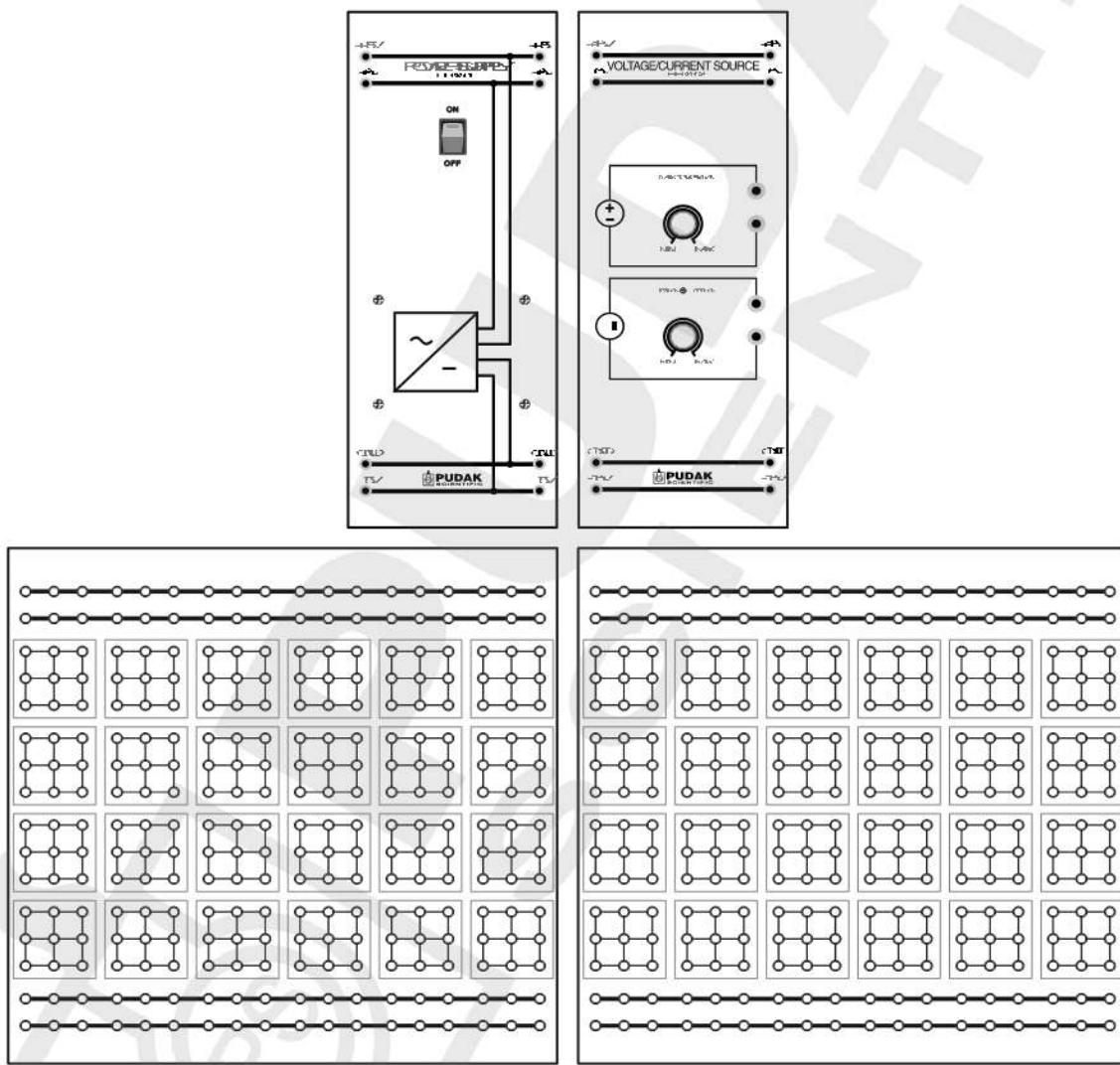


# PETUNJUK PERCOBAAN

# BASIC ELECTRONIC TRAINER

## PT93120





## Kata Pengantar

Pesawat latih *Basic Electronic Trainer* dipersiapkan untuk praktek dasar elektronika. Pesawat latih ini dirancang dalam bentuk modul dan *section box* sehingga pemakai mudah mempergunakannya dan mengambil suatu pengertian.

Untuk menunjang proses belajar mengajar praktek elektronika, perlu ada petunjuk yang mendasari terlaksananya proses belajar mengajar tersebut. Oleh karena itu buku Petunjuk Percobaan ini dibuat dan disertakan bersama pesawat latih ini.

Namun demikian, para pemakai pesawat latih "*Basic Electronic Trainer*" diharapkan telah mempunyai latar belakang pengetahuan tentang penggunaan alat-alat ukur seperti Osiloskop, Pencacah Frekuensi (*Frequency Counter*), Pembangkit gelombang (*Function Generator*), dan Multimeter.

Pudak Scientific

## Daftar Isi

Kata Pengantar .....	i
Daftar Isi .....	iii
I . Pendahuluan .....	1
II . Penggunaan Osiloskop .....	3
III . Percobaan-percobaan	
EE02001 Pengantar Elektronika.....	6
EE02002 Hukum Ohm .....	11
EE02003 Theorema Thevenin.....	13
EE02004 Theorema Superposisi .....	17
EE02005 Hambatan Seri dan Pembagi Tegangan.....	20
EE02006 Hambatan Paralel dan Pembagi Arus.....	24
EE02007 Jembatan Wheatstone .....	27
EE02008 Hambatan Tidak Linear.....	30
EE02009 Kapasitor dan Penghambat Terhubung Seri .....	38
EE02010 Sinyal AC .....	41
EE02011 Pengaruh Sinyal AC pada Hambatan .....	45
EE02012 Pengaruh Sinyal AC pada Kapasitor.....	47
EE02013 Pengaruh Sinyal AC pada Kumparan .....	50
EE02014 RLC Seri dan Resonansi Seri.....	53
EE02015 Rangkaian Osilator Seri.....	57
EE02016 Pengaruh Sinyal AC pada Rangkaian RC Paralel .....	59
EE02017 Pengaruh Sinyal AC pada Rangkaian RL Paralel.....	62
EE02018 RLC Paralel dan Resonansi Paralel .....	65
EE02019 Rangkaian Osilator Paralel.....	69
EE02020 Filter .....	71
EE02021 Tanggapan Rangkaian Integrator dan Diferensiator Terhadap Gelombang Persegi.....	79
EE02022 Tanggapan Rangkaian Diferensiator Terhadap Gelombang Segi Tiga .....	83
EE02023 Penguat Transistor Emiter Bersama ( <i>Common Emitter</i> ) .....	85
EE02024 Penguat Transistor Kolektor Bersama ( <i>Common Collector</i> ).....	89
EE02025 Transistor Sebagai Saklar.....	92
EE02026 Pemicu Schmitt ( <i>Schmitt Trigger</i> ) .....	94

EE02027 Multivibrator Monostabel ( <i>Monostable Multivibrator</i> ).....	97
EE02028 Multivibrator Bistabel ( <i>Bistable Multivibrator</i> ) .....	100
EE02029 Multivibrator Astabel ( <i>Astable Multivibrator</i> ).....	104
EE02030 Penguat Gandeng RC ( <i>RC Coupled Amplifier</i> ).....	106
EE02031 Penguat Kopel Langsung ( <i>Direct Coupled Amplifier</i> ) .....	109
EE02032 Penguat Kopel Langsung dengan Transistor Komplementer ( <i>Direct Coupled Amplifier With Complementary Transistor</i> ).....	112
EE02033 Penguat Transistor Diferensial .....	115
EE02034 Penguat FET Source Bersama.....	119
EE02035 Penguat FET Drain Bersama.....	123
EE02036 Pengikut Tegangan .....	126
EE02037 Penguat Op-Amp. Tak Membalik .....	129
EE02038 Penguat Op-Amp. Membalik .....	132
EE02039 Transistor Uni-Junction ( <i>Uni-Junction Transistor</i> ) .....	135
EE02040 DIAC .....	139
EE02041 SCR dan TRIAC .....	141
EE02042 Penyearah Setengah Gelombang .....	148
EE02043 Penyearah Gelombang Penuh.....	152
EE02044 Pengendali Daya dengan SCR.....	157
EE02045 Pengganda Tegangan.....	160
EE02046 Sifat-Sifat Sumber Listrik.....	162
EE02047 Sumber Arus dengan Menggunakan FET .....	166
EE02048 Sumber Arus dengan Menggunakan Transistor Bipolar .....	168

#### IV . Lampiran

- A. Gambar Peralatan
- B. Cara Merakit Rak Panel

## I. PENDAHULUAN

Pada buku petunjuk percobaan ini disajikan langkah-langkah penggunaan perangkat latih Elektronika Dasar (*Basic Electronics*) secara sistematis dan jelas dalam melaksanakan praktik yang meliputi:

1. Pengantar Elektronika
2. Hukum Ohm
3. Theorema Thevenin
4. Theorema Superposisi
5. Hambatan Seri dan Pembagi Tegangan
6. Hambatan Paralel dan Pembagi Arus
7. Jembatan Wheatstone
8. Hambatan Tidak Linear
9. Kapasitor dan Penghambat Terhubung seri
10. Sinyal AC
11. Pengaruh Sinyal AC Pada Hambatan
12. Pengaruh Sinyal Ac Pada Kapasitor
13. Pengaruh Sinyal AC Pada Kumparan
14. RLC Seri dan Resonansi Seri
15. Rangkaian Osilator Seri
16. Pengaruh Sinyal AC pada Rangkaian RC Paralel
17. Pengaruh Sinyal AC pada Rangkaian RL Paralel
18. RLC Paralel dan Resonansi Paralel
19. Rangkaian Osilator Paralel
20. Filter
21. Respon Rangkaian Integrator dan Diferensiator Terhadap Gelombang Persegi
22. Respon Rangkaian Integrator dan Diferensiator Terhadap Gelombang Segitiga
23. Penguat *Common Emitter* Transistor
24. Penguat *Common Collector* Transistor
25. Transistor Sebagai Saklar
26. Pemicu Schmitt (*Schmitt Trigger*)
27. Multivibrator Monostabel (*Monostable Multivibrator*)
28. Multivibrator Bistabel (*Bistable Multivibrator*)
29. Multivibrator Astabel (*Astable Multivibrator*)
30. Penguat dengan kopel RC Coupled Amplifier
31. Penguat dengan kopel langsung (*Direct Coupled Amplifier*)
32. Penguat kopel langsung dengan transistor komplementer (*Direct Coupled With Complementary Transistor*)
33. Penguat Transistor Deferensial
34. Penguat *Common Source* FET
35. Penguat *Common Drain* FET
36. Pengikut Tegangan
37. Penguat Op-Amp. Tak Membalik
38. Penguat Op-Amp. Membalik
39. *Uni-Junction Transistor*
40. DIAC
41. SCR Dan TRIAC
42. Penyebarluasan Setengah Gelombang
43. Penyebarluasan Gelombang Penuh
44. Pengendali Daya Memakai SCR
45. Pengganda Tegangan
46. Sifat-Sifat Sumber Listrik
47. Sumber Arus dengan Menggunakan FET
48. Sumber Arus dengan Menggunakan Transistor Bipolar

## **NOMOR PERCOBAAN**

Menunjukkan urutan percobaan yang ada pada buku ini.

## **JUDUL PERCOBAAN**

Memberikan gambaran, arah dan penekanan percobaan yang akan dilakukan.

### **1. Tujuan percobaan**

Memberikan petunjuk tentang sasaran yang akan dicapai atau perubahan tingkah laku yang diharapkan setelah melaksanakan kegiatan percobaan.

### **2. Pendahuluan**

Memberikan suatu gambaran pengetahuan awal sebagai bekal untuk melakukan suatu percobaan agar tidak terjadi kesalahan dalam menerjemahkan hasil percobaan.

### **3. Buku Bacaan**

Adalah daftar buku yang perlu dibaca agar penguasaan materi pada suatu percobaan dapat tercapai.

### **4. Peralatan**

Merupakan kelengkapan yang harus disiapkan untuk melaksanakan suatu kegiatan percobaan.

### **5. Langkah Kerja**

Merupakan petunjuk yang harus diikuti dalam proses pelaksanaan suatu kegiatan percobaan karena erat kaitannya dengan hasil yang akan dicapai.

### **6. Kesimpulan**

Memberikan suatu gambaran tentang hasil praktik yang telah dilaksanakan, sekaligus merupakan kontrol apakah pekerjaan yang dilakukan telah sesuai.

## **II. Penggunaan Osiloskop**

### **A Pendahuluan**

Osiloskop adalah suatu alat ukur elektronika untuk menampilkan bermacam-macam sinyal listrik baik arus bolak-balik (AC – *Alternating Current*) maupun arus searah (DC – *Direct Current*), pada layar CRT atau LCD. Osiloskop secara umum ada dua macam, yaitu osiloskop biasa dan osiloskop dengan penyimpanan data secara digital (*storage oscilloscope*). Pada osiloskop biasa sinyal yang tampak pada layar adalah sinyal yang terjadi pada saat itu dan tidak dapat ditampilkan pada lain waktu, sedang pada osiloskop storage sinyal yang diamati dapat disimpan untuk waktu yang relatif lama, dan dapat ditampilkan sewaktu-waktu.

Kemampuan menampilkan sinyal sinus dengan frekuensi tertinggi menandakan kemampuan suatu osiloskop. Ada osiloskop yang hanya dapat menampilkan sinyal dengan frekuensi 20MHz, 50MHz, dsb. Kemampuan lain dari osiloskop juga bergantung pada besarnya amplitudo sinyal sinus yang dapat dilihat tanpa merusak osiloskop tersebut. Untuk meningkatkan kemampuan menampilkan sinyal yang besar biasanya pada probe ada peredam untuk redaman 10 kali. PEREDAMAN PADA PROBE INI HARAP DIPERHATIKAN, KARENA ORANG YANG KURANG BERPENGALAMAN SERING MELAKUKAN KESALAHAN BACA AKIBAT KESALAHAN PENGATURAN.

### **B Tombol-Tombol Utama Pada Osiloskop**

Secara umum osiloskop memiliki empat kelompok tombol utama dengan pembagian sebagai berikut:

1. Kelompok tombol vertikal.
  - a. Kanal (*Channel*) 1
  - b. Kanal (*Channel*) 2
  - c. Mode vertikal.
2. Kelompok tombol sweep time.
3. Kelompok tombol pemicu (trigger).
4. Kelompok tombol tampilan layar.

Masing-masing kelompok tersebut telah dikelompokkan oleh pembuat dengan menggunakan garis batas pada panel osiloskop tersebut.

#### **1. Kelompok Tombol Vertikal**

Pada Kelompok ini terdapat kelompok tombol kanal (*channel*) 1 dan kanal (*channel*) 2, yang kedua-duanya memiliki fungsi identik yang berlaku untuk masing-masing kanal. Pada kelompok ini terdapat tombol untuk mengatur kepekaan besar sinyal dalam satuan Volt/DIV, yang artinya besar sinyal dinyatakan dalam kotak yang terlihat pada layar osiloskop dengan besarnya setiap kotak secara vertikal mewakili nilai yang ditunjukkan oleh tombol kepekaan tersebut. Termasuk pada kelompok ini adalah tombol untuk menggeser tampilan sinyal untuk masing-masing kanal dalam arah vertikal.

Terdapat pula tombol pilih untuk pembacaan secara AC, DC, dan tidak tersambung (GND). Khusus untuk kelompok tombol *channel* 2 ada tambahan fungsi untuk membalikkan fasa sinyal yang diukur oleh *channel* 2.

Kelompok tombol yang merupakan bagian dari kelompok tombol vertikal ini adalah tombol mode. Tombol ini mengatur bagaimana tampilan masing-masing kanal yang meliputi :

- a. Menampilkan hanya kanal 1 saja , kanal 2 saja, atau keduanya secara bersamaan.
- b. Menampilkan sinyal penjumlahan kedua kanal.
- c. Menampilkan kurva Lissajous.

## 2. Kelompok Tombol Sweep Time

Pada kelompok tombol ini ada dua tombol yaitu tombol basis waktu (time base) dan tombol posisi. Tombol basis waktu menyatakan kecepatan pembacaan sinyal dalam domain waktu dalam satuan waktu/DIV, yang artinya setiap kotak horizontal mewakili waktu yang ditunjukkan oleh tombol basis waktu. Sedangkan tombol posisi adalah tombol untuk menggeser tampilan sinyal dalam arah horizontal.

Kelompok tombol sweep mode untuk memilih cara untuk melihat sinyal dalam domain waktu.

Pilihan mode Auto adalah pilihan yang sering digunakan. Pada mode ini pemicuan terjadi berulang-ulang secara periodik mengikuti kecepatan basis waktu dan secara otomatis mengikuti sinyal sumber pemicuan, bila ada. Pilihan modus norm menyebabkan tampilan baru tampak bila sumber pemicuan ada. Pilihan single tampilan hanya terjadi sekali saja ketika sumber pemicuan menyebabkan osiloskop terpicu. Untuk pemicuan berikutnya tombol RESET harus ditekan dahulu.

## 3. Kelompok Tombol Pemicuan

- a. Tombol Slope, pilihan (+) menandakan pemicuan dilakukan ketika sinyal bergerak naik, sedangkan pilihan (-) menandakan pemicuan dilakukan ketika sinyal bergerak turun.
- b. Tombol Coupling, pilihan AC menandakan peyulutan dilakukan secara AC tanpa dipengaruhi komponen DC sinyal, pilihan DC menandakan pemicuan dilakukan secara DC dan dipengaruhi oleh komponen DC sinyal.
- c. Source, *sumber* pemicuan, pilihan kanal 1 berarti pemicuan terjadi berdasarkan sinyal yang terhubung dengan kanal 1 dan pilihan kanal 2 berarti pemicuan terjadi berdasarkan sinyal yang terhubung dengan kanal 2. Pilihan LINE berarti pemicuan terjadi berdasarkan sinyal yang berdasarkan tegangan jala-jala listrik. Pilihan Ext. berarti pemicuan terjadi berdasarkan sinyal yang terhubung pada masukan probe external trigger.

- d. Level, tombol ini untuk mengatur *besarnya* sinyal yang menyebabkan osiloskop terpicu. Tombol ini juga akan membuat sinyal menjadi diam dan jelas.
  - e. Hold Off, tombol ini menyebabkan sinyal menjadi diam dan jelas. Tombol ini sifatnya membantu tombol level, terutama untuk gelombang dengan bentuk kompleks pada suatu periode tertentu.
4. Kelompok Tombol Tampilan Layar

Pada kelompok ini terdapat tombol untuk mematikan dan menghidupkan layar, kemudian mengatur intensitas layar yang mengatur terang gelapnya tampilan, tombol focus yang menyebabkan tampilan menjadi tajam, tombol illum yang mengatur terang lampu yang ditempatkan pada sisi tampilan layar, tombol ini berguna bila dipergunakan pada tempat yang agak gelap, sehingga membuat nyaman bagi mata. Kemudian pengatur trace rotation yang mengatur arah scan sehingga gambar sinyal yang tampak tidak miring.

Satu bagian yang penting adalah terminal pengkalibrasian Cal. Pada terminal ini masing-masing kanal dapat dikalibrasi sesuai dengan nilai yang tercantum pada terminal tersebut. Pengkalibrasian dilakukan dengan mengatur variabel basis waktu dan variabel level vertical (tombol kepekaan sinyal variabel).

### C Fungsi Tambahan pada Osiloskop Storage

Pada osiloskop ini terdapat tombol untuk memilih operasi osiloskop, yang berguna untuk memilih apakah osiloskop tersebut beroperasi secara biasa (*real time*) atau *storage*. Pada operasi storage seluruh tombol yang beroperasi pada keadaan *real time*, berfungsi sama pada keadaan *storage*.

Pada kesempatan ini penekanan terutama pada *sweep mode norm* dan *single*. Pada pengoperasian storage *sweep mode norm*, ketika sinyal pada kanal ditiadakan, pembacaan terakhir akan tetap ditampilkan, sedangkan pada *sweep mode single*, ketika pemicuan terjadi, sinyalnya akan tetap tampak pada tampilan sampai tombol RESET ditekan.

Biasanya suatu osiloskop storage memiliki garis bantu yang membantu dalam pembacaan beda tegangan dan beda waktu, serta frekuensi, di mana ketiga besaran tersebut ditampilkan dalam bentuk angka pada layar.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

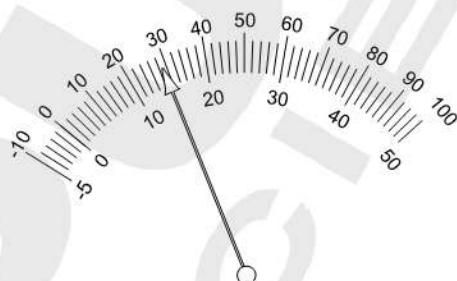
1. Membaca skala alat ukur dan menjelaskan cara penggunaan beberapa alat ukur.
2. Mengenal perangkat papan plug-in sebagai perangkat bantu percobaan serta menggunakannya untuk membuat rangkaian sederhana.
3. Memahami sifat dasar arus dan tegangan listrik.

## II. Pendahuluan

Dalam perancangan sistem elektronika diperlukan pengertian tentang hal-hal yang berhubungan dengan pengukuran dan juga tentang tegangan dan arus listrik.

Untuk melakukan pengukuran yang benar diperlukan pengetahuan dan keterampilan membaca alat ukur (meter) yang digunakan secara baik. Selain itu juga diperlukan pengetahuan mengenai sifat-sifat alat ukur yang digunakan dalam pengukuran, sehingga kesalahan pengukuran dan kerusakan alat ukur yang dipergunakan dapat dihindari.

Pada latihan ini akan digunakan meter dasar yang berskala ganda, seperti terlihat pada Gambar 1.1 di bawah ini. Skala yang satu (di atas) memiliki rentangan  $-10 - 0 - 100$ , sedangkan yang lain (di bawah) memiliki rentangan  $-5 - 0 - 50$ .



Gambar 1.1. Skala ganda pada meter dasar

Cara membaca skala ini bergantung pada rentang ukur yang diberlakukan untuk meter dasar itu. Sebagai contoh, jika meter dasar dipasang (distel) untuk mengukur arus dengan rentang ukur  $0 - 100\text{mA}$ , skala atas yang digunakan. Bila jarum penunjukkan berkedudukan seperti pada Gambar 1.1, meter menunjukkan arus sebesar  $28\text{mA}$  (Cobalah periksa mengapa pembacaannya  $28\text{mA}$ !).

Akan tetapi jika meter dasar distel untuk rentang ukur  $0 - 50\text{mA}$ , skala bawah yang digunakan. Dalam hal ini meter menunjukkan arus sebesar  $14\text{mA}$  (Coba pula memahami hasil pembacaan ini!).

Pada meter dasar ada rentang ukur yang tidak sepenuhnya sesuai dengan skala yang tersedia. Misalnya, sebagai voltmeter, ada rentang ukur  $0 - 10\text{V}$ . Dalam hal ini digunakan skala atas, akan tetapi dengan "membaca" angka 10 sebagai angka 1, angka 20 sebagai angka 2, dst.nya. Dengan kata-kata lain, angka yang ditunjukkan

harus dibagi 10. Pada Gambar 1 di atas, sebagai voltmeter dengan rentang 0 – 10V, alat ukur itu menunjukkan tegangan sebesar 2,8V (Coba pula memahami hasil ini!).

Untuk mengukur arus yang melalui suatu beban digunakan amperemeter yang dihubungkan secara seri, sedangkan untuk mengukur tegangan pada kedua ujung beban digunakan voltmeter yang dihubungkan secara paralel dengan beban tersebut.

Bidang elektronika juga erat kaitannya dengan besaran arus dan tegangan listrik, sehingga seharusnya kedua besaran tersebut dikuasai secara baik, sehingga benar pada penerapannya.

Sumber energi dalam rangkaian elektronika juga mengacu sifatnya kepada kedua besaran tersebut di atas sehingga sumber energi ini harus juga dikuasai sifat dasarnya. Khusus untuk sumber tegangan ada istilah yang disebut polaritas, yaitu pasangan kutub-kutub keluaran sumber yang ditandai oleh tanda (+) yang disebut polaritas positif dan tanda (-) yang disebut polaritas negatif. Hal yang terakhir ini wajib diperhatikan bila kita bekerja pada rangkaian listrik terutama pada sumber DC.

### **III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi-materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Hayt, W.H.Jr, dan J.E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A Systems Approach", Mc.Graw-Hill, Singapore, 1987.

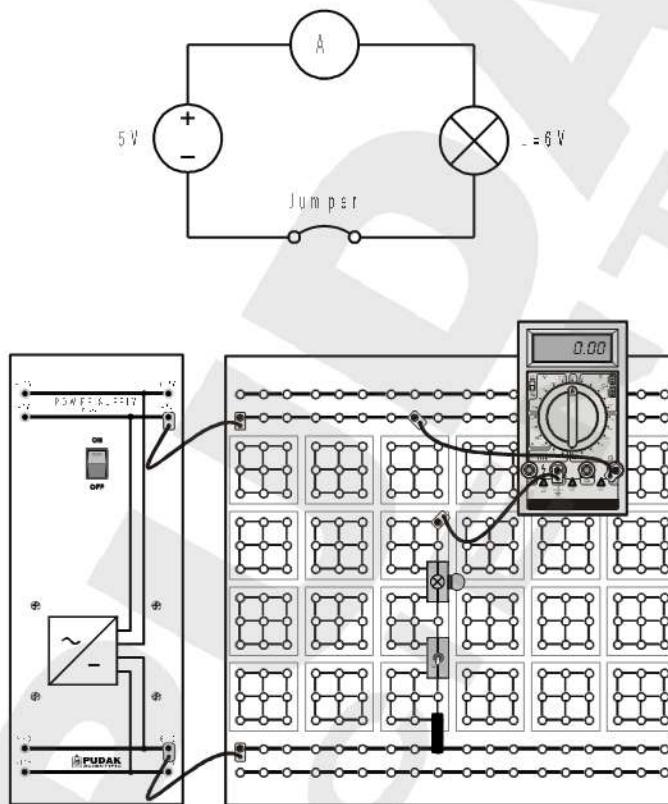
### **IV. Peralatan**

Utama	:	Catu-daya tegangan variabel PTE-005-02 Catu-daya tegangan utama PTE-005-01 Saklar SPDT / SPST Lampu 6V Papan <i>plug-in</i> Meter Dasar ( <i>Basic meter</i> ) 2 batere besar Penghambat $3.3\Omega/2W$ 5 penghubung U 4 kabel konektor
Pendukung	:	Multimeter digital Rangka Panel

### **V. Langkah Kerja**

1. Pembacaan Alat Ukur
  - a. Siapkan *basic meter* dan catu daya tegangan variabel.
  - b. Dengan posisi saklar catu-daya utama dalam keadaan mati, hubungkan catu daya itu ke tegangan PLN.
  - c. Hubungkan kabel merah ke kutub (+) catu daya dan ke soket sekrup terminal rentangan ("range") 50V pada meter dasar. Kemudian hubungkan kabel hitam ke kutub (-) catu-daya dan ke soket sekrup terminal meter dasar yang bertulisan 0.

- d. Kemudian hidupkan catu-daya. Perhatikan pembacaan pada meter
  - e. Lakukan hal yang sama pada nilai rentangan tegangan meter yang lain dan tegangan catu yang lain pula, dengan sebelumnya dikonsultasikan dahulu dengan guru.
  - f. Berikan laporan tertulis jumlah pengukuran dan hasilnya.
2. Membuat Rangkaian dan Mengenal Sifat Dasar Arus/Tegangan Listrik
- a. Siapkan papan plug-in, saklar, catu-daya tegangan utama, lampu 6V, dan multimeter digital.
  - b. Hubungkan keseluruhannya menurut Gambar 1.2 di bawah ini. Sebagai amperemeter digunakan multimeter digital.



Gambar 1.2

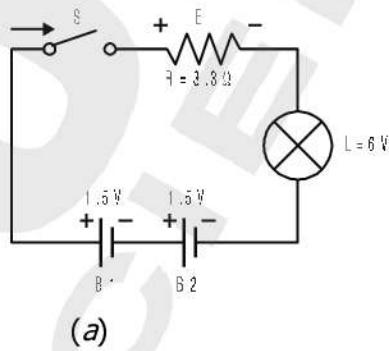
- c. Perhatikan yang terjadi pada lampu dan pembacaan amperemeter ketika jumper belum dipasang dan sesudah jumper dipasang.
- d. Ganti jumper (salah satu penghubung "U") dengan menggunakan saklar SPDT/SPST.
- e. Apa yang terjadi dengan lampu sebelum dan sesudah saklar dihidupkan? Hasilnya sama dengan menggunakan jumper Hal ini memperlihatkan bahwa saklar berfungsi sama dengan jumper. Akan tetapi dengan penggunaan saklar lebih memudahkan penyalaan dan pemadaman lampu.
- f. Dalam keadaan saklar terhubung, catat nilai pembacaan arus pada amperemeter dan polaritas sumber tegangannya pada Tabel 1.

- g. Kemudian saklar diputuskan. Pertukarkan polaritas sumber tegangan.

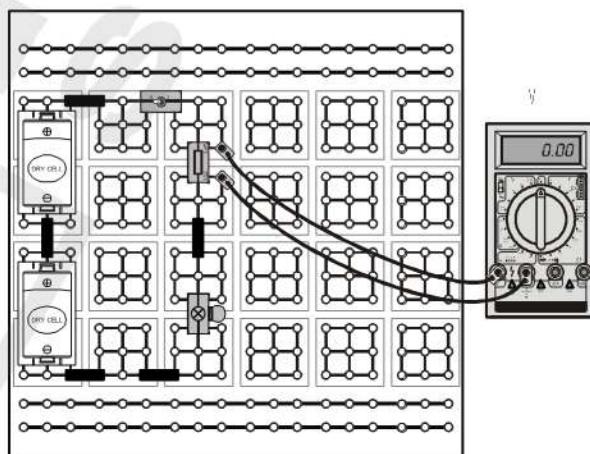
Tabel 1.1

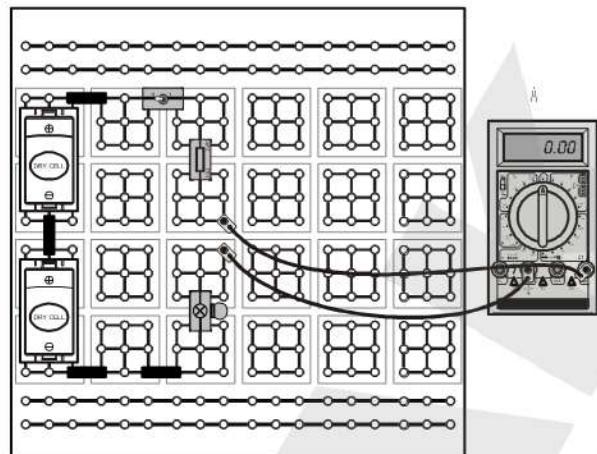
No.	Polaritas (positif/negatif)	$I$ (ampere)
1		
2		

- h. Kemudian hubungkan kembali saklar. Catat kembali nilai pembacaan arus pada amperemeter dan polaritas sumber tegangannya, lalu lengkapi Tabel 1.1.
- i. Pada percobaan ini diperlihatkan bahwa arah arus berubah bila polaritas sumber tegangan berubah.
3. Cara Menggunakan Amperemeter dan Voltmeter untuk Pengukuran
- a. Siapkan papan plug-in, dua buah baterai besar, hambatan  $3.3\Omega/2$  watt, dan multimeter digital.
- b. Untuk rangkaian listrik pada Gambar 3(a), ingin diketahui besarnya tegangan dan arus yang melalui hambatan  $3.3\Omega$ . Untuk itu rangkaian pada Gambar 1.3(a) direalisasikan pada papan plug-in (Gb 1.3(b)). Pada Gambar 1.3(b) itu diperlihatkan bahwa untuk mengukur tegangan  $E$ , voltmeter dipasang secara paralel dengan hambatan yang tegangannya hendak diukur itu, sedangkan untuk mengukur arus  $I$ , amperemeter dipasang secara seri dengan hambatan itu.



(a)





(b)

Gambar 1.3

- c. Hubungkan saklar. Catat nilai pembacaan voltmeter dan amperemeter pada Tabel 1.2.

Tabel 1.2

No.	E (volt)	I (ampere)
1		
2		

## VI. Kesimpulan

1. Pada waktu menggunakan alat ukur listrik (meter listrik), rentangan meter yang digunakan harus diperhatikan. Harus diupayakan agar batas ukur rentangan itu tidak dilampaui oleh besaran listrik yang diukur, agar tidak menyebabkan kerusakan pada meter.
2. Pada sumber tegangan mengalir elektron dari polaritas negatif ke positif sedangkan pada beban mengalir arus listrik dari polaritas positif ke negatif.
3. Untuk mengukur tegangan pada suatu beban, voltmeter dirangkai secara paralel dengan beban tersebut.
4. Untuk mengukur arus pada suatu cabang, amperemeter dirangkai secara seri dengan elemen-elemen yang ada pada cabang tersebut; di cabang ini arus masuk ke terminal (+)amperemeter dan keluar dari terminal (-)amperemeter.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami hukum Ohm dan dapat mengaplikasikannya dalam rangkaian elektronik.

**II. Pendahuluan**

Elektronika merupakan suatu disiplin ilmu yang memiliki hukum-hukum tersendiri. Karena itu hukum-hukum itu harus difahami agar gejala-gejala listrik yang terjadi dapat dianalisis. Salah satu hukum yang paling mendasar ialah hukum Ohm, yang menjadi topik percobaan kali ini.

**III. Buku Bacaan**

Untuk menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

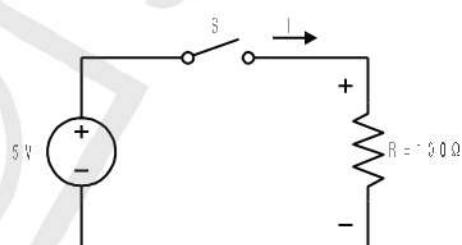
1. Hayt, W.H.Jr, Kemmerly, J.E, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A Systems Approach", McGraw-Hill, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama : Papan *plug-in*  
Catu daya tegangan utama PTE-005-01  
Saklar SPST  
Penghambat  $100\Omega$   
*Jumper* 7 buah  
Pendukung : Multimeter digital

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu daya tegangan utama, hambatan  $100\Omega$ , saklar, dan multimeter digital.
2. Dengan posisi saklar mati, rangkai Gambar 2.1.



Gambar 2.1

3. Hidupkan saklar. Dengan meter ukurlah arus  $I$  dan tegangan  $E$ , dan ukurlah hambatan  $R$  dengan multimeter. Kemudian isi dan lengkapi Tabel 2.1.

Tabel 2.1

No.	$E$ (volt)	$I$ (amp)	$R$ ( $\Omega$ )	$IR$ (volt)	$EI$ (watt)	$E^2/R$ (watt)	$I^2R$ (watt)
1							
2							
3							

4. Daya yang didisipasikan oleh hambatan berupa kalor nilainya sesuai dengan rumus  $P = EI = I^2R = E^2/R$ .
5. Dari tabel di atas terlihat bahwa nilai  $E = IR$ . Hubungan ini disebut rumus hukum Ohm. Hukum Ohm sendiri berbunyi: "Tegangan yang terdapat pada suatu elemen rangkaian elektronika adalah merupakan perkalian arus yang melaluinya dengan hambatan antara kedua ujungnya".

## VI. Kesimpulan

1. Hubungan antara arus, tegangan, dan hambatan dijelaskan oleh Hukum Ohm yang berbunyi "Tegangan yang terdapat pada suatu elemen rangkaian elektronika adalah merupakan perkalian arus yang melaluinya dan hambatan antara kedua ujungnya".
2. Dengan menggunakan hukum Ohm nilai hambatan suatu elemen elektronika dapat diketahui, bila tegangan antara kedua ujung hambatan itu (tegangan jepit) pada elemen tersebut dan arus yang melaluinya diketahui.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami penggunaan teorema Thevenin pada rangkaian listrik untuk mempermudah analisis.

## II. Pendahuluan

Salah satu hukum atau teorema dalam rangkaian listrik yang memudahkan analisis suatu rangkaian listrik adalah sebuah teorema yang bernama Teorema Thevenin, yang pada dasarnya mengubah suatu rangkaian yang rumit sedemikian rupa sehingga menjadi keluaran dan beban, di mana beban akan melihat keluaran sebagai suatu sumber tegangan dan hambatan terseri saja. Secara formal teorema ini berbunyi:

"Bila diketahui rangkaian linear, atur rangkaian itu dalam bentuk dua jaringan  $A$  dan  $B$  yang bersama-sama dihubungkan oleh konduktor yang tidak mempunyai hambatan. Jika salah satu jaringan mengandung sebuah sumber tak bebas, variabel pengotrolnya haruslah dalam jaringan yang sama. Definisi tegangan VOC sebagai tegangan terbuka yang akan timbul melintasi terminal  $A$  jika  $B$  diputuskan sehingga tak ada arus yang ditarik dari  $A$ . Maka semua arus dan tegangan di dalam  $B$  tidak akan berubah jika  $A$  dimatikan (semua sumber tegangan bebas dan sumber arus bebas dalam  $A$  diganti oleh hubungan pendek dan rangkaian terbuka) dan sumber tegangan bebas dihubungkan dengan pengutuban yang benar, secara seri dengan jaringan  $A$  yang tak aktif."

Pada percobaan-percobaan di bawah ini akan dijabarkan arti dari teorema ini.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi-materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Hayt, W.H.Jr, Kemmerly, J.E, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A Systems Approach", McGraw-Hill, Singapore, 1987.

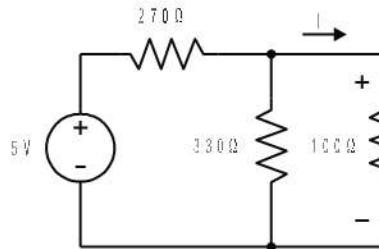
## IV. Peralatan

Utama:	Catu-daya tegangan utama PTE-005-01 Penghambat masing-masing $150\Omega$ , $270\Omega$ , $330\Omega$ , $100\Omega$ , $22\Omega$ , dan $47\Omega$ Penghubung U Kabel penghubung
Pendukung:	Multimeter digital Sumber arus variabel

## V. Langkah Kerja

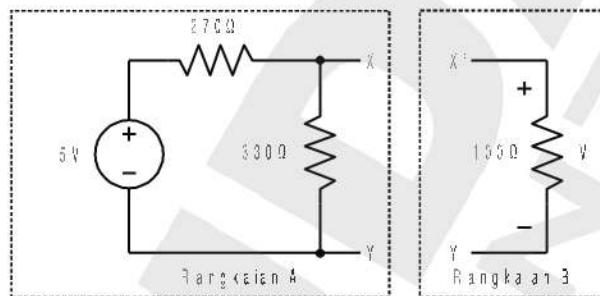
1. Siapkan sumber tegangan utama, sumber arus variabel, multimeter digital, 6 buah penghambat bernilai masing-masing  $150\Omega$ ,  $270\Omega$ ,  $330\Omega$ ,  $100\Omega$ ,  $22\Omega$ , dan  $47\Omega$ .

2. Dalam keadaan saklar sumber tegangan utama mati, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 3.1.

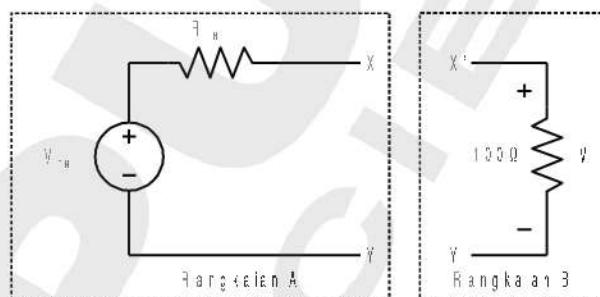


Gambar 3.1

3. Hidupkan saklar sumber tegangan utama dan ukur arus  $I$  dan tegangan  $V$ , kemudian isikan pada Tabel 3.1.
4. Berdasarkan teorema Thevenin, rangkaian pada Gambar 3.1, dibagi dua menjadi rangkaian A dan rangkaian B seperti pada Gambar 3.2. Kemudian rangkaian A diubah menjadi seperti Gambar 3.3.

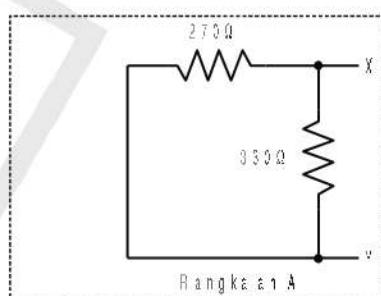


Gambar 3.2



Gambar 3.3

5. Untuk memperoleh nilai  $R_{TH}$ , sumber tegangan pada rangkaian A Gambar 3.2 dilepas dan diganti dengan suatu hubung-singkat seperti pada Gambar 3.4, dan penghambat antara kutub-kutub X-Y diukur.
6. Buatlah rangkaian Gambar 3.4.



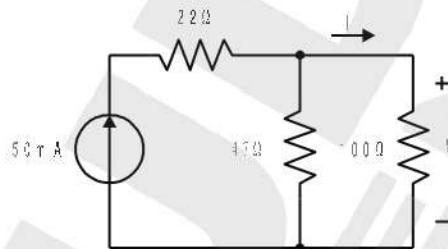
Gambar 3.4

7. Ukur hambatan pada kutub X-Y, dan isikan pada Tabel 3.1 (sebagai  $R_{TH}$ .)

Tabel 3.1

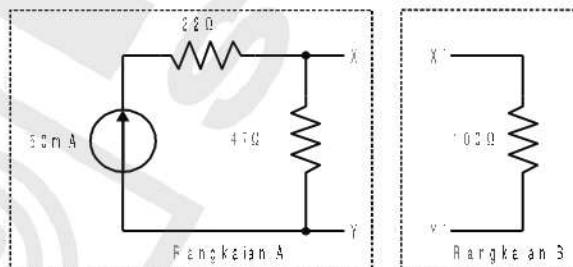
No.	Pengukuran		Dengan Thevenin			Catatan
	I (amp)	V(volt)	$R_{TH}$ ( $\Omega$ )	I (amp)	V(volt)	
1						
2						
3						

8. Kemudian berdasarkan hasil yang didapat tersebut dan dalam keadaan saklar sumber tegangan utama mati, buatlah rangkaian pada Gambar 3.3 dengan X dan X' serta Y dan Y' masing-masing saling dihubungkan.
9. Hidupkan saklar sumber tegangan utama dan ukurlah arus I dan tegangan V, kemudian isikan pada Tabel 3.1.
10. Nilai arus I dan V pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.3 sama, hal ini berarti rangkaian pada Gambar 3.1 dan Gambar 3.3 sama.
11. Dalam keadaan saklar sumber tegangan utama mati buatlah rangkaian seperti pada Gambar 3.5.

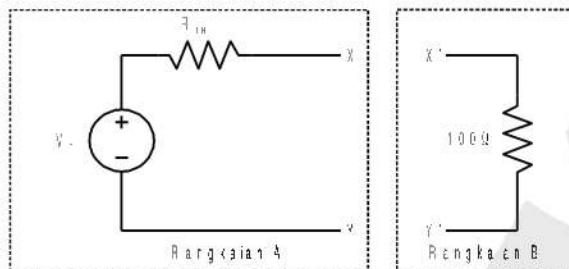


Gambar 3.5

12. Hidupkan saklar sumber tegangan utama dan ukur arus I dan tegangan V, kemudian isikan pada Tabel 3.5 (Manakah Tabel 5?).
13. Berdasarkan teorema Thevenin, rangkaian pada Gambar 3.5, dibagi dua menjadi rangkaian A dan rangkaian B seperti pada Gambar 3.6. Kemudian untuk rangkaian A diubah menjadi seperti Gambar 3.7.

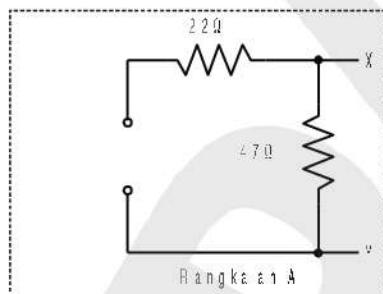


Gambar 3.6



Gambar 3.7

14. Untuk memperoleh nilai  $R_{TH}$ , sumber tegangan pada rangkaian A Gambar 3.2 dilepas seperti pada Gambar 3.8, dan hambatan antara kutub-kutub X-Y diukur.
15. Buatlah rangkaian Gambar 3.8.



Gambar 3.8

16. Ukur hambatan pada kutub X-Y, dan isikan pada Tabel 3.2 sebagai nilai RTH.
17. Kemudian berdasarkan hasil yang didapat tersebut dan dalam keadaan saklar sumber tegangan utama mati, buatlah rangkaian pada Gambar 3.7 dengan X dan X' serta Y dan Y' masing-masing saling dihubungkan.
18. Hidupkan saklar dan ukurlah arus I dan tegangan V, kemudian isikan pada Tabel 3.2.
19. Nilai arus I dan V pada Gambar 3.2 dan Gambar 3.7 sama, hal ini berarti rangkaian pada Gambar 3.5 dan Gambar 3.7 sama.

Table 3.2

No.	Pengukuran		dengan Thevenin			Catatan
	I (amp)	V(volt)	$R_{TH} (\Omega)$	I (amp)	V(volt)	
1						
2						
3						

## VI. Kesimpulan

Suatu rangkaian yang rumit yang mengandung sumber arus dan sumber tegangan, dapat dibagi dua bagian yang kemudian salah satu rangkaian tersebut dapat diubah menjadi bentuk yang lebih sederhana yang terdiri atas sebuah sumber tegangan dan sebuah hambatan yang terpasang seri tanpa mempengaruhi rangkaian yang lain

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami dan menggunakan teorema superposisi pada rangkaian listrik.

**II. Pendahuluan**

Dari sekian banyak teorema yang mempermudah analisis rangkaian listrik, salah satunya adalah teorema superposisi. Teorema ini pada dasarnya adalah menghitung atau mengukur bagian tertentu rangkaian yang dipengaruhi oleh masing-masing sumber yang bebas, kemudian hasil tersebut dijumlahkan. Secara formal bunyi dari teorema superposisi tersebut adalah sebagai berikut:

"Di dalam setiap jaringan hambatan linear yang mengandung beberapa sumber, tegangan atau arus yang melalui setiap hambatan atau sumber dapat dihitung dengan melakukan penjumlahan aljabar semua tegangan atau arus sendiri-sendiri yang dihasilkan oleh setiap sumber bebas yang bekerja sendiri, dengan semua sumber tegangan bebas lain diganti oleh rangkaian-rangkaian pendek dan semua sumber arus bebas yang lain diganti oleh rangkaian terbuka."

Pada percobaan-percobaan di bawah ini akan dijabarkan pemakaian teorema ini.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi-materi pada percobaan ini, anda disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

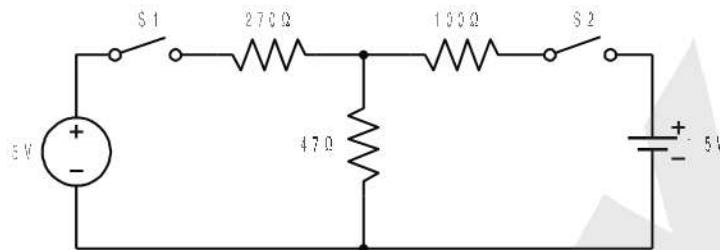
1. Hayt, W.H.Jr, Kemmerly, J.E, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A Systems Approach", McGraw-Hill, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Catu-daya tegangan utama PTE-005-01 2 batere 1.5V 3 penghambat $270\Omega$ , $47\Omega$ dan $100\Omega$ Saklar SPST 2 buah 7 buah penghubung U 3 kabel penghubung
Pendukung	:	Multimeter digital

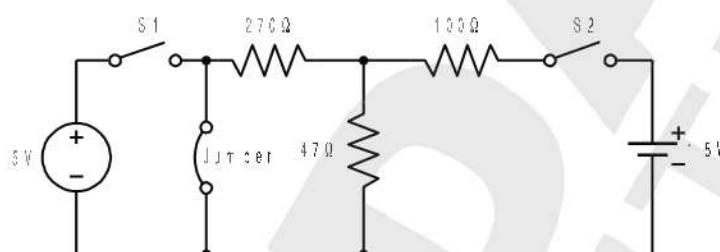
**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan sumber tegangan utama, saklar dua buah, batere 1.5 Volt, multimeter digital, tiga buah penghambat dengan masing-masing nilai  $270\Omega$ ,  $47\Omega$ , dan  $100\Omega$ .
2. Dalam keadaan kedua saklar off (terputus) buatlah rangkaian seperti pada Gambar 4.1.



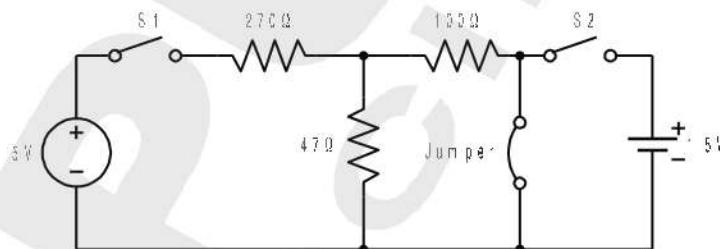
Gambar 4.1

3. Hidupkan kedua saklar dan ukur arus I dan tegangan V serta catat hasilnya pada Tabel 4.1.
4. Dalam keadaan kedua saklar putus, ubah rangkaian Gambar 4.1 menjadi seperti Gambar 4.2. Pada rangkaian ini sumber tegangan 5V diputuskan.



Gambar 4.2

5. Hidupkan saklar S2, tetapi S1 JANGAN DIHIDUPKAN!!!! Ukur arus I dan tegangan V serta catat hasilnya pada Tabel 4.1.
6. Dalam keadaan kedua saklar putus, ubah rangkaian Gambar 4.1 menjadi seperti Gambar 4.3. Pada rangkaian ini batere 1.5V diputuskan.



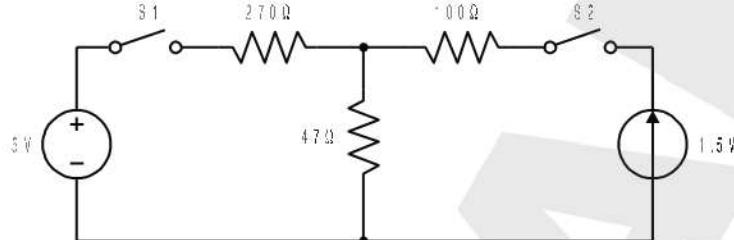
Gambar 4.3

Tabel 4.1

Gambar	VA	VB	S1	S2	I1	I2	V	Catatan
4.1								
4.2								
4.3								
4.4								

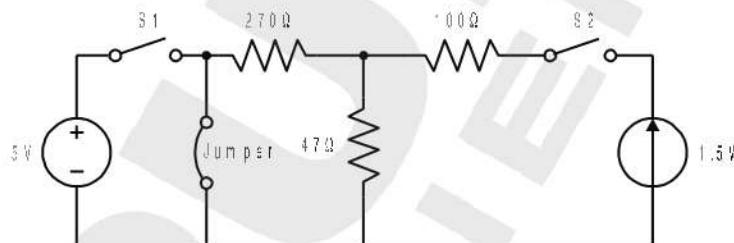
7. Hidupkan saklar S2, tetapi S1 JANGAN DIHIDUPKAN!!! Ukur arus I dan tegangan V serta catat hasilnya pada Tabel 4.1.

8. Lengkapi Tabel 4.1.
9. Terlihat bahwa nilai hasil penjumlahan masing-masing sumber yang diputuskan sama dengan ketika kedua sumber dihubungkan.
10. Dalam keadaan kedua saklar putus, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 4.4.



Gambar 4.4

11. Hidupkan kedua saklar dan ukur arus I dan tegangan V serta catat hasilnya pada Tabel 4.1
12. Memutuskan saklar S2 berarti memutuskan sumber arus 50 mA.
13. Ukur arus I dan tegangan V serta catat hasilnya pada Tabel 4.1.
14. Dalam keadaan kedua saklar putus, ubah rangkaian Gambar 4.4 menjadi seperti Gambar 4.5. Pada rangkaian ini sumber tegangan 5V diputuskan



Gambar 4.5

15. Hidupkan saklar S2, tetapi S1 JANGAN DIHIDUPKAN!!!! Ukur arus I dan tegangan V serta catat hasilnya pada Tabel 4.1.
16. Lengkapi Tabel 4.1.
17. Terlihat bahwa nilai hasil penjumlahan dari masing-masing sumber yang dimatikan sama dengan ketika kedua sumber dihidupkan.

## VI. Kesimpulan

Untuk mengukur tegangan atau arus pada bagian tertentu dalam suatu rangkaian listrik, dapat dilakukan dengan mengukur pengaruh masing-masing sumber bebas dahulu, baru kemudian dijumlahkan, karena hasilnya akan sama bila seluruh sumber tersebut secara bersama-sama bekerja.

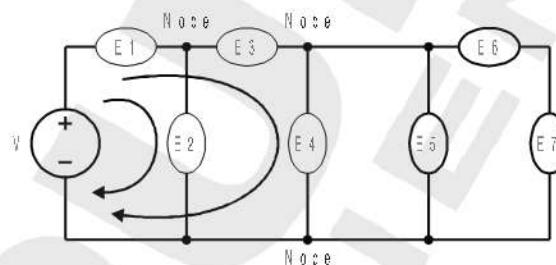
**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Menetapkan rangkaian ekuivalen hambatan yang dirangkai secara seri.
2. Menggunakan sifat pembagi tegangan.
3. Menggunakan hukum Kirchhoff.

**II. Pendahuluan**

Suatu rangkaian elektronika biasanya mengandung *node* (simpul) dan *loop* (simpal). Hubungan dasar elemen-elemennya dapat berupa hubungan seri atau paralel. Node adalah suatu (titik) persekutuan antara ujung elemen-elemen rangkaian elektronika. Loop adalah gabungan elemen-elemen rangkaian elektronika yang membentuk suatu hubungan tertutup. Hubungan seri adalah hubungan antara dua buah elemen rangkaian elektronika yang memiliki satu simpul sekutu. Hubungan paralel adalah hubungan beberapa elemen rangkaian elektronika memiliki node sekutu pada setiap ujungnya. Contohnya seperti Gambar 5.1 di bawah ini.



Gambar 5.1

Elemen E4 dan E5 memiliki hubungan paralel dan elemen E6 dan E7 memiliki hubungan seri.

Pada percobaan ini pula akan diperkenalkan suatu hukum dasar lain, yaitu hukum Kirchhoff.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi-materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

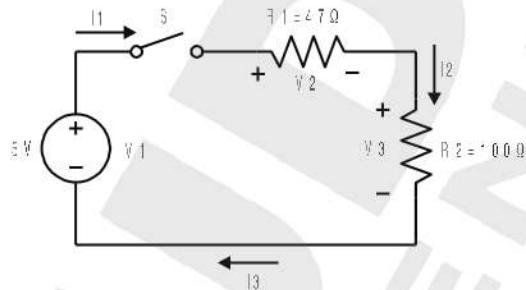
1. Hayt, W.H.Jr, Kemmerly, J.E, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A Systems Approach", McGraw-Hill, Singapore, 1987.

#### IV. Peralatan

- Utama : Papan *plug-in*  
 Catu daya tegangan utama PTE-005-01  
 Saklar SPST  
 Penghambat  $47\Omega$   
 Penghambat  $100\Omega$   
 Lampu 6V  
 4 penghubung U  
 3 kabel penghubung  
 Pendukung : Multimeter digital

#### V. Langkah Kerja

- Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, saklar, dua buah penghambat dengan nilai masing-masing  $47\Omega$  dan  $100\Omega$ , lampu 6V, dan multimeter digital.



Gambar 5.2

- Dengan keadaan saklar terputus, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 5.2 dengan menggunakan papan plug-in.
- Hidupkan saklar! Dengan meter ukurlah arus  $I_1$ ,  $I_2$ , dan  $I_3$ , serta  $V_1$ ,  $V_2$ , dan  $V_3$ , juga  $R_1$  dan  $R_2$ . Catat hasilnya pada Tabel 5.1.

Tabel 5.1

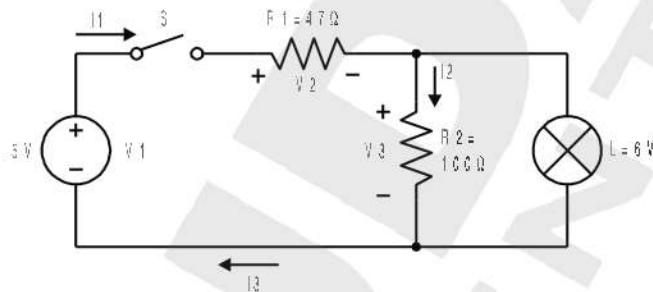
$R_1$	$R_2$	$V_1$	$V_2$	$V_3$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	Catatan

- Dengan keadaan saklar terputus, cabutlah catu-daya tegangan dan saklar.
- Kemudian ukurlah dengan multimeter hambatan yang terpasang secara seri tersebut. Sebut hasil pembacaan ini  $R_{req}$ . Kemudian isikan hasilnya pada Tabel 5.2.

Tabel 5.2

$V_1$	$V_2$	$V_3$	$R_1$	$R_2$	$R_{1+R_2}$	Catatan

6. Dari Tabel 5.1 terlihat hubungan bahwa pada rangkaian di setiap titik memiliki nilai arus yang sama.
7. Dari Tabel 5.2 terlihat bahwa tegangan sumber merupakan penjumlahan masing-masing tegangan ( $V_1 = V_2 + V_3$ ). Hal ini dinyatakan oleh Hukum Kirchhoff Tegangan, yang berbunyi: "Tegangan pada sumber terdistribusi pada rangkaian tertutup (loop)". Tegangan  $V_2$  disebut tegangan jepit, karena diukur dari kedua ujung elemen rangkaian listrik (hambatan), bukan terhadap titik referensi. Dalam hal ini kutub negatif sumber tegangan dapat dianggap sebagai titik referensi.
8. Dari Tabel 5.2 terlihat bahwa hambatan dan nilai tegangan yang terjadi memenuhi hubungan:  $V_1 : V_2 : V_3 = (R_1 + R_2) : R_1 : R_2$ . Hubungan ini disebut pembagi tegangan.
9. Terlihat bahwa suatu resistor seri dapat diganti oleh resistor yang besarnya ekuivalen ( $R_{eq}$ ) yang besarnya adalah jumlah masing-masing resistor ( $R_{eq} = R_1 + R_2$ ).
10. Tambahkan dengan lampu 6 Volt seperti pada Gambar 5.3 di bawah ini.



Gambar 5.3

11. Catat kembali nilai arus  $I_1$ ,  $I_2$ , dan  $I_3$ , serta  $V_1$ ,  $V_2$ , dan  $V_3$ .
12. Lengkapi Tabel 5.2.

Tabel 5.3

No.	Besaran listrik	Tanpa lampu	Dengan lampu
1	$V_1$ .....(volt)		
2	$V_2$ .....(volt)		
3	$V_3$ .....(volt)		
4	$I_1$ .....(amp)		
5	$I_2$ .....(amp)		
6	$I_3$ .....(amp)		
7	$R_1$ .....( $\Omega$ )		
8	$R_2$ .....( $\Omega$ )		
9	$V_2 + V_3$ .....(volt)		
10	$V_1 : V_2 : V_3$	1 : ... : ...	1 : ... : ...
11	$R_1 + R_2$ .....( $\Omega$ )		
12	$R_{eq}$ .....( $\Omega$ )		
13	$(R_1 + R_2) : R_1 : R_2$	1 : ... : ...	1 : ... : ...

13. Terlihat bahwa pembagi tegangan tidak lagi benar karena penambahan beban. Hal ini terjadi karena beban tidak diperhitungkan.

## **VI. Kesimpulan**

1. Arus pada setiap titik dalam suatu loop (simpal) tunggal selalu sama.
2. Sesuai dengan Hukum Kirchoff Tegangan, maka jumlah keseluruhan tegangan dalam suatu loop tertutup selalu sama dengan nol.
3. Tegangan jepit adalah tegangan antara kedua kutub suatu elemen, jadi bukan terhadap titik acuan yang biasanya ditentukan pada suatu rangkaian secara subjektif, misalnya pada kutub negatif suatu sumber tegangan.
4. Beberapa hambatan yang terhubung seri memiliki nilai hambatan total yang sama dengan jumlah keseluruhan dari masing-masing hambatan tersebut. Hubungan yang demikian akan membentuk suatu pembagi tegangan.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Menghitung rangkaian ekuivalen hambatan paralel.
2. Menggunakan sifat pembagi arus.
3. Menggunakan hukum Kirchhoff.

**II. Pendahuluan**

Rangkaian hambatan paralel memiliki persamaan sifat dengan rangkaian hambatan seri. Hanya besarannya saja yang berubah, yaitu seluruh pemikiran mengenai arus berubah menjadi tegangan dan seluruh pemikiran mengenai tegangan berubah menjadi arus serta seluruh pemikiran mengenai hambatan berubah menjadi kebalikan dari hambatan tersebut yang biasanya disebut admitansi.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

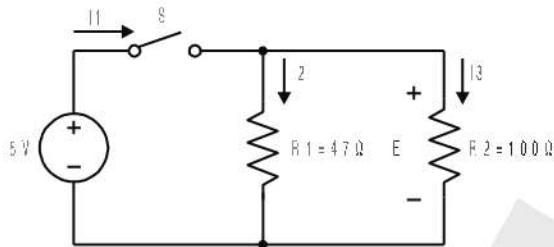
1. Hayt, W.H.Jr, Kemmerly, J.E, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A Systems Approach", McGraw-Hill, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama : Papan *plug-in*  
Catu daya tegangan utama PTE-005-01  
Saklar SPST  
Penghambat  $47\Omega$   
Penghambat  $100\Omega$   
Pendukung : Multimeter digital

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, saklar, dua buah penghambat dengan nilai masing-masing  $47\Omega$  dan  $100\Omega$ , dan multimeter digital.
2. Dengan keadaan saklar putus, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 6.1 dengan menggunakan papan *plug-in*.



Gambar 6.1

3. Ukur arus  $I_1$ ,  $I_2$ , dan  $I_3$ , juga tegangan  $V$ , serta hambatan  $R_1$  dan  $R_2$ . Catat hasilnya pada Tabel 6.1.

Tabel 6.1

No.	Besaran listrik	Nilai
1	$E$ (volt)	
2	$I_1$ (amp)	
3	$I_2$ (amp)	
4	$I_3$ (amp)	
5	$R_1$ ( $\Omega$ )	
6	$R_2$ ( $\Omega$ )	
7	$I_2+I_3$ (amp)	
8	$1/R_1$	
9	$1/R_2$	
10	$1/R_1+1/R_2$	
11	$(1/R_1+1/R_2):1/R_1:1/R_2$	1 : ... : ...
12	$R_{eq}$ ( $\Omega$ )	
13	$1/R_{eq}$	
14	$I_1:I_2:I_3$	1 : ... : ...

4. Dengan keadaan saklar terputus, cabutlah catu-daya tegangan dan saklar. Kemudian ukurlah dengan multimeter hambatan yang terpasang secara paralel tersebut, nyatakan hasil pembacaan tersebut sebagai  $R_{eq}$ , kemudian isikan pada Tabel 1!
5. Terlihat pada Tabel 6.1 bahwa nilai  $I_1$  merupakan penjumlahan nilai arus yang lainnya ( $I_1=I_2+I_3$ ). Gejala ini dapat diterangkan oleh Hukum Kirchhoff Arus, yang berbunyi: "Besar arus suatu cabang yang terhubung dan keluar pada suatu node merupakan jumlah arus yang mengalir pada cabang-cabang yang lain yang terhubung dan masuk pada node tersebut".
6. Terlihat juga pada tabel tersebut bahwa  $I_1:I_2:I_3=(1/R_1+1/R_2):(1/R_1):(1/R_2)$ . Hubungan ini disebut pembagi arus.
7. Terlihat bahwa suatu penghambat paralel dapat diganti oleh penghambat  $R_{eq}$  yang besarnya ekuivalen sama dengan kebalikan jumlah masing-masing kebalikan resistor ( $1/R_{eq}=1/R_1+1/R_2$ ).

## **VI. Kesimpulan**

1. Sesuai dengan Hukum Kirchhoff, jumlah seluruh arus yang masuk pada suatu node sama dengan nol.
2. Beberapa hambatan yang terhubung paralel memiliki nilai hambatan total yang sama dengan kebalikan jumlah masing-masing kebalikan hambatan tersebut. Hubungan yang demikian akan membentuk pembagi arus.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat

1. Memahami prinsip dari jembatan Wheatstone.
2. Menggunakan jembatan Wheatstone.

**II. Pendahuluan**

Pada bagian lalu telah diperkenalkan hubungan seri dan paralel. Ada lagi suatu hubungan yang disebut jembatan Wheatstone, yang biasa digunakan pada penerapan penggunaan sensor atau penyearah penuh. Karena itu sifat hubungan ini patut dipelajari.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi-materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

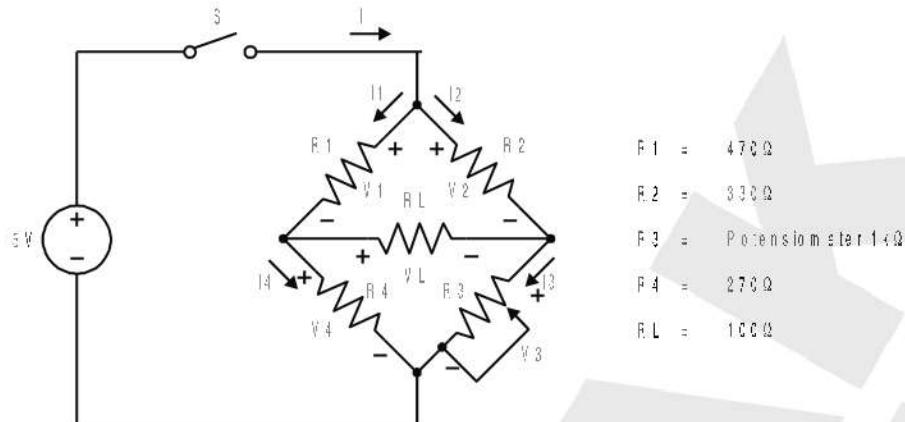
1. Hayt, W.H.Jr, dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A Systems Approach", McGraw-Hill, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama : Papan *plug-in*  
Catu daya tegangan utama PTE-005-01  
Saklar SPST  
Penghambat masing-masing  $560\Omega$ ,  $470\Omega$ ,  $330\Omega$ ,  $270\Omega$  dan  $100\Omega$   
Potensiometer  $1k\Omega$   
10 penghubung U  
3 kabel penghubung  
Pendukung : Multimeter digital

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, lima buah penghambat yang masing-masing nilainya  $560\Omega$ ,  $470\Omega$ ,  $330\Omega$ ,  $270\Omega$ , dan  $100\Omega$ , potensiometer  $1k\Omega$ , saklar, dan multimeter digital.
2. Dengan saklar sumber tegangan dalam keadaan terputus, susunlah rangkaian seperti Gambar 7.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 7.1

3. Hidupkan saklar dan ukurlah beberapa nilai  $V_1$ ,  $I_1$ ,  $V_2$ ,  $I_2$ ,  $V_3$ ,  $I_3$ ,  $V_4$ ,  $I_4$ ,  $V_L$ , dan  $I_L$ , kemudian lengkapi Tabel 7.1. Namakan prosedur ini Percobaan I.

Tabel 7.1

	Percobaan I			Percobaan II		
	Data 1	Data 2	Data 3	Data 1	Data 2	Data 3
$V_1$						
$V_2$						
$V_3$						
$V_4$						
$V_L$						
$I_1$						
$I_2$						
$I_3$						
$I_4$						
$I_L$	-0.002	0	0.002	0.002	0	0.002
$R_1 = \left  \frac{V_1}{I_1} \right  (\Omega)$						
$R_2 = \left  \frac{V_2}{I_2} \right  (\Omega)$						
$R_3 = \left  \frac{V_3}{I_3} \right  (\Omega)$						
$R_4 = \left  \frac{V_4}{I_4} \right  (\Omega)$						
$R_L = \left  \frac{V_L}{I_L} \right  (\Omega)$						
$\left  \frac{R_1}{R_4} \right $						
$\left  \frac{R_2}{R_3} \right $						

4. Kondisi yang bagaimana bila  $I_L=0$  ampere?
5. Dengan mengubah nilai  $R_1$  menjadi  $560\Omega$ , ukurlah beberapa nilai  $V_1$ ,  $I_1$ ,  $V_2$ ,  $I_2$ ,  $V_3$ ,  $I_3$ ,  $V_4$ ,  $I_4$ ,  $V_L$ , dan  $I_L$ , lengkapi Tabel 1. Namakan prosedur ini Percobaan II.
6. Dari tabel terlihat bila  $I_L=0$  (rangkaian dalam keadaan seimbang) maka berlaku hubungan  $R_1/R_4=R_2/R_3$ .

## VI. Kesimpulan

Suatu hubungan yang sering digunakan dalam rangkaian penyearah dan sensor adalah jembatan Wheatstone, seperti ditunjukkan oleh Gambar 7.1. Bila rangkaian ini dalam keadaan seimbang maka tidak akan ada arus yang mengalir pada  $R_L$ . Keseimbangan terjadi bilamana  $R_1/R_4=R_2/R_3$ .

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Mengetahui macam-macam komponen yang memiliki sifat hambatan tidak linear.
2. Mengetahui pengaruh fisik yang menyebabkan komponen tersebut bersifat tidak linear.

**II. Pendahuluan**

Selama ini asumsi mengenai hambatan yang digunakan adalah ideal dan bersifat linear (nilainya tidak terpengaruh oleh pengaruh lingkungan). Tetapi ada beberapa macam hambatan yang sifatnya tidak linear. Ketidak-linearan pada hambatan tersebut umumnya dipengaruhi oleh faktor lingkungan (suhu, intensitas cahaya, dll)

Hambatan-hambatan itu adalah lampu, penghambat NTC (Negative Temperature Coefficient), penghambat PTC (Positive Temperature Coefficient), LDR (Light Dependent Resistor), dan komponen semi-konduktor dioda.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.

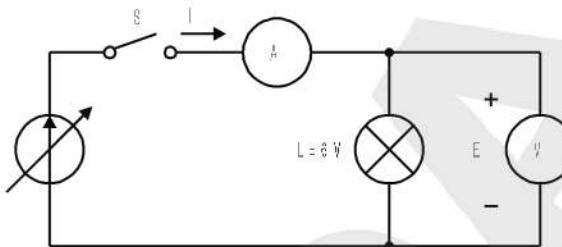
**IV. Peralatan**

Utama :	Papan <i>plug-in</i> Catu-daya tegangan utama PTE-005-01 Meter dasar Lampu 6 volt Penghambat NTC Penghambat PTC (PT-100) LDR Dioda 1N4002, 1N60 Dioda zener 5 V Dioda foto Hambatan 220Ω/3 watt Potensiometer 1kΩ
Pendukung :	Catu-daya arus variabel PTE-005-02 Multimeter digital

## V. Langkah Kerja

### 1. Lampu Sebagai Sebuah Hambatan

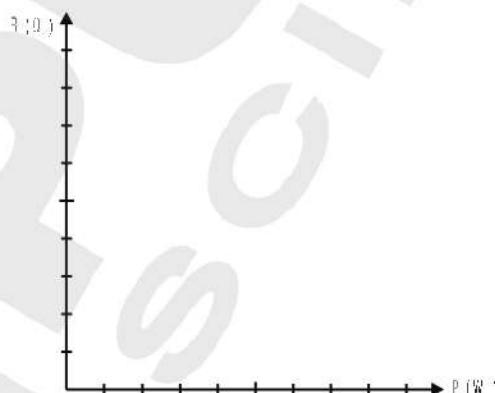
- Siapkan papan *plug-in*, lampu 6 volt, catu-daya arus variabel, amperemeter, dan multimeter digital.
- Dengan multimeter digital sebagai voltmeter, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 8.1.



Gambar 8.1

Tabel 8.1

No.	$I$ (amp)	$E$ (volt)	$R = \frac{ E }{I}$ ( $\Omega$ )	$P = E.I$ (watt)
1	0.12			
2	0.13			
3	0.14			
4	0.15			
5	0.16			

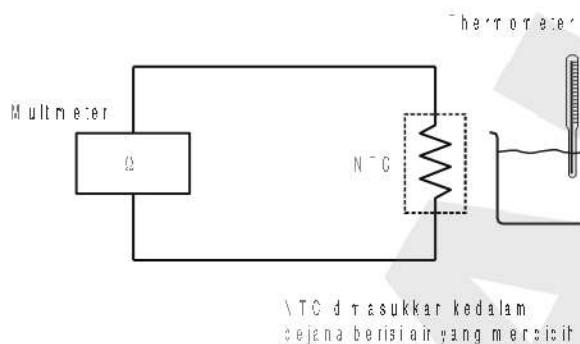


Grafik 8.1

- Catat tegangan dan arus pada lampu. Masukkan pada Tabel 8.1.
- Dari tabel 8.1 gambarkan grafik hambatan  $R$  terhadap daya  $P$  pada Grafik 8.1.
- Perhitungan daya adalah daya yang didisipasi pada lampu yang berupa kalor. Pada grafik terlihat (bila dibandingkan hasilnya dengan menggunakan Hukum Ohm), bahwa hubungan antara hambatan lampu  $R$  dengan disipasi  $P$  ternyata tidak linear. Setiap nilai daya yang terdisipasi pada lampu tidak menghasilkan hambatan yang selalu tetap. Semakin tinggi suhu lampu semakin besar pula hambatannya.

2. Penghambat NTC (Negative Temperature Coefficient)

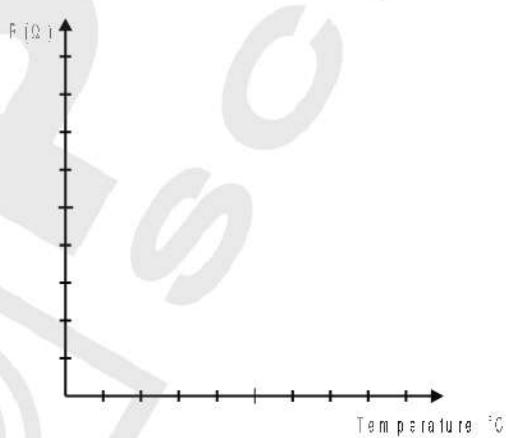
- Siapkan termometer, multimeter digital, dan penghambat NTC.
- Buatlah rangkaian pada papan plug-in seperti pada Gambar 8.2. Gunakan multimeter sebagai ohmmeter.



Gambar 8.2

Tabel 8.2

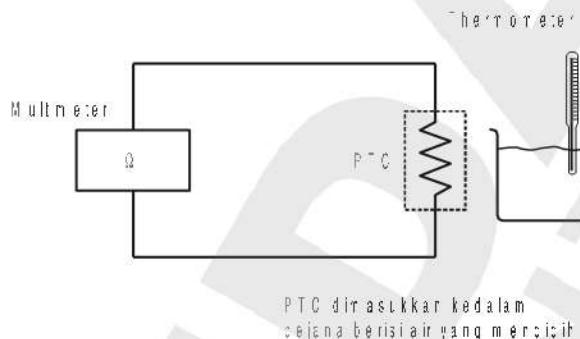
No.	Suhu ( $^{\circ}\text{C}$ )	Nilai hambatan ( $\Omega$ )
1		
2	90	
3	80	
4	70	
5	60	
6	50	
7	40	
8	30	
9	....	



Grafik 8.2

- Masukkan penghambat NTC dan termometer pada bejana yang berisi air panas. Sedapat mungkin air panas tersebut air mendidih.
- Bersamaan dengan suhu air menurun, perhatikan pembacaan multimeter. Catat hasilnya pada Tabel 8.2.

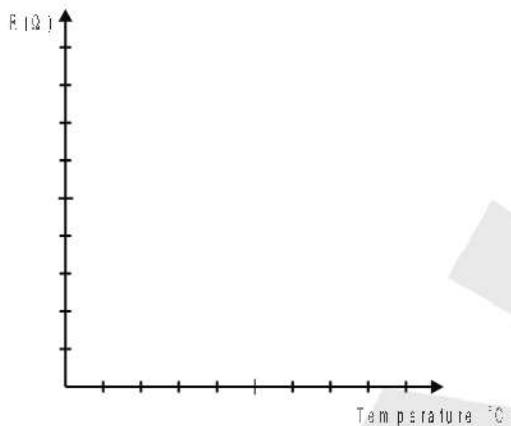
- e. Dengan menggunakan Tabel 8.2, rajahlah grafik hambatan terhadap suhu pada Grafik 8.2.
  - f. Bersamaan dengan suhu air menurun, perhatikan pembacaan multimeter. Catat hasilnya pada Tabel 8.2.
  - g. Dari Tabel 8.2, gambarkan grafik hambatan terhadap suhu pada Grafik 8.2.
  - h. Terlihat pada grafik bahwa bila suhu suatu penghambat NTC meningkat, nilai hambatannya menurun.
3. Penghambat PTC (Positive Temperature Coefficient)
- a. Siapkan multimeter digital dan penghambat PTC.
  - b. Buatlah rangkaian pada papan plug-in seperti pada Gambar 8.3. Gunakan multimeter sebagai ohmmeter.



Gambar 8.3

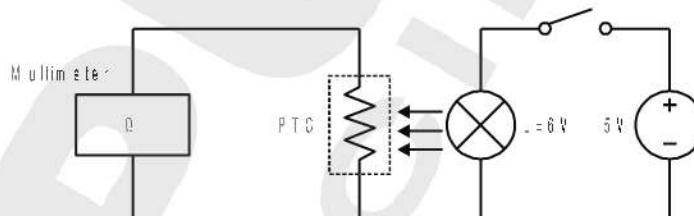
Tabel 8.3

No.	Suhu (°C)	Nilai hambatan ( $\Omega$ )
1		
2	90	
3	80	
4	70	
5	60	
6	50	
7	40	
8	30	
9	....	



Grafik 8.3

- c. Masukkan PTC dan termometer pada bejana yang berisi air panas. Sedapat mungkin air panas tersebut air mendidih.
  - d. Bersamaan dengan suhu air menurun, perhatikan pembacaan multimeter. Catat hasilnya pada Tabel 8.3.
  - e. Dengan menggunakan Tabel 8.3, gambarkan grafik hambatan terhadap suhu pada Grafik 8.3.
  - f. Terlihat pada grafik bahwa bila suhu suatu penghambat PTC meningkat, nilai hambatannya akan membesar.
4. LDR (Light Dependent Resistor)
- a. Siapkan papan plug-in, catu-daya tegangan utama, multimeter analog, LDR, Lampu 6V dan saklar.
  - b. Dengan keadaan saklar terputus, buatlah rangkaian pada papan plug-in seperti pada Gambar 8.4. Jendela LDR harus menghadap ke lampu.



Gambar 8.4

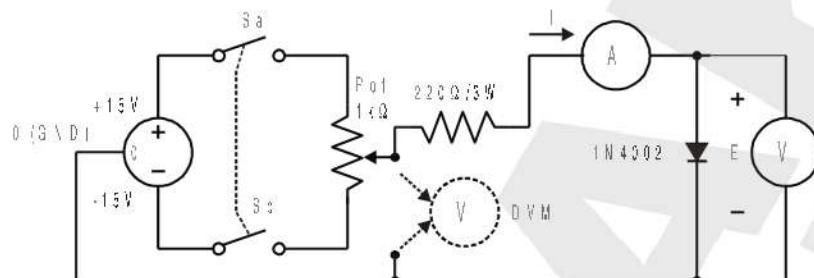
Tabel 8.4

No.	Keadaan saklar	Hambatan LDR
1		
2		

- c. Pilihlah pembacaan multimeter pada skala ohm. Atur multimeter agar hasil pengukuran nilai hambatan LDR dapat dibaca dengan jelas. Catat hasilnya pada Tabel 8.4.
- d. Sambil memperhatikan pembacaan multimeter, hidupkan saklar. Bila perlu ubah skala pembacaan ohmmeter dengan mengkalibrasikannya lebih dahulu. Catat hasil pembacaan itu pada Tabel 8.4.
- e. Terlihat bila suatu LDR yang terkena cahaya nilai hambatannya menurun.

5. Hambatan Suatu Dioda

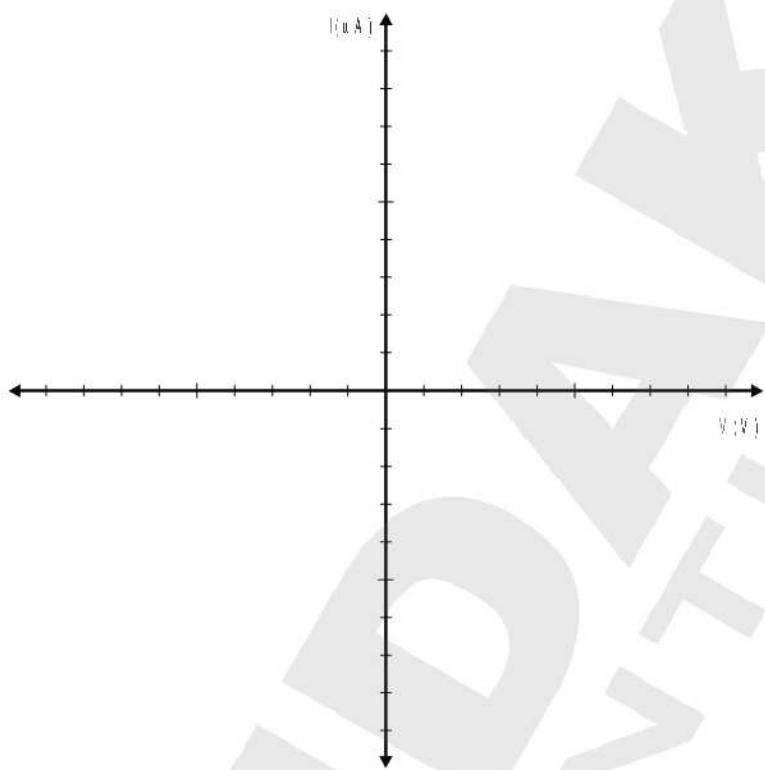
- Siapkan papan plug-in, catu-daya tegangan utama, multimeter digital, meter dasar, dioda silikon 1N4002, dioda germanium 1N60, hambatan bernilai  $220\Omega/3W$ , saklar dua buah, dan potensiometer bernilai  $1k\Omega$ .
- Dengan multimeter digital dipergunakan sebagai voltmeter, buatlah rangkaian pada papan plug-in seperti pada Gambar 8.5.



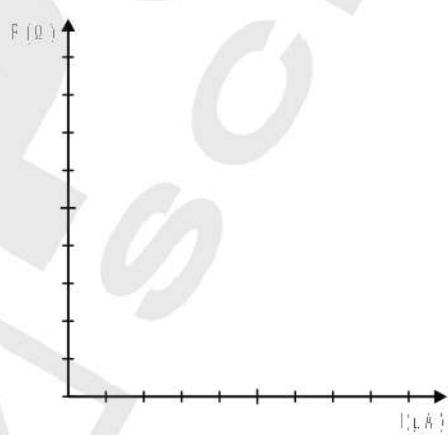
Gambar 8.5

Tabel 8.5

No.	$E$ (volt)	$I$ (mA)	Hambatan dioda ( $\Omega$ )
1	-15		
2	-14		
3	-13		
4	-12		
5	-11		
6	-10		
7	-9		
8	-8		
9	-7		
10	-6		
11	-5		
12	-4		
13	-3		
14	-2		
15	-1		
16	0		
17	0.1		
18	0.2		
19	0.3		
20	0.4		
21	0.5		
22	0.6		
23	0.7		
24	...		



Grafik 8.5a



Grafik 8.5b

- c. Hidupkan kedua saklar. Catat tegangan dan arus dengan melengkapi Tabel 8.5.
- d. Dengan menggunakan data pada Tabel 8.5, gambarkan grafik arus terhadap tegangan pada Grafik 8.5a dan gambarkan pula grafik hambatan terhadap arus pada Grafik 8.5b.
- e. Dapat terlihat bahwa hambatan suatu dioda tidak tetap, tetapi bergantung pada arus. Hal yang menarik adalah bila tegangan jepit dioda negatif, maka hambatannya besar sekali. Hambatan dioda akan berkurang dengan menaiknya arus. Biasanya dioda disebutkan menghantar jika tegangan jepit antara anoda dan katoda bernilai sekitar 0.7V.
- f. Lakukan hal yang sama untuk dioda germanium 1N60.
- g. Terlihat perbedaannya dengan dioda silikon. Untuk dioda germanium kurva tegangan terhadap arus pada keadaan panjar maju lebih curam, sehingga untuk dioda germanium tegangan jepit antara anoda dan katoda sebesar 0.3V sudah menyebabkan dioda menghantar.
- h. Lakukan hal yang sama untuk dioda zener.
- i. Untuk dioda zener tegangan anoda dan katoda negatif tertentu sudah mampu menyebabkan dioda tembus dan nilai tegangan tersebut tidak akan berubah lagi. Umumnya besar tegangan negatif tersebut kecil.

### Kesimpulan

1. Hambatan lampu besarnya dipengaruhi oleh arus yang melaluinya. Hal ini disebabkan kalor yang didisipasikan pada lampu tersebut mengubah nilai hambatannya.
2. Hambatan pada penghambat NTC dan PTC dipengaruhi oleh suhu lingkungan kerjanya. Semakin tinggi suhu lingkungan pada penghambat NTC nilai hambatannya berkurang, sedangkan pada penghambat PTC akan menyebabkan nilai hambatannya menaik.
3. Hambatan pada LDR dipengaruhi oleh cahaya; semakin terang cahaya semakin kecil nilai hambatannya.
4. Hambatan pada dioda, jika anoda lebih positif dari katoda, dipengaruhi oleh arus yang melaluinya.
5. Hal yang menarik pada dioda adalah, bila nilai tegangan jepit antara anoda dan katodanya bernilai negatif, hambatannya akan besar sekali, kecuali pada dioda zener.
6. Khusus untuk dioda germanium, besar tegangan antara anoda dan katoda yang menyebabkan dioda dapat menghantar, berbeda dengan yang lain.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami arti besaran konstanta waktu.

**II. Pendahuluan**

Telah diketahui bahwa suatu kapasitor dapat menyimpan energi listrik. Pengisian dan pengosongan energi listrik ini memerlukan waktu yang bergantung pada kapasitas kapasitor dan hambatan yang terpasang seri dengannya. Waktu yang diperlukan ini disebut konstanta waktu (Time Constant), satunya detik.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

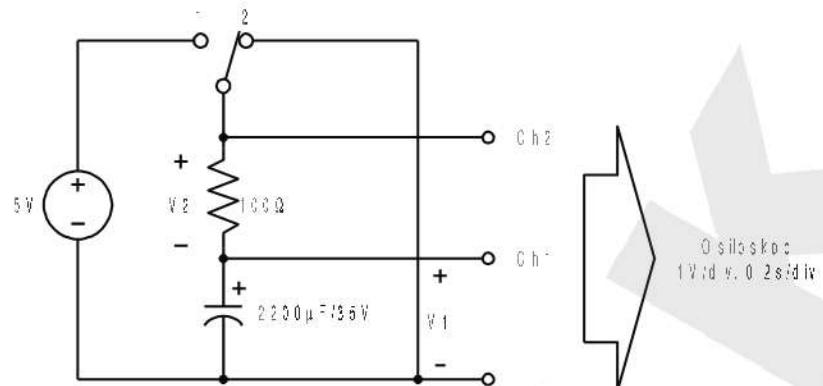
1. Hayt, W.H.Jr., and Kemmerly, J.E., "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "*An Introduction to Circuit Analysis, A System Approach*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

- |           |   |
|-----------|---|
| Utama     | : Papan <i>plug-in</i><br>Catu daya tegangan utama PTE-005-01<br>Multipleks (SW SPDT)<br>Penghambat $100\Omega$ dan $47\Omega$<br>Kapasitor $2200\mu F/35V$ |
| Pendukung | : Osiloskop penyimpan ( <i>Storage Oscilloscope</i> )<br>Multimeter digital   |

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, multipleks, dua buah penghambat bernilai  $100\Omega$  dan  $47\Omega$ , kapasitor bernilai  $2200\mu F/35V$ , multimeter digital, dan osiloskop storage.
2. Ukur kedua hambatan dengan menggunakan multimeter. Tuliskan hasilnya pada Tabel 9.1.
3. Hubung-singkatkan dahulu kedua terminal dari kapasitor dengan menggunakan benda logam. Buatlah rangkaian seperti pada Gambar 9.1 dengan posisi multipleks pada posisi 2.
4. Rangkai pada papan *plug-in* Gambar 9.2 dengan posisi multipleks pada posisi 2. Gunakan kanal (*channel*) 1 untuk mengukur V1 dan kanal 2 untuk mengukur V2.

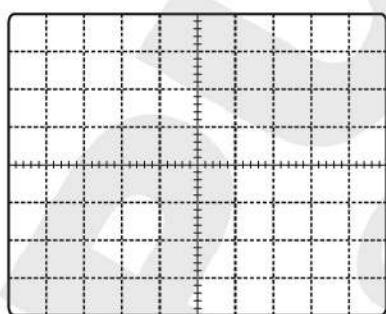


Gambar 9.1

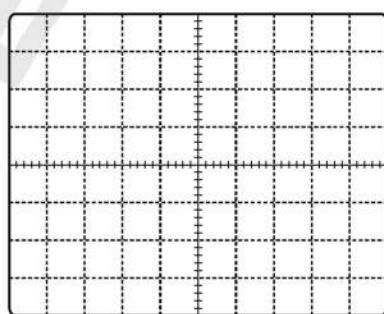
Tabel 9.1

No.	Posisi saklar	$R (\Omega)$	$V_1$ (volt)	$V_2$ (volt)	Waktu (s)	$C(\mu F)$	$\tau = RC$
1	1	100					
2	1	47					

5. Ubahlah posisi multiplekser ke posisi 1! Terlihat pada osiloskop storage bahwa tegangan  $V_1$  pada kapasitor akan menaik. Gunakan pembacaan pada  $V_2$  sebagai titik acuan waktu pada saat multiplekser diubah pada posisi 1.
6. Tentukan waktu yang menyebabkan tegangan pada kapasitor menjadi 3.15V(63% dari 5V). Isi Tabel 9.1.
7. Setelah mengetahui gambar masing-masing kanal, sket gambar itu pada osiloskop untuk masing-masing kanal pada grafik Gambar 9.1a.



Kanal 1 (*Channel 1*)



Kanal 2 (*Channel 2*)

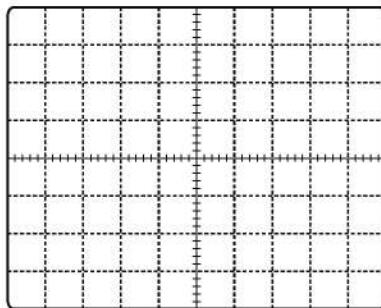
Gambar 9.1a

8. Kemudian ubah posisi multiplekser ke posisi 2. Terlihat pada osiloskop storage bahwa tegangan  $V_1$  pada kapasitor akan menurun. Gunakan pembacaan pada  $V_2$  sebagai titik acuan waktu pada saat multiplekser diubah ke posisi 1. Masukkan pada Tabel 9.2.

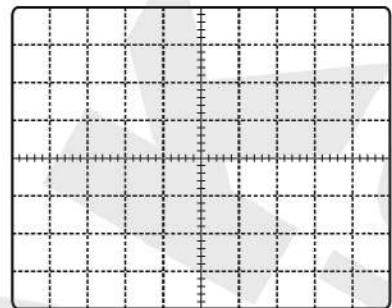
Tabel 9.2

No.	Posisi saklar	$R (\Omega)$	$V_1$ (volt)	$V_2$ (volt)	Waktu (s)	$C(\mu F)$	$\tau = RC$
1	1	100					
2	1	47					

9. Setelah mengetahui gambar dari masing-masing channel, sket gambar pada osiloskop untuk masing-masing kanal pada grafik Gambar 9.1b.



Kanal 1 (*Channel 1*)



Kanal 2 (*Channel 2*)

Gambar 9.1b

10. Cabut penghambat R. Hubung singkatkan dahulu kedua terminal kapasitor dengan selama beberapa saat menggunakan benda logam. Ubah nilai R menjadi  $47\Omega$ . Kemudian lakukan langkah 5, 6, dan 8. Grafiknya tidak usah dibuat kembali. Lengkapi Tabel 9.1!
11. Dari tabel terlihat bahwa waktu untuk mencapai tegangan dari 0 volt menjadi 3.15 volt (63% dari sumber) adalah sebesar RC. Besaran ini disebut konstanta waktu rangkaian RC seri.

## VI. Kesimpulan

Kecepatan pengisian dan pengosongan energi listrik suatu rangkaian kapasitor dan hambatan disebut konstanta waktu dan dinyatakan dalam detik. Konstanta waktu dipengaruhi oleh kapasitas kapasitor serta nilai hambatan rangkaian itu.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat mengetahui karakteristik sinyal AC, sehingga Anda dapat mengenali sinyal AC.

**II. Pendahuluan**

Sinyal listrik dapat dibagi dalam dua golongan besar, yaitu sinyal DC dan sinyal AC. Pada bagian-bagian yang lalu telah dibahas sifat sinyal DC secara tidak langsung. Pada bagian ini akan dibahas pengertian (konsep) sinyal AC, dan sifatnya. Pengertian ini merupakan pemikiran yang sederhana. Akan tetapi tidak jarang pengertian sinyal AC ini membuat seseorang terkecoh, sebab suatu sinyal yang merupakan sinyal DC dapat berperilaku seolah-olah sinyal AC.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

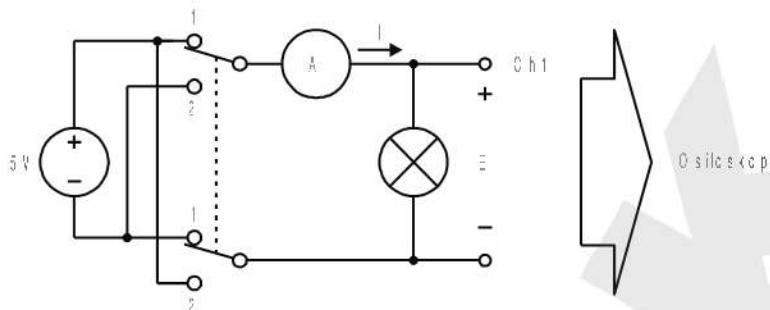
1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E. ,"*An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach*", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama : Papan *plug-in*  
Catu daya tegangan utama PTE-005-01  
Multiplekser/saklar DPDT  
Batere besar 1.5V  
Lampu 6V  
5 *Jumper*  
Pendukung : Osiloskop  
1 Multimeter digital  
6 kabel

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan plug-in, catu-daya tegangan utama, batere, osiloskop, lampu 6V, multimeter digital, dan multiplekser dua kutub dua induk.
2. Kalibrasi dahulu osiloskop dan tempatkan garis GND pada tengah-tengah layar.
3. Buatlah rangkaian pada papan plug-in seperti pada Gambar 10.1 dan posisi multiplekser pada posisi 1. Gunakan kanal 1 untuk osiloskop dan multimeter digital sebagai amperemeter.

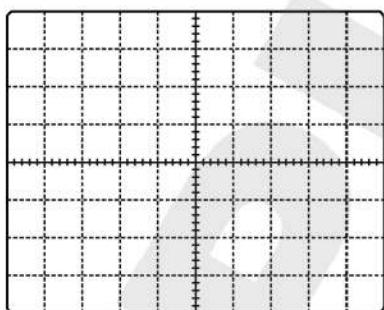


Gambar 10.1

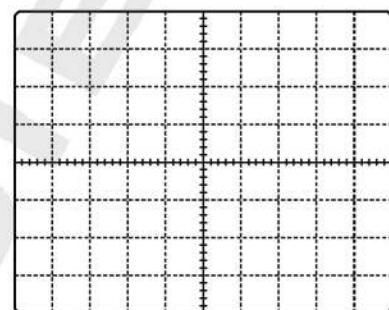
Tabel 10.1

No.	Posisi multiplekser	$I$ (amp)	$E$ (volt)
1	1		
2	2		

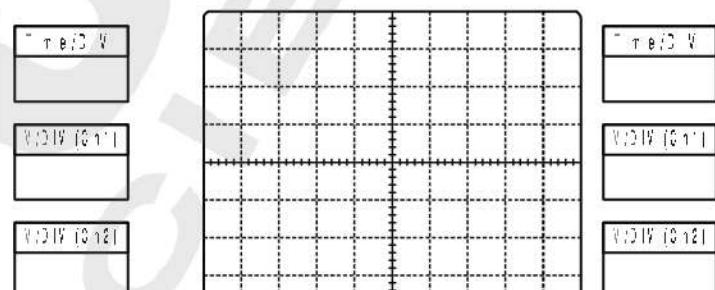
4. Sket gambar yang terlihat pada osiloskop dengan mencantumkan nilai Volt/DIV yang digunakan pada osiloskop pada Grafik 10.1a. Cantumkan garis nolnya.
5. Catat arus yang terlihat pada amperemeter serta tegangan yang terlihat pada osiloskop pada Tabel 10.1.
6. Ubah posisi multiplekser ke posisi 2.
7. Kembali sket gambar yang terlihat pada osiloskop dan nilai Volt/DIV yang digunakan osiloskop dicantumkan pada Grafik 10.1b. Cantumkan garis nolnya.
8. Catat arus yang terlihat pada amperemeter serta tegangan yang terlihat pada osiloskop di Tabel 10.1.



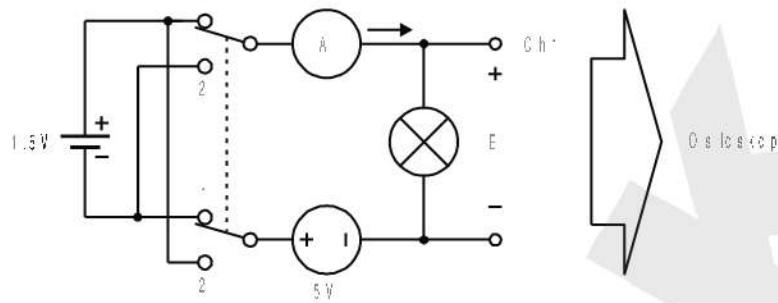
Grafik 10.1a



Grafik 10.1b



9. Tegangan yang ditunjukkan oleh osiloskop dan arus yang tercantum pada amperemeter adalah tegangan dan arus bolak-balik, bila posisi saklar diubah-ubah posisinya dari posisi 1 ke posisi 2, kembali ke posisi 1 dan seterusnya. Semakin cepat diubah-ubah, semakin cepat pula perubahan arah arus serta polaritas tegangannya. Kecepatan perubahan arah arus dan polaritas tegangan dinyatakan dalam besaran frekuensi. Perhatikan bentuk sinyal tegangan pada osiloskop ketika multiplekser diubah-ubah. Sinyal yang demikian adalah sinyal AC.
10. Ubah rangkaian menjadi seperti pada Gambar 10.2 dan posisi multiplekser pada posisi 1.

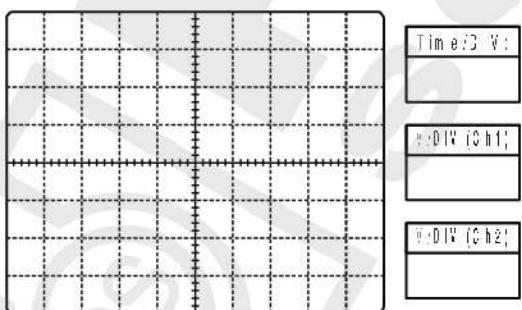


Gambar 10.2

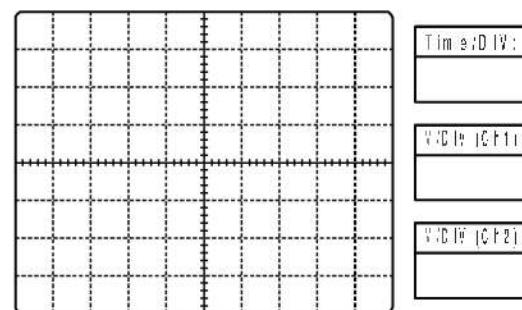
Tabel 10.2

No.	Posisi multiplekser	$I$ (amp)	$E$ (volt)
1	1		
2	2		

11. Soket gambar yang terlihat pada osiloskop dengan mencantumkan nilai Volt/DIV yang digunakan pada osiloskop pada Grafik 10.2a. Cantumkan garis nolnya.
12. Catat arus yang terlihat pada amperemeter serta tegangan yang terlihat pada osiloskop pada Tabel 10.2.
13. Ubah posisi multiplekser ke posisi 2.
14. Kembali sket gambar yang terlihat pada osiloskop dan nilai Volt/DIV yang digunakan osiloskop dicantumkan pada Grafik 10.2b . Cantumkan garis nolnya.
15. Catat arus yang terlihat pada amperemeter serta tegangan yang terlihat pada osiloskop pada Tabel 10.2.
16. Pada Tabel 10.2 dan osiloskop terlihat bahwa dengan diubah-ubahnya posisi multiplekser, tidak mengubah arah arus dan tanda tegangan, hanya mengubah besarnya saja. Semakin cepat perubahan posisi multiplekser semakin cepat pula perubahan besar arus dan tegangannya, tetapi tidak arah arus dan polaritas tegangannya tidak berubah. Lihat bentuk sinyalnya pada osiloskop ketika multiplekser diubah-ubah posisinya. Sinyal yang demikian bukan merupakan sinyal AC.

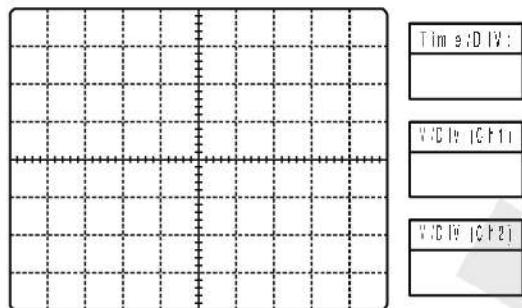


Grafik 10.2a



Grafik 10.2b

17. Matikan catu-daya tegangan utama.
18. Hubungkan kanal 1 osiloskop pada tegangan AC 5V pada catu-daya utama.
19. Hidupkan catu-daya tegangan utama.
20. Amati sinyal yang tampak dan sketlah pada Grafik 10.3.



Grafik 10.3

21. Sinyal pada Grafik 10.3 juga merupakan sinyal AC yang berbentuk fungsi sinus.

## VI. Kesimpulan

Suatu sinyal AC adalah sinyal yang arah arusnya selalu berubah-ubah, jadi bukan besarnya saja yang berubah ubah.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan pengaruh sinyal AC pada komponen pasif hambatan.

## II. Pendahuluan

Pada bagian lalu telah dibahas pengaruh sinyal DC terhadap komponen pasif. Pada bagian ini akan dibahas pengaruh sinyal AC terhadap suatu komponen pasif, yaitu hambatan.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, Anda disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

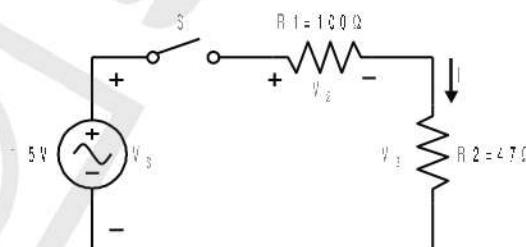
1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar Penghambat $100\Omega$ dan $47\Omega$
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

## V. Langkah Kerja

1. Siapkan papan *plug-in*, dua buah penghambat  $100\Omega$  dan  $47\Omega$ , saklar, osiloskop, dan generator sinyal.
2. Dalam keadaan saklar terbuka, buat rangkaian seperti Gambar 11.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 11.1

Tabel 11.1

No	Frek (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_2$ (volt )	$V_3$ (volt )	$I = \frac{ V_2 }{R_1}$ (A)	$R_2 = \frac{ V_3 }{I}$ ( $\Omega$ )	$V_2 + V_3$ (volt)
1	100						
2	1000						
3	1000 0						
4							

3. Bila perlu, kalibrasilah osiloskop.
4. Hidupkan saklar, kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk menentukan  $V_s$ , bersamaan dengan mengkalibrasi generator sinyal agar menghasilkan sinyal sinus dengan puncak sebesar 1,5V dan frekuensinya 1kHz. Setelah itu catat  $V_2$  dan  $V_3$  pada Tabel 11.1.
5. Kemudian kalibrasi ulang generator sinyal agar menghasilkan frekuensi 100 Hz.
6. Gunakan kanal 1 osiloskop untuk melihat  $V_s$ ,  $V_2$ , dan  $V_3$ . Usahakan nilai puncak  $V_s = 1,5V$  dengan mengatur generator sinyal. Kemudian catat tegangan puncaknya pada Tabel 11.1.
7. Kalibrasi ulang generator sinyal agar menghasilkan frekuensi 10kHz.
8. Gunakan kanal 1 osiloskop untuk menentukan  $V_s$ ,  $V_2$ , dan  $V_3$ . Usahakan nilai puncak  $V_s=1,5V$  dengan mengatur generator sinyal. Kemudian catat tegangan puncaknya pada Tabel 1.
9. Pada percobaan ini terlihat bahwa untuk hambatan, nilai hambatannya tidak berubah terhadap frekuensi dan berlaku penjumlahan tegangan biasa yaitu  $V_s = V_2 + V_3$ .

## VI. Kesimpulan

Besar nilai hambatan dari suatu penghambat dalam suatu rangkaian tidak dipengaruhi oleh frekuensi sinyal AC yang diumpulkan.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan pengaruh sinyal AC pada komponen pasif kapasitor.

## II. Pendahuluan

Pada bagian yang lalu telah dibahas pengaruh sinyal DC terhadap komponen pasif. Pada bagian ini akan dibahas pengaruh sinyal AC dengan berbagai macam frekuensi terhadap komponen pasif kapasitor.

Pada percobaan ini akan dilihat hubungan antara tegangan jepit pada kapasitor dan hambatan yang diserikan. Rangkaian yang demikian memiliki arus yang sama pada setiap titik pada rangkaian, karena membentuk loop tunggal.

Sedangkan tegangan pada kapasitor bergantung pada frekuensi sinyal masukan.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

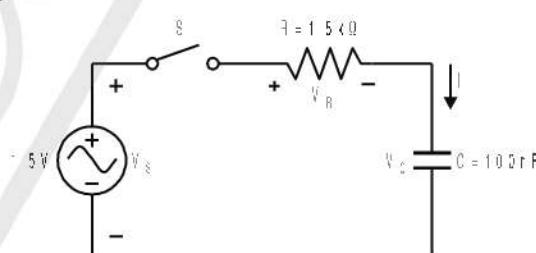
## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar SPST Penghambat $1.5\text{ k}\Omega$ Kapasitor $100\text{nF}$
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

## V. Langkah Kerja

### 1. Tegangan Pada Kapasitor

- a. Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $1.5\text{k}\Omega$ , kapasitor  $100\text{nF}$ , saklar, osiloskop, dan generator sinyal.
- b. Dalam keadaan saklar mati, buat rangkaian seperti Gambar 12.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 12.1

Tabel 12.1

No	Frek (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_R$ (volt)	$V_C$ (volt)	$I$	$\left  \frac{V_R}{R} \right $ (A)	$Z_e$	$\left  \frac{V_C}{I} \right $ (W)	$\sqrt{(V_R^2 + V_C^2)}$ (volt)	$V_R + V_C$ (volt)
1	700									
2	1000									
3	2000									
4										

- c. Bila perlu kalibrasi ulang osiloskop.
- d. Hidupkan saklar, kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk menentukan  $V_s$ , bersamaan dengan mengkalibrasi generator sinyal agar menghasilkan sinyal sinus dengan puncak sebesar 1,5V dan frekuensinya 1kHz. Setelah itu catat tegangan  $V_R$  dan  $V_C$  pada Tabel 12.1.
- e. Kalibrasi generator sinyal pada frekuensi 700Hz.
- f. Kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk menentukan  $V_s$ ,  $V_R$  dan  $V_C$ . Usahakan nilai puncak  $V_s=1,5V$  dengan mengatur generator sinyal. Catat tegangan puncaknya pada Tabel 12.1.
- g. Kalibrasi generator sinyal memberikan frekuensi 2kHz.
- h. Kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk mengamati dan menentukan  $V_s$ ,  $V_R$ , dan  $V_C$ . Usahakan nilai puncak  $V_s=1,5V$  dengan mengatur generator sinyal. Catat tegangan puncaknya pada Tabel 1.
- i. Lengkapi Tabel 12.1.
- j. Pada percobaan ini terlihat bahwa hambatan kapasitor berubah terhadap frekuensi. Nilai hambatan kapasitor ( $Z_C$ ) berkurang dengan bertambahnya frekuensi.
- k. Setiap tegangan, baik  $V_s$ ,  $V_R$ , maupun  $V_C$ , berbeda fasanya. Karenanya tegangan-tegangan ini disebut *fasor*. Tegangan-tegangan ini memiliki hubungan  $V_s = \sqrt{(V_R^2 + V_C^2)}$ . Jadi tegangan  $V_s$  tidak dapat diperoleh dengan menjumlahkan secara biasa ( $V_s$  pada umumnya  $\neq V_R + V_C$ ).
2. Diagram Fasor
- Buatlah rangkaian sama dengan Gambar 12.1.
  - Kemudian letakkan GND (*ground* – "tanah") osiloskop pada titik positif  $V_C$ , kanal 1 pada titik positif  $V_R$  dan kanal 2 pada titik negatif  $V_C$ .
  - Lengkapi beda fasa pada Tabel 12.2 dengan mengubah-ubah frekuensi generator sinyal. Acuan beda fasa  $0^\circ$  ada pada  $V_R$ .
  - Diagram fasor untuk tegangan pada hambatan dilambangkan oleh tanda panah horizontal menunjuk ke kanan dan panjangnya menunjukkan besar tegangan hambatan tersebut.

Tabel 12.2

No	Frekuensi (Hz)	$\phi$ (°)
1	700	
2	1000	
3	2000	

- e. Diagram fasor untuk tegangan pada kapasitor dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke bawah dan panjangnya menunjukkan besar dari tegangan pada kapasitor tersebut.
- f. Diagram fasor untuk tegangan sumber dilambangkan oleh hasil resultan vektor dari fasor tegangan pada hambatan dan kapasitor.
- g. Gambarlah diagram fasor untuk masing-masing frekuensi!
- h. Untuk setiap frekuensi,  $V_R$  dan  $V_C$  memiliki beda fasa tertentu.

## VI. Kesimpulan

1. Nilai hambatan suatu kapasitor dipengaruhi frekuensi. Besarnya berkurang jika frekuensi sinyal AC yang diumpulkan bertambah.
2. Tegangan-tegangan yang berada pada rangkaian yang mengandung kapasitor dan penghambat yang diumpan oleh sinyal AC memiliki fasa yang berbeda, karenanya tegangan-tegangan itu disebut *fasor tegangan*.
3. Dengan menggambar fasor tegangannya, dapat dilihat fasor tegangan pada hambatan dan fasor tegangan pada kapasitor membentuk sudut 90° yang mana fasor tegangan pada hambatan tertinggal 90° terhadap fasor tegangan pada kapasitor. Besar kedua fasor ini menentukan besar tegangan  $V_s$  dan sudutnya. Hal ini sesuai dengan percobaan yang tertera pada Tabel 12.1.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan pengaruh sinyal AC pada komponen pasif kumparan.

**II. Pendahuluan**

Pada bagian yang lalu telah dibahas pengaruh sinyal DC terhadap komponen pasif. Pada bagian ini akan dibahas pengaruh sinyal AC terhadap komponen pasif kumparan.

Pada percobaan ini pula akan dilihat hubungan antara tegangan jepit pada komponen kumparan dan hambatan yang diserikan. Rangkaian yang demikian memiliki arus yang sama pada setiap titik pada rangkaian itu, sebab rangkaian itu membentuk loop tunggal.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

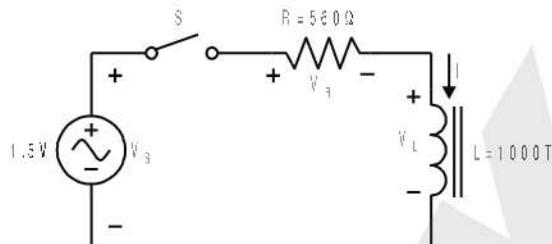
1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar SPST Penghambat $560\Omega$ Kumparan 1000 lilit Inti besi U dan I
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

**V. Langkah Kerja****1. Tegangan pada Kumparan**

- a. Siapkan papan *plug-in*, Penghambat  $560\Omega$ , kumparan 1000 lilit berinti besi lingkup tertutup, saklar, osiloskop, dan generator sinyal.
- b. Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 13.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 13.1

Tabel 13.1

No	Frek (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_R$ (volt)	$V_L$ (volt)	$I = \frac{ V_R }{R}$ (A)	$Z_e = \frac{ V_L }{I}$ (W)	$\sqrt{(V_R^2 + V_L^2)}$ (V)	$V_R + V_L$
1	100							
2	1000							
3	2000							

- c. Bila perlu, kalibrasi ulang osiloskop.
- d. Hidupkan saklar, kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk menentukan  $V_s$  bersamaan dengan mengkalibrasi generator sinyal agar menghasilkan sinyal sinus dengan puncak 1.5V dan frekuensi 1kHz. Catat  $V_R$  dan  $V_L$  pada Tabel 13.1.
- e. Atur kembali generator sinyal agar memberikan frekuensi 100Hz.
- f. Kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk mengamati  $V_s$ ,  $V_R$  dan  $V_L$ . Usahakan agar nilai  $V_s=1.5V$  dengan mengatur generator sinyal. Catat tegangan puncaknya pada Tabel 13.1.
- g. Ulangi, atur generator sinyal hingga memberikan frekuensi 2kHz.
- h. Gunakan kanal 1 osiloskop untuk menentukan  $V_s$ ,  $V_R$  dan  $V_L$ . Usahakan nilai  $V_s=1.5V$  dengan mengatur generator sinyal. Catat tegangan puncaknya pada Tabel 13.1.

Pada percobaan ini terlihat bahwa nilai hambatan kumparan berubah terhadap frekuensi. Nilai hambatan kumparan ( $Z_L$ ) bertambah dengan menaiknya frekuensi.

Setiap tegangan, baik  $V_s$ ,  $V_R$ , maupun  $V_L$ , berbeda-beda fasanya. Karena itu tegangan-tegangan ini disebut *fasor*, dan memiliki hubungan  $V_s=\sqrt{(V_R^2+V_L^2)}$ . Jadi tegangan  $V_s$  tidak dapat diperoleh dengan menjumlahkan  $V_R$  dan  $V_L$  secara biasa (secara aljabar).

## 2. Diagram Fasor

- a. Buatlah rangkaian sama dengan Gambar 13.1.
- b. Sambungkan GND (ground) osiloskop pada titik positif VL, kanal 1 pada titik positif VR dan kanal 2 pada titik negatif VL.
- c. Lengkapi beda fasa pada Tabel 13.2 dengan mengubah-ubah frekuensi generator sinyal. Acuan beda fasa 0° ada pada VR.
- d.

Tabel 13.2

No	Frekuensi (Hz)	$\varphi$ ( $^{\circ}$ )
1		
2		
3		

Diagram fasor untuk tegangan pada hambatan dilambangkan oleh tanda panah horizontal menunjuk ke kanan dan panjangnya menunjukkan besar tegangan pada hambatan tersebut.

Diagram fasor untuk tegangan pada lilitan dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke atas dan panjangnya menunjukkan besar tegangan pada lilitan tersebut.

Diagram fasor untuk tegangan sumber dilambangkan oleh hasil resultan vektor dari fasor tegangan pada hambatan dan lilitan.

- e. Gambarlah diagram fasor untuk masing-masing frekuensi!
- f. Untuk setiap frekuensi,  $V_R$  dan  $V_L$  memiliki beda fasa tertentu.

## VI. Kesimpulan

1. Nilai hambatan suatu kumparan dipengaruhi frekuensi. Besarnya bertambah jika frekuensi sinyal yang diumpulkan bertambah.
2. Tegangan-tegangan yang berada pada rangkaian yang mengandung induktor dan penghambat yang diumpan dengan sinyal AC dapat memiliki fasa yang berbeda-beda, karenanya tegangan-tegangan itu disebut fasor tegangan.
3. Dengan menggambarkan fasor tegangannya, dapat dilihat fasor tegangan pada hambatan dan fasor tegangan pada kumparan membentuk sudut  $90^{\circ}$  satu sama lain, yang mana fasor tegangan kumparan mendahului  $90^{\circ}$  terhadap fasor tegangan hambatan. Besar kedua fasor ini menentukan sudut dan besar tegangan  $V_S$ .

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami gejala resonansi pada rangkaian yang terdiri atas hambatan, kapasitor, dan kumparan seri bila diumpan dengan sinyal AC.

**II. Pendahuluan**

Gabungan komponen pasif penghambat, kapasitor, dan kumparan dapat menghasilkan gejala yang disebut resonansi. Resonansi ini juga bergantung pada bentuk rangkaian komponen-komponen itu. Pada percobaan ini akan digunakan bentuk rangkaian yang paling mendasar, yaitu resonansi seri, yakni ketiga komponen dirangkai secara seri. Pada percobaan ini akan diperlihatkan sifat-sifat rangkaian resonansi tersebut.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

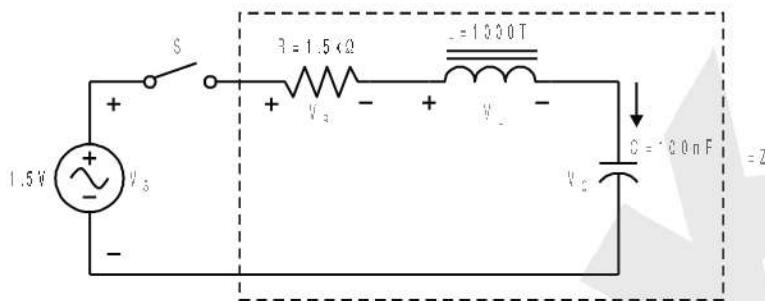
1. Hayt, W. H. dan J. E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "An Introduction to Circuit Analysis, A System Approach," McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar Penghambat $1.5\text{k}\Omega$ Kapasitor $100\text{nF}$ Kumparan 1000 lilit <i>5 jumper</i>
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop 2 kabel

**V. Langkah Kerja**

1. Resonansi dan Tegangan pada RLC Seri
  - a. Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $1.5\text{k}\Omega$ , kapasitor  $100\text{nF}$ , kumparan 1000 lilit, generator sinyal, saklar dan osiloskop.
  - b. Kalibrasilah osiloskop.
  - c. Dengan menggunakan papan *plug-in* dan dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 14.1.

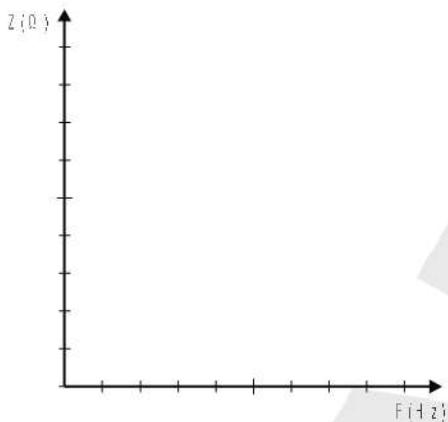


Gambar 14.1

Tabel 14.1

No	Frek (Hz)	$V_S$ (volt)	$V_R$ (volt)	$V_L$ (volt)	$V_C$ (volt)	$\sqrt{(V_S^2 + (V_L - V_C)^2)}$	$I = \frac{ V_R }{R}$ (A)	$Z = \frac{ V_S }{I}$ (Ω)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								

- d. Hidupkan saklar dan dengan menggunakan kanal 1 osiloskop, catat puncak tegangan VS, VR , VL, dan VC pada Tabel 1 untuk beberapa nilai frekuensi sumber. Pada tiap frekuensi tersebut hendaklah nilai besar sinyal diperiksa kembali, dan usahakan agar tetap memiliki nilai tegangan puncak sebesar 1,5V dengan frekuensi 100Hz-3kHz.
- e. Usahakan salah satu frekuensi yang dicatat menyebabkan VR terbesar (maksimum). Frekuensi yang demikian dinamakan frekuensi resonansi seri.
- f. Tegangan-tegangan tersebut memiliki fasa yang berbeda-beda, karenanya tegangan-tegangan tersebut juga disebut fasor.
- g. Juga perhatikan bahwa terdapat hubungan  $VS = \sqrt{(VR^2 + (VL - VC)^2)}$ .
- h. Gambarkan grafik nilai hambatan terhadap frekuensi pada grafik 14.1. Terlihat grafik memiliki nilai minimum



Grafik 14.1

## 2. Diagram Fasor

- Buatlah rangkaian sama dengan Gambar 14.1.
- Kemudian sambungkan GND (*ground*) osiloskop pada titik positif  $V_C$ . Kanal 1 pada titik positif  $V_L$  dan kanal2 pada titik negatif  $V_C$ .
- Lengkapi beda fasa pada Tabel 14.2 ( $\phi_{CL}$ ) dengan mengubah-ubah frekuensi generator sinyal, dengan nilai-nilai yang sama dengan nilai-nilai pada Tabel 14.1. Acuan beda fasa  $0^\circ$  ada pada  $V_C$ .

Tabel 14.2

No	Frekuensi (Hz)	$\phi_{CL}$ ( $^\circ$ )	$\phi_{LR}$ ( $^\circ$ )
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

- Kemudian letakkan GND (*ground*) osiloskop pada positif  $VL$ , kanal 1 pada positif  $VR$  dan kanal 2 pada negatif  $VL$ .
- Lengkapi beda fasa pada Tabel 14.2 ( $\phi_{LR}$ ) dengan mengubah-ubah frekuensi generator sinyal dengan nilai yang sama dengan yang tercantum pada Tabel 14.1. Acuan beda fasa  $0^\circ$  ada pada  $VR$ .

Diagram fasor untuk tegangan pada hambatan dilambangkan oleh tanda panah horizontal menunjuk ke kanan dan panjangnya menunjukkan besar tegangan hambatan tersebut. Diagram fasor ini merupakan fasor acuan  $0^\circ$ .

Diagram fasor untuk tegangan pada kapasitor dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke bawah dan panjangnya menunjukkan besar tegangan kapasitor tersebut.

Diagram fasor untuk tegangan pada kumparan dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke atas dan panjangnya menunjukkan besar tegangan pada lilitan tersebut.

Diagram fasor untuk tegangan sumber dilambangkan oleh resultan ('jumlah vektor') fasor tegangan pada hambatan, pada kapasitor, dan pada lilitan.

- f. Gambarkan diagram fasornya!
- g. Untuk setiap frekuensi, VR dan VL memiliki beda fasa tertentu.

## VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian *RLC* seri disebut beresonansi seri pada suatu frekuensi jika komponen kapasitif dan induktif tidak berpengaruh ketika dioperasikan pada frekuensi tersebut. Jadi, seakan-akan kedua komponen tersebut dihubungkan singkatkan.
2. Suatu rangkaian *RLC* seri jika dalam keadaan beresonansi akan memiliki impedansi minimum, dan tegangan pada *L* dan *C* saling meniadakan.
3. Pada resonansi seri terlihat bahwa nilai tegangan pada hambatan paling besar. Karena itu resonansi seri sering kali disebut resonansi tegangan.
4. Dengan cara penggambaran fasor, terlihat bahwa sudut antara fasor tegangan hambