperti gambar berikut ini:



**Gambar 4.2**  
**Rangkaian Function Generator**

#### 4. CARA KERJA RANGKAIAN

Frequency output dikontrol oleh energy cahaya yang kena ke R1 (LDR).Resistor R1 ini ditempatkan paralel dengan Resistor R2.Potensio R9 mengontrol duty cycle dari gelombang segiempat.Ini dikalibrasi dengan trimpot atau potesiometer biasa. Rangkailah komponen-komponen pada breadboard dengan teliti,perlihatkan kepada Instruktur apakah anda telah merangkainya dengan benar dan aman. Bila instruktur telah mengecek rangkaian anda dan anda dipersilahkan untuk melanjutkan ke langkah-langkah selanjutnya, hubungkanlah power supply ke rangkaian breadboard anda. Perhatikanlah Polaritas + dan - Power supply jangan

sampai terbalik. Bila langkah-langkah ini telah selesai anda lakukan, hubungkan, output sirkit dengan Osiloskop untuk mengetahui bentuk gelombang yang keluar dari sirkit tersebut bila anda telah melakukan pengukuran-pengukuran dengan osiloskop.

**5. PENGUKURAN**

Setelah anda selesai merangkai sirkit function generator pada bread board, lakukanlah pengukuran-pengukuran bentuk gelombang output dengan menggunakan osiloskop.

**6. LATIHAN**

1. Jelaskan apa yang terjadi dengan bentuk gelombang output bila R9 diputar-putar.

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

2. Lakukanlah pembuatan Function Generator pada PCB.

Petunjuk :

- a. Siapkan kertas millimeter, pensil dan penghapus
- b. Buat jalur-jalur PCB menurut gambar sirkit
- c. Gunakan kertas karbon untuk membuat jalur PCB pandangan bawah
- d. Ukuran komponen pada kertas sama dengan ukuran komponen sesungguhnya
- e. Gunakan kertas karbon untuk menggambar layout PCB pandangan bawah pada PCB.
- f. Etching, perakitan, pengkabelan, dan ujicoba.

**7. PENILAIAN**

Aspek yang diukur	Kriteria Penilaian	L / TL	Rekomendasi
Persiapan	Peralatan disiapkan sesuai dengan kebutuhan Periksa semua peralatan sebelum praktek di mulai		
Sikap kerja	Pengupasan kabel coaxial dengan pisai dilakukan denganm hati-hati		
Menyiapkan komponen Penggunaan peralatan	Komponen diidentifikasi jenis dan jumlahnya Gunakan fasilitas peralatan sebagai mana mestinya		
Uji coba	Hasil perakitan diuji coba menggunakan multimeter		
Pemilihan komponen	Komponen dipilih sesuai dengan fungsinya .		
Bentuk gelombang	Ouput function generator diukur dengan osiloskop		

L = Lulus

TL = Tidak Lulus

Penilai

## II. PEMBUATAN FLASHING LIGHT

**A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4.2**

Setelah mempelajari topik ini, peserta pelatihan diharapkan mampu :

1. Menggunakan kertas tertentu untuk merencana pembuatan gambar sirkit
2. Membuat layout PCB pada PCB single side
3. Merencanakan dan membuat gambar rancangan tata letak komponen
4. Merancang box ( casing ) pesawat flashing light

**B. Uraian Materi 4.2**

Unit ini dirancang untuk belajar melakukan pembuatan flashing light. Pada unit ini komponen - komponen yang digunakan adalah IC analog. Penyiapan komponen-komponen yang dibutuhkan, praktek merangkai pada breadboard dan uji coba hasil pembuatan serta pengukuran yang harus anda kerjakan.

Pada unit ini pula anda akan belajar melakukan pembuatan flashing light melalui pengenalan komponen, merencanakan layout PCB pada kertas tertentu untuk membuat layout PCB single side serta tata letak komponennya

Urutan kerja untuk perakitan flashing Light adalah sebagai berikut :

1. Setelah anda mempelajari pengenalan simbol-simbol elektronika pada pembelajaran melakukan perakitan function generator pada bagian ini. Agar urutan kerja pembuatan pesawat elektronika mendapatkan hasil yang baik dan profesional maka anda harus mengikuti urutan-urutan kerja sebagai berikut
  - a. Kenalilah jenis dan nama-nama komponen pada sirkit yang akan dibuat
  - b. Lakukan perencanaan pembuatan layout PCB dengan menggunakan kertas khusus(bergaris horizontal dan vertical)
  - c. Buatlah gambar layout PCB pandangan atas (komponen side)
  - d. Buatlah gambar layout pandangan bawah (wolder side)
  - e. Butir c dan d di gunakan bila anda akan melakukan pembuatan layout PCB pada PCB single side
  - f. Bila anda akan membuat layout PCB pada jenis PCB double side maka layout jalur-jalur komponen berada diatas maupun dibawah

- g. Penempatan komponen pada PCB double side hanya dilakukan pada satu side.
- h. Solder kaki-kaki socket IC dan kaki-kaki komponen
- I. Siapkan kabel-kabel sambungan (untuk power supply dan input/output).
- Uji coba dan pengukuran besaran -besaran listrik

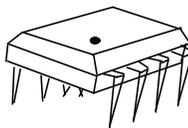
Seperti telah anda pelajari pada modul tehnik digital terdapat komponen dalam tehnik elektronika ada yang termasuk kelas komponen elektornika analog dan ada yang termasuk kelas komponen elektronika digital

### 1.1 Rangkaian Terintegrasi IC 555

IC 555 adalah satu dari sekian banyak IC pewaktu (timer). Kelompok rangkaian ini dipakai untuk menentukan waktu tunda dengan tepat . Tidak seperti op amp741, alat ini hanya dapat memberikan tegangan output tinggi atau rendah. Karena output dari IC 555 hanya mempunyai dua kondisi yang memungkinkan, maka dia dinamakan alat digital.

