

PRAKTIKUM ELEKTRONIKA SEMESTER 115

MODUL – 1 : PENGOPERASIAN ALAT UKUR



*Mencerdaskan &
Memartabatkan Bangsa*

NAMA : Annete Gabriella Nuraliya

NRM : 1306620066

DOSEN PENGAMPU : Dewi Mulyanti, S.Pd, M.Si, M.Sc

ASISTEN LABORATORIUM :

Siti Sarah Utami (1302619022)

M Rizki Diva Mahendra (1302619075)

Marthin Virgo Bahagia (1306619009)

Muhammad Aqilla Habibi (1302619056)

Muhammad Imam Mauludin (1302619071)

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Jakarta

2021

PENGOPERASIAN ALAT UKUR

A. Tujuan

1. Memahami penggunaan alat ukur.
2. Memahami proses pengujian komponen elektronika dengan tepat.

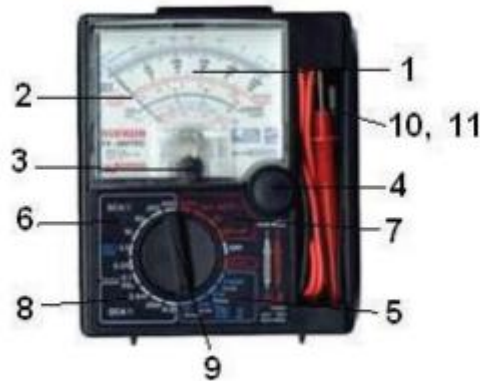
B. Teori Dasar

1. MULTIMETER

Multimeter adalah alat ukur elektronika yang dipakai untuk menguji atau mengukur suatu komponen, mengetahui kedudukan kaki-kaki komponen dan mengetahui besar nilai komponen yang diukur. Komponen yang dapat diukur dengan multimeter adalah: besar nilai resistor, besar nilai kapasitor, kedudukan kaki-kaki transistor, diode, tegangan DC ataupun AC, besar arus DC dan lain sebagainya.

Multimeter dapat dibedakan atas dua, yaitu multimeter digital dan multimeter analog (jarum). Multimeter mempunyai bagian-bagian penting, diantaranya

1. Papan skala pengukuran
2. Jarum penunjuk skala
3. Pengatur jarum skala
4. Tombol pengatur NOL Ohmmeter
5. Batas ukur Ohmmeter
6. Batas ukur DC volt (DCV)
7. Batas ukur AC volt (ACV)
8. Batas ukur Ampermeter DC (DCA)
9. Saklar pengatur pengukuran dan batas ukur
10. Lubang positif
11. Lubang negatif



Keterampilan dan kesesuaian penggunaan alat ukur akan menentukan keberhasilan dan ketepatan pengukuran

a. Voltmeter (Pengukuran tegangan)

1. Penggunaan voltmeter dipasang paralel dengan komponen yang akan diukur tegangannya
2. Sesuaikan jenis tegangan rangkaian dengan multimeter, AC atau DC
3. Bila tidak diketahui daerah tegangan yang akan diukur, gunakan batas ukur yang terbesar dan gunakan voltmeter yang mempunyai impedansi input yang tinggi

b. Amper meter (pengukuran kuat arus)

1. Penggunaan ampermeter dipasang seri pada jalur yang akan diukur besar arusnya
2. Bila tidak diketahui daerah arus yang akan diukur, gunakan batas ukur yang terbesar

c. Ohmmeter (pengukuran resistor)

Resistor atau tahanan dapat putus akibat pemakaian ataupun umur. Bila resistor putus maka rangkaian elektronika yang kita buat tidak akan bisa bekerja atau mengalami cacat.

1. Putar saklar pemilih pada pasisi Ohmmeter.
2. Ambil suatu skala pengukuran yang diperkirakan dapat mengukur nilai hambatan yang hendak diukur. Skala X1 artinya hasil yang ditunjuk jarum adalah nilai pengukuran hambatan tersebut. Skala X10 artinya nilai hambatan yang diukur adalah 10 kali dari nilai yang ditunjuk oleh jarum. Jika jarum menunjuk pada skala 100 artinya nilai hmbatannya adalah 10×100 jadi bernilai 1000. Demikian juga untuk X100, X1K atau X1000
3. Sebelum mengukur nilai hambatan resistor, nolkan terlebih dahulu titik awal pengukuran dengan cara menghubungkan probe kutub positif (merah) dan probe kutub negatif (hitam) kemudian aturjarum penunjuk agar tepat di titik nol
4. Setiap penggantian nilai skala batas ukur selalu titik nol dikalibrasi
5. Tempelkan masing-masing probe pada ujung-ujung resistor. Tangan praktikan jangan sampai menyentuh kedua ujung kawat resistor (Salah satu ujung resistor boleh tersentuh tetapi jangan keduanya)
6. Jika jarum bergerak maka resistor baik, jika jarum penunjuk tidak bergerak resistor putus. Amati titik akhir yang ditunjuk jarum dan hitunglah nilai resistor yang dinyatakan dari hasil pengukuran tersebut

d. Menguji Transistor

Pada transistor biasanya letak kaki kolektor berada di pinggir dan diberi tanda titik atau lingkaran kecil. Sedangkan kaki basis biasanya terletak di antara kalektor dan emitor

1. Transistor PNP

- Saklar pemilih pada multimeter harus menunjuk pada ohm meter
- Praktikan harus memastikan kaki kolektor, basis, dan emitornya
- Tempelkan probe (pencolok) positif (warna merah) pada basis dan probe negatif (warna hitam) pada emitor. Jika jarum bergerak, pindahkan probe negatif pada kolektor. Jika pada kedua pengukuran di atas jarum bergerak maka transistor dalam keadaan baik, sedangkan bila pada salah satu pengukuran jarum tidak bergerak, maka transistor dalam keadaan rusak

2. Transistor NPN

Tampelkan probe negatif pada basis dan probe positif pada kolektor, Jika jarum bergerak pindahkan probe positif pada emitor. Jika pada kedua pengukuran jarum bergerak, maka transistor dalam keadaan baik Sedangkan bila pada salah satu pengukuran jarum tidak bergerak maka transistor dalam keadaan rusak

e. Menguji Kondensator Elco

Sebelum dipasang pada rangkaian kapasitor harus diuji dahulu kaadaannya atau ketika membeli di toko anda harus memastikan bahwa elco tersebut dalam keadaan baik. Cara mengujinya adalah sebagai berikut:

- Putar saklar pemilih pada posisi ohm meter
- Perhatikan tanda negatif atau positif yang ada pada badan elco dan lurus pada salah satu kaki,
- Tempelkan probe negatif pada kaki positif (x) dan probe positif pada kaki negatif (-). Perhatikan gerakan jarum penunjuk.
- Jika jarum bergerak ke kanan kemudian kembali ke kiri berarti kondensator elco baik
- Jika jarum bergerak ke kanan kemudian kembali ke kiri namun tidak penuh berarti kondensator elco rusak
- Jika jarum bergerak ke kanan kemudian tidak kembali ke kiri (berhenti) berarti kondensator elco bocor
- Jika jarum tidak bergerak sama sekali berarti kondensator elco putus.

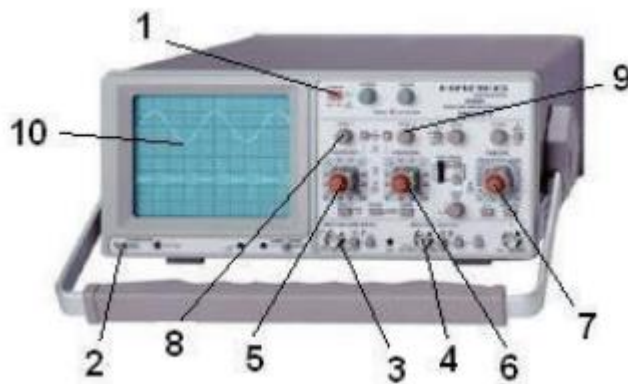
f. Menguji Dioda

- Putar saklar pemilih pada posisi ohm meter

- Tempelkan probe positif pada kutub katoda dan tempelkan probe negatif pada kutub anoda. Perhatikan jarum penunjuk, jika bergerak berarti dioda baik sedangkan jika diam berarti putus.
- Selanjutnya dibalik, tempelkan probe negatif pada kutub katoda dan tempelkan probe positif pada kutub anoda. Perhatikan jarum penunjuk, jika jarum diam berarti dioda baik sedangkan jika bergerak berarti dioda rusak

2. OSILOSKOP

Osiloskop dapat mengukur tegangan AC dan DC serta memperlihatkan bentuk gelombangnya. Osiloskop harus dikalibrasi sebelum digunakan.



Cara mengkalibrasi osiloskop adalah sebagai berikut:

- Hidupkan osiloskop.
- Atur fokus dan tingkat kecerahan gambar pada osiloskop,
- Pasang kabel pengukur pada osiloskop (bisa pada channel X atau Y),
- Atur COUPLING pada posisi AC
- Tempelkan kabel pengukur negative / ground (kepala jepit buaya atau berwarna hitam) pada ground yang terdapat di osiloskop.
- Tempelkan kabel pengukur positif (kepala utama atau berwarna merah) pada tempat untuk mengkalibrasi yang ada pada osiloskop
- Putar saklar pemilih variable VOLT/DIV pada 05 V
- Putar saklar pemilih Variabel SWEEP TIME/DIV pada 0,5 ms
- Aturlah agar gelombang kotak yang muncul di monitor sama dengan garis-garis kotak yang ada pada layar monitor Osiloskop dengan mengerak-gerakan tombol merah atau kuning yang

ada pada saklar pemilih Variabel! VOLT/DIV dan SWEEP TIME/DIV sehingga gelombang kotak yang ada sebesar 0.5 Vpp

3. SINYAL GENERATOR



Sinyal generator dapat menghasilkan sinyal yang berupa tegangan DC ataupun tegangan AC yang frekuensi dan amplitudonya dapat kita atur.

