



**MERAWAT DAN
MEMPERBAIKI ALAT UKUR
LISTRIK**

**ELK-DAS.19
30 JAM**



Penyusun :
TIM FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA

**DIREKTORAT PENDIDIKAN MENENGAH KEJURUAN
DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN DASAR DAN MENENGAH
DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
EDISI 2001**

KATA PENGANTAR

Modul dengan judul **“MERAWAT DAN MEMPERBAIKI ALAT UKUR LISTRIK”** merupakan bahan ajar yang digunakan sebagai panduan praktikum peserta diklat Sekolah Menengah Kejuruan (SMK) untuk membentuk salah satu bagian kompetensi Penggunaan Alat Ukur Listrik pada Program Keahlian Teknik Listrik, Bidang keahlian Teknik Elektro.

Modul ini berisi tiga kegiatan belajar yaitu : Kegiatan belajar I dan II berisi perawatan dan perbaikan multimeter dan perawatan dan perbaikan *Cathode Ray Oscilloscope* (CRO). Sedangkan Kegiatan belajar III berisi perawatan dan perbaikan *Audio Function Generator*(AFG).

Modul ini terkait dengan modul lain yang membahas Simbol dan Data Teknik Alat Ukur Listrik, Memilih Alat Ukur Listrik, Teknik Pengukuran Listrik, Menggunakan Alat Ukur Analog dan Menggunakan Alat Ukur Elektronik.

Yogyakarta, Nopember 2001

Penyusun
Tim Fakultas Teknik
Universitas Negeri Yogyakarta

DESKRIPSI JUDUL

MERAWAT DAN MEMPERBAIKI ALAT UKUR LISTRIK dalam mempelajari perawatan dan perbaikan alat ukur diperlukan pengetahuan tentang teori dasar diantaranya meliputi rangkaian listrik, elektronika analog, dan ilmu bahan. Modul ini membahas tentang perawatan dan perbaikan alat ukur listrik yang disusun guna melengkapi materi ajar alat ukur dan pengukuran pada Sekolah Menengah Kejuruan. Isi materi pada modul ini secara sistematis membahas tentang bagaimana merawat alat ukur sehingga dapat terhindar dari kerusakan fatal dan menjaga keakurasian alat ukur tersebut. Sedangkan pada perbaikan alat ukur, pembahasan diulas secara rinci bagaimana dan dimulai dari mana saat terjadi kerusakan alat ukur sehingga memudahkan siswa dalam memahami pelajaran.

Modul ini berisi tiga kegiatan belajar yaitu : Kegiatan belajar I dan II berisi perawatan dan perbaikan multimeter dan perawatan dan perbaikan *Cathode Ray Oscilloscope* (CRO). Sedangkan Kegiatan belajar III berisi perawatan dan perbaikan *Audio Function Generator* (AFG).

Setelah selesai menggunakan modul ini, diharapkan peserta diklat (siswa) dapat memahami dasar-dasar pengukuran listrik pada teknik listrik dengan langkah yang benar dengan tidak meninggalkan aspek-aspek keselamatan kerjanya.

PETA KEDUDUKAN MODUL

PRASYARAT

Untuk melaksanakan modul **MERAWAT DAN MEMPERBAIKI ALAT UKUR LISTRIK** memerlukan kemampuan awal yang harus dimiliki peserta diklat, yaitu :

- Peserta diklat telah memahami pengetahuan komponen elektronika.
- Peserta diklat telah memahami pemakaian alat ukur dan pengukuran.
- Peserta diklat telah memahami konsep dasar rangkaian listrik .
- Peserta diklat mampu memahami konsep dasar elektronika analog.

DAFTAR ISI

	Halaman
JUDUL	i
KATA PENGANTAR	ii
DESKRIPSI MODUL	iii
PETA KEDUDUKAN MODUL	iv
PRASYARAT	v
DAFTAR ISI	vi
PERISTILAHAN / GLOSSARY	viii
PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL	ix
TUJUAN	x
1. Tujuan Akhir	x
2. Tujuan Antara	x
KEGIATAN BELAJAR 1	1
Lembar Informasi	1
Lembar Kerja.....	8
Kesehatan dan Keselamatan Kerja	8
Langkah Kerja.....	9
Lembar Latihan	19
KEGIATAN BELAJAR 2	20
Lembar Informasi	20
Lembar Kerja.....	28
Kesehatan dan Keselamatan Kerja	28
Langkah Kerja.....	29
Lembar Latihan	31
KEGIATAN BELAJAR 3	32
Lembar Informasi	32
Lembar Kerja.....	34
Kesehatan dan Keselamatan Kerja	34
Langkah Kerja.....	35
Lembar Latihan	41

LEMBAR EVALUASI	42
LEMBAR KUNCI JAWABAN	43
Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 1	43
Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 2.....	45
Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 3.....	47
Kunci Jawaban Lembar Evaluasi.....	49
DAFTAR PUSTAKA	50

PERISTILAHAN/GLOSSARY

Gerak d'Arsonval, gerakan dasar kumparan putar magnet permanen (*permanent magnet moving coil*).

Fluoresensi, sifat dari beberapa bahan berkrystal seperti fosfor atau oksida seng (*zinc oxide*) yang memancarkan cahaya bila dirangsang oleh radiasi.

Edy current, arus pusar yang terjadi mengelilingi sebuah penghantar dan biasanya menimbulkan panas.

PETUNJUK PENGGUNAAN MODUL

Untuk menggunakan modul ini beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain :

1. Sebelum melakukan kegiatan pengoperasian dan pengujian, perlu dikuasai terlebih dahulu teori pendukungnya.
2. Dalam kegiatan pengoperasian dan pengujian, perlu diikuti langkah kerja yang telah ditentukan.
3. Hal ini semata-mata agar terjaga keselamatan alat dan keselamatan semua komponen yang terkait dalam aktivitas tersebut termasuk di dalamnya praktikan. Jika terdapat keraguan harap berkonsultasi dengan instruktur.
4. Dalam melakukan pengoperasian dan pengujian, pembacaan penunjukan alat ukur harap seteliti mungkin.
5. Setelah selesai melakukan kegiatan, praktikan diharapkan dapat menjawab dan menyelesaikan pertanyaan yang diberikan.

TUJUAN

1. Tujuan Antara

- Peserta diklat mampu merawat dan memperbaiki multimeter.
- Peserta diklat mampu merawat dan memperbaiki *Cathode Ray Oscilloscope* (CRO) .
- Peserta diklat mampu merawat dan memperbaiki *Audio Function Generator* (AFG).

2. Tujuan Akhir

- Peserta diklat mampu mendeteksi kerusakan/kesalahan pada multimeter berdasarkan gejala yang terlihat pada outputnya.
- Peserta diklat mampu memperbaiki kerusakan/kesalahan pada multimeter berdasarkan gejala yang terlihat pada outputnya.
- Peserta diklat mampu mendeteksi kerusakan/kesalahan pada CRO berdasarkan gejala yang terlihat pada outputnya.
- Peserta diklat mampu memperbaiki kerusakan/kesalahan pada CRO berdasarkan gejala yang terlihat pada outputnya.
- Peserta diklat mampu mendeteksi kerusakan/kesalahan pada AFG berdasarkan gejala yang terlihat pada outputnya.
- Peserta diklat mampu memperbaiki kerusakan/kesalahan pada AFG berdasarkan gejala yang terlihat pada outputnya.

KEGIATAN BELAJAR 1

PERBAIKAN DAN PERAWATAN MULTIMETER

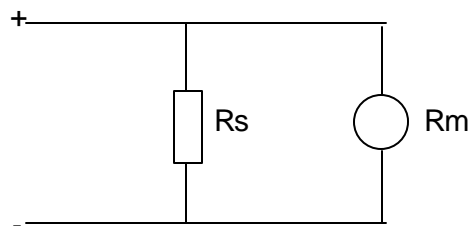
Lembar Informasi

Ampermeter, voltmeter, dan ohmmeter, semuanya menggunakan gerak d'Arsonval yaitu gerakan dasar kumparan putar magnet permanen (permanent magnet moving coil). Perbedaan antara instrumen-instrumen ini adalah rangkaian di dalam mana gerak dasar tersebut digunakan. Berarti adalah jelas bahwa sebuah instrumen tunggal dapat direncanakan untuk melakukan ketiga fungsi pengukuran tersebut. Instrumen ini dilengkapi dengan sebuah sakelar posisi untuk menghubungkan rangkaian-rangkaian yang sesuai dengan gerak d'Arsonval.

A. AMPERMETER ARUS SEARAH (DC AMMETERS)

1. Tahanan Shunt (Shunt resistor).

Gerakan dasar dari sebuah ampermeter arus searah adalah galvanometer PMMC. Karena gulungan kumparan dari sebuah gerakan dasar adalah kecil dan ringan dia hanya dapat mengalirkan arus yang kecil. Bila yang akan diukur adalah arus besar, sebagian besar dari arus tersebut perlu dialirkan ke sebuah tahanan yang disebut *shunt*.



Gambar 1. Rangkaian Dasar Arus Searah

Tahanan shunt dapat ditentukan dengan menerapkan analisa rangkaian konvensional terhadap Gambar.1,

Dimana R_m = tahanan dalam alat ukur
 R_s = tahanan shunt
 I_m = arus defleksi skala penuh dari alat ukur
 I_s = arus shunt
 I = arus skala penuh ampermeter termasuk arus shunt.

Karena tahanan shunt paralel terhadap alat ukur (ampermeter), penurunan tegangan pada tahanan shunt dan alat ukur harus sama dan dituliskan

$$V_{shunt} = V_{alat\ ukur}$$

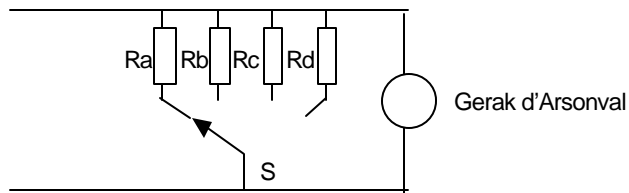
$$I_s R_s = I_m R_m$$

Tahanan shunt yang digunakan dalam sebuah alat ukur dasar bisa terbuat dari sebuah kawat tahanan bertemperatur konstan yang ditempatkan di dalam instrumen atau sebuah shunt luar yang memiliki tahanan yang sangat rendah.

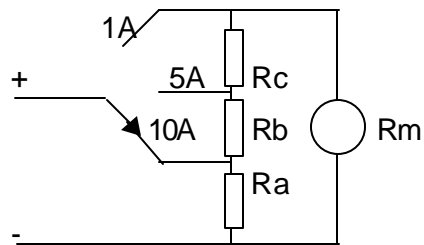
2. Shunt Ayrton

Batas ukur sebuah ampermeter arus searah (dc) masih dapat diperbesar dengan menggunakan sejumlah tahanan shunt yang dipilih melalui sakelar rangkuman. Alat ukur seperti ini disebut ampermeter rangkuman ganda. Alat ini ditunjukkan pada Gambar 2. Rangkaian ini memiliki empat shunt R_a , R_b , R_c , dan R_d yang dihubungkan paralel terhadap alat ukur agar menghasilkan empat batas ukur yang berbeda. Saklar S adalah sebuah sakelar posisi ganda dari jenis menyambung sebelum memutuskan (*make-before break*), sehingga alat pencatat tidak akan rusak, oleh karena tidak terlindungnya rangkaian tanpa sebuah shunt sewaktu perubahan batas ukur.

Shunt universal atau shunt ayrton dalam Gambar 3 mencegah kemungkinan pemakaian alat ukur tanpa tahanan shunt. Keuntungan yang diperoleh adalah nilai tahanan total yang sedikit lebih besar. Shunt Ayrton ini memberikan kemungkinan yang sangat baik untuk menerapkan teori dasar rangkaian listrik dalam sebuah rangkaian praktis.