IC 555 seperti halnya op amp741 mempunyai 8 pin (seperti terlihat pada gambar 43). Ada dua cara yang utama untuk memakai IC 555 yaitu sebagai rangkaian monostabil atau sebagai rangkaian astabil.

Bentuk IC 555 adalah seperti berikut

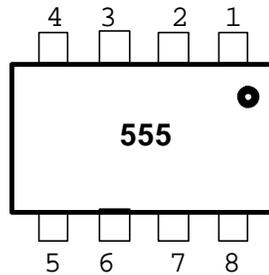


**Gambar 4.3**  
**Bentuk IC 555**

Anda harus hati-hati dan yakin menentukan kaki-kaki (pin-pin) IC,lihatlah tanda dot (titik) pada packing IC yang menentukan pin nomor 1 dan pin 2,3 dan seterusnya dengan arah berlawanan jarum jam .

Pandangan atas IC555 dan nomor-nomor kaki(pin) adalah seperti gambar berikut

ini

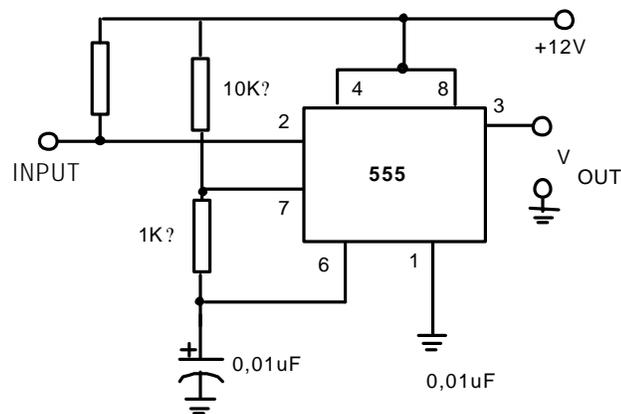


**Gambar 4.4**  
**Diagram Pin IC 555**

## 1.2. Rangkaian Monostabil

Rangkaian monostabil adalah suatu rangkaian yang mana setiap disulut (di-trigger) akan memberikan tegangan output Tinggi untuk suatu waktu yang belum ditentukan sebelumnya, kemudian setelah selang waktu tegangan output rangkaian akan kembali kepada kondisi normal yaitu tegangan rendah. Karenanya, kata “monostabil” berarti rangkaian stabil hanya untuk suatu kondisi sebelum dia disulut.

Rangkaian Monostabil Multivibrator adalah seperti gambar berikut



**Gambar 4.5**  
**Sirkuit Monostabil Multivibrator**

Gambar 4.5 menunjukkan hubungan-hubungan yang harus dibuat supaya IC 555

beroperasi sebagai rangkaian monostabil. Waktu saklar S1 ditutup dengan cepat, maka pin 2 dari IC terhubung pada jalur pencatu daya, akibatnya tegangan output ( pin 3) naik pada suatu nilai yang dekat dengan nilai pencatu daya. Lamanya waktu output berada dalam kondisi tinggi ditentukan oleh besarnya nilai kapasitor C1 dan resistor R1



**Gambar 4.6**  
**Pulsa output MMV**

Lebar pulsa adalah suatu selang waktu pada saat tegangan output tinggi. Untuk rangkaian yang diperlihatkan pada gambar 46, lebar pulsa T diberikan oleh persamaan :

$T = R_1 \times C_1$  detik, dengan R1 diukur dalam Ohm dan C1 dalam Farad.

Contoh, misalkan  $C_1 = 100 \mu\text{F}$  dan  $R_1 = 1 \text{ M}\Omega$  . Nilai-nilai ini memberikan hasil :

$$\begin{aligned} T &= 1 \times 10^6 \times 100 \times 10^{-6} \\ &= 100 \text{ detik} \end{aligned}$$

Maka bila saklar S<sub>1</sub> ditutup dengan tiba-tiba tegangan output (pin 3) berada dalam kondisi tinggi selama 100 detik kemudian turun ke 0 V lagi. Keadaan ini tetap berlangsung sampai rangkaian disulut dengan menutup S<sub>1</sub> lagi.

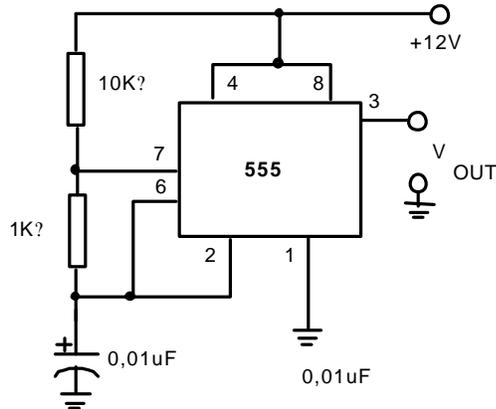
### 1.3 Rangkaian Astabil

Rangkaian astabil adalah tipe osilator elektronik yang menghasilkan tegangan output yang secara terus-menerus dan otomatis di-switch dari kondisi Tinggi ke Rendah kemudian dari Rendah Ke Tinggi dan seterusnya .Karena tegangan output tidak stabil yaitu dalam salah satu kondisi Tinggi atau Rendah, maka tipe dari rangkaian ini dinamakan “astabil”

Gambar 4.7 menunjukkan hubungan -hubungan yang harus dibuat pada IC 555

supaya beroperasi sebagai rangkaian astabil.