Bagian yang menghasilkan tegangan DC dinamakan DC POWER. Keluarannya terdiri dari +5V, -5V, 0 ~ +15V dan 0 ~ -

15V.

Pada bagian yang menghasilkan sinyal AC dinamakan FUNCTION GENERATOR. Pada tombol amplitudo berguna untuk mengatur amplitudo sinyal keluaran. Sinyal keluaran dapat diatur apakah sinyal kotak, segitiga atau sinyal berbentuk gelombang sinusoida melalui tombol *function*.

TEORI TAMBAHAN

Pengukuran adalah Tindakan, atau hasil, dari perbandingan kuantitatif antara kuantitas dan kuantitas dari jenis yang sama dipilih sebagai satu unit. Hasil pengukuran adalah dinyatakan dengan defleksi penunjuk pada skala yang telah ditentukan atau angka yang mewakili perbandingan antara besaran yang tidak diketahui dengan standar. Contoh pengukuran langsung adalah arus dengan amperemeter, tegangan dengan voltmeter, resistensi dengan ohmmeter, daya dengan wattmeter, dan lain-lain. Dalam metode pengukuran tidak langsung, nilai besaran yang tidak diketahui dengan mengukur hubungan fungsional kuantitas dan menghitung kuantitas yang diinginkan daripada mengukurnya secara langsung.

Melakukan pengukuran merupakan salah satu aspek kegiatan ilmiah yang mendasar saat pelaksanaan praktikum. Oleh sebab itu tuntutan dalam menggunakan alat ukur yang digunakan harus sesuai dan handal. Akan tetapi masih banyak mahasiswa maupun pelajar yang masih belum tepat menggunakan alat ukur. Hal ini dapat dilihat ketika pelaksanaan kegiatan praktikum dan nilai praktikum mahasiswa masih kurang. Meskipun sudah melakukan banyak praktikum, namun kemampuan mahasiswa dalam praktikum masih relative kurang.

Proses pengukuran dalam ilmu instrument merupakan prosedur standar yang harus dilakukan. Karena melalui pengukuran akan diperoleh besaran-besaran yang diperlukan. Dalam analisis suatu rangkaian listrik, salah satu besaran yang diamati adalah besaran tegangan listrik yang mengalir dalam rangkaian tersebut. Untuk mengetahui nilai tegangan listrik tersebut diperlukan peralatan seperti voltmeter, tetapi peralatan ini hanya mengetahui besarnya saja.

Multimeter analog adalah alat ukur elektronik yang mempunyai multifungsi yaitu sebagai ampermeter, Voltmeter, dan Ohmmeter. Multimeter analog umumnya digunakan oleh para teknisi sebagai alat bantu mencari kerusakan rangkaian elektronika. Multimeter analog dapat digunakan untuk mengukur besarnya tegangan listrik searah, tegangan listrik bolak balik, tahanan, arus listrik searah dan memeriksa komponen elektronika. Jenis pengukuran dan rentang nilai pengukuran dapat dipilih pada saklar putar dan hasil pembacaan ditampilkan pada skala angka yang terdapat pada multimeter. Multimeter analog dirancang menggunakan sensor mekanik berupa pengerak d'Arsonval meter yang terdiri dari sebuah magnet permanen berbentuk tapal kuda di mana diantara kutub utara dan selatannya terdapat sebuah inti besi.

Multimeter adalah instrument yang telah digunakan selama beberapa decade dan mereka meluas digunakan sampai hari ini. Multimeter telah menemukan banyak kegunaan karena mudah mampu membuat banyak pengukuran dasar yang diperlukan dalam segala bentuk listrik dan pengujian elektronika. Hari ini, sangat mungkin untuk membeli multimeter dengan tingkat kerja yang tinggi dengan jumlah yang rendah. Setelah bergerak dari meter analog di mana meter presisi dan komponen diperlukan, untuk instrument digital di mana banyak fungsi dapat secara akurat dimasukkan ke dalam sirkuit terpadu, instrument ini seringkali lebih murah untuk dibuat. Juga penggunaannya yang luas berarti bahwa mereka diproduksi dalam jumlah besar yang memungkinkan penghematan skala yang harus dilakukan.

Ada banyak hal yang ada di tombol pilihan multimeter, namun hanya menggunakan beberapa hal yang penting akan membuat tidak menggunakan setengah dari sejumlah besar pengaturan. Gambaran umum mengenai multimeter adalah Tegangan Arus langsung (DCV) adalah kadang-kadang akan ditunjukkan dengan V, ini digunakan untuk mengukur tegangan arus searah (DC) dalam hal seperti baterai., Alternating Current Voltage (ACV) digunakan untuk mengukur tegangan dari arus substitusi sumber, yang pada dasarnya adalah apapun yang terhubung dengan stopkontak, seperti daya berasal dari outlet itu sendiri.

Resistense (Ω) digunakan memperkirakan beberapa banyak halangan yang ada disirkuit. Semakin rendah angkanya, semakin mudah arus mengalir, dan sebaliknya. Kontinuitas biasanya digunakan dengan gambar gelombang atau diode. Ini pada dasarnya menguji apakah suatu rangkaian diselesaikan dengan mengirim jumlah yang sangat sederhana dari arus melalui sirkuit dan memeriksa apakah itu menghasilkan kebalikannya akhir. Jika tidak maka ada sesuatu di sepanjang sirkuit. Arus Langsung (DCA), ini mirip dengan DCV, namun berlawanan dengan memberi bacaan tegangan, itu akan mengungkapkan kepada arus listrik. Penguatan Arus Langsung (hFE) pengaturan ini untuk menguji transistor dan DC-nya keutungan, namun sebagian besar sia-sia, karena sebagaian besar reparasi sirkuit dan spesialis akan memanfaatkan pemeriksaan kontinuitas.

Alat ukur untuk mengukur tegangan listrik disebut voltmeter. Pemasangan voltmeter yang benar memerlukan sambungan terminalnya ke titik-titik sirkit listrik dimana tegangan harus diukur. Semakin tinggi nilai impedansi internal, semakin tinggi kualitas voltmeter, karena tidak secara signifikan mengubah status rangkaian listrik yang diuji. Voltmeter elektromekanis mengukur tegangan yang diberikan dengan mengubahnya menjadi torsi mekanis.

Amperemeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur arus listrik. Arus listrik adalah aliran listrik yang melalui kabel atau penghantar listrik lainnya. Satuan internasionalnya adalah ampere (A). pada rangkaian luar, amperemeter harus dipasang secara seri dengan beban. Arus yang diukur diukur pada alat ini merupakan arus yang mengalir pada rangkaian nyata yang dapat dirangkai sendiri oleh pengguna. Arus keluar dari kutub positif kemudian keluar dan masuk kembali ke kutub negative sumber. Arus yang mengalir ke satu arah saja dengan harga konstan dinamai arus searah atau arus DC (Direct Current).

Osiloskop adalah perakitan kompleks sirkuit listrik yang pada gilirannya terdiri dari banyak komponen. Osiloskop ini mengasumsikan pembaca memahami bagaimana komponen pasif (resistor, kapasitor, dan inductor) bekerja. Tetapi kebanyakan dari kita menggunakan ulasan yang baik tentang perangkat aktif, terutama semi konduktor.

Osiloskop memegang peranan penting dalam dunia elektronika. Hal ini dapat dipahami karena proses analisis maupun desain yang melibatkan perangkat keras elektronika memerlukan perangkat instrumentasi. Osiloskop telah digunakan secara luas di kalangan pendidikan maupun praktisi di bidang elektronika. Pengujian kinerja terhadap suatu sistem elektronika akan semakin mudah jika menggunakan osiloskop, karena karakteristik sinyal-sinyal masukan dan keluaran sistem dapat dilihat secara langsung sehingga hasil pembacaan dapat digunakan untuk analisis maupun desain lanjutan. Namun demikian,

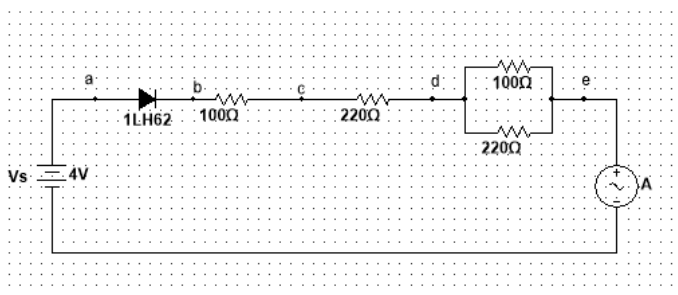
manfaat osiloskop harus dibayar dengan harga yang tinggi, karena sebuah osiloskop sangat mahal untuk dimiliki secara pribadi. Hal ini menimbulkan ide untuk membuat osiloskop dengan menggunakan komputer sebagai perangkat keras utama dilengkapi dengan peralatan antarmuka (interface) yang sesuai. Dalam penelitian ini, peralatan antarmuka yang dipilih untuk digunakan adalah sound card.

C. ALAT DAN BAHAN PRAKTRIKUM ALAT UKUR

1. Multimeter 2 buah
2. Osiloskop 2 Channel
3. Signal Generator
4. Protoboard (Papan Rangkaian)
5. Kapasitor (Keramik dan Elco)
6. Dioda
7. Resistor
8. Transistor (PNP dan NPN)
9. Kawat Penghubung

D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Memeriksa masing-masing komponen yang akan menggunakan baik atau rusak.
2. Menyusunkan rangkaian seperti di bawah ini.



3. Memberikan tegangan sumber DC sebesar 3 volt.
4. Mengukurkan besar arus yang mengalir pada rangkaian.
5. Mengukurkan tegangan V_{ab} , V_{ac} , V_{ad} , V_{ae} , V_{bc} , V_{bd} , V_{bc} , V_{cd} , V_{ce} , V_{de} dengan menggunakan voltmeter.
6. Melakukan langkah 2,3,4, untuk sumber dengan sumber DC 6 volt dan 9 volt.
7. Mengukurkan tegangan V_{ab} , V_{ac} , V_{ad} , V_{ae} , V_{bc} , V_{bd} , V_{bc} , V_{cd} , V_{ce} , V_{de} dengan menggunakan voltmeter.

8. Mengukur tegangan V_{ab} , V_{ac} , V_{ad} , V_{ae} , V_{bc} , V_{bd} , V_{bc} , V_{cd} , V_{ce} , V_{de} dengan menggunakan oscilloscop dan mengambbarkan hasilnya.
9. Mencatatkan VOLT/DIVE dan TIME/DIVE dari osciloscop untuk membantu anda dalam menetapkan skala sinyal yang diukur.
10. Melakukan langkah 3-9 untuk sumber dengan sumber $AC3V_{pp}$, $6V_{pp}$.

E. JAWABAN TUGAS PENDAHULUAN.

1. Hitung besar arus yang mengalir pada rangkaian jika dipasang tegangan DC 6 volt.

Jawab:

$$\frac{1}{R_p} = \frac{1}{100} + \frac{1}{220} = \frac{220 + 100}{22000} = 68,75 \Omega$$

$$R_t = 68,75 + 100 + 220 = 388,75 \Omega$$

$$I = \frac{V}{R} = \frac{6}{388,75} = 0,015 A$$

2. Hitunglah tegangan V_{ab} , V_{ac} , V_{ad} , V_{ae} , V_{bc} , V_{bd} , V_{bc} , V_{cd} , V_{ce} , V_{de} jika yang digunakan dioda silikon.

$$V_{ab} = 6 \text{ volt}$$

$$V_{ac} = \frac{100}{388,75} \times 6 = 1,54 \text{ volt}$$

$$V_{ad} = \frac{220}{388,75} \times 6 = 4,9 \text{ volt}$$

$$V_{ae} = V_{be} = 6 \text{ volt}$$

$$V_{bc} = V_{ac} = 1,54 \text{ volt}$$

$$V_{bd} = V_{ad} = 4,9 \text{ volt}$$

$$V_{cd} = \frac{220}{388,75} \times 6 = 3,39 \text{ volt}$$

$$V_{ce} = \frac{220 + 6,75}{388,75} \times 6 = 4,4 \text{ volt}$$

$$V_{de} = \frac{68,75}{388,75} \times 6 = 1,06 \text{ volt}$$

F. DATA PERCOBAAN

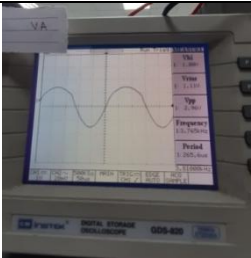
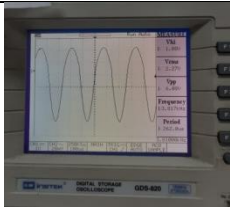
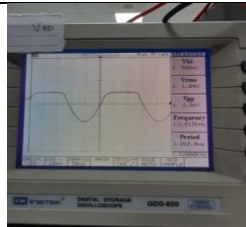
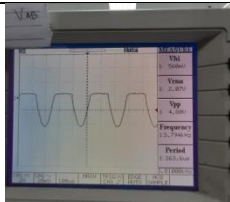
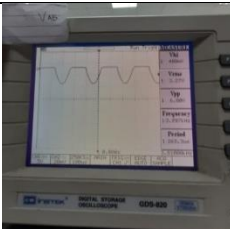
Percobaan Sumber Tegangan DC

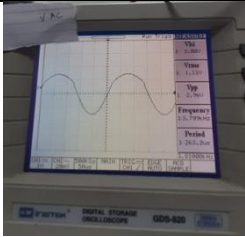
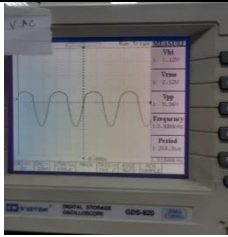
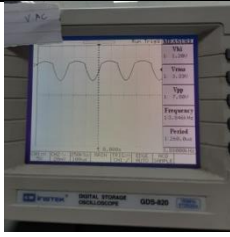
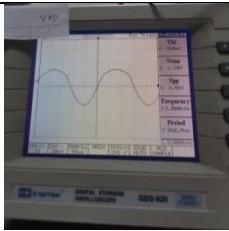
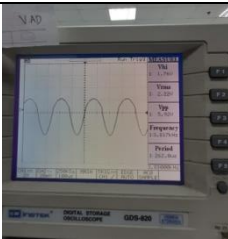
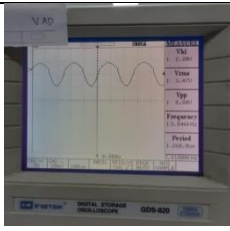
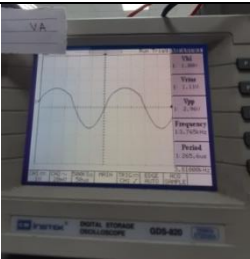
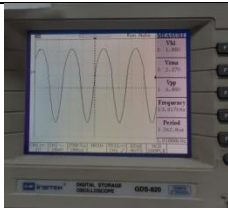
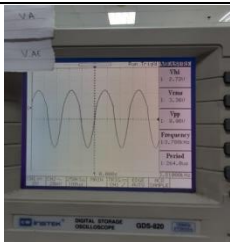
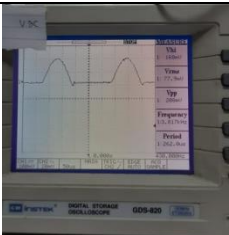
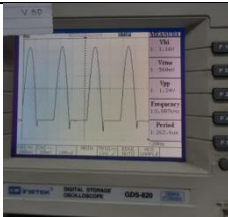
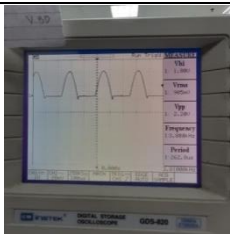
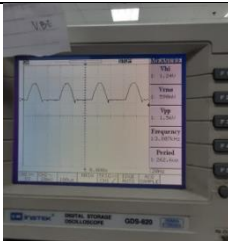
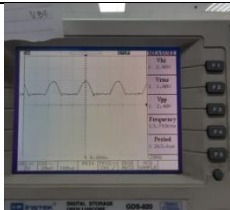
Ebat	I (mA)	Vab	Vac	Vad	Vae	Vbc	Vbd	Vbe	Vcd	Vce	Vde
3v	7,54	0,67	1,27	2,61	3,02	0,60	1,94	2,35	1,33	1,75	0,45
6v	15,28	0,70	2,08	5,14	6,10	1,37	4,43	5,37	3,04	4,00	0,94
9v	23,73	0,72	2,87	7,62	9,12	2,14	6,90	8,38	4,74	6,23	1,47

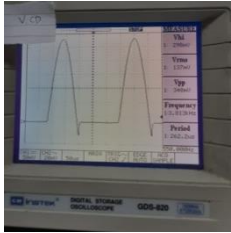
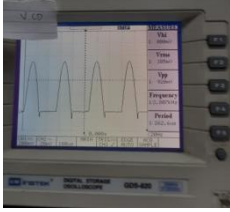
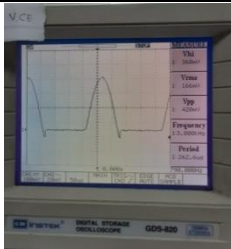
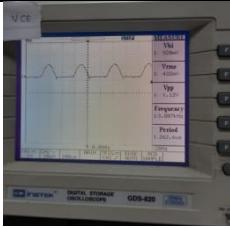
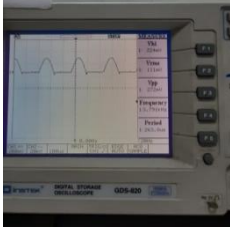
Percobaan Sumber Tegangan AC

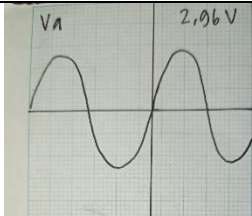
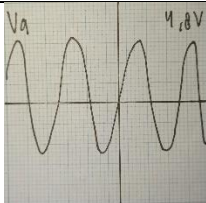
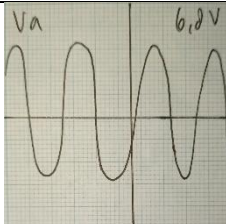
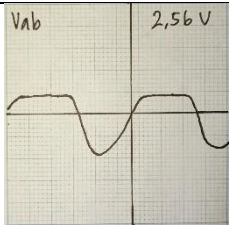
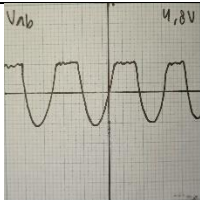
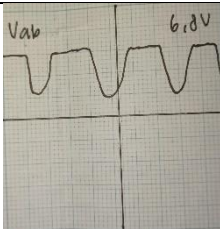
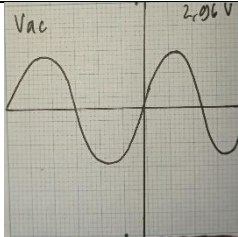
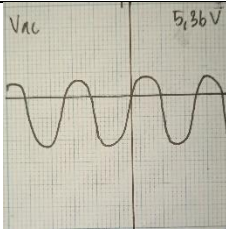
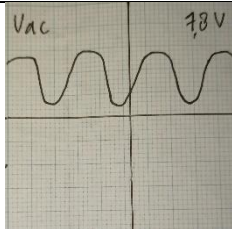
Ebat	Va	Vab	Vac	Vad	Vae	Vbc	Vbd	Vbe	Vcd	Vce	Vde
3v	2,96	2,56	2,96	2,96	3,96	200m	500m	560m	348m	420m	104m
6v	4,80	4,80	5,36	5,92	4,90	560m	1,34	1,56	920m	1,12	272m
9v	6,80	6,80	7,80	8,80	8,96	900m	2,20	2,40	1,52	1,76	440m

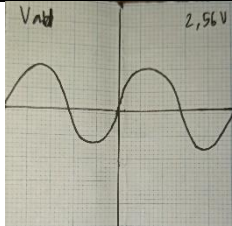
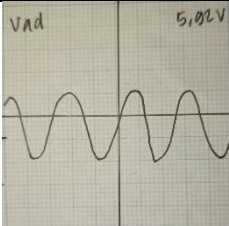
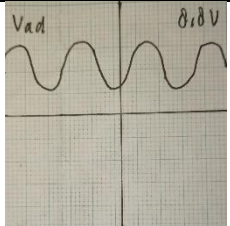
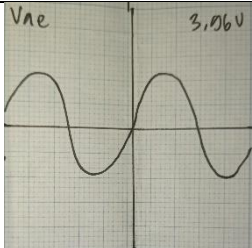
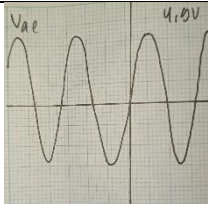
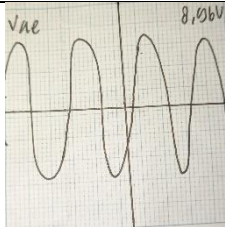
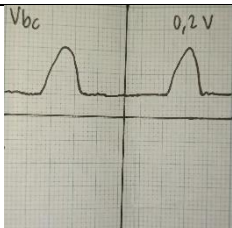
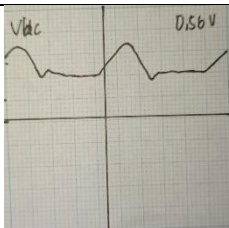
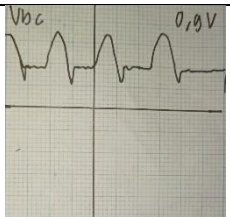
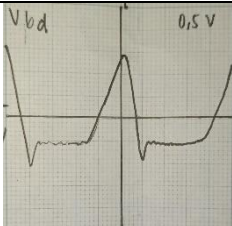
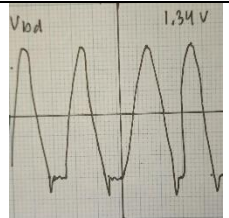
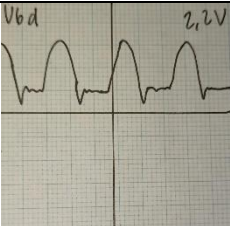
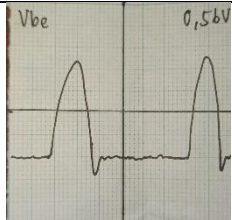
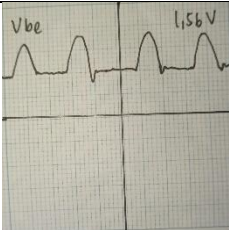
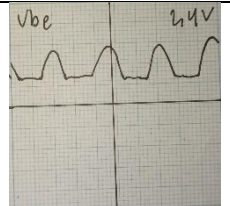
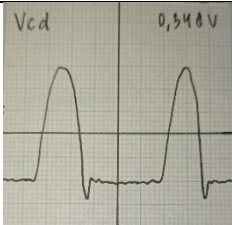
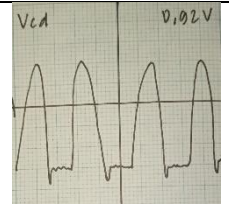
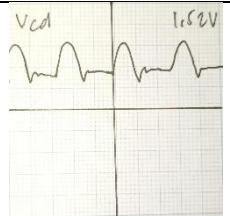
Gambar Tegangan dengan Sumber AC

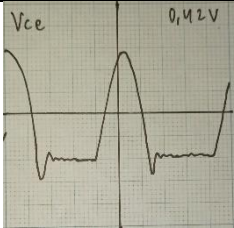
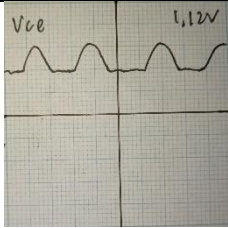
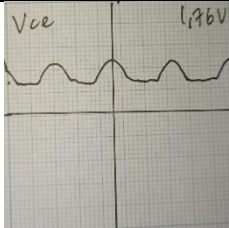
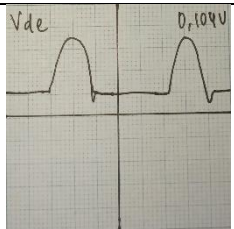
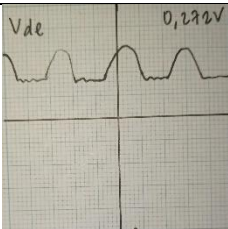
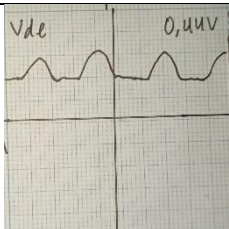
	3Vpp	6Vpp	9Vpp
Va			
0Vab			

Vac			
Vad			
Vae			
Vbc			
Vbd			
Vbe			

Vcd			
Vce			
Vde			

	3Vpp	6Vpp	9Vpp
Va			
Vab			
Vac			

Vad			
Vae			
Vbc			
Vbd			
Vbe			
Vcd			

Vce			
Vde			

G. PENGOLAHAN DATA

Data Tunggal

- Sumber Tegangan DC
NST Multimeter = 0,1 volt

E = 3 volt	$\Delta E = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta E = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta E = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta E}{E} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{3} \times 100\%$ $KSR = 1,6667\% (3 \text{ AP})$ $(E \pm \Delta E) = (3,00 \pm 0,0500) \text{ volt}$
E = 6 volt	$\Delta E = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta E = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta E = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta E}{E} \times 100\%$

	$KSR = \frac{0,05}{6} \times 100\%$ $KSR = 0,83333\% (3 AP)$ $(E \pm \Delta E) = (6,00 \pm 0,0500) \text{ volt}$
E = 9 volt	$\Delta E = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta E = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta E = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta E}{E} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{9} \times 100\%$ $KSR = 0,5556\% (3 AP)$ $(E \pm \Delta E) = (9,00 \pm 0,0500) \text{ volt}$

2. Kuat arus pada rangkaian DC

E = 3 volt I = 0,0000754A	$\Delta I = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta I = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta I = 0,05 \text{ mA}$ $\Delta I = 0,0000005 \text{ A}$ $KSR = \frac{\Delta I}{I} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,0000005}{0,0000745} \times 100\%$ $KSR = 0,66\% (4 AP)$ $(I \pm \Delta I) = (0,00007540 \pm 0,0000005000)A$
E = 6 volt I = 0,0001528 A	$\Delta I = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta I = \frac{1}{2} \times 0,1$

	$\Delta I = 0,05 \text{ mA}$ $\Delta I = 0,0000005 \text{ A}$ $KSR = \frac{\Delta I}{I} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,0000005}{0,0001528} \times 100\%$ $KSR = 0,33\% (4 \text{ AP})$ $(I \pm \Delta I) = (0,0001528 \pm 0,0000005000) \text{ A}$
$E = 9 \text{ volt}$ $I = 0,0002373 \text{ A}$	$\Delta I = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta I = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta I = 0,05 \text{ mA}$ $\Delta I = 0,0000005 \text{ A}$ $KSR = \frac{\Delta I}{I} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,0000005}{0,0002373} \times 100\%$ $KSR = 0,21\% (4 \text{ AP})$ $(I \pm \Delta I) = (0,0002373 \pm 0,0000005000) \text{ A}$

3. Tegangan pada rangkaian DC

E = 3 volt

V_{ab} $V_{ab} = 0,67 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ab}} \times 100\%$
--	--

	$KSR = \frac{0,05}{0,67} \times 100\%$ $KSR = 7,462\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (0,670 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ac} $V_{ac} = 1,27 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ac}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{1,27} \times 100\%$ $KSR = 3,94\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{ac} \pm \Delta V) = (1,27 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ad} $V_{ad} = 2,61 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ad}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{2,61} \times 100\%$ $KSR = 1,92\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{ad} \pm \Delta V) = (2,61 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ae} $V_{ae} = 3,02 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$

	$KSR = \frac{\Delta V}{V_{ae}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{3,02} \times 100\%$ $KSR = 1,66\% (3 AP)$ $(V_{ae} \pm \Delta V) = (3,02 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{bc} $V_{bc} = 0,60 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bc}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{0,60} \times 100\%$ $KSR = 8,33\% (3 AP)$ $(V_{bc} \pm \Delta V) = (0,600 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{bd} $V_{bd} = 1,94 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{1,94} \times 100\%$ $KSR = 2,58\% (3 AP)$ $(V_{bd} \pm \Delta V) = (1,94 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{be} $V_{be} = 2,35 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$

	$\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{be}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{2,35} \times 100\%$ $KSR = 2,13\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{be} \pm \Delta V) = (2,35 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{cd} $V_{cd} = 1,33 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{cd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{1,33} \times 100\%$ $KSR = 3,76\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{cd} \pm \Delta V) = (1,33 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ce} $V_{ce} = 1,75 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ce}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{1,75} \times 100\%$ $KSR = 2,86\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{ce} \pm \Delta V) = (1,75 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{de} $V_{de} = 0,45 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$

	$\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{de}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{0,45} \times 100\%$ $KSR = 11,11\% (2 \text{ AP})$ $(V_{de} \pm \Delta V) = (4,5 \pm 0,5) \times 10^{-1} \text{ volt}$
--	---

E = 6 volt

V_{ab} $V_{ab} = 0,70 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ab}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{0,70} \times 100\%$ $KSR = 7,14\% (3 \text{ AP})$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (0,700 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ac} $V_{ac} = 2,08 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ac}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{2,08} \times 100\%$ $KSR = 2,4\% (3 \text{ AP})$ $(V_{ac} \pm \Delta V) = (2,08 \pm 0,0500) \text{ volt}$

V_{ad} $V_{ad} = 5,14 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ad}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{5,14} \times 100\%$ $KSR = 0,97\% (4 AP)$ $(V_{ad} \pm \Delta V) = (5,140 \pm 0,05000) \text{ volt}$	
V_{ae} $V_{ae} = 6,1 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ae}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{6,1} \times 100\%$ $KSR = 0,82\% (4 AP)$ $(V_{ae} \pm \Delta V) = (6,100 \pm 0,05000) \text{ volt}$	
V_{bc} $V_{bc} = 1,37 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bc}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{1,37} \times 100\%$ $KSR = 3,65\% (3 AP)$	

	$(V_{bc} \pm \Delta V) = (1,37 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{bd} $V_{bd} = 4,43 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{4,43} \times 100\%$ $KSR = 1,13\% (3 \text{ AP})$ $(V_{bd} \pm \Delta V) = (4,43 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{be} $V_{be} = 5,37 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{be}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{5,37} \times 100\%$ $KSR = 0,93\% (4 \text{ AP})$ $(V_{be} \pm \Delta V) = (5,370 \pm 0,05000) \text{ volt}$
V_{cd} $V_{cd} = 3,04 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{cd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{3,04} \times 100\%$

	$KSR = 1,65\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{cd} \pm \Delta V) = (3,04 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ce} $V_{ce} = 4 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ce}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{4} \times 100\%$ $KSR = 1,25\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{ce} \pm \Delta V) = (4,00 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{de} $V_{de} = 0,94 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{de}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{0,94} \times 100\%$ $KSR = 5,32\% \text{ (3 AP)}$ $(V_{de} \pm \Delta V) = (0,940 \pm 0,0500) \text{ volt}$

E = 9 volt

V_{ab} $V_{ab} = 0,72 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ab}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{0,72} \times 100\%$ $KSR = 6,94\% (3 \text{ AP})$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (0,720 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ac} $V_{ac} = 2,87 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ac}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{2,87} \times 100\%$ $KSR = 1,74\% (3 \text{ AP})$ $(V_{ac} \pm \Delta V) = (2,87 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ad} $V_{ad} = 7,62 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ad}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{7,62} \times 100\%$ $KSR = 0,65\% (4 \text{ AP})$

	$(V_{ad} \pm \Delta V) = (7,620 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ae} $V_{ae} = 9,12 \text{ volt}$	$V_{ae} = 9,12 \text{ volt}$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ae}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{9,12} \times 100\%$ $KSR = 0,548\% (4 \text{ AP})$ $(V_{ae} \pm \Delta V) = (9,120 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{bc} $V_{bc} = 2,14 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bc}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{2,14} \times 100\%$ $KSR = 2,34\% (3 \text{ AP})$ $(V_{bc} \pm \Delta V) = (2,14 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{bd} $V_{bd} = 6,9 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bd}} \times 100\%$

	$KSR = \frac{0,05}{6,9} \times 100\%$ $KSR = 0,72\% (4 AP)$ $(V_{bd} \pm \Delta V) = (6,900 \pm 0,05000) \text{ volt}$
V_{be} $V_{be} = 8,38 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{be}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{8,38} \times 100\%$ $KSR = 0,5966\% (4 AP)$ $(V_{be} \pm \Delta V) = (8,380 \pm 0,05000) \text{ volt}$
V_{cd} $V_{cd} = 4,74 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{cd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{4,74} \times 100\%$ $KSR = 1,054\% (3 AP)$ $(V_{cd} \pm \Delta V) = (4,74 \pm 0,0500) \text{ volt}$
V_{ce} $V_{ce} = 6,23 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$

	$\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ce}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{6,23} \times 100\%$ $KSR = 0,8\% (4 \text{ AP})$ $(V_{ce} \pm \Delta V) = (6,230 \pm 0,05000) \text{ volt}$
V_{de} $V_{de} = 1,47 \text{ volt}$	$V_{de} = 1,47 \text{ volt}$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,1$ $\Delta V = 0,05 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{de}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,05}{1,47} \times 100\%$ $KSR = 3,4\% (3 \text{ AP})$ $(V_{de} \pm \Delta V) = (1,47 \pm 0,0500) \text{ volt}$

4. Tegangan pada Rangkaian AC

NST Osiloskop = 0,01 volt

E = 3 volt

V_a $V_a = 2,96 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_a} \times 100\%$
------------------------------------	---

	$KSR = \frac{0,005}{2,96} \times 100\%$ $KSR = 0,17\% (4 AP)$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (2,960 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ab} $V_{ab} = 2,56 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ab}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{2,56} \times 100\%$ $KSR = 0,16\% (4 AP)$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (2,560 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ac} $V_{ac} = 2,96 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ac}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{2,96} \times 100\%$ $KSR = 0,17\% (4 AP)$ $(V_{ac} \pm \Delta V) = (2,960 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ad} $V_{ad} = 2,96 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$

	$KSR = \frac{\Delta V}{V_{ad}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{2,96} \times 100\%$ $KSR = 0,17\% (4 AP)$ $(V_{ad} \pm \Delta V) = (2,960 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ae} $V_{ae} = 3,96 \text{ volt}$	$V_{ae} = 3,96 \text{ volt}$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ae}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{3,96} \times 100\%$ $KSR = 0,13\% (4 AP)$ $(V_{ae} \pm \Delta V) = (3,960 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{bc} $V_{bc} = 0,2 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bc}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,2} \times 100\%$ $KSR = 2,5\% (3 AP)$ $(V_{bc} \pm \Delta V) = (0,200 \pm 0,00500) \text{ volt}$
V_{bd} $V_{bd} = 0,5 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$

	$\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,5} \times 100\%$ $KSR = 1\% (3 \text{ AP})$ $(V_{bd} \pm \Delta V) = (0,500 \pm 0,00500) \text{ volt}$
V_{be} $V_{be} = 0,56 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{be}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,56} \times 100\%$ $KSR = 0,89\% (4 \text{ AP})$ $(V_{be} \pm \Delta V) = (0,5600 \pm 0,00500) \text{ volt}$
V_{cd} $V_{cd} = 0,348 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{cd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,348} \times 100\%$ $KSR = 1,44\% (3 \text{ AP})$ $(V_{cd} \pm \Delta V) = (0,348 \pm 0,00500) \text{ volt}$

V_{ce} $V_{ce} = 0,42 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ce}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,42} \times 100\%$ $KSR = 1,19\% (3 AP)$ $(V_{ce} \pm \Delta V) = (0,420 \pm 0,00500) \text{ volt}$
V_{de} $V_{de} = 0,104 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{de}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,104} \times 100\%$ $KSR = 4,8\% (3 AP)$ $(V_{de} \pm \Delta V) = (0,104 \pm 0,00500) \text{ volt}$

E = 6 volt

V_a $V_a = 4,80 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$
------------------------------------	--

	$KSR = \frac{\Delta V}{V_a} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{4,80} \times 100\%$ $KSR = 0,16\% (4 AP)$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (4,800 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ab} $V_{ab} = 4,80 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ab}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{4,80} \times 100\%$ $KSR = 0,16\% (4 AP)$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (4,800 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ac} $V_{ac} = 5,36 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ac}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{5,36} \times 100\%$ $KSR = 0,093\% (4 AP)$ $(V_{ac} \pm \Delta V) = (5,360 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ad} $V_{ad} = 5,92 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$

	$\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ad}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{5,92} \times 100\%$ $KSR = 0,0844\% (4 AP)$ $(V_{ad} \pm \Delta V) = (5,920 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ae} $V_{ae} = 4,90 \text{ volt}$	$V_{ae} = 3,96 \text{ volt}$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ae}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{4,90} \times 100\%$ $KSR = 0,102\% (4 AP)$ $(V_{ae} \pm \Delta V) = (4,900 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{bc} $V_{bc} = 0,56 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bc}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,56} \times 100\%$ $KSR = 0,89\% (3 AP)$ $(V_{bc} \pm \Delta V) = (0,560 \pm 0,00500) \text{ volt}$

V_{bd} $V_{bd} = 1,34 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{1,34} \times 100\%$ $KSR = 0,37\% (4 AP)$ $(V_{bd} \pm \Delta V) = (1,340 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{be} $V_{be} = 1,56 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{be}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{1,56} \times 100\%$ $KSR = 0,32\% (4 AP)$ $(V_{be} \pm \Delta V) = (1,560 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{cd} $V_{cd} = 0,92 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{cd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,92} \times 100\%$ $KSR = 0,54\% (4 AP)$ $(V_{cd} \pm \Delta V) = (0,9200 \pm 0,00500) \text{ volt}$

V_{ce} $V_{ce} = 1,12 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ce}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{1,12} \times 100\%$ $KSR = 0,45\% (4 \text{ AP})$ $(V_{ce} \pm \Delta V) = (1,120 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{de} $V_{de} = 0,272 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{de}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,272} \times 100\%$ $KSR = 1,84\% (3 \text{ AP})$ $(V_{de} \pm \Delta V) = (0,272 \pm 0,00500) \text{ volt}$

E = 9 volt

V_a $V_a = 6,80 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$
------------------------------------	--

	$KSR = \frac{\Delta V}{V_a} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{6,80} \times 100\%$ $KSR = 0,07\% (4 AP)$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (6,800 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ab} $V_{ab} = 6,80 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ab}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{6,80} \times 100\%$ $KSR = 0,07\% (4 AP)$ $(V_{ab} \pm \Delta V) = (6,800 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ac} $V_{ac} = 5,36 \text{ volt}$	$V_{ac} = 7,80 \text{ volt}$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ac}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{7,80} \times 100\%$ $KSR = 0,06\% (4 AP)$ $(V_{ac} \pm \Delta V) = (7,800 \pm 0,005000) \text{ volt}$

V_{ad} $V_{ad} = 8,80 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ad}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{8,80} \times 100\%$ $KSR = 0,06\% (4 \text{ AP})$ $(V_{ad} \pm \Delta V) = (8,800 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ae} $V_{ae} = 8,96 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ae}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{8,96} \times 100\%$ $KSR = 0,06\% (4 \text{ AP})$ $(V_{ae} \pm \Delta V) = (8,960 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{bc} $V_{bc} = 0,9 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bc}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,9} \times 100\%$ $KSR = 0,56\% (4 \text{ AP})$ $(V_{bc} \pm \Delta V) = (0,9000 \pm 0,005000) \text{ volt}$

V_{bd} $V_{bd} = 2,20 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{bd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{2,20} \times 100\%$ $KSR = 0,23\% (4 AP)$ $(V_{bd} \pm \Delta V) = (2,200 \pm 0,005000) \text{ volt}$	
V_{be} $V_{be} = 2,40 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{be}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{2,40} \times 100\%$ $KSR = 0,208\% (4 AP)$ $(V_{be} \pm \Delta V) = (2,400 \pm 0,005000) \text{ volt}$	
V_{cd} $V_{cd} = 1,52 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{cd}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{1,52} \times 100\%$ $KSR = 0,33\% (4 AP)$	

	$(V_{cd} \pm \Delta V) = (1,520 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{ce} $V_{ce} = 1,76 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{ce}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{1,76} \times 100\%$ $KSR = 0,28\% (4 \text{ AP})$ $(V_{ce} \pm \Delta V) = (1,760 \pm 0,005000) \text{ volt}$
V_{de} $V_{de} = 0,44 \text{ volt}$	$\Delta V = \frac{1}{2} \times NST$ $\Delta V = \frac{1}{2} \times 0,01$ $\Delta V = 0,005 \text{ volt}$ $KSR = \frac{\Delta V}{V_{de}} \times 100\%$ $KSR = \frac{0,005}{0,44} \times 100\%$ $KSR = 1,14\% (3 \text{ AP})$ $(V_{de} \pm \Delta V) = (0,440 \pm 0,00500) \text{ volt}$

G. PERHITUNGAN

(tidak ada perhitungan)

H. ANALISIS DATA DAN GRAFIK

Praktikum kali ini mengenai pengoperasian alat ukur, sesuai dengan yang telah ditulis pada bagian awal laporan, praktikum ini bertujuan untuk memahami penggunaan alat ukur, menggunakan alat ukur Multimeter dan Osiloskop dengan tepat dan benar. Beberapa hal yang perlu kita ketahui tentang tujuan dari praktik pengoperasian alat ukur yang lainnya adalah , menentukan batas ukur dari alat ukur, menentukan perluasan alat ukur, membaca nilai komponen resistor, kapasitor, dan induktor, mengukur atau menguji komponen apakah dalam kondisi baik atau rusak, menguji komponen elektronika dengan tepat dan benar, dan menyusun rangkaian (seri-paralel) pada protoboard.

Besar sumber tegangan yang digunakan pada rangkaian ada 3 macam yaitu 3 volt, 6 volt, dan 9 volt. Pada saat sumber DC, multimeter pertama digunakan sebagai amperemeter. Dengan hasil pengukuran yang didapat pada kuat arus yaitu sebesar 7,54 mA pada saat sumber tegangan sebesar 3 volt, saat sumber tegangan sebesar 6 volt kuat arus yang didapat sebesar 15,28 mA, dan pada saat sumber tegangan sebesar 9 volt kuat arus yang didapat sebesar 23,73 mA.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 3 volt adalah sebesar 3,02 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 3 volt adalah sebesar 0,45 volt yaitu pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ab} = 0,67$ volt, $V_{ac} = 1,27$ volt, $V_{ad} = 2,61$ volt, $V_{bc} = 0,6$ volt, $V_{bd} = 1,94$ volt, $V_{be} = 2,35$ volt, $V_{cd} = 1,33$ volt, dan $V_{ce} = 1,75$ volt.

Pada saat sumber tegangan 6 volt didapatkan tegangan terbesar pada rangkaian yaitu tegangan V_{ae} sebesar 6,1 volt. Tegangan terkecil yang didapat pada rangkaian yaitu sebesar 0,7 volt pada tegangan V_{ab} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ac} = 2,08$ volt, $V_{ad} = 5,14$ volt, $V_{bc} = 1,37$ volt, $V_{bd} = 4,43$ volt, $V_{be} = 5,37$ volt, $V_{cd} = 3,04$ volt, $V_{ce} = 4$ volt, dan $V_{de} = 0,94$ volt.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 9 volt adalah sebesar 9,12 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 9 volt adalah sebesar 0,72 volt yaitu pada tegangan V_{ab} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ac} = 2,87$ volt, $V_{ad} = 7,62$ volt, $V_{bc} = 2,14$ volt, $V_{bd} = 6,90$ volt, $V_{be} = 8,38$ volt, $V_{cd} = 4,74$ volt, $V_{ce} = 6,23$ volt, dan $V_{de} = 1,47$ volt.

Pengukuran menggunakan osiloskop untuk menghitung sumber tegangan AC. Besar sumber tegangan awal yang diberikan yaitu sebesar 3, 6, dan 9 volt. Namun, yang terbaca pada osiloskop besar tegangan awalnya yaitu sebesar 2,96 volt; 4,8 volt; dan 6,8 volt.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 2,96 volt adalah sebesar 3,96 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 2,96 volt adalah sebesar 0,104 volt yaitu pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ab} = 2,56$ volt, $V_{ac} = 2,96$ volt, $V_{ad} = 2,96$ volt, $V_{bc} = 0,2$ volt, $V_{bd} = 0,5$ volt, $V_{be} = 0,56$ volt, $V_{cd} = 0,348$ volt, dan $V_{ce} = 0,42$ volt.

Pada saat sumber tegangan 4,8 volt didapatkan tegangan terbesar pada rangkaian yaitu tegangan V_{ad} sebesar 5,92 volt. Tegangan terkecil yang didapat pada rangkaian yaitu sebesar 0,272 volt pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ab} = 4,8$ volt, $V_{ac} = 5,36$ volt, $V_{ae} = 4,9$ volt, $V_{bc} = 0,56$ volt, $V_{bd} = 1,34$ volt, $V_{be} = 1,56$ volt, $V_{cd} = 0,92$ volt, dan $V_{ce} = 1,12$ volt.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 6,8 volt adalah sebesar 8,96 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 6,8 volt adalah sebesar 0,44 volt yaitu pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ab} = 6,8$ volt, $V_{ac} = 7,8$ volt, $V_{ad} = 8,8$ volt, $V_{bc} = 0,9$ volt, $V_{bd} = 2,2$ volt, $V_{be} = 2,4$ volt, $V_{cd} = 1,52$ volt, dan $V_{ce} = 1,76$ volt.

Dari pengolahan data yang sudah dilakukan, dapat terlihat pada percobaan sumber tegangan DC, bahwa semakin besar tegangan yang diberikan maka arus yang dihasilkan juga semakin besar (berbanding lurus). Selain itu, tegangan pada masing-masing komponen juga akan semakin besar. Pada percobaan sumber tegangan AC, grafik tampilan gelombang pada osiloskop saat tegangan semakin besar maka puncak gelombang akan semakin tinggi, dan panjang gelombang yang didapat akan semakin panjang.

Hasil pengukuran tidak mungkin mencapai kebenaran yang absolut karena keterbatasan dari bermacam faktor. Yang diperoleh dari pengukuran adanya hasil yang dianggap paling mendekati dengan harga geometris obyek ukur. Meskipun hasil pengukuran itu merupakan hasil yang dianggap benar, masih juga terjadi penyimpangan hasil pengukuran. Masih ada faktor lain lagi yang juga sering menimbulkan penyimpangan pengukuran yaitu lingkungan. Lingkungan yang kurang tepat akan mengganggu jalannya proses pengukuran.

Selain itu, tidak semua benda ukur berbentuk pejal yang terbuat dari besi, seperti rol atau bola baja, balok dan sebagainya. Kadang-kadang benda ukur terbuat dari bahan aluminium, misalnya kotak-kotak kecil, silinder, dan sebagainya. Benda ukur seperti ini mempunyai sifat elastis, artinya bila ada beban atau tekanan dikenakan pada benda tersebut maka akan terjadi perubahan bentuk. Bila

tidak hati-hati dalam mengukur benda-benda ukur yang bersifat elastis maka penyimpangan hasil pengukuran pasti akan terjadi. Oleh karena itu, tekanan kontak dari sensor alat ukur harus diperkirakan besarnya.

Kurang terampilnya seseorang dalam membaca skala ukur dari alat ukur yang sedang digunakan akan mengakibatkan banyak terjadi penyimpangan hasil pengukuran. Kebanyakan yang terjadi karena kesalahan posisi waktu membaca skala ukur. Kesalahan ini sering disebut, dengan istilah *paralaks*. Paralaks sering kali terjadi pada si pengukur yang kurang memperhatikan bagaimana seharusnya dia melihat skala ukur pada waktu alat ukur sedang digunakan. Di samping itu, si pengukur yang kurang memahami pembagian divisi dari skala ukur dan kurang mengerti membaca skala ukur yang ketelitiannya lebih kecil daripada yang biasanya digunakannya juga akan berpengaruh terhadap ketelitian hasil pengukurannya. Jadi, faktor manusia memang sangat menentukan sekali dalam proses pengukuran.

I. TUGAS AKHIR

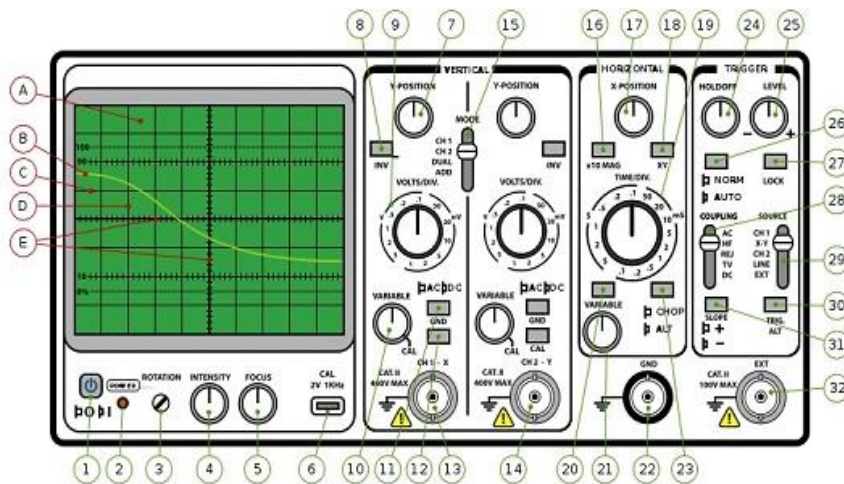
1. Tuliskan bagian-bagian dari multimeter analog dan jelaskan fungsinya masing-masingnya



1. Jarum penunjuk meter : Berfungsi sebagai penunjuk besaran yang diukur.
2. Skala : Berfungsi sebagai skala pembacaan meter, yaitu : skala tegangan skala arus dan skala resistor.
3. Zero adjust screw : Berfungsi untuk mengatur kedudukan jarum penunjuk dengan cara memutar sekrupnya ke kanan atau ke kiri dengan menggunakan obeng pipih kecil.

4. Zero Ohm Adjust Knob : Berfungsi untuk mengatur jarum penunjuk pada posisi nol. Caranya, saklar pemilih diputar pada posisi (ohm), test lead positif (merah) dihuungkan ke test lead negatif (hitam), kemudian tombol pengatur diputar ke kiri atau ke kanan sehingga jarum menunjuk pada 0 Ohm.
5. Lubang kutub (+) : Berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub (+) yang berwarna merah.
6. Positive Terminal (20 A DC Only) : Berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub (+) yang berwarna merah ketika mengukur Arus DC dari 0-20 Ampere
7. Range Selector Switch : Berfungsi untuk memilih posisi pengukuran dan batas ukurannya. Ada empat yaitu : DCV, DC mA, ACV, dan Ohm.
8. Lubang kutub(-) : Berfungsi sebagai tempat masuknya test lead kutub (-) yang berwarna hitam.

2. Tuliskan bagian-bagian dari osiloskop dan jelaskan fungsi masing-masingnya



1. Tombol Power ON/OFF, Untuk menghidupkan dan mematikan osiloskop
2. Lampu Indikator, Sebagai indikasi Osiloskop dalam keadaan ON (dalam waktu menyala) dan OFF (dalam keadaan mati).
3. Rotation, Berfungsi untuk mengatur posisi tampilan garis pada layar agar tetap berada pada horizontal.
4. Intensity, Berfungsi untuk mengatur kecerahan tampilan gelombang, namun perlu diperhatikan kecerahannya sehingga layar tidak pecah.
5. Focus, Untuk mengatur penampilan gelombang agar terlihat jelas.

6. CAL, Berfungsi digunakan untuk Kalibrasi tegangan peak to peak (V_{P-P}) atau Tegangan puncak ke puncak.
7. Position, Berfungsi untuk mengatur posisi Vertikal (masing-masing Saluran/Channel memiliki pengatur POSITION).
8. Volt/Div, Berfungsi untuk sakelar yang digunakan untuk memilih besarnya tegangan per sentimeter (Volt/Div) pada layar Osiloskop. Lalu juga untuk mengatur besarnya amplitudo pada gelombang yang terbaca di osiloskop.
9. Variabel, Fungsi Variable pada Osiloskop adalah untuk mengatur kepekaan (sensitivitas) arah vertikal pada saluran atau Channel yang bersangkutan.
10. INV (INVERT), Saat tombol INV ditekan, sinyal Input yang bersangkutan akan dibalik.
11. AC – DC, Pilihan AC digunakan untuk mengukur sinyal AC, sinyal input yang mengandung DC akan ditahan/diblokir oleh sebuah Kapasitor. Sedangkan pada pilihan posisi DC maka Input Terminal akan terhubung langsung dengan Penguat yang ada di dalam Osiloskop dan seluruh sinyal input akan ditampilkan pada layar Osiloskop.
12. GND, Jika tombol GND diaktifkan, maka Terminal INPUT akan terbuka, Input yang bersumber dari penguatan Internal Osiloskop akan ditanahkan (Grounded).
13. VERTICAL INPUT CH-1, Sebagai VERTICAL INPUT untuk Saluran 1 (Channel 1)
14. VERTICAL INPUT CH-2, Sebagai VERTICAL INPUT untuk Saluran 2 (Channel 2)
15. Sakelar MODE, Sakelar MODE pada umumnya terdiri dari 4 pilihan yaitu CH1, CH2, DUAL dan ADD. CH1 = Untuk tampilan bentuk gelombang Saluran 1 (Channel 1). CH2 = Untuk tampilan bentuk gelombang Saluran 2 (Channel 2). DUAL = Untuk menampilkan bentuk gelombang Saluran 1 (CH1) dan Saluran 2 (CH2) secara bersamaan. ADD = Untuk menjumlahkan kedua masukan saluran/saluran secara aljabar. Hasil penjumlahannya akan menjadi satu gambar bentuk gelombang pada layar.
16. x10 MAG, Untuk pembesaran (Magnification) frekuensi hingga 10 kali lipat.
17. POSITION, Untuk penyetelan tampilan kiri-kanan pada layar.
18. XY, Pada fungsi XY ini digunakan, Input Saluran 1 akan menjadi Axis X dan Input Saluran 2 akan menjadi Axis Y.
19. Sakelar TIME/DIV, Sakelar TIME/DIV digunakan untuk memilih skala besaran waktu dari suatu periode atau per satu kotak cm pada layar Osiloskop.

20. Tombol CAL (TIME/DIV), ini berfungsi untuk kalibrasi TIME/DIV
 21. VARIABLE, Fungsi Variable pada bagian Horizontal adalah untuk mengatur kepekaan (sensitivitas) TIME/DIV.
 22. GND, GND merupakan Konektor yang dihubungkan ke Ground (Tanah).
 23. Tombol CHOP dan ALT, CHOP adalah menggunakan potongan dari saluran 1 dan saluran 2. ALT atau Alternate adalah menggunakan saluran 1 dan saluran 2 secara bergantian.
 24. HOLD OFF, HOLD OFF untuk mendiamkan gambar pada layar osiloskop.
 25. LEVEL, LEVEL atau TRIGGER LEVEL digunakan untuk mengatur gambar yang diperoleh menjadi diam atau tidak bergerak.
 26. Tombol NORM dan AUTO
 27. Tombol LOCK
 28. Saklar COUPLING, Menunjukkan hubungan dengan sinyal searah (DC) atau bolak balik (AC).
 29. Sakelar SOURCE, Penyesuai pemilihan sinyal.
 30. TRIGGER ALT
 31. SLOPE
 32. EXT, Trigger yang dikendalikan dari rangkaian di luar Osiloskop.
3. Tuliskan bagian-bagian dari sinyal generator dan jelaskan fungsinya masing-masingnya



1. Tombol POWER, berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan sinyal generator yang dilengkapi dengan lampu LED sebagai tanda power telah ON atau OFF
2. Range, berfungsi sebagai pemilih kelipatan frekuensi dari 0,1 Hz sampai dengan 100 KHz

3. Frekuensi, berfungsi sebagai pengatur variable frekuensi yang digunakan untuk menaikkan atau menurunkan frekuensi sesuai yang diinginkan
 4. VCG ON, berfungsi sebagai saklar pemilih antara VCG mode dan DIAL mode
 5. Start, berfungsi sebagai saklar ON/OFF untuk tegangan keluaran
 6. DC Offset, sebagai pengatur posisi tegangan keluaran untuk komponen AC dan DC
 7. Function, sebagai saklar pemilih bentuk gelombang diantaranya gelombang sinus, gelombang kotak, dan gelombang gigi gergaji.
 8. Output, sebagai pengatur tinggi rendahnya tegangan keluaran
 9. Atten (dB), sebagai pengatur pelemahan/attenuator tegangan keluaran dengan skala 0, -20 dB, dan -40 dB
 10. Output terminal adalah terminal tegangan keluaran dengan resistansinya
 11. TTL output adalah terminal keluaran untuk TTL
 12. VCG input terminal adalah terminal untuk masukan mode VCG
 13. Fuse, digunakan sebagai pengaman untuk tegangan input (power)
 14. Power card, adalah kabel output untuk tegangan input (power)
4. Bandingkan antara hasil pengukuran dengan voltmeter dan hasil pengukuran dengan osiloskop untuk sumber tegangan AC. Jelaskan mengapa berbeda?

Hasil pengukuran dengan menggunakan osiloskop dan voltmeter berbeda karena bila menggunakan voltmeter, langsung menempelkan kabel hitam dan merah pada sesuatu yang ingin diukur, tetapi jika menggunakan osiloskop, harus melakukan kalibrasi terlebih dahulu. Kemudian osiloskop mempunyai hambatan dalam yang berbeda dengan yang dimiliki voltmeter. Hasil pengukuran pada multimeter berupa angka, sedangkan pada osiloskop berupa grafik gelombang. Selain itu, pada multimeter tegangan yang diukur adalah V_{vektor} atau V_{rms} . Sedangkan pada osiloskop yang diukur adalah V_{pp} atau V_{rms} .

J. PEMBAHASAN DAN KESIMPULAN

PEMBAHASAN

Praktikum kali ini mengenai pengoperasian alat ukur, sesuai dengan yang telah ditulis pada bagian awal laporan, praktikum ini bertujuan untuk memahami penggunaan alat ukur, menggunakan alat ukur Multimeter dan Osiloskop dengan tepat dan benar. Praktikum yang berjudul Pengoperasian Alat

Ukur ini mempelajari teknik-teknik mengukur yang benar. Dikenalkan bermacam-macam alat ukur yang dipergunakan pada praktikum kali ini, yaitu antara lain multimeter dan osiloskop. Dimana multimeter dipergunakan untuk mengukur tegangan DC dan osiloskop dipergunakan untuk mengukur tegangan AC. Saat dipergunakan sebagai voltmeter, maka multimeter dipasang seri. Sedangkan saat dipergunakan sebagai amperemeter, maka multimeter dipasang paralel.

Besar sumber tegangan yang digunakan pada rangkaian ada 3 macam yaitu 3 volt, 6 volt, dan 9 volt. Pada saat sumber DC, multimeter pertama digunakan sebagai amperemeter. Dengan hasil pengukuran yang didapat pada kuat arus sebesar 7,54 mA saat sumber tegangan sebesar 3 volt, saat sumber tegangan sebesar 6 volt kuat arus yang didapat sebesar 15,28 mA, dan pada saat sumber tegangan sebesar 9 volt kuat arus yang didapat sebesar 23,73 mA.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 3 volt adalah sebesar 3,02 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 3 volt adalah sebesar 0,45 volt yaitu pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ab} = 0,67$ volt, $V_{ac} = 1,27$ volt, $V_{ad} = 2,61$ volt, $V_{bc} = 0,6$ volt, $V_{bd} = 1,94$ volt, $V_{be} = 2,35$ volt, $V_{cd} = 1,33$ volt, dan $V_{ce} = 1,75$ volt.

Pada saat sumber tegangan 6 volt didapatkan tegangan terbesar pada rangkaian yaitu tegangan V_{ae} sebesar 6,1 volt. Tegangan terkecil yang didapat pada rangkaian yaitu sebesar 0,7 volt pada tegangan V_{ab} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ac} = 2,08$ volt, $V_{ad} = 5,14$ volt, $V_{bc} = 1,37$ volt, $V_{bd} = 4,43$ volt, $V_{be} = 5,37$ volt, $V_{cd} = 3,04$ volt, $V_{ce} = 4$ volt, dan $V_{de} = 0,94$ volt.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 9 volt adalah sebesar 9,12 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 9 volt adalah sebesar 0,72 volt yaitu pada tegangan V_{ab} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ac} = 2,87$ volt, $V_{ad} = 7,62$ volt, $V_{bc} = 2,14$ volt, $V_{bd} = 6,90$ volt, $V_{be} = 8,38$ volt, $V_{cd} = 4,74$ volt, $V_{ce} = 6,23$ volt, dan $V_{de} = 1,47$ volt.

Pengukuran menggunakan osiloskop untuk menghitung sumber tegangan AC. Besar sumber tegangan awal yang diberikan yaitu sebesar 3, 6, dan 9 volt. Namun, yang terbaca pada osiloskop besar tegangan awalnya yaitu sebesar 2,96 volt; 4,8 volt; dan 6,8 volt.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 2,96 volt adalah sebesar 3,96 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 2,96 volt adalah sebesar 0,104 volt yaitu pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya

adalah $V_{ab} = 2,56$ volt, $V_{ac} = 2,96$ volt, $V_{ad} = 2,96$ volt, $V_{bc} = 0,2$ volt, $V_{bd} = 0,5$ volt, $V_{be} = 0,56$ volt, $V_{cd} = 0,348$ volt, dan $V_{ce} = 0,42$ volt.

Pada saat sumber tegangan 4,8 volt didapatkan tegangan terbesar pada rangkaian yaitu tegangan V_{ad} sebesar 5,92 volt. Tegangan terkecil yang didapat pada rangkaian yaitu sebesar 0,272 volt pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ab} = 4,8$ volt, $V_{ac} = 5,36$ volt, $V_{ae} = 4,9$ volt, $V_{bc} = 0,56$ volt, $V_{bd} = 1,34$ volt, $V_{be} = 1,56$ volt, $V_{cd} = 0,92$ volt, dan $V_{ce} = 1,12$ volt.

Tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 6,8 volt adalah sebesar 8,96 volt yaitu pada tegangan V_{ae} . Tegangan terkecil pada rangkaian yang didapatkan saat sumber tegangan 6,8 volt adalah sebesar 0,44 volt yaitu pada tegangan V_{de} . Tegangan yang lainnya adalah $V_{ab} = 6,8$ volt, $V_{ac} = 7,8$ volt, $V_{ad} = 8,8$ volt, $V_{bc} = 0,9$ volt, $V_{bd} = 2,2$ volt, $V_{be} = 2,4$ volt, $V_{cd} = 1,52$ volt, dan $V_{ce} = 1,76$ volt.

Dari data yang didapatkan di atas, tegangan V_{ae} rata-rata selalu menjadi tegangan terbesar pada rangkaian yang didapatkan saat diberikan berbagai sumber tegangan. Hanya pada sumber tegangan AC dengan sumber 4,8 volt, tegangan V_{ad} lah yang menjadi tegangan terbesar. Hal ini terjadi, kemungkinan dikarenakan kesalahan praktikan saat membaca data yang tertera pada layar osiloskop. Maka dari itu diperlukan ketelitian agar tidak terjadi kesalahan.

Kurang terampilnya seseorang dalam membaca skala ukur dari alat ukur yang sedang digunakan akan mengakibatkan banyak terjadi penyimpangan hasil pengukuran. Kebanyakan yang terjadi karena kesalahan posisi waktu membaca skala ukur. Kesalahan ini sering disebut, dengan istilah *paralaks*. Paralaks sering kali terjadi pada si pengukur yang kurang memperhatikan bagaimana seharusnya dia melihat skala ukur pada waktu alat ukur sedang digunakan. Di samping itu, si pengukur yang kurang memahami pembagian divisi dari skala ukur dan kurang mengerti membaca skala ukur yang ketelitiannya lebih kecil daripada yang biasanya digunakannya juga akan berpengaruh terhadap ketelitian hasil pengukurannya.

Jadi, faktor manusia memang sangat menentukan sekali dalam proses pengukuran. Sebagai orang yang melakukan pengukuran harus menentukan alat ukur yang tepat sesuai dengan bentuk dan dimensi yang akan diukur. Untuk memperoleh hasil pengukuran yang betul-betul dianggap presisi tidak hanya diperlukan asal bisa membaca skala ukur saja, tetapi juga diperlukan pengalaman dan ketrampilan dalam menggunakan alat ukur.

KESIMPULAN

1. Dalam mengoperasikan alat ukur, dibutuhkan setidaknya ketelitian serta pengetahuan mengenai cara penggunaan alat ukur tersebut. Oleh karena itu, sebelum menggunakan alat ukur ada baiknya untuk membaca informasi mengenai alat ukur yang ingin digunakan agar tidak terjadi kesalahan ketika sedang melakukan percobaan.
2. Untuk menguji komponen elektronika seperti resistor, kondensator, dioda, transistor dan transformator ialah menggunakan multimeter. Biasanya komponen elektronika yang sudah rusak atau putus, skala penunjuk multimeter tidak akan mengukur nilai besarannya atau tetap di posisi nol. Maka dari itu, untuk mengetahui berapa arus dan tegangan listrik serta hambatan yang ada diperlukan beberapa alat ukur.
3. Multimeter adalah alat ukur elektronika yang dipakai untuk menguji atau mengukur suatu komponen, mengetahui kedudukan kaki-kaki komponen, dan mengetahui besar nilai komponen yang diukur.
4. Saat dijadikan voltmeter, maka multimeter dipasang seri. Sedangkan saat dijadikan amperemeter, maka multimeter dipasang paralel. Pengukuran tegangan dengan osiloskop dilakukan dengan mengamati jumlah kotak dari atas ke bawah yang dilalui oleh gelombang tersebut dengan mengalihkan dengan volt/div-nya yang telah diatur sebelumnya.
5. Untuk mengurangi terjadinya penyimpangan pengukuran sampai seminimal mungkin maka alat ukur yang akan dipakai harus dikalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi ini diperlukan disamping untuk mengecek kebenaran skala ukurnya juga untuk menghindari sifat-sifat yang merugikan dari alat ukur, seperti kestabilan nol, kapasitan, pengambungan, dan sebagainya.
6. Pengukuran tegangan AC dapat dilakukan dengan menggunakan Multimeter dengan cara, pertama atur posisi saklar ke ACV dan memilih skala saklar sesuai dengan tegangan yang akan akan diukur. Lalu kita atur saklar ke skala yang lebih besar dari perkiraan tegangan yang diukur. Kemudian kita hubungkan probe ke terminal sumber tegangan AC yang ingin di ukur. Untuk tegangan AC tidak ada Polaritas (+) dan (-) sehingga dapat bebas meletakkan probe di mana saja. Terakhir, kita lihat besarnya tegangan AC di display multimeter.
7. Rangkaian disusun secara (seri-paralel) pada project board seperti gambar yang tertera pada modul praktikum.

K. Daftar Pustaka

- Ferry, Dennis. 2020. *How To Use A Multimeter Made Simple*.
- Herres, David. 2020. *Oscilloscopes: A Manual For Student Engineers, and scientists*. USA: Springer.
- Munafri, Yusuf. Dkk. 2019. *Pengukuran Osiloskop Sinar Katoda*. Jurnal Praktrikum Instrumentasi.
- Nofira Sari, Ira. Dkk. 2016. *Analisis Kesalahan Menggunakan Alat Ukur Pada Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika Ikip Pgri Pontianak*. Jurnal Edukasi.
- Suari, Muharmen. 2020. *Karaterisasi Amperemeter Voltmeter Terhadap Penambahan Hambatan Pada Pengujian Sensor Mekanik Multimeter Analog*. Jurnal Penelitian Bidang IPA Dan Pendidikan IPA.
- Prijo, Sembodo Budi. 2011. *Ampere Meter DC Menggunakan ADC 0804 Sebagai Interface Pada Central Processing Unit (CPU) Komputer*. Jurnal Teknik Waktu.
- Poole, Ian. 2015. *A Guide To Digital & Analogue Multimeters*. Technique Eletronics.
- Purkait, Prithwiraj. 2013. *Electrical and Electronics Measurements and Instrumentation*. New Delhi: McGraw Hill.
- Webster, John G. etc. 2014. *Measurement, Instrumentation, And Sensors Handbook: Electromagnetic, Optical, Radiation, Chemical, And Biomedical Measurement*. London: CRC Press
- Yani, Achmad. 2016. *Pembuatan Osiloskop Berbasis Personal Komputer Menggunakan Sound Card*. Jurnal teknologi elektrikal