Gambar 2.
Diagram Skema Amperemeter Rangkuman Ganda Sederhana



Gambar 3. Shunt Universal atau Ayrton

Tindakan pencegahan yang harus diperhatikan bila menggunakan sebuah amperemeter adalah:

1. Jangan sekali-kali menghubungkan amperemeter ke sumber tegangan. Karena tahanannya yang rendah dia akan mengalirkan arus yang tinggi sehingga merusak alat tersebut. Sebuah amperemeter harus selalu dihubungkan seri terhadap beban yang mampu membatasi arus.
2. Periksa polaritas yang tepat. Polaritas yang terbalik menyebabkan defleksi yang berlawanan yang dapat merusak jarum penunjuk.
3. Bila menggunakan alat ukur rangkuman ganda, mula-mula gunakan rangkuman yang tertinggi; kemudian turunkan sampai diperoleh defleksi yang sesungguhnya. Untuk memperbesar ketelitian pengukuran, gunakan rangkuman yang menghasilkan pembacaan terdekat ke skala penuh.

B. VOLTMETER ARUS SEARAH

1. Tahanan pengali

Penambahan sebuah tahanan seri atau pengali (multiplier), mengubah gerakan d'arsonval menjadi sebuah voltmeter arus searah. Tahanan pengali membatasi arus ke alat ukur agar tidak melebihi arus sakala penuh (I_{dp}). Sebuah voltmeter arus searah mengukur beda potensial antara dua titik dalam sebuah rangkaian arus searah dan dengan demikian dihubungkan paralel terhadap sebuah sumber tegangan atau komponen rangkaian. Biasanya terminal-terminal alat ukur ini diberi tanda positif dan negatif karena polaritas harus ditetapkan.

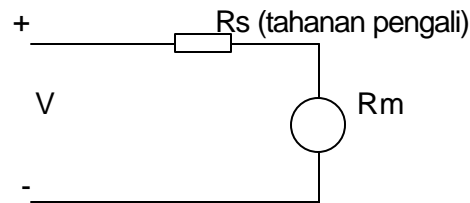
Nilai tahanan pengali yang diperlukan untuk memperbesar batas ukur tegangan ditentukan dari Gambar 4, dimana :

I_m = arus defleksi dari alat ukur

R_m = tahanan dalam alat ukur

R_s = tahanan pengali

V = tegangan rangkuman maksimum dari instrumen



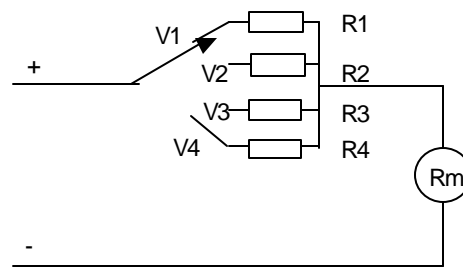
Gambar 4. Rangkaian Dasar Voltmeter Arus Searah

$$V = I_m (R_s + R_m)$$

Biasanya untuk batas ukur sampai 500 V pengali dipasang didalam kotak voltmeter. Untuk tegangan yang lebih tinggi, pengali tersebut dipasang pada sepasang apitan kutub diluar kotak yakni untuk mencegah kelebihan panas dibagian dalam voltmeter.

2. Voltmeter rangkuman ganda

Penambahan sejumlah pengali beserta sebuah saklar rangkuman membuat instrumen mampu digunakan bagi sejumlah rangkuman tegangan. Sebuah voltmeter rangkuman ganda yang menggunakan sebuah saklar empat posisi (V1, V2, V3, dan V4) dan empat pengali (R1, R2, R3, dan R4). Nilai dari pada tahanan-tahanan pengali dapat ditentukan dengan metoda sebelumnya, atau dengan metoda sensitivitas.



Gambar 5. Voltmeter Rangkuman Ganda

a. Sensitivitas voltmeter

Sensitivitas S , adalah kebalikan dari defleksi skala penuh alat ukur yaitu:

$$S = 1 / I_{dp}$$

Sensitivitas S dapat digunakan pada metode sensitivitas untuk menentukan tahanan pengali voltmeter arus searah.

$$R = (S \times V) - R_m$$

- Dimana
- S = sensitivitas voltmeter, ohm/volt
 - V = rangkuman tegangan yang ditentukan oleh posisi saklar
 - R_m = tahanan-dalam alat ukur (ditambah tahanan seri)
 - R_s = tahanan pengali

b. Efek pembebanan

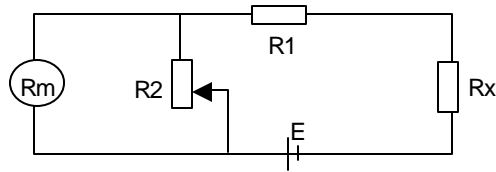
Bila sebuah voltmeter dihubungkan antara dua titik di dalam sebuah rangkaian tahanan tinggi, dia bertindak sebagai shunt bagi bagian rangkaian sehingga memperkecil tahanan ekivalen dalam bagian rangkaian tersebut. Berarti voltmeter akan menghasilkan penunjukan tegangan yang lebih rendah dari yang sebenarnya sebelum dihubungkan. Efek ini disebut efek pembebanan instrumen yang terutama disebabkan oleh sensitivitas rendah.

Tindakan pencegahan yang umum bila menggunakan sebuah voltmeter adalah:

1. Periksa polaritas yang benar. Polaritas yang salah (terbalik) menyebabkan voltmeter menyimpang kesumbat mekanis dan ini dapat merusak jarum.
2. Hubungkan voltmeter paralel terhadap rangkaian atau komponen yang akan diukur tegangannya.
3. Bila menggunakan rangkuman ganda, gunakan selalu rangkuman tertinggi dan kemudian turunkan sampai diperoleh pembacaan naik yang baik.
4. Selalu hati-hati terhadap efek pembebanan. Efek ini dapat diperkecil dengan menggunakan rangkuman setinggi mungkin (dan sensitivitas paling tinggi). Ketepatan pengukuran berkurang bila penunjukan berada pada skala yang lebih rendah.

C. OHMMETER TIPE SERI

Ohmmeter tipe seri sesungguhnya mengandung sebuah gerakan d'Arsonval yang dihubungkan seri dengan tahanan dan batere ke sepasang terminal untuk hubungan ke tahanan yang tidak diketahui. Berarti arus melalui alat ukur bergantung pada tahanan yang diketahui, dan indikasi alat ukur sebanding dengan nilai yang tidak diketahui, dengan syarat bahwa masalah kalibrasi diperhitungkan.



Gambar 6. Ohmmeter Tipe Seri

- Dimana
- R1 = tahanan pembatas
 - R2 = tahanan pengatur nol
 - E = batere didalam alat ukur
 - Rm = tahanan dalam d' Arsonval
 - Rx = tahanan yang tidak diketahui

Desain dapat didekati dengan mengingat bahwa, jika R_h menyatakan arus $\frac{1}{2} I_{dp}$, tahanan yang tidak diketahui harus sama dengan tahanan dalam total ohmmeter. Berarti :

$$R_h = R_1 + \frac{R_2 R_m}{R_2 + R_m}$$

$$R_1 = R_h - \frac{I_{dp} R_m R_h}{E}$$

D. OHMMETER TIPE SHUNT

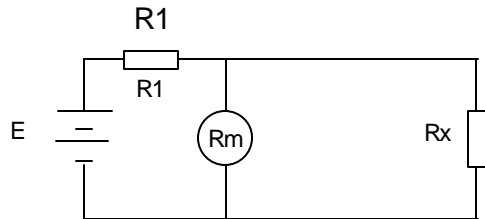
Diagram rangkaian sebuah ohmmeter tipe shunt ditunjukkan pada Gambar 7. Alat ini terdiri dari sebuah tahanan pengatur R_1 dan gerak d'Arsonval. Tahanan yang akan diukur dihubungkan ke terminal-terminal A dan B. Di dalam rangkaian ini diperlukan sebuah sakelar menghidupkan mematikan (*off-on switch*) untuk memutuskan hubungan batere ke rangkaian bila instrumen tidak digunakan.

Analisa ohmmeter tipe shunt serupa dengan ohmmeter tipe seri, arus skala penuh adalah:

$$I_{dp} = \frac{E}{R_1 + R_m}$$

$$R_h = \frac{R_1 R_m}{R_1 + R_m}$$

- Dimana
- E = Tegangan batere
 - R1 = tahanan pembatas arus
 - Rm = tahanan-dalam dari gerakan
 - Rh = tahanan luar yang menyebabkan defleksi 0.5 skala.



Gambar 7. Ohmmeter Tipe Shunt

Lembar Kerja

Alat dan Bahan

- | | |
|------------------------|------------|
| 1. Ohmmeter | 1 buah |
| 2. Amperemeter | 1 buah |
| 3. Voltmeter | 1 buah |
| 4. Resistor | secukupnya |
| 5. Potensiometer | secukupnya |

Kesehatan Dan Keselamatan Kerja

1. Untuk DC- meter perhatikan polaritas terminal ukur. Jangan sampai terbalik. Jika terbalik bias merusak meter (pegas pembalik jarum).
2. Perhatikan posisi jarum rotary switch sesuai dengan fungsi yang akan diukur baik resistansi, tegangan, arus, polaritas DC, Polaritas AC dan sebagainya.
3. Mengganti resistansi dalam meter harus sama dengan harga resistansi yang aslinya, karena akan mempengaruhi ketelitian pengukuran. Teknik rekayasa harga komponen yang tidak ada dipasaran yaitu dengan resistansi diseri atau diparalel.
4. pilih mutu komponen yang bertoleransi 1 %.
5. Lihat besarnya daya yang dipakai tiap-tiap komponen.
6. jenis-jenis bahan yang dipakai di sesuaikan dengan aslinya.

Langkah Kerja

Perbaikan Ohmmeter

1. Sebelum menggunakan ohmmeter hendaknya dikalibrasikan terlebih dahulu dengan cara sebagai berikut:
 - a. Hubung singkat test lead (positif dan negatif) sedangkan posisi rotari saklar pada perkalian 1.
 - b. Aturlah sehingga jarum penunjuk pada posisi 0Ω . Caranya adalah dengan mengatur zero adjustment.
 - c. Bila jarum tidak bisa menunjuk sampai pada batas 0Ω , maka berarti kondisi tidak pada skala penuh (arus tidak penuh dikarenakan tegangan batere berkurang) sehingga harus dilakukan pengetesan tegangan dalam (batere).
 - d. Jika batere tegangannya telah berkurang 20 % maka harus diganti.
 - e. Jika batere tegangannya masih dalam batasan toleransi maka deteksilah kemungkinan yang lain.
 - f. Saklar rotari harus dilakukan pengetesan hubungan (kontak ke rangkaian ohmmeter perkalian 1). Bila hubungan agak renggang secara mekanik maka harus dikuatkan lagi hubungannya.
 - g. Jika hubungan saklar rotari normal, maka deteksilah kemungkinan yang lain.
 - h. Pengetesan pada variabel resistor (zero adjustment) tanpa melepas komponen. Hasil pengukuran menunjukkan kondisi potensiometer, bila hasil pengukuran dibawah nilai standar potensiometer dengan toleransi 1 % maka gantilah potensiometer itu (membandingkan nilai potensiometer pada ohmmeter standar yang digunakan sebagai referensi). Bila potensiometer dalam kondisi normal kemungkinan kesalahan pada resistansi shunt.
 - i. Ukurlah resistansi shunt tersebut bandingkan dengan meter standar. Bila resistansi shunt tersebut nilainya dibawah toleransi 1 %, maka gantilah resistansi shunt tersebut. Bila resistansi shunt masih dalam kondisi normal carilah kemungkinan yang lain.

- j. Lihatlah pegas pada jarum penyimpangan bila kondisi sudah tidak standar tingkat ke kelenturannya maka gantilah sedangkan kalau pegas masih dalam kondisi normal maka kemungkinan lain dari semuanya adalah pada moving coil.
 - k. Pengecekan pada moving coil adalah dengan menggunakan ohmmeter standar dan ukurlah ujung-ujung dari moving coil, hasil pengukuran menunjukkan tingkat hubungan dalam kumparan moving coil, bila kumparan moving coil putus maka gantilah moving coil tersebut.
2. Cara perbaikan ohmmeter :
- a. Posisikan rotari saklar pada posisi $1k \Omega$.
 - b. Ukur sembarang nilai resistor, *langkah awal penggunaan ohmmeter harus dilalui terlebih dahulu yaitu kalibrasi pada zero adjustment.*
 - c. Catat hasil penunjukan.
 - d. Bandingkan dengan meter standar yang sama.
 - e. Berapa % penyimpangan.
 - f. Besarnya penyimpangan memberikan data kesalahan ukur.
 - g. Jika kesalahannya lebih besar dari 10%, deteksilah kesalahan tersebut dengan cara sebagai berikut :
 1. Lihat diagram rangkaian ohmmeter pada manual product.
 2. Ukurlah besarnya resistor yang digunakan untuk batas ukur $1 K \Omega$, dengan tanpa melepas komponen.
 3. Hasil pengukuran menunjukkan berapa % kesalahan pengukuran.
 4. Bila kesalahan lebih besar dari 1 % maka resistor tersebut harus diganti dengan nilai komponen yang sama pada manual product.
 5. Bila resistor masih normal maka carilah kemungkinan kerusakan yang lain.

- h. Saklar rotari harus dilakukan pengetesan hubungan (kontak ke rangkaian ohmmeter perkalian 1). Bila hubungan agak renggang secara mekanik maka harus dikuatkan lagi hubungannya.
- i. Jika hubungan saklar rotari normal, maka deteksilah kemungkinan yang lain.
- j. Pengetesan pada variabel resistor (zero adjustment) tanpa melepas komponen. Hasil pengukuran menunjukkan kondisi potensiometer, bila hasil pengukuran dibawah nilai standar potensiometer dengan toleransi 1 % maka gantilah potensiometer itu (membandingkan nilai potensiometer pada ohmmeter standar yang digunakan sebagai referensi). Bila potensiometer dalam kondisi normal kemungkinan kesalahan pada resistansi shunt.
- k. Ukurlah resistansi shunt tersebut bandingkan dengan meter standar. Bila resistansi shunt tersebut nilainya dibawah toleransi 1 %, maka gantilah resistansi shunt tersebut. Bila resistansi shunt masih dalam kondisi normal carilah kemungkinan yang lain.
- l. Lihatlah pegas pada jarum penyimpangan bila kondisi sudah tidak standar tingkat ke kelenturannya maka gantilah sedangkan kalau pegas masih dalam kondisi normal maka kemungkinan lain dari semuanya adalah pada moving coil.
- m. Pengecekan pada moving coil adalah dengan menggunakan ohmmeter standar dan ukurlah ujung-ujung dari moving coil, hasil pengukuran menunjukkan tingkat hubungan dalam kumparan moving coil, bila kumparan m
- n. Moving coil putus maka gantilah moving coil tersebut.

Perbaiki Amperemeter

Lihat Gejala :

A. Meter tidak menunjuk:

1. Cek probenya (test lead) apakah masih normal ?, gunakan ohmmeter, jika ada yang putus maka harus disambung atau ganti dengan yang baru.
2. Cek apakah meter menggunakan fuse ?, jika menggunakan fuse cek apakah fuse masih normal ?.
3. Cek rangkaian :
 - a. Cek moving koilnya, apakah masih normal ?, jika tidak maka periksa rangkaiannya.
 - b. Cek resistansi shunt apakah masih normal ?, jika sudah tidak normal maka ganti dengan harga resistansi yang sama.
 - c. Cek hubungan/sambungan pada saklar putar (rotary switch) apakah dalam kondisi normal ?, Jika renggang maka kencangkan kembali.

B. Penunjukkan tidak normal

1. Cek posisi jarum pada koreksi indicator nol (indicator zero corrector), jika normal maka cek rangkaian.
2. Cek probenya (test lead) apakah masih normal ?, gunakan ohmmeter, jika ada yang putus maka harus disambung atau ganti dengan yang baru.
3. Cek resistansi shunt apakah masih normal ?, jika tidak normal maka ganti resistansi shunt dengan resistansi yang sama dengan yang aslinya. Jika normal maka bandingkan dengan amperemeter normal, jika terjadi kesalahan maka nilai resistansi dalam meter (kumparan) harus diganti.
4. Cek moving coil apakah masih normal ?, jika tidak normal maka harus diganti. Jika masih normal, maka cek pegas jarum penunjuknya.

5. Cek pegas jarum penunjuk putar kiri dan putar kanan apakah masih normal ?, jika tidak maka harus diganti.

C. Amperemeter tidak mau kembali ke posisi nol setelah menunjuk

Jika terjadi kondisi seperti ini maka kerusakan pada bagian pegas pembalik putar kiri yang tidak normal. Maka harus diganti.

Perbaikan Voltmeter

Lihat gejala:

A. Voltmeter tidak menunjuk

1. Cek probenya (test lead) apakah masih normal ?, gunakan ohmmeter, jika ada yang putus maka harus disambung atau ganti dengan yang baru.
2. Cek apakah meter menggunakan fuse ?, jika menggunakan fuse cek apakah fuse masih normal ?.
3. Cek rangkaian :
 - a. Cek moving koilnya, apakah masih normal ?, jika tidak maka periksa rangkaiannya.
 - b. Cek resistansi shunt apakah masih normal ?, jika tidak normal maka ganti dengan harga resistansi yang sama.
 - c. Cek hubungan/sambungan pada saklar putar (rotary switch) apakah dalam kondisi normal ?, Jika renggang maka kencangkan kembali.

B. Penunjukkan tidak normal

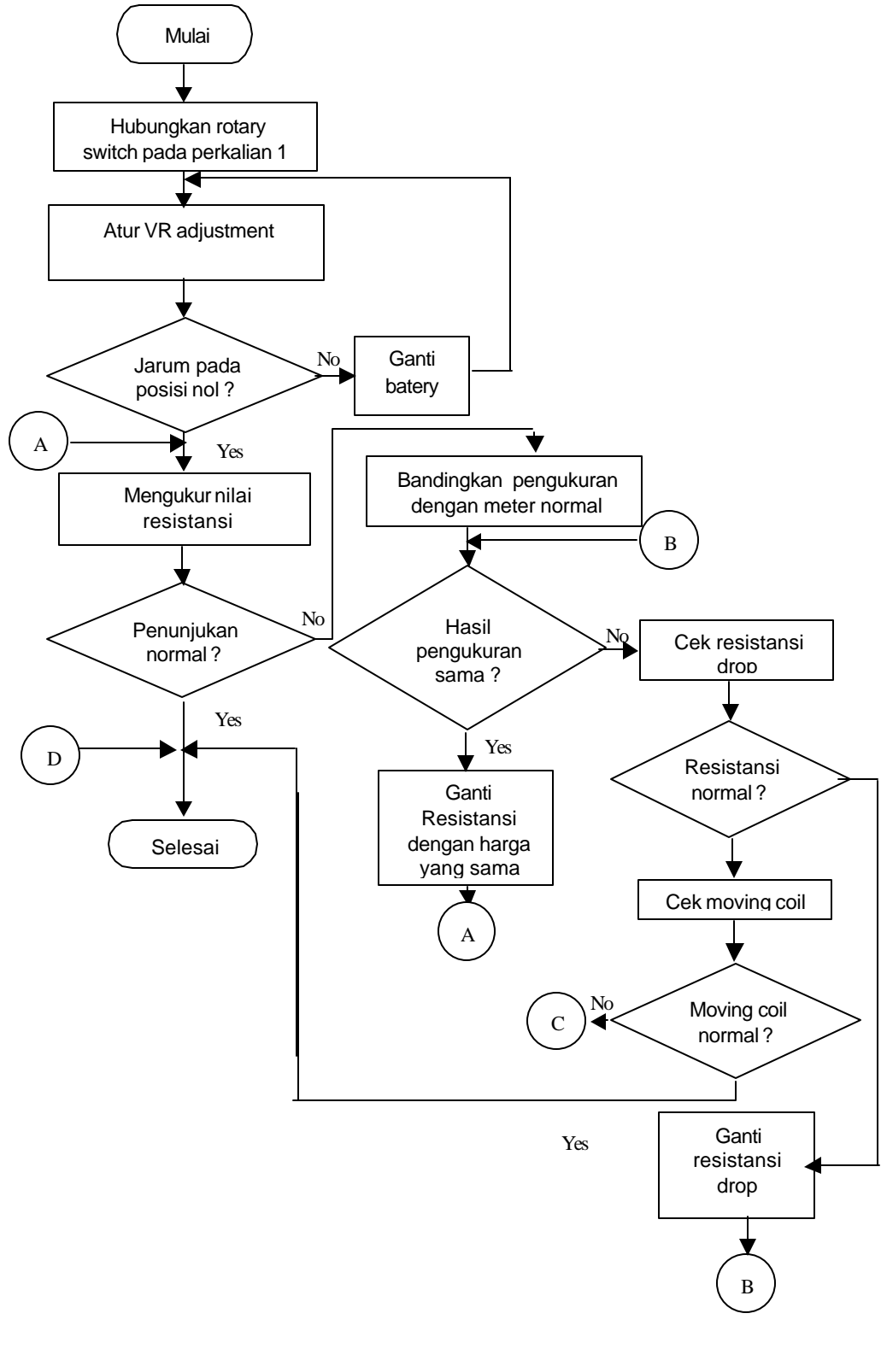
1. Cek probenya (test lead) apakah masih normal ?, gunakan ohmmeter, jika ada yang putus maka harus disambung atau ganti dengan yang baru.
2. Cek resistansi seri sesuai batas ukur apakah masih normal ? jika tidak maka harus diganti dengan harga yang sama dengan yang aslinya. Jika normal maka cek resistansi shunt.

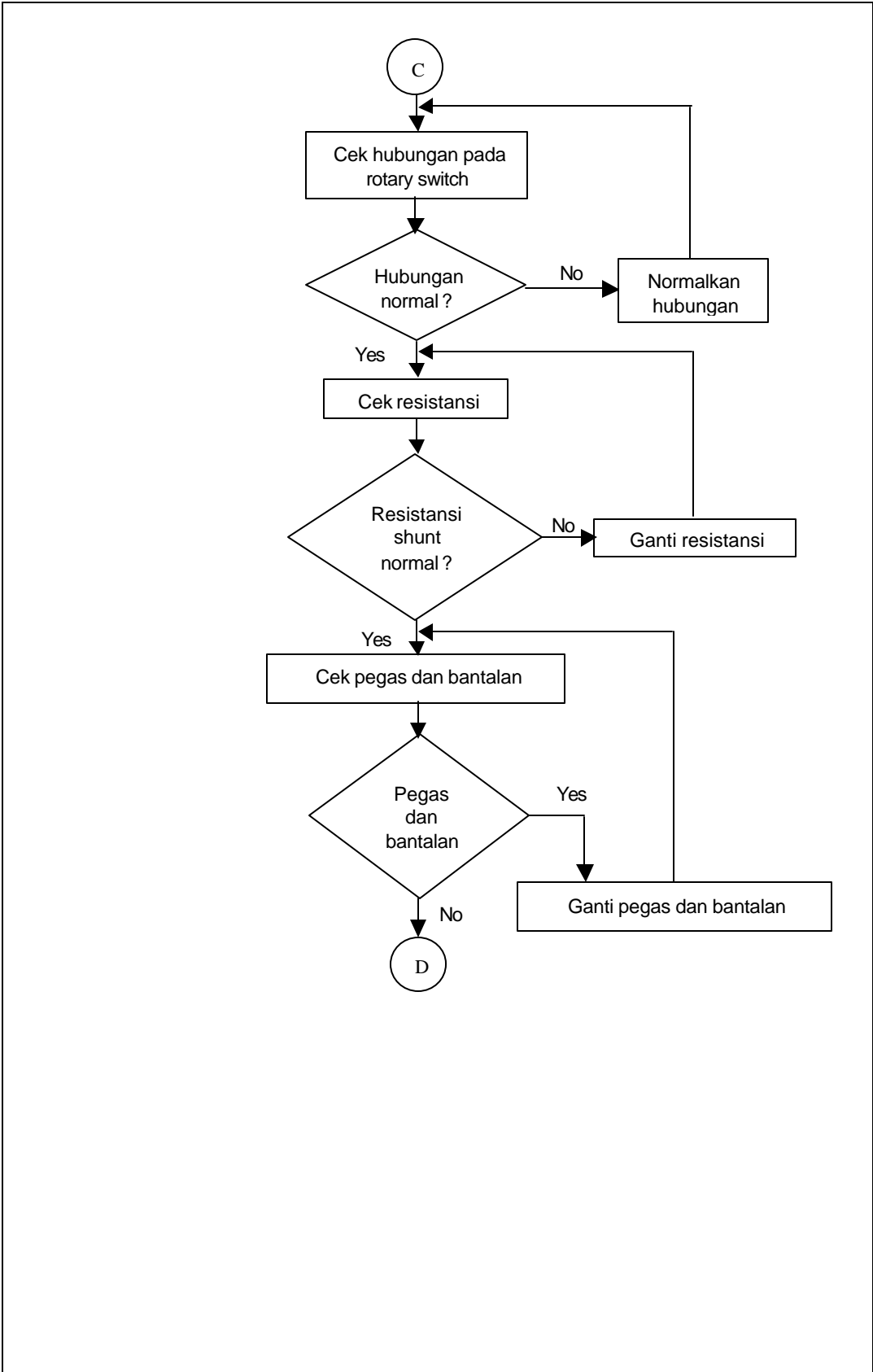
3. Cek resistansi shunt apakah masih normal ?, jika tidak normal maka ganti dengan harga resistansi yang sama.
4. Cek diode proteksi apakah masih normal ?, jika tidak normal ganti dengan spesifikasi yang sama dengan yang aslinya.

C. Voltmeter tidak mau kembali ke posisi nol setelah menunjuk

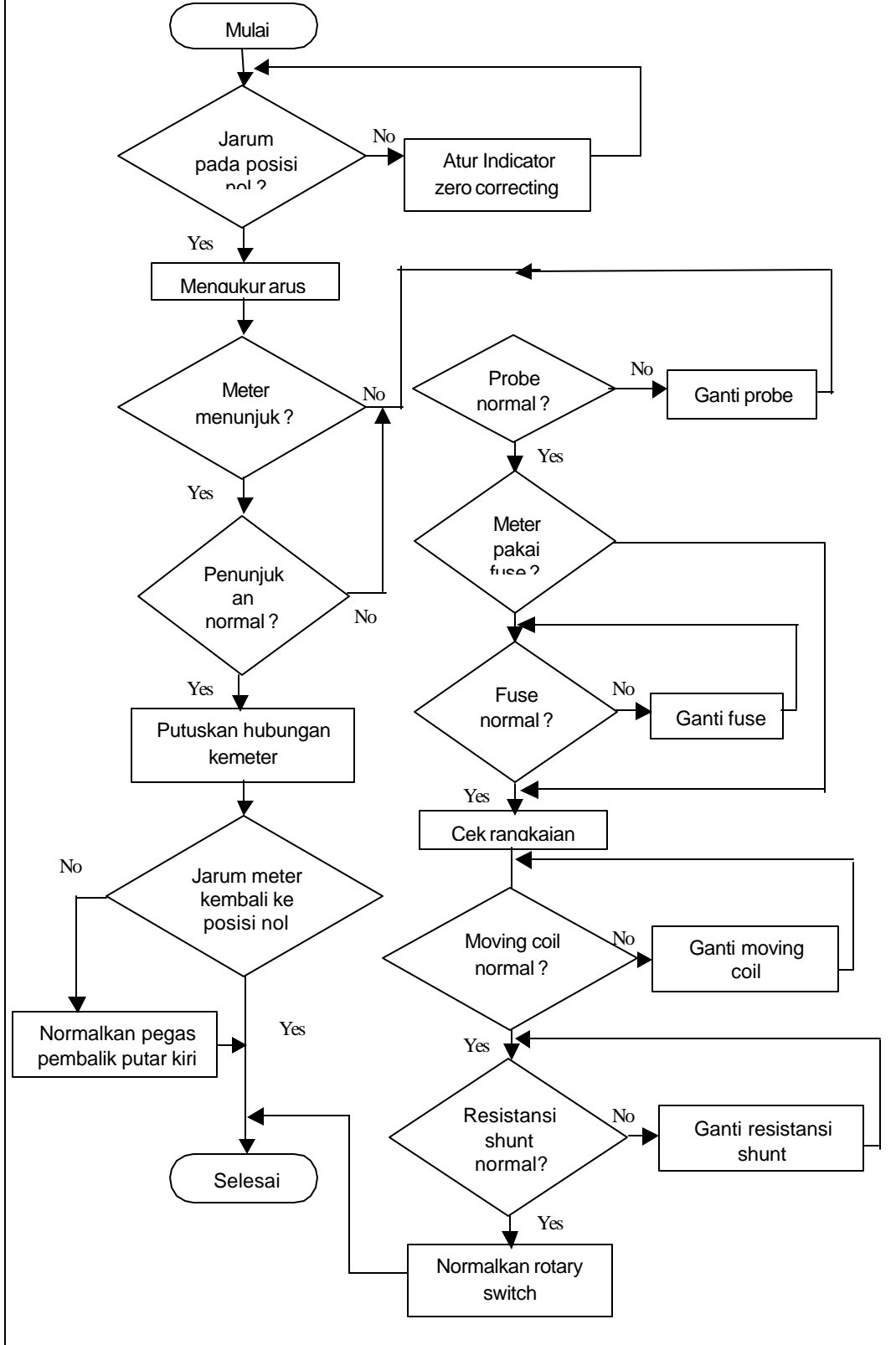
Jika terjadi kondisi seperti ini maka kerusakan pada bagian pegas pembalik putar kiri yang tidak normal. Maka harus diganti.

Flowchart Perbaikan Ohmmeter

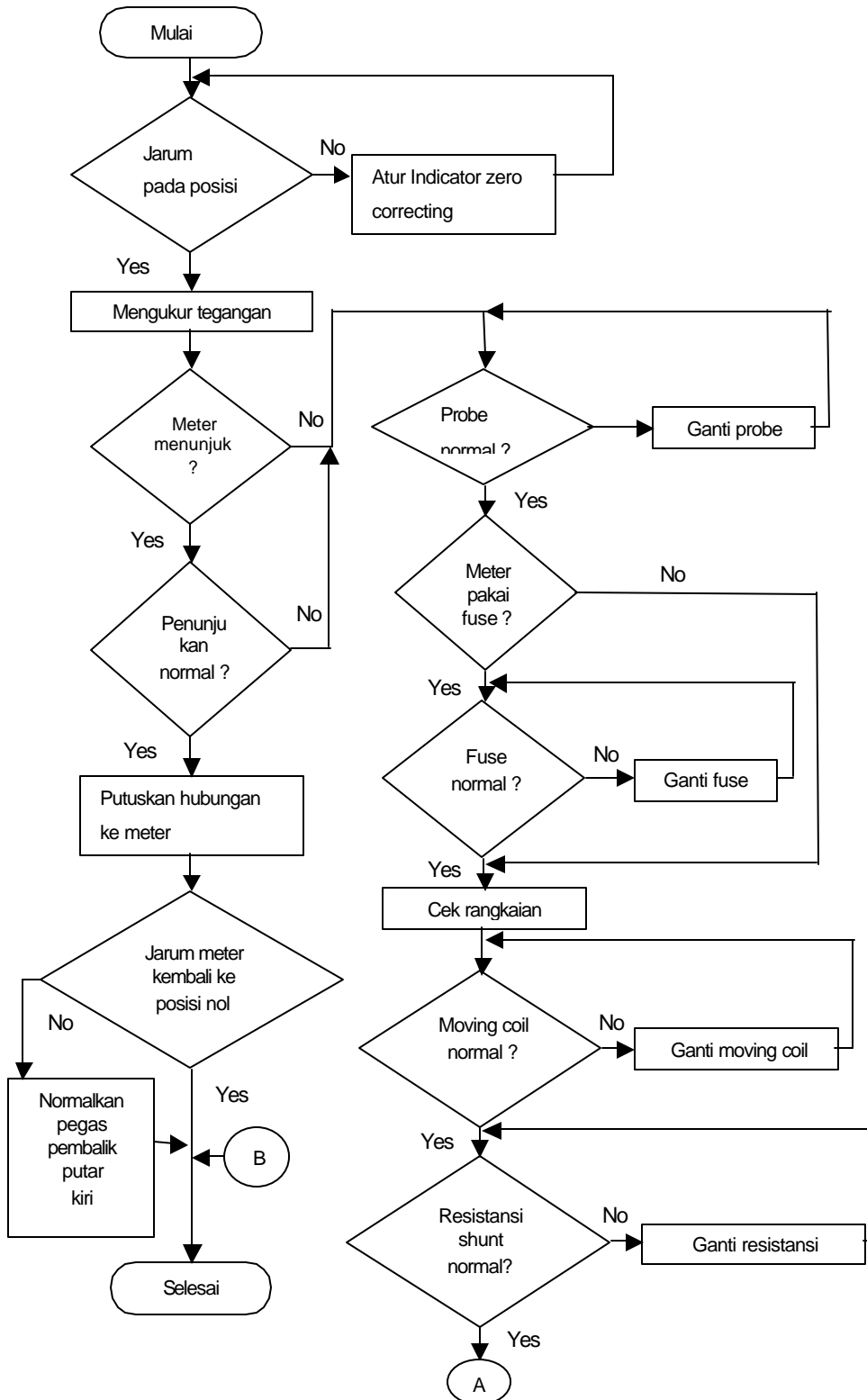




Flowchart Perbaikan Amperemeter



Flowchart Perbaikan Voltmeter



Lembar Latihan

1. Bagaimana prinsip dan cara kerja Amperemeter DC, Voltmeter DC, dan Ohmmeter ?
2. Apa yang anda lakukan jika ada sebuah Amperemeter DC yang tidak bisa menunjuk ?
3. Bagaimana memperbaiki kerusakan pada Voltmeter DC yang mampu menunjuk, tapi kemudian tidak mampu membalik keposisi awal ?
4. Sebuah Multimeter yang difungsikan sebagai Ohmmeter, hasil pengukuran Ohmmeter yang satu berbeda dengan hasil pengukuran Ohmmeter yang lain ?
5. Bagaimana merawat Amperemeter DC, Voltmeter DC, dan Multimeter DC secara benar ?

KEGIATAN BELAJAR 2

PERAWATAN DAN PERBAIKAN CATHODE RAY OSCILLOSCOPE (CRO)

Lembar Informasi

Osiloskope sinar katoda (*Cathoda Ray Osiloscope*) adalah instrumen pengukuran yang digunakan untuk pengukuran bentuk-bentuk gelombang. Karena berbeda dengan instrumen lainnya maka sub sistem dari Osiloskop dapat diketahui sebagai berikut :

- a. Tabung sinar katoda (*cathoda ray tube*) atau CRT.

CRT menghasilkan suatu berkas elektron yang dipusatkan secara tajam dan dipercepat ke suatu kecepatan yang tinggi. Berkas elektron yang dipusatkan ini bergerak dari sumbernya (senapan elektron, *electron gun*) kedepan. Dimana berkas elektron ini akan membentur bahan *fluoresensi* yang melekat dipermukaan CRT (layar) bagian dalam dengan energi yang cukup untuk membuat layar bercahaya dalam sebuah bintik kecil.

Elektron-elektron dipancarkan dari sebuah katoda termionik yang dipanaskan secara tidak langsung katoda ini secara keseluruhan dikelilingi oleh sebuah kisi pengatur kontrol (*control grid*) yang terdiri dari sebuah selinder nikel dengan lubang kecil ditengahnya, satu sumbu (*koaksial*) dengan sumbu tabung (silinder).

Elektron-elektron yang dipancarkan oleh katoda dan lewat melalui lubang kecil di dalam kisi pengatur, dipercepat oleh potensial positif yang dihubungkan ke kedua anoda pemercepat (*accelerating anodes*). Kedua anoda ini dipisahkan oleh sebuah anoda pemusat (*focusing anode*) yang melengkapi suatu metoda guna memusatkan elektron kedalam berkas terbatas yang sempit dan tajam. Kedua anoda pemercepat anoda pemusat ini juga berbentuk silinder dengan lobang-lobang kecil ditengah-tengah masing-masing silinder, satu sumbu CRT. Lubang-lubang didalam elektroda ini membolehkan

berkas elektron yang dipercepat dan terpusat merambat lewat pelat-pelat defleksi vertikal dan horizontal menuju layar fluorensi.

Gambar 8. Tabung CRT

Bagian CRT :

1) Perlengkapan senapan elektron

Senapan ini berfungsi untuk menghasilkan berkas elektron sempit dan terfokus secara tajam. Elektron yang terlepas mempunyai kecepatan yang sangat tinggi dan bergerak menuju layar *fluoresensi*.

2) Perlengkapan pelat defleksi

Agar dalam penggunaannya berkas elektron dapat digunakan untuk menghasilkan gelombang sinus, kotak atau bentuk gelombang yang diinginkan, maka diperlukan alat untuk membelokkan elektron kearah vertikal atau horizontal. Pelat defleksi ini akan mempengaruhi arah gerak elektron sehingga pada layar *fluoresensi* menimbulkan jejak gambar sesuai dengan masukan yang diukur.

3) Layar fluoresensi

Bila berkas elektron membentur layar CRT, maka akan dihasilkan sebuah bintik cahaya. Bahan layar dibagian dalam CRT yang menghasilkan efek ini adalah fosfor, fosfor menyerap energi

kinetik elektron yang membenturnya dan akan memancarkan kembali energi tersebut pada frekuensi yang lebih rendah dalam spektrum yang dapat dilihat. sifat dari beberapa bahan berkrystal seperti fosfor atau oksida seng (*zinc oxide*) yang memancarkan cahaya bila dirangsang oleh radiasi disebut *fluoresensi*.

4) Tabung gelas dan dasar tabung.

b. Penguat Vertikal (*Vertical amplifier*).

Elemen-elemen dasar dari penguat vertikal ini adalah :

Gambar 9. Blok Sistem Defleksi Vertikal

1) Probe

Probe berfungsi untuk menghubungkan penguat vertikal ke rangkaian yang diukur tanpa membebani atau jika tidak, mengganggu rangkaian. Jenis probe yang ditunjukkan pada gambar diatas adalah jenis penduga pasif. Probe ini terdiri dari sebuah tahanan seri (pelemahan sinyal) dan sebuah kapasitor shunt variabel. Keduanya berada didalam probe.

2) Pemilihan masukan

Pemilihan masukan adalah sebuah saklar yang mempunyai tiga posisi pada CRO yaitu (*ac-gnd-dc*).

3) Pelemahan masukan

Pelemahan masukan ini terdiri dari sejumlah pembagi tegangan RC, yang dikontrol melalui panel CRO oleh pemilih

VOLTS/DIV. Pelemahan masukan ini dapat digambarkan sebagai berikut.

Gambar 10. Pelemahan Masukan

4) Penguat Vertikal

Penguatan ini digunakan untuk memenuhi atau mempertahankan persyaratan stabilitas dan lebar bidang (bandwidth). Penguatan vertikal dipertahankan dalam batas kemampuannya untuk menangani sinyal berdasarkan pemilihan pelemahan masukan yang sesuai jadi penguat berhubungan dengan pembacaan terendah dari selektor VOLT/DIV.

Penguatan vertikal pada umumnya terdiri dari dua blok rangkaian utama yaitu pra-penguat (*preamplifier*) dan penguat vertikal utama (*main vertical amplifier*).

Gambar 11. Blok Diagram Penguat Vertikal

c. Saluran Tunda (*Delay Line*)

Saluran tunda ini digunakan untuk sinkronisasi pengolahan sinyal yang berhubungan dengan transmisi tegangan pada pelat-pelat defleksi.

Ada dua jenis saluran tunda yaitu :

1) Saluran tunda dengan parameter tergumpal

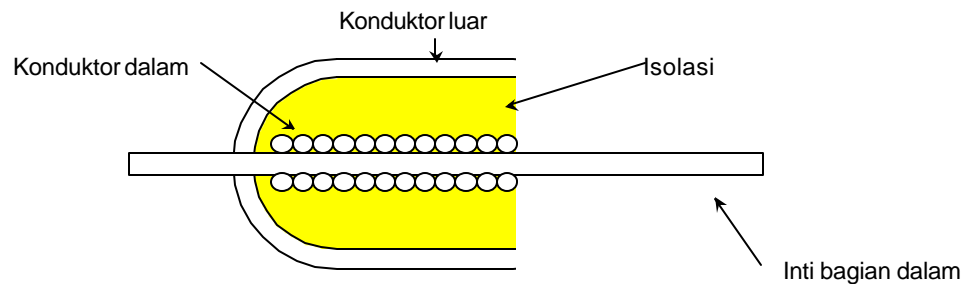
Saluran tunda dengan parameter tergumpal (*lumped parameter line*) terdiri dari sebuah rangkaian simetri LC bertingkat.

Gambar 12. Saluran Tunda Parameter Tergumpal

2) Saluran tunda dengan parameter terbagi

Saluran tunda dengan parameter terbagi (*distributed parameter delay line*) terdiri dari kabel koaksial yang dibuat secara khusus dengan nilai induktansi yang tinggi setiap satuan panjang.

Untuk jenis saluran tunda ini konduktor tengah dari kabel koaksial normal yang lurus diganti dengan sebuah kumparan kawat kontinyu, digulung dalam bentuk spiral pada sebuah inti lunak dibagian dalam. Untuk mengurangi arus pusar (*eddy current*) biasanya konduktor luar dibuat dari kawat jalinan terisolasi (*braided insulated wire*), yang secara elektrik dihubungkan pada ujung-ujung kabel.



Gambar 13. Saluran Tunda Berimpedansi Tinggi Berbentuk Spiral

d. Sistem defleksi horizontal

CRO biasanya memperagakan bentuk gelombang masukan vertikal sebagai fungsi dari waktu. Ini memerlukan tegangan defleksi horizontal guna menggerakkan atau menyapu bintik CRT sepanjang layar dari kiri kekanan dengan kecepatan konstan dan kemudian mengembalikan bintik tersebut dengan cepat ke posisinya semula. Proses ini dilakukan didalam sistem defleksi horizontal CRO oleh generator penyapu (*sweep generator*).

1) Generator penyapu

Semua generator penyapu merupakan pengembangan dari rangkaian pengisian dasar *RC*. Namun dalam pemakaian rangkaian *RC* yang praktis, digunakan rangkaian dengan menggunakan komponen UJT. Frekuensi osolasi dapat dirubah dengan mengubah nilai *R* atau *C*. Diubahnya nilai *R* digunakan untuk pengontrolan frekuensi secara kontinyu. Sedangkan perubahan nilai *C* akan menghasilkan sebiah rangkuman frekuensi (saklar pemilih *Time/Div*).

Gambar 14. Rangkaian Dasar Generator Penyapu

2) Sinkronisasi penyapuan

Sinyal sinkronisasi, untuk generator penyapuan diperoleh dari berbagai sumber dan dipilih oleh sebuah alat kontrol pada panel depan CRO yang disebut SYNC SELECTOR. Pemilih ini ditunjukkan sebagai sebuah saklar yang diberi tanda INT-EXT-LINE.

Gambar 15. Rangkaian Pemilih Sinkronisasi

3) Penyapuan terpicu

Diagram blok pada gambar menunjukkan sebuah rangkaian pemacu yang khas bagi CRO dengan penyapu terpicu. Rangkaian pemacu menerima sinyal masukan dari bentuk dan amplitudo yang berlainan, dan dari berbagai sumber; dan mengubahnya menjadi pulsa-pulsa yang amplitudonya seragam untuk operasi penyapuan yang terpercaya. Selektor pemacu ditunjukkan sebagai sebuah sakelar tiga posisi yang diberi tanda INT-EXT-LINE.

Gambar 16. Diagram Balok dari Sebuah Rangkaian Pemacu Penyapu

4) Penguat horizontal

Dalam sebuah CRO yang biasa tingkat persyaratan prestasi (penguatan/lebar bidang) penguat horizontal lebih rendah dari penguat bertikal, sementara penguat bvertikal harus mampu menangani sinyal-sinyal beramplitudo kecil dengan kenaikan waktu yang cepat, penguat horizontal hanya harus memproses sinyal penyapu yang amplitudonya cukup tinggi dan kenaikan waktunya relatif lambat. Akan tetapi penguatan penguat horizontal lebih besar dari penguatan penguat vertikal, sebab sensitivitas defleksi horizontal CRT lebih kecil dari sensitivitas defleksi vertikal.

Dasar yang umumnya digunakan dalam CRO sederhana yang frekuensinya rendah. Penguat ini terdiri dari tiga ringkatan: penguat masukan, penguat para fasa, dan tingkat keluaran dorong tarik.

Gambar 17. Diagram Blok Sebuah Penguat Horizontal Dasar

Lembar Kerja

Alat dan Bahan

- | | |
|--------------------------|------------|
| 1. CRO | 1 buah |
| 2. AFG..... | 1 buah |
| 3. Multimeter..... | 1 buah |
| 4. Obeng | 1 set |
| 5. Jumper Crocodile..... | secukupnya |

Kesehatan dan Keselamatan Kerja

1. Usahakan Osiloskop bekerja baik pada temperatur 0°-40°C dengan kelembapan 85% RH max!
2. Sesuaikanlah tegangan sumber Osiloskop dengan tegangan PLN yaitu 220 volt 50 Hz!
3. Gunakanlah obeng untuk membuka dan mengencangkan baut sesuai dengan jenis bautnya!

4. Saat melakukan pengukuran dinamis, perhatikanlah posisi jumper alat ukur yang digunakan disesuaikan dengan polaritas tegangan pada titik pengukuran!
5. Janganlah menyimpan atau mempergunakan osiloskop pada daerah yang mempunyai medan magnet yang tinggi atau bidang elektrik yang mempunyai daya kemagnetan tinggi!
6. Janganlah mempergunakan CRT pada pencahayaan berupa bintik dengan waktu yang lama dengan intensitas tinggi!
7. Simpanlah Osiloskop pada tempat dengan suhu kamar 5° - 35° C, dengan kelembapan 95% RH max!
8. Hindarilah pesawat dari sinar matahari langsung dan usahakan agar tetap terjadi sirkulasi udara pada ruang/tempat penyimpanan pesawat!

Langkah kerja

1. Periksa keadaan fisik Osiloskop! apakah sudah benar penggunaan sumber tegangan PLN dengan fuse yang digunakan pada saklar pemilih tegangan di power supply!
2. Power Supply
 - a) Periksa keadaan power supply apakah sudah bekerja dengan baik pada keadaan normal, ukur tegangan masukan pada power supply dan keluaran yang menuju ke osiloskop apakah sudah sesuai!
 - b) Bila terjadi ketidaksesuaian, periksa rangkaian pada power supply, periksa komponen aktif pada rangkaian (transistor) dan komponen lainnya seperti resistor dan kapasitor!!
3. Pengkalibrasian Alat

Metode perawatan dan perbaikan ini dapat diawali dengan menggunakan teknik pengkalibrasian. Pengkalibrasian dapat dilakukan dengan menggunakan terminal kalibrasi yang telah disediakan.

Pada pengkalibrasian alat harus diperhatikan hal-hal berikut :

- Probe
 - a) Nilai hambatan probe dapat bergeser, karena kerusakan pada kabel. Kerusakan ini dapat disebabkan karena kurang terhubung/putusnya kabel atau tidak sempurnanya persambungan kabel probe sehingga hal ini dapat mengurangi aliran arus.
 - b) Kontak perkalian selektor probe pada perkalian 1 atau 10 tidak sempurna sehingga mempersulit penggunaan.

- Kesalahan pada pesawat

Bila Oscilloscope menggunakan terminal $2V_{p-p}$ maka disaat pengkalibrasian tombol Volt/Div harus pada pengukuran 2, sedangkan Time/Div adalah 1.

Tombol variabel adjustment tidak boleh berubah-ubah pada pengukuran Volt/div yang berbeda karena dapat merubah nilai pengukuran yang ada.

4. Tombol putar pada Oscilloscope

PengePeriksalahan tombol putar Osilloscope dapat dilakukan apabila kondisi probe baik.

PengePeriksalahan Variabel VOLT/DIV dan SWEEP TIME/DIV

- a) Perhatikanlah saklar pemilih adakah pengalami perubahan. Jika ada perubahan maka bersihkanlah!
- b) Periksalah keberadaan variabel resistor pada persambungan masing-masing skala VOLT/DIV. Bila terjadi kerusakan gantilah dengan toleransi 1%!

5. Pada layar CRO

- CRO tidak menghasilkan elektron beam (cahaya)

Langkah-langkah mendeteksi kesalahan :

- a) Ukurlah tegangan power supply!
- b) Ukurlah kabel core (kabel power putus atau tidak)!
- c) Periksalah security power (fuse) bila putus ganti yang baru)!

- Indikator menyala tapi tidak ada elektron
 - a) Periksa G2 dari CRT adakah tegangan atau tidak. Periksa pada skala 1000 VDC!
 - b) Jika tidak ada osilator vertikal tidak kerja (power vertikal → transistor rusak). Jika power vertikal normal dan plyback juga normal maka periksa driver vertikal!
 - c) Periksa penguat oscillator!
 - d) Ukurlah tegangan vilamen pada CRT, jika tidak menyala berarti tegangan tidak ada, artinya CRT putus!
- 6. Intensitas dan fokus tidak normal.
 - a) VR mengalami kerusakan yang mengakibatkan kesalahan.
 - b) Periksa rangkaian video (katoda) kemungkinan ada yang mengalami perubahan!
 - c) Jika muncul, tapi bergeser posisinya keatas atau kebawah sekali, maka ini berarti :
 - 1) Periksa vertikal posisi ampli. Jika berpindah atau lari keatas berarti di terhubung ke negatif dan jika dia lari atau pindah kebawah sekali maka dia terhubung dengan positif. Hal ini terjadi karena ruster (cahaya garis) di set dari tegangan negatif ke positif!
 - 2) Periksa transistor yang berhubungan dengan pengatur posisi bila ditemukan dan ganti dengan jenis yang sama!

Lembar Latihan

1. Sebutkan dan beri keterangan singkat bagian-bagian Cathode Ray Oscilloscope (CRO)!
2. Jelaskan bagaimana cara merawat CRO!
3. Sebutkan kerusakan apa yang mungkin terjadi pada CRO!
4. Bagaimana langkah pengecekan kerusakan yang mungkin terjadi pada CRO?
5. Carilah keselamatan kerja CRO pada buku manual CRO yang tersedia di laboratorium sekolah!

KEGIATAN BELAJAR 3

AUDIO FUNCTION GENERATOR

Lembar Informasi

AFG singkatan dari *Audio Function Generator* yaitu suatu alat pembangkit tegangan dengan berbagai bentuk gelombang yaitu :

- Gelombang sinus
- Gelombang kotak
- Gelombang gigi gergaji

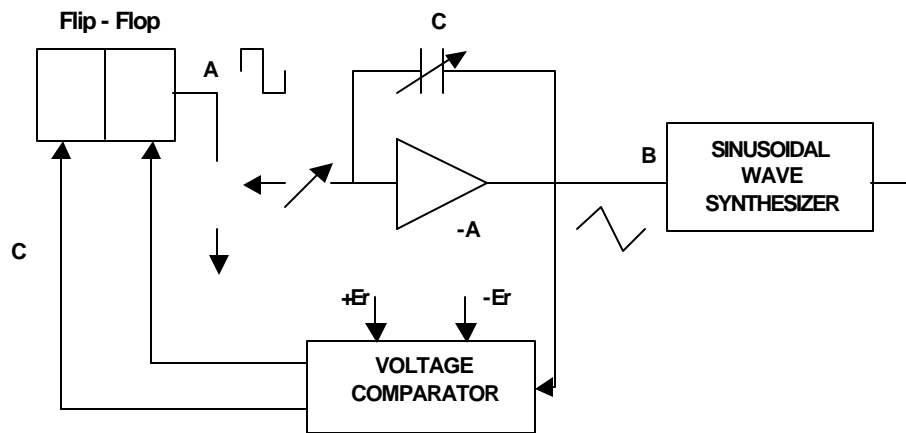
Frekuensi dan tegangan outputnya dapat divariasikan sesuai dengan keperluan.

Bagian-bagian utama dari AFG adalah :

1. *Power* adalah saklar push button berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan AFG yang dilengkapi dengan pilot lamp (led) sebagai tanda power telah ON atau OFF.
2. *Range* adalah pemilih range kelipatan frekuensi dari 0,1 Hz sampai dengan 100 KHz
3. *Frekuensi* adalah pengatur variable frekuensi, yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan frekuensi sesuai dengan yang dikehendaki
4. *VCG ON* adalah saklar pemilih antara VCG mode dan Dial mode
5. *Start* adalah saklar on/off untuk tegangan keluaran
6. *Dc Offset* adalah pengatur posisi tegangan output untuk komponen ac dan dc.
7. *Function* adalah saklar pemilih bentuk gelombang yaitu gelombang sinus, gelombang kotak, gelombang gigi gergaji.
8. *Output* adalah pengatur tinggi rendahnya tegangan output
9. *Atten (dB)* adalah pengatur dB (attenuator/pelemahan) tegangan output dengan skala 0, -20, -40 dB.

10. *Output Terminal* adalah terminal tegangan output 0 – 20 Vp-p dengan resistansi 600 ohm
11. *TTL Output* adalah terminal output untuk TTL
12. *VCG Input Terminal* adalah terminal untuk input VCG mode
13. *Fuse* adalah pengaman untuk tegangan input (power) AC 220 volt
14. *Power Card* adalah kabel output untuk tegangan input (power) AC 220 volt 50 Hz

Secara garis besar AFG terdiri dari beberapa bagian yaitu : Flip Flop (A), Integrator (B), Komparator Tegangan (C) dan Pembentuk Gelombang Sinus/Sinusoidal Wave Synthesizer (D). Titik pengukuran keluaran tiap blok dapat diilustrasikan pada gambar 18 sebagai berikut :



Gambar 18. Titik Pengukuran Pada AFG

Titik pengukuran “a” adalah titik pengukuran keluaran Flip Flop. Sinyal yang terukur disini berbentuk gelombang kotak sesuai dengan sifat keluaran digital Flip Flop. Titik pengukuran “b” adalah titik pengukuran keluaran Integrator. Sinyal yang terukur berbentuk gelombang gigi gergaji yang terbentuk akibat proses pengisian/pengosongan kapasitor dari input yang berbentuk gelombang kotak (keluaran flip-flop). Titik pengukuran “c” adalah titik pengukuran keluaran rangkaian Pembentuk Gelombang Sinus yang terukur dalam bentuk gelombang sinus yang terjadi akibat proses

pemotongan bagian bagian puncak gelombang gigi gergaji oleh dioda dioda pada rangkaian tersebut. Kesalahan/kerusakan yang sering terjadi pada AFG diantaranya :

1. Frekuensi sinyal keluaran tidak ada
2. Terjadi cacat pada sinyal keluaran
3. Frekuensi keluaran tidak sesuai

Terdapat dua metode pengukuran kesalahan yang dapat dilakukan yaitu :

1. Metode pengukuran statis adalah pengukuran dalam kondisi tidak ada tegangan sumber. Pengukuran ini berupa pemeriksaan sambungan dan lain lain. Alat ukur yang digunakan antara lain multimeter.
2. Metode pengukuran dinamis adalah pengukuran dalam kondisi ada tegangan sumber. Pengukuran ini dilakukan untuk memeriksa tegangan kerja dan lain lain. Alat ukur yang digunakan antara lain CRO, Voltmeter dan lain lain.

Lembar Kerja

Alat dan Bahan

1. AFG1 buah
2. CRO1 buah
3. Multimeter1 buah
4. Obeng Kembang.....1 buah
5. Obeng Belah1 buah
6. Jumpersecukupnya

Keselamatan dan Kesehatan Kerja

1. Sesuaikan tegangan sumber AFG sesuai dengan tegangan PLN yaitu 220 volt 50 Hz
2. Simpanlah AFG pada tempat dengan suhu kamar (25°C) yang dijaga stabil.

3. Jagalah kebersihan tempat menyimpan pesawat (AFG), hindari dari gangguan binatang dan debu/kotoran yang bertumpuk pada pesawat.
4. Hindari pesawat dari sinar matahari langsung dan usahakan agar tetap terjadi sirkulasi udara pada ruang/tempat penyimpanan pesawat.
5. Gunakan obeng untuk membuka dan mengencangkan baut sesuai dengan jenis bautnya.
6. Saat melakukan pengukuran dinamis, perhatikan posisi jumper alat ukur yang digunakan disesuaikan dengan polaritas tegangan pada titik pengukuran.

Langkah Kerja

A. Identifikasi Kesalahan/Kerusakan

1. Siapkan alat dan bahan !
2. Periksa keadaan fisik AFG !
3. Ukur/periksa keluaran AFG pada segala keadaan pilihan sinyal keluaran (sinus, gigi gergaji, kotak) !
4. Teliti hasil pengukuran anda, jika hasil yang diperoleh tidak sesuai maka identifikasi kesalahan yang terjadi !

B. Pelacakan Kesalahan/Kerusakan

Bila kesalahan yang terjadi sudah diidentifikasi maka lakukan langkah langkah berikut :

1. Periksa kembali sambungan dari output AFG ke alat ukur !
2. Lakukan pengukuran keluaran pada tiap tiap titik pengukuran seperti ilustrasi pada lembar informasi secara berurutan dari titik pengukuran paling belakag (titik "c") !
3. Jika sinyal keluaran pada titik "c" sesuai, maka bias dipastikan bahwa kesalahan terjadi pada sambungn dengan alat ukur !

Jika sinyal keluaran pada titik "c" tidak sesuai, maka kemungkinan kesalahan/kerusakan terjadi pada rangkaian pembentuk gelombang sinus dan rangkaian lain didepannya.

4. Untuk lebih pastinya, lanjutkan pengukuran pada titik selanjutnya (titik "b") !

Bila sinyal keluaran pada titik "b" baik, maka kesalahan terjadi pada rangkaian pembentuk gelombang sinus. Tapi bila hasil pengukuran tidak sesuai lakukan lagi pengukuran pada titik berikutnya.

5. Lakukan seterusnya sampai diperoleh bagian yang mengalami kesalahan/kerusakan !

Pelacakan kesalahan ini dilakukan dengan maksud mempersempit daerah kerusakan.

C. Deteksi Kesalahan

Pendeteksian kesalahan dilakukan pada blok/bagian yang sudah dipastikan mengalami kesalahan/kerusakan sesuai dengan hasil pada langkah 2.

1. Periksa keadaan sambungan/sirkuit pada blok yang bersangkutan !
2. Lakukan pengukuran/pemeriksaan pada komponen aktif misalnya transistor dan lain lain !
3. Lakukan pengukuran/pemeriksaan pada komponen pasif !

Pengukuran yang dimaksud meliputi pengukuran statis dan pengukuran dinamis.

D. Menentukan Kerusakan

a. Gejala : Tidak ada sinyal keluaran

1. Bila lampu indicator tidak menyala, lakukan pengecekan pada fuse (sekering) !
2. Bila lampu indicator nyala tapi tidak ada sinyal keluaran, lakukan pemeriksaan blok-blok rangkaian pada power supply seperti rangkaian filter dan transistor-transistor !

3. Bila ada tegangan keluaran pada power supply tetapi tidak bias diatur, lakukan pemeriksaan pada IC-IC yang ada pada rangkaian Power supply !
 4. Lakukan pengukuran pada titik ukur "c". Bila ada sinyal yang terukur, periksa apakah R seri pada masukan rangkaian *Attenuator* dalam keadaan *open circuit* !
 5. Bila tidak ada sinyal yang terukur pada titik ukur "c", lakukan pengukuran pada titik ukur "b". Jika ada sinyal yang terukur, periksa apakah R seri pada masukan rangkaian *Sinusoidal Wave Synthesizer* dalam keadaan open circuit !
 6. Bila tidak ada sinyal yang terukur pada titik ukur "b", lakukan pengukuran pada titik ukur "a". Jika ada sinyal yang terukur, periksa apakah R seri pada masukan rangkaian Integrator dalam keadaan open circuit !
 7. Bila tidak ada sinyal yang terukur pada titik ukur "a", lakukan pengukuran pada input rangkaian flip-flop. Jika ada sinyal yang terukur, periksa apakah ada komponen pada masukan rangkaian dalam keadaan open circuit !
Bila tidak ada sinyal yang terukur berarti kerusakan terdapat pada power supply.
- b. Gejala : Cacat pada gelombang atas sinyal keluaran
1. Ukur sinyal keluaran pada titik ukur "c" dengan CRO !
Bila sinyal yang terukur tidak cacat, berarti kesalahan terjadi pada rangkaian attenuator.
 2. Periksa transistor-transistor dan resistor bagian atas rangkaian attenuator karena kemungkinan ada komponen yang mengalami open/short circuit !
 3. Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "c" cacat, lanjutkan pengukuran pada titik ukur "b" !
Bila sinyal yang terukur tidak cacat berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Sinusoidal Wave Synthesizer.

4. Periksa apakah ada Transistor-transistor, dioda-dioda pemotong, resistor dan transistor stabilizer pada bagian atas rangkaian *Sinusoidal Wave Synthesizer* yang mengalami open/short circuit !

5. Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "b" cacat, lanjutkan pengukuran pada titik ukur "a" !

Bila sinyal yang terukur tidak cacat berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Integrator.

6. Periksa apakah ada Transistor atau komponen komponen lain pada bagian atas rangkaian Integrator yang mengalami open/short circuit !

Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "a" cacat, kemungkinan kerusakan terjadi pada rangkaian diferensiator atau power supply.

c. Gejala: Cacat pada gelombang bawah sinyal keluaran

1. Ukur sinyal keluaran pada titik ukur "c" dengan CRO !

Bila sinyal yang terukur tidak cacat, berarti kesalahan terjadi pada rangkaian attenuator.

2. Periksa transistor-transistor dan resistor bagian bawah attenuator karena kemungkinan ada komponen yang mengalami open/short circuit !

3. Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "c" cacat, lanjutkan pengukuran pada titik ukur "b" !

Bila sinyal yang terukur tidak cacat berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Sinusoidal Wave Synthesizer.

4. Periksa apakah ada Transistor-transistor, dioda-dioda pemotong, resistor dan transistor stabilizer pada bagian bawah rangkaian *Sinusoidal Wave Synthesizer* yang mengalami open/short circuit !

5. Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "b" cacat, lanjutkan pengukuran pada titik ukur "a" !

Bila sinyal yang terukur tidak cacat berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Integrator.

6. Periksa apakah ada Transistor atau komponen komponen lain pada bagian bawah rangkaian Integrator yang mengalami open/short circuit !

Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "a" cacat, kemungkinan kerusakan terjadi pada rangkaian diferensiator atau power supply.

- d. Gejala : Cacat pada gelombang atas dan bawah sinyal keluaran

1. Ukur sinyal keluaran pada titik ukur "c" dengan CRO !

Bila sinyal yang terukur tidak cacat, berarti kesalahan terjadi pada rangkaian attenuator.

2. Periksa transistor-transistor dan resistor bagian atas dan bawah attenuator karena kemungkinan ada komponen yang mengalami open/short circuit !

3. Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "c" cacat, lanjutkan pengukuran pada titik ukur "b" !

Bila sinyal yang terukur tidak cacat berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Sinusoidal Wave Synthesizer.

4. Periksa apakah ada Transistor-transistor, dioda-dioda pemotong, resistor dan transistor stabilizer pada bagian atas dan bawah rangkaian Sinusoidal Wave Synthesizer yang mengalami open/short circuit !

5. Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "b" cacat, lanjutkan pengukuran pada titik ukur "a" !

Bila sinyal yang terukur tidak cacat berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Integrator.

6. Periksa apakah ada Transistor atau komponen komponen lain pada bagian atas dan bawah rangkaian Integrator yang mengalami open/short circuit !

Bila sinyal keluaran yang terukur pada titik ukur "a" cacat, kemungkinan kerusakan terjadi pada rangkaian diferensiator atau power supply.

e. Gejala : Amplitudo sinyal keluaran tidak sesuai

1. Lakukan pengukuran nilai kapasitor (C) dan resistor (R) pada rangkaian pengatur range. Bila ada nilai komponen mengalami pergeseran diatas 1% lakukan penggantian dengan komponen dengan nilai yang sesuai !

2. Lakukan pengukuran pada titik ukur "c" !

Bila sinyal yang terukur memiliki amplitude yang sesuai, berarti kesalahan terjadi pada rangkaian attenuator.

3. Lakukan pemeriksaan pada transistor dan rangkaian pembatas (R + D) pada rangkaian attenuator baik atas maupun bawah !

4. Bila sinyal yang terukur pada titik ukur "c" memiliki amplitude yang tidak sesuai, lakukan pengukuran pada titik ukur "b" !

Bila sinyal yang terukur memiliki amplitude yang sesuai, berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Sinusoidal Wave Synthesizer.

5. Lakukan pemeriksaan pada transistor dan rangkaian pembatas (R + D) pada rangkaian Sinusoidal Wave Synthesizer baik atas maupun bawah !

6. Bila sinyal yang terukur pada titik ukur "b" memiliki amplitude yang tidak sesuai, lakukan pengukuran pada titik ukur "a" !

Bila sinyal yang terukur memiliki amplitude yang sesuai, berarti kesalahan terjadi pada rangkaian Integrator.

7. Lakukan pemeriksaan pada transistor dan rangkaian pembatas (R + D) pada rangkaian integrator baik atas maupun bawah !

8. Bila sinyal yang terukur pada titik ukur "a" memiliki amplitude yang tidak sesuai, lakukan pengukuran pada masukan rangkaian flip-flop !

Bila sinyal yang terukur memiliki amplitud yang sesuai, berarti kesalahan terjadi pada rangkaian flip-flop.

9. Lakukan pemeriksaan pada rangkaian pembatas (R // D) pada rangkaian Flip Flop baik atas maupun bawah !
 10. Bila semua komponen pada blok-blok rangkaian di atas dalam keadaan baik tapi sinyal keluaran masih mengalami cacat pada kedua bagian periksa rangkaian pembatas tegangan (R + D) pada rangkaian power supply !
- f. Gejala : Frekuensi rangkaian keluaran tidak sesuai
1. Lakukan pengukuran nilai kapasitor (C) dan resistor (R) pada rangkaian pengatur range !
 2. Bila ada nilai komponen mengalami pergeseran diatas 1% lakukan penggantian dengan komponen dengan nilai yang sesuai !
 3. Lakukan pengukuran pada tiap tiap titik ukur secara berurutan dari titik ukur paling belakang !
 4. Temukan wilayah kerusakan lalu periksa nilai tiap tiap kapasitor (C) dan resistor (R) pada wilayah kerusakan karena komponen yang banyak berpengaruh terhadap frekuensi adalah kapasitor dan resistor dimana :

$$T = R \times C \quad \text{dan} \quad \text{Frekuensi (f)} = \frac{1}{T}$$

Lembar Latihan

1. Dalam suatu usaha perbaikan AFG dideteksi terjadi gangguan pada komponen didalam blok rangkaian flip-flop bagian atas. Jelaskan gejala apa yang terlihat pada keluaran AFG tersebut !
2. Langkah perbaikan apa saja yang akan anda lakukan bila dalam suatu pengukuran gelombang sinus dengan AFG ternyata tidak ada sinyal yang terukur sementara pada titik ukur "a" terukur gelombang kotak tanpa cacat. Uraikan dengan jelas dan sistematis !

LEMBAR EVALUASI

A. Pertanyaan

1. Jelaskan dan ilustrasikan dengan gambar gejala yang terlihat pada CRO bila transistor bagian atas rangkaian attenuator AFG mengalami short circuit !
2. Jelaskan dan ilustrasikan dengan gambar gejala yang terlihat pada CRO bila transistor bagian bawah rangkaian attenuator AFG mengalami open circuit !
3. Temukan dan analisis kerusakan yang terdapat pada benda kerja (AFG) yang ada. Laporkan hasil yang anda peroleh !

B. Kriteria kelulusan

No	Kriteria	Skor 1 - 10	Bobot	Nilai	Keterangan
1.	Kognitif		3		Syarat lulus: Nilai Minimal 70
2.	Langkah Kerja		3		
3.	Ketelitian		2		
4.	Keselamatan kerja		1		
5.	Waktu		1		
Nilai Akhir					

LEMBAR JAWABAN LATIHAN

Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 1

1. Prinsip dan cara kerja Amperemeter DC, Voltmeter DC, dan Ohmmeter adalah sebagai berikut :
Amperemeter DC, Voltmeter DC, dan Ohmmeter semuanya menggunakan gerak d'Arsonval yaitu gerak dasar kumparan putar magnet permanen.
 - a. Amperemeter, gerakan dasar sebuah Amperemeter DC adalah galvanometer PMMC.
 - b. Voltmeter, dengan menggunakan resistansi pengali maka mengubah gerakan d'Arsonval menjadi sebuah voltmeter arus searah.
 - c. Ohmmeter, contohnya Ohmmeter tipe seri mengandung sebuah gerakan d'arsonval yang dihubungkan seri dengan resistansi dan batere ke sepasang terminal untuk hubungan ke resistansi yang diketahui. Berarti arus yang melalui alat ukur bergantung pada resistansi yang diketahui, dan indikasi alat ukur sebanding dengan nilai yang tidak diketahui, dengan syarat bahwa masalah kalibrasi diperhitungkan.
2. Jika ada gejala sebuah Amperemeter DC tidak bisa menunjuk maka hal yang perlu dilakukan adalah :
 - a. Mengecek probenya apakah masih normal atau tidak Jika tidak normal maka ganti probe dengan yang baru. Jika masih normal maka lakukan langkah pada point b.
 - b. Jika meter memakai fuse, maka cek fuse apakah masih normal atau tidak jika tidak maka ganti fuse dengan yang baru. Jika normal atau Amperemeter tidak menggunakan fuse maka lakukan langkah pada point c.
 - c. Cek rangkaian apakah moving coil normal, jika tidak maka ganti moving coil, jika normal maka lakukan langkah pada point d.

- d. Apakah resistansi shunt normal, jika tidak maka ganti resistansi shunt yang nilainya sama dengan yang asli karena akan mempengaruhi hasil pengukuran, sebaliknya jika resistansi shunt normal maka lakukan langkah pada point e.
 - e. Normalkan rotary switch.
 3. Cara memperbaiki Voltmeter DC yang bisa menunjuk tetapi jarum tidak bisa kembali ke posisi awal setelah menunjuk adalah dengan menormalkan pegas pembalik putar kiri.
 4. Jika multimeter yang difungsikan sebagai Ohmmeter hasilnya tidak sama dengan penunjukan pada Ohmmeter lain maka hal yang perlu dilakukan adalah :
 - a. Cek resistansi drop apakah masih normal atau tidak, jika tidak maka ganti dengan resistansi yang normal, sebaliknya jika normal maka lakukan langkah pada point b.
 - b. Cek moving coil apakah masih normal atau tidak jika tidak maka ganti dengan yang normal, jika normal maka cek hubungan pada rotary switch apakah masih normal jika tidak maka normalkan, jika normal maka lakukan langkah pada point c.
 - c. Cek tahanan shunt apakah masih normal jika tidak ganti dengan yang normal, jika normal maka lakukan langkah pada point d.
 - d. Apakah pegas dan bantalan normal, jika tidak maka normalkan jika normal maka lakukan langkah pada point e.
 - e. Bandingkan kembali dengan Ohmmeter yang normal apakah penunjukan sama, jika sama maka lakukan langkah pada point c.
 5. Cara merawat Amperemeter DC, Voltmeter DC, dan Multimeter DC secara benar adalah :
 - a. Selalu dijaga kebersihannya.
 - b. Jauhkan dari lingkungan yang berdebu, suhu yang tidak normal, benda yang mempunyai getaran tinggi, medan magnet tinggi, dan intensitas cahaya tinggi.

- c. Posisikan rotary switch sesuai fungsinya.
- d. Perhatikan posisi yang benar sesuai dengan posisi yang tertera pada alat ukur.

Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 2

1. Bagian-bagian CRO adalah sebagai berikut :
 - a. Cathoda ray tube (CRT).

CRT adalah komponen display pada CRO yang berfungsi untuk menghasilkan berkas elektron pada layar agar dapat dibaca oleh manusia. Secara mendasar CRT terdiri dari senapan elektron (*electron gun*), pelat defleksi, layar fluoresensi dan tabung gelas.
 - b. Penguat vertikal (*Vertical amplifier*).

Penguatan vertikal adalah komponen CRO yang berhubungan langsung dengan pengukuran atau sinyal yang akan diukur. Penguatan vertikal terdiri dari probe, pemilih masukan, pelemahan masukan dan penguat vertikal.
 - c. Saluran tunda.

Saluran tunda ini digunakan untuk sinkronisasi pengolahan sinyal yang berhubungan dengan transmisi tegangan pada pelat-pelat defleksi.
2. Cara merawat CRO dapat dilakukan dengan beberapa cara sebagai berikut :
 - a. Usahakan CRO bekerja pada temperatur $0^{\circ} - 40^{\circ}$ C dengan kelembaban 85 % RH max.
 - b. Menyimpan dan mempergunakan CRO tidak pada daerah yang mempunyai medan magnet yang tinggi atau pada bidang elektrik yang mempunyai daya kemagnetan tinggi.
 - c. Tidak mempergunakan CRO pada pencahayaan berupa bintik pada waktu yang lama dengan intensitas tinggi.

- d. Menyimpan CRO pada tempat dengan suhu kamar $5^{\circ} - 35^{\circ} \text{ C}$, dengan kelembaban 95 % RH max.
 - e. Hindari pesawat dari sinar matahari langsung dan usahakan agar tetap terjadi sirkulasi udara pada ruang/tempat penyimpanan CRO.
3. Kerusakan yang mungkin terjadi pada CRO adalah :
 - a. Kerusakan pada rangkaian Power Supply.
 - b. Kerusakan pada probe.
 - c. Kerusakan pada tombol putar.
 - d. Kerusakan pada layar (tidak ada elektron beam).
 - e. Kerusakan pada intensitas dan fokus.
 4. Langkah-langkah pengecekan kerusakan tersebut diatas dapat dilakukan dengan cara :
 - a. Kerusakan pada rangkaian Power Supply
 - Periksa keadaan power supply apakah sudah berfungsi dengan baik.
 - Bila terjadi ketidaksesuaian, memeriksa bagian komponen aktif seperti transistor atau komponen pasif seperti kapasitor dan resistor.
 - b. Kerusakan pada probe
 - Periksa hubungan probe.
 - Periksa kontak perkalian probe.
 - c. Kerusakan pada tombol putar
 - Mengecek saklar pemilih terhadap perubahan posisi.
 - Periksa hambatan pada variabel resistor.
 - d. Kerusakan pada layar (tidak ada elektron beam)
 - Periksa keberadaan power supply.
 - Mengecek keadaan fuse.
 - Mengecek penguatan oscillator.
 - Mengukur besarnya tegangan filamen dan menyesuaikan dengan tegangan sebenarnya.

- e. Kerusakan pada intensitas dan fokus
 - Mengukur besarnya variabel resistansi pada tombol intensitas dan fokus.
 - Mengecek rangkaian video.
 - Mengecek vertikal position amplifier.
- 5. Keselamatan kerja pemakaian CRO
 - a. Usahakan Osiloskop bekerja baik pada temperatur 0° - 40° C dengan kelembaban 85% RH max.
 - b. Sesuaikan tegangan sumber Osiloskop dengan tegangan PLN yaitu 220 volt 50 Hz.
 - c. Gunakan obeng untuk membuka dan mengencangkan baut sesuai dengan jenis bautnya.
 - d. Saat melakukan pengukuran dinamis, perhatikan posisi jumper alat ukur yang digunakan, sesuaikan dengan polaritas tegangan pada titik pengukuran.
 - e. Jangan menyimpan atau mempergunakan osiloskop pada daerah yang mempunyai medan magnet yang tinggi atau bidang elektrik yang mempunyai daya kemagnetan tinggi.
 - f. Jangan mempergunakan CRT pada pencahayaan berupa bintik dengan waktu yang lama dengan intensitas tinggi.
 - g. Simpanlah Osiloskop pada tempat dengan suhu kamar 5° - 35° C, dengan kelembaban 95 % RH max.
 - h. Hindari pesawat dari sinar matahari langsung dan usahakan agar tetap terjadi sirkulasi udara pada ruang/tempat penyimpanan pesawat.

Kunci Jawaban Kegiatan Belajar 3

1. Gejala yang terlihat pada CRO bila terdapat gangguan pada komponen di dalam blok rangkaian Flip Flop bagian atas adalah : gelombang yang terukur pada keluaran AFG mengalami cacat pada

bagian atas gelombang. Begitu juga yang terjadi pada titik titik ukur "c" dan "b".

2. Langkah perbaikan yang perlu dilakukan bila dalam suatu pengukuran gelombang sinus dengan AFG ternyata tidak ada sinyal yang terukur sementara pada titik ukur "a" terukur gelombang kotak tanpa cacat adalah sebagai berikut :
 - a. Lakukan pengukuran pada titik ukur "c" untuk mendapatkan sinyal keluaran sinus yang belum terlemahkan. Bila ada sinyal yang terukur bisa diidentifikasi bahwa kesalahan terjadi pada rangkaian attenuator. Selanjutnya periksa komponen-komponen aktif dan pasif pada rangkaian tersebut. Bila terdapat komponen yang nilainya mengalami pergeseran di atas 1 %, gantilah dengan komponen sejenis dengan nilai criteria yang sama.
 - b. Bila tidak ada sinyal yang terukur pada titik ukur "c" , lanjutkan pengukuran pada titik ukur "b" untuk memperoleh sinyal keluaran gigi gergaji. Bila ada sinyal yang terukur bisa diidentifikasi bahwa kesalahan terjadi pada rangkaian *Sinusoidal Wave Synthesizer*. Selanjutnya periksa komponen-komponen aktif dan pasif pada rangkaian tersebut. Bila terdapat komponen yang nilainya mengalami pergeseran di atas 1 %, gantilah dengan komponen sejenis dengan nilai kriteria yang sama.
 - c. Bila tidak ada sinyal yang terukur bisa diidentifikasi bahwa kesalahan terjadi pada rangkaian Integrator. Selanjutnya periksa komponen-komponen aktif dan pasif pada rangkaian tersebut. Bila terdapat komponen yang nilainya mengalami pergeseran di atas 1 %, gantilah dengan komponen sejenis dengan nilai kriteria yang sama.

Kunci Jawaban Lembar Evaluasi

1. Gejala yang terlihat pada CRO bila transistor bagian atas rangkaian attenuator AFG mengalami short circuit adalah gelombang bagian atas (baik sinus, gigi gergaji atau kotak) akan mengalami cacat. Bentuk cacat yang terjadi tergantung dari nilai resistansi short circuitnya. Semakin besar nilai resistansi short-nya semakin datar gelombang atas keluarannya. Gelombang bagian atas ini tetap terlihat pada CRO walaupun terjadi full short circuit. Gejala ini bisa diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut :

2. Gejala apa yang terlihat pada CRO bila transistor bagian bawah rangkaian attenuator AFG mengalami open circuit adalah gelombang bagian bawah (baik sinus, gigi gergaji atau kotak) akan mengalami cacat penuh.

Gelombang bagian bawah ini tidak terlihat pada CRO atau dengan kata lain garis nol pada CRO akan terlihat kosong. Gejala ini bias diilustrasikan dengan gambar sebagai berikut :

3. Jawaban tergantung dari kerusakan benda kerja yang ada.

DAFTAR PUSTAKA

_____, *Lab Sheet Alat Ukur dan Pengukuran Listrik*, FPTK IKIP Yogyakarta.

William David Cooper, diterjemahkan oleh Ir. Sahat Pakpahan, *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*, Edisi Ke-2, Erlangga, 1985, Jakarta.