Tegangan output pada Pin 3 adalah suatu gelombang segiempat . Waktu Tinggi adalah suatu pulsa dengan lebar  $t_1$  detik dan waktu Rendah adalah suatu pulsa dengan lebar  $t_2$  detik.



Gambar 4.7

**Sirkuit Astabil Multivibrator**

Sekarang nilai tiga komponen menentukan waktu-waktu ini .Nilai-nilai itu adalah  $R_1, R_2$ , dan  $C_1$  .

Waktu Tinggi  $t_1$  diberikan persamaan :

$$t_1 = (R_1 + R_2) C_1 \text{ secara pendekatan}$$

Waktu Rendah  $t_2$  diberikan persamaan :

$$t_2 = R_2 C_1 \text{ secara pendekatan}$$

Kedua waktu tersebut diukur dalam detik,  $R_1$  diukur dalam ohm ,dan  $C_1$  diukur dalam farad.

sebagai contoh, misalkan  $R_1 = 50 \text{ Kohm}$  dan  $C_1 = 10^{-6} \text{ F}$

$$\begin{aligned} \text{Maka } t_1 &= (100 \times 10^3 + 50 \times 10^3) \times 10 \times 10^{-6} \\ &= 150 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \\ &= 1500 \times 10^{-3} \\ &= 1.5 \text{ detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{dan } t_2 &= 50 \times 10^3 \times 10 \times 10^{-6} \\ &= 500 \times 10^{-3} \\ &= 0.5 \text{ detik} \end{aligned}$$

Dengan demikian, waktu Tinggi (pada saat tegangan output positif) adalah sekitar

1,5 detik dan waktu Rendah (pada saat tegangan output mendekati nol) adalah sekitar 0,5 detik. Jelasnya, waktu dimulainya suatu pulsa Tinggi berikutnya adalah  $(t_1 + t_2)$  detik. Waktu ini dikenal sebagai waktu periodik(T) dari gelombang segi empat.

$$\begin{aligned} T &= t_1 + t_2 \\ &= 1.5 + 0.5 = 2 \text{ detik} \end{aligned}$$

Banyaknya pulsa Tinggi dalam satu detik dikenal sebagai frekuensi( $f$ ) gelombang segi empat.

$$\begin{aligned} f &= \frac{1}{T} = \frac{1}{t_1+t_2} \\ &= \frac{1}{2} = 0,5 \text{ Hz} \end{aligned}$$

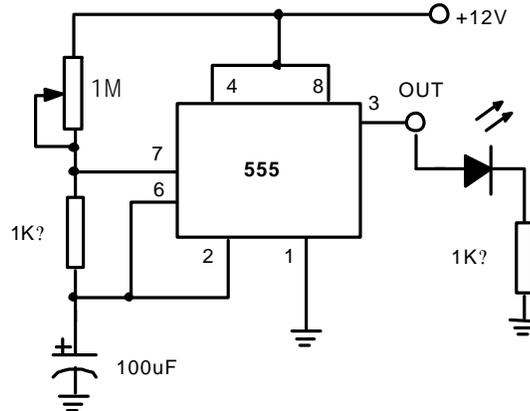
## 2. PERALATAN

1. Komponen-komponen flashing light
2. Breadboard 1 buah
3. Kabel telepon secukupnya
4. DC Power supply +9VDC- 1set
5. Multimeter 1 buah
6. Kertas bergaris 1 lembar
7. PCB single side 10 cm x15 cm - 1buah
8. Kertas karbon 1 lembar
9. Spidol tahan air 1 buah
10. Pensil dan penghapus masing-masing 1buah
11. Larutan FeCl 3 secukupnya
12. Sabun dan abu gosok secukupnya
13. Mesin bor 1 buah
14. Mata bor 1 mm- 1buah
15. Mata bor 0,5mm-1 buah
16. Kabel senur Hitam 1 meter
17. Kabel senur merah 1 meter

18. Solder dan timah secukupnya

3. **LANGKAH KERJA**

a. Perhatikan dengan seksama sirkit berikut ini



**Gambar 4.8**  
**Flashing light**

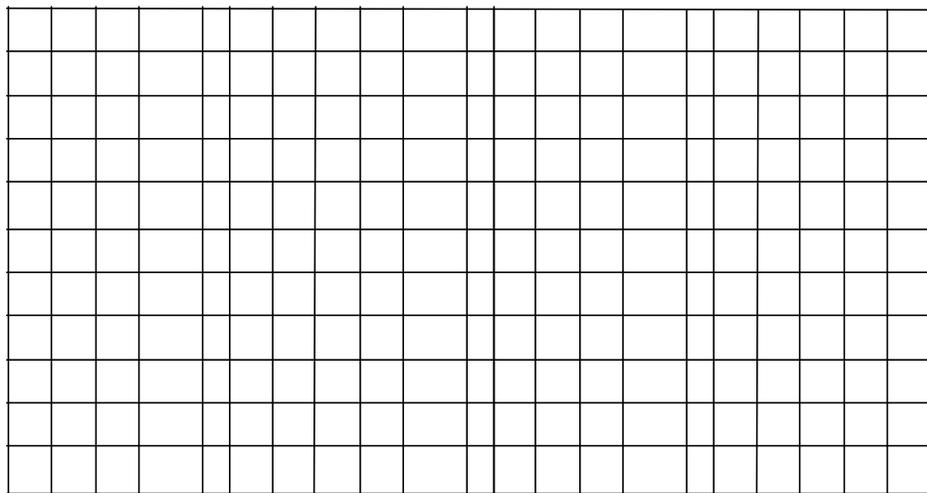
b. **Daftar komponen**

- Resistor sebelah kiri atas (100K) = 1 buah
- Resistor sebelah kiri bawah (1K) = 1 buah
- Resistor sebelah kanan (100 Ohm) = 1 buah
- Capasitor sebelah kiri (100? F) = 1 buah
- Capasitor sebelah kanan ( 1? F) = 1 buah
- LED Merah = 1 buah
- Socket 8 pin = 1 buah

c. **Latihan**

1. Komponen yang memiliki tanda panah dua arah keatas adalah.....
2. IC 555 jumlah kakinya adalah 8.  
Di hubungkan kemana kaki nomor 5?.....
3. Resistor sebelah kiri atas nilainya adalah 100 K. Apakah arti K disini?
4. Resistor sebelah kiri bawah nilainya adalah 1K.  
Berapakah Ohm kah 1 K Ohm ?

5. Capacitor Sebelah kiri nilainya adalah 100? F .  
Apakah artinya ? ? .
6. Capacitor sebelah kanan nilainya adalah 1? F ?  
1? F =..... Farad
7. Resistor sebelah kanan nilainya adalah 100 Ohm.  
Apa fungsinya resistor ini?
8. Sirkuit flashing light ini nama lainnya (bukan nama aplikasi) adalah  
.....
9. Rangkailah sirkuit gb 14 pada breadboard dan uji coba/pengukuran-  
pengukuran
10. Untuk merencanakan gambar layout jalur PCB dari sirkuit gambar 14. Anda  
lakukan pada jenis kertas seperti gambar berikut



**Gambar 4.10**

**Jenis kertas untuk merencana menggambar layout jalur PCB**

11. Kerjakanlah pembuatan rencana gambar layout jalur PCB gambar 14 pada gambar 15. (Pandangan atas) dengan besar komponen sebenarnya
12. Dengan menggunakan kertas karbon yang dipasang terbalik pada layout gambar 15 lakukanlah penggambaran seperti gambar 15 sehingga pada sis bawah kertas gambar 11 juga terjadi garis-garis gambar (gambar inilah yang disebut dengan layout jalur PCB pandangan bawah)

13. Dengan melihat layout jalur PCB pandangan bawah jiplaklah dengan kertas karbon gambar pandangan bawah tersebut ke sisi PCB yang bertembaga.
14. Sekarang pada PCB sudah ada tanda-tanda gambar layout jalur PCB pandangan bawah
15. Perjelas jalur-jalur butir 6 dengan menggunakan spidol tahan air.
16. Celupkan PCB tersebut pada larutan  $\text{FeCl}_3$  (Ferri Chlorite ) yang anda sudah siapkan sebelumnya dan goyanglah cairan  $\text{FeCl}_3$  itu.
17. Bila proses pencelup -goyang PCB pada  $\text{FeCl}_3$  telah selesai, cuci PCB dengan menggunakan sabun dan abu gosok sehingga tampak jalur-jalur layout PCB.
18. Lakukanlah pengeboran lubang-lubang kaki komponen dengan menggunakan mata bor yang sesuai
19. Pasanglah komponen-komponen sirkit flashing light pada PCB dan Solderlah
20. Pasangkan kabel- kabel penghubung + dan - serta input (output)
21. Lakukanlah uji coba dan pengukuran-pengukuran pada sirkit yang anda buat pada PCB

**D. PRAKTEK**

Rencanakan dan buatlah box pesawat flashing light sesuai dengan petunjuk pada pembelajaran ini

**E. PENILAIAN**

Aspek yang diukur	Kriteria Penilaian	L / TL	Rekomendasi
Persiapan	Peralatan disiapkan sesuai dengan kebutuhan Periksa semua peralatan		

	sebelum praktek di mulai		
Sikap kerja	Pengupasan kabel coaxial dengan pisai dilakukan denganm hati-hati		
Menyiapkan komponen	Komponen diidentifikasi jenis dan jumlahnya		
Penggunaan peralatan	Gunakan fasilitas peralatan sebagai mana mestinya		
Uji coba	Hasil perakitan diuji coba menggunakan multimeter		
Pemilihan komponen	Komponen dipilih sesuai dengan fungsinya .		
Bentuk gelombang	Ouput function generator diukur dengan osiloskop		

L = Lulus

TL = Tidak Lulus

Penilaian

### **III. PEMBUATAN OPTICAL FM TRANSMITTER**

#### **A. Tujuan Kegiatan Pembelajaran 4.3**

Setelah mempelajari topik ini, peserta pelatihan diharapkan mampu :

1. Menggunakan kertas tertentu untuk merencana pembuatan gambar sirkit
2. Membuat layout PCB pada PCB single side
3. Merencanakan dan membuat gambar rancangan tata letak komponen

4. Merancang box ( casing ) pesawat

**1. INFORMASI.**

Unit ini dirancang untuk belajar melakukan pembuatan pemancar fm optical Pada unit ini komponen - komponen yang digunakan adalah IC op-amp dan IC 555. Penyiapan komponen-komponen yang dibutuhkan, praktek merangkai pada breadboard dan uji coba hasil pembuatan serta pengukuran yang harus anda kerjakan.

Urutan kerja untuk perakitan flashing Light adalah sebagai berikut :

1. Setelah anda mempelajari pembuatan / perakitan pesawat elektronika, agar supaya urutan-urutan kerja pembuatan pesawat elektronika menghasilkan yang baik dan profesional maka anda harus mengikuti urutan-urutan sebagai berikut
  - a. Kenalilah jenis dan nama-nama komponen yang berada pada sirkit yang akan dibuat
  - b. Lakukan merencanakan pembuatan layout PCB dengan menggunakan kertas khusus(bergaris horizontal dan vertical)
  - c. Buatlah gambar layout PCB pandangan atas (komponen side)
  - d. Buatlah gambar layout pandangan bawah (wolder side)
  - e. Butir c dan d di gunakan bila anda akan melakukan pembuatan layout PCB pada PCB single side
  - f. Bila anda akan membuat layout PCB pada jenis PCB double side maka layout jalur-jalur komponen berada diatas maupun dibawah
  - g. Penempatan komponen pada PCB double side hanya dilakukan pada satu side.
  - h. Penyolderan kaki-kaki socket IC dan kaki-kaki komponen
  - I. Menyiapkan kabel-kabel sambungan (untuk power supply dan input/output).
- Uji coba dan pengukuran besaran -besaran listrik

Seperti telah anda pelajari pada modul tehnik digital komponen-komponen dalam tehnik elektronika ada yang termasuk kelas komponen elektornika analog dan ada

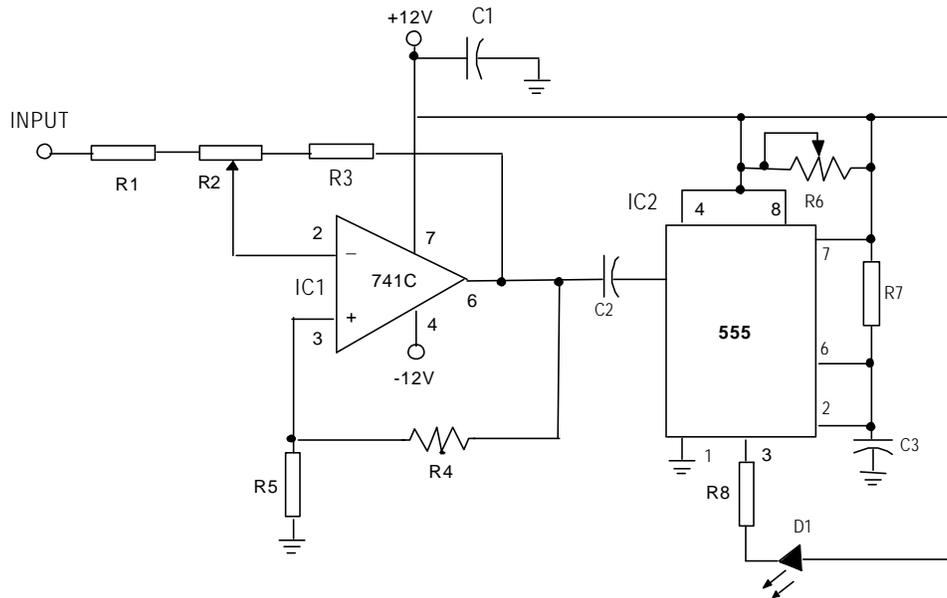
yang termasuk kelas komponen elektronika digital

## **2. PERALATAN**

1. Komponen-komponen Optical FM Transmitter
2. Breadboard 1 buah
3. Kabel telepon secukupnya
4. DC Power supply +9VDC- 1set
5. Multimeter 1 buah
6. Kertas bergaris 1 lembar
7. PCB single side 10 cm x15 cm - 1buah
8. Kertas karbon 1 lembar
9. Spidol tahan air 1 buah
10. Pensil dan penghapus masing-masing 1buah
11. Larutan FeCl<sub>3</sub> secukupnya
12. Sabun dan abu gosok secukupnya
13. Mesin bor 1 buah
14. Mata bor 1 mm- 1buah
15. Mata bor 0,5mm-1 buah
16. Kabel senur Hitam 1 meter
17. Kabel senur merah 1 meter
18. Solder dan timah secukupnya

## **3. LANGKAH KERJA**

- a. Perhatikan dengan seksama sirkit berikut ini



**Gambar 4.11**  
**Optical FM Transmitter**

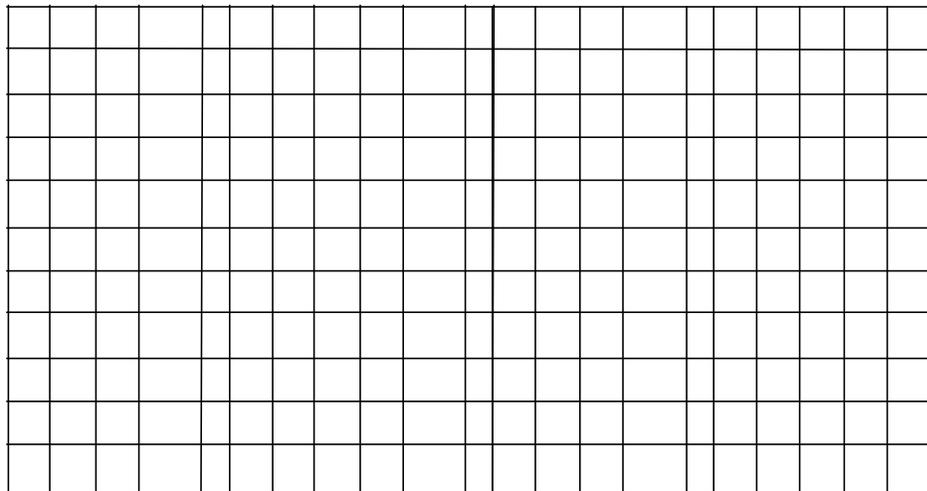
**b. Daftar komponen**

IC1 : Operational Amplifier	: 1 buah
IC2 : 555 Timer	: 1 buah
D1 : LED	: 1 buah
C1 : Capacitor 10 <sup>7</sup> F	: 1 buah
C2 : Capacitor 0,1 uF	: 1 buah
C3 : Capacitor 500 pF	: 1 buah
R1, R3 : Resistor 1K/0,25W	: masing-masing 1 buah
R2 : Resistor 100K Potensiometer	: 1 buah
R4, R5 : Resistor 5K6/0,25W	: masing-masing 1 buah
R6 : Resistor 100K Potensiometer	: 1 buah
R7 : Resistor 12 K	: 1 buah
R8 : Resistor 220 Ohm	: 1 buah
Socket 8 pin	: 2 buah

**c. Latihan**

1. Komponen yang memiliki tanda panah dua arah keatas

- adalah.....
2. IC 555 jumlah kakinya adalah 8.  
Di hubungkan kemana kaki nomor 1?.....
  3. Resistor 100 K. Apakah arti K disini? .....
  4. Resistor nilainya adalah 1K. Berapakah Ohm kah 1 K Ohm ?  
..... Ohm
  5. Capacitor nilainya adalah 500pF . Apakah artinya p ?  
.....
  6. Capacitor nilainya adalah 0,1? F ? 0,1? F =..... Farad
  7. Resistor 5K6. Apa artinya 5K6 ini?  
.....  
.....
  8. Rangkailah sirkit pada breadboard dan uji coba/pengukuran-pengukuran
  10. Untuk merencanakan gambar layout jalur PCB dari sirkit Anda lakukan pada jenis kertas seperti gambar berikut



**Gambar 4.12**

**Jenis kertas untuk merencana menggambar layout jalur PCB**

**4. PENILAIAN**

Aspek yang diukur	Kriteria Penilaian	L / TL	Rekomend
-------------------	--------------------	--------	----------

			<b>asi</b>
Persiapan	Peralatan disiapkan sesuai dengan kebutuhan Periksa semua peralatan sebelum praktek di mulai		
Sikap kerja	Pengupasan kabel coaxial dengan pisai dilakukan denganm hati-hati		
Menyiapkan komponen	Komponen diidentifikasi jenis dan jumlahnya		
Penggunaan peralatan	Gunakan fasilitas peralatan sebagai mana mestinya		
Uji coba	Hasil perakitan diuji coba menggunakan multimeter		
Pemilihan komponen	Komponen dipilih sesuai dengan fungsinya .		
Bentuk gelombang	Ouput function generator diukur dengan osiloskop		

L = Lulus

TL = Tidak Lulus

Penilai

### III. EVALUASI

#### A. INTERVIEW TEST ( TES METODE WAWANCARA )

Nama siswa : .....

Tanggal : .....

Beri tanda ( v ) pada kolom “ Yes “ atau “ No “ dari pertanyaan- pertanyaan yang dijawab oleh kandidat.

No.	Pertanyaan	Yes	No	Ket.
1.	Alat apa yang dibutuhkan untuk pemasangan komponen elektronika pada PCB			
2.	Apa yang dilakukan untuk mengetahui polaritas tegangan dc ?			
3.	Apa fungsi dari Multimeter ?			
4.	Apa arti “ solder side “ ( bagian solder ) dan “ komponen side “ ( bagian komponen ) ?			
Hasil :		Catatan :		

Guru Assesor

Siswa

.....

.....

**B. WRITEN TEST ( TES METODE TERTULIS )**

Nama kandidat : .....

Tanggal : .....

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini dengan singkat dan benar

A. Jelaskan dengan perkataan sendiri apa itu listrik

.....  
.....

B. Apa yang harus diperhatikan untuk keselamatan kerja pada saat mengoperasikan multimeter

.....  
.....

C. Alat tangan apa yang sesuai digunakan untuk melipat kaki-kaki komponen

.....  
.....

D. Apa yang terjadi bila terjadi kesalahan pemasangan polaritas power supply ?

.....  
.....

**Hasil :**

**Catatan guru asesor :**

Guru assessor

Siswa

.....

.....

**C. PRAKTEK**

**MENGECEK DAN MEMASANG  
KOMPONEN-KOMPONEN ELEKTRONIKA PADA PCB**

Nama : .....

Tanggal : .....

**TUGAS**

Lakukan pengecekan dan pemasangan komponen-komponen function generator pada PCB dengan benar dan aman dibawah ini.

1. Siapkan peralatan - peralatan
2. Siapkan komponen - komponen
3. Siapkan sirkit lengkap function generator sesuai dengan ukuran lubang pada PCB
4. Pasang komponen pada PCB

**D. PRACTICAL CHECK LIST**

**TUGAS : MENGIDENTIFIKASI KOMPONEN DAN PERALATAN  
UNTUK FUNCTION GENERATOR PADA PCB**

Nama : .....

Tanggal : .....

Beri tanda ( v ) pada kolom “ Yes “ atau “ No “ dari pertanyaan- pertanyaan yang dijawab oleh siswa

No.	Pertanyaan	Yes	No	Ket.
1.	Memeriksa gambar kerja /sirkuit			
2.	Memeriksa jenis, dan kondisi fisik dan jumlah komponen yang diperlukan			
3.	Memeriksa kondisi fisik dan jangkauan ukur multimeter			
4.	Memeriksa alat tangan untuk melipat kaki komponen ( pinset )			
5.	Memeriksa PCB, layout jalurnya dan lubang untuk komponen-komponen			
Hasil :				
Guru assessor		Siswa		
.....		.....		

**E. PRACTICAL CHECK LIST**

**TUGAS : MENGECEK KOMPONEN DAN PERALATAN  
FUNCTION GENERATOR**

Nama : .....

Tanggal : .....

Beri tanda ( v ) pada kolom “ Yes “ atau “ No “ dari pertanyaan- pertanyaan yang dijawab oleh kandidat

No.	Pertanyaan	Yes	No	Ket.
1.	Mengecek IC register geser, resistor, dan LED secara fisik			
2.	Mengecek komponen-komponen menggunakan multimeter dengan benar			
3.	Mengecek alat tangan untuk melipat kaki komponen ( pinset )			
4.	Mengecek PCB, layout jalurnya dan lubang untuk komponen-komponen dengan multimeter			
Hasil :				
Guru assessor		Siswa		
.....		.....		



**G. PRACTICAL CHECKLIST**

**TUGAS : MEMASANG KOMPONEN PADA PCB**

Nama : .....

Tanggal : .....

Beri tanda ( v ) pada kolom “ Yes “ atau “ No “ dari pertanyaan- pertanyaan yang dijawab oleh kandidat

No.	Pertanyaan	Yes	No	Ket.
1.	Memasang resistor pada lubang di PCB			
2.	Memasang LED pada lubang PCB dengan polaritas + dan _ nya tidak terbalik			
3.	Memasang IC register geser pada PCB dengan posisi yang benar dan aman			
Hasil :				
Guru assessor		Siswa		
.....		.....		

**H. PENGECEKAN DAN PEMASANGAN KOMPONEN KOMPONEN DAN PERALATAN UNTUK FUNCTION GENERATOR PADA PCB**

Nama : .....

Tanggal : .....

**CATATAN HASIL KEGIATAN**

Guru asessor

Siswa

.....

.....

**I. REKAPITULASI HASIL ASSESMENT**

**PENGECEKAN DAN PEMASANGAN  
KOMPONEN-KOMPONEN FUNCTION GENERATOR PADA PCB**

Nama : .....

Tanggal : .....

Beri tanda ( v ) pada kolom “ Yes “ atau “ No “ dari pertanyaan- pertanyaan yang dijawab oleh kandidat

<b>NO.</b>	<b>METODA PENILAIAN</b>	<b>KOMPETEN</b>	<b>BELUM KOMPETEN</b>	<b>KET.</b>
<b>1.</b>	<b>WAWANCARA</b>			
<b>2.</b>	<i>TERTULIS</i>			
<b>3.</b>	<i>PRAKTEK</i>			
<b>Catatan :</b>				

**HASIL**

KOMPETEN

BELUM KOMPETEN

Guru assessor

Siswa

.....

.....

**J. UMPAN BALIK**

**MENGECEK DAN MEMASANG  
KOMPONEN-KOMPONEN FUNCTION GENERATOR PADA PCB**

Berilah rekomendasi pada kolom yang tersedia

No	Pernyataan	Rekomendasi			Ket.
		<i>Cukup</i>	<i>Sedang</i>	<i>Baik</i>	
1	Persiapan yang telah dilakukan				
2	Penjelasan yang di terima sehubungan dengan pelaksanaan uji kompetensi				
3	Komunikasi selama pengujian berlangsung				
4	Sikap dan performance asesor selama melakukan assessment				
5	Keobyektipan dalam melakukan penilaian				
6	Penyelenggaraan secara keseluruhan				
Hal-hal lain :					
Siswa		Guru Asesor			
.....		.....			

## **K. KUNCI JAWABAN**

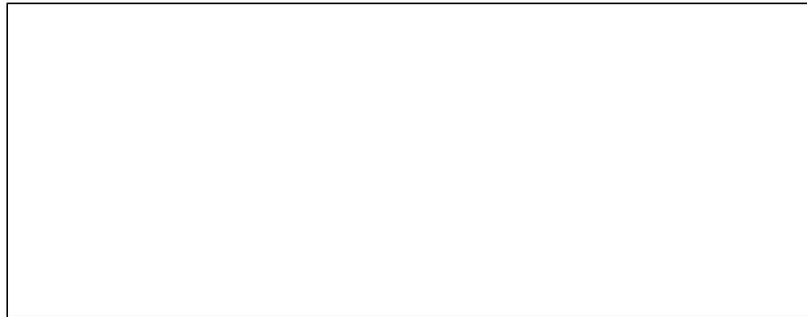
### **Kunci jawaban Interview Test ( Test Metode Wawancara )**

1. Tang lancip
2. Tanda titik ( dot ) dan notch pada IC
3. Untuk mengukur tegangan dc, ac, ohm dan arus listrik
4. Solder side adalah bidang PCB untuk menyolder kaki-kaki komponen, sedangkan komponen side adalah bidang PCB untuk memasang komponen-komponen

### **Kunci jawaban Writen Test ( Test Metode Tertulis )**

- A. UJT RS2029, resistor 100 ohm dan LED indikator
- B. Selalu meletakkan batas ukur pada nilai tertinggi
- C. Pinset
- D. Power supply dan komponen akan rusak

## **L. GAMBAR KERJA / SIRKIT**



## **M. JALUR LAYOUT PCB**



**Guru Asesor**

.....  
**NIP**

**REKAPITULASI HASIL PENILAIAN KOMPETENSI  
MODUL DASAR ELEKTRONIKA**

No.	KUK	Pengetahuan	Keterampilan	Sikap	Nilai	Ket
1	1.1	v				
2	1.2	x				
3	1.3					
4	1.4					
5	2.1					
6	2.2					
7	2.3					
8	3.1					
9	3.2					
10	3.3					
11	3.4					
12	4.1					
13	4.2					
14	4.3					
15	5.1					
16	5.2					
17	5.3					
18	5.4					
19	6.1					
20	6.2					
21	6.3					
22	6.4					
<b>Nilai Total</b>					<b>80</b>	<b>B</b>
v = LULUS		<b>HASIL</b>				
x = BELUM LULUS						
<b>KOMPETEN</b>		<b>BELUM KOMPETEN</b>				
						
Tgl/Bln/Th						
.....						
Guru Assesor			Siswa Kandidat			
.....			.....			

## DAFTAR PUSTAKA

*Kotsuhito Ogata, Teknik Kontrol Automatik ( terjemahan : Edi Laksono). Jakarta : PT Penerbit Erlangga, 1996*

Delton T. Horn, Home Remote Control and Automation Projects, Tab Books, Mc Graw-Hill USA, 1986

Louis E. Frenzel, Jr., Communication Electronics, Glencoe, Macmillan/McGraw-Hill, New York, 1992

*New Step Toyota Astra Motor, PT. Toyota Astra Motor, Jakarta 1995*

Daryanto, Drs. *Dasar-dasar Tehnik Mobil*, Bumi Aksara, Jakarta 1995

Otim, Drs. *Dasar-dasar Otomotif*, Pusat Pengembangan Penataran Guru Teknologi Bandung

Buntarto, Drs. *Cara Pemeriksaan,penyetelan dan Perawatan Kelistrikan Mobil*, Yogyakarta, 1993.

Yayat Supriatna, Sumarsono, *Listrik Otomotif*, Angkasa, Bandung 1994.

*Tobey. G.E., Graeme.J.G.,Huelman.L.P., Operation Amplifiers Design and Applications, Singapore : McGraw-Hill,1981.*

## STORYBOARD

**Judul Modul Pembelajaran: DASAR ELEKTRONIKA**

**Bidang Keahlian : KETENAGALISTRIKAN**  
**Program Keahlian : TEKNIK PEMANFAATAN TENAGA LISTRIK**

No	URUTAN PEMBELAJARAN	NARASI	SIMULASI PEMBELAJARAN SESUAI URUTAN TOPIK								KETERANGAN SIMULASI
			Animasi	Gambar	Video	Audio	Simulasi Praktek	Latihan	Evaluasi	Skor	
1	DESKRIPSI MATERI	Memahami, menggunakan dasar listrik, magnet, symbol komponen, osiloskop dan pembuatan pesawat elektronika	-	v	-	v	-	v	v		
2	PRASYARAT	- Matematika - Ilmu Bahan Listrik - Dasar Perakitan Pesawat	-	v	-	-	-	v	v		
3	PETA KEDUDUKAN MODUL	Modul ini diberikan setelah pengenalan komponen-komponen listrik	-	-	-	v	-	v	V		

No	URUTAN PEMBELAJARAN	NARASI	SIMULASI PEMBELAJARAN SESUAI URUTAN TOPIK								KETERANGAN SIMULASI
			Animasi	Gambar	Video	Audio	Simulasi Praktek	Latihan	Evaluasi	Skor	
4	PERISTILAHAN	Berisi peristilahan pada dasar elektronika	-	v	-	v	-	v	v		
5	PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	Pembelajaran individual baik teori maupun praktek oleh siswa dengan langkah-langkah belajar praktek sesuai modul	-	-	v	v	-	v	v		
6	KEGIATAN BELAJAR I 6.1 Penjelasan Umum	Kegiatan belajar diarahkan kepada penggunaan komponen dan alat ukur serta pembuatan pesawat sederhana	-	-	v	v	-	v	v		
	6.2 Uraian Sub Materi	Definisi, symbol, hokum-hukum pengoperasian	-	v	-	-	-	v	v		



No	URUTAN PEMBELAJARAN	NARASI	SIMULASI PEMBELAJARAN SESUAI URUTAN TOPIK								KETERANGAN SIMULASI
			Animasi	Gambar	Video	Audio	Simulasi Praktek	Latihan	Evaluasi	Skor	
	EVALUASI	Mengukur output audio function generator	v	v	-	v	v	v	-		
	Materi 1: Function Generator	Menggunakan komponen-komponen LDR, transistor, fet untuk function generator	-	v	-	v	v	v	v		
	Evaluasi	Merangkai pada breadboard dan uji coba dengan osiloskop	-	v	-	-	v	v	v		
	Mateti 2: Flashing light	Menggunakan timer untuk astabil multivibrator, trompot dan LED	v	v	-	-	v	v	v		
	EVALUASI	Identifikasi komponen, merangkai dan uji coba	-	v	-	v	v	v	V		
8	POST TEST/ EVALUASI AKHIR	Langkah-langkah, pembuatan pesawat elektronika	-	v	-	v	v	v	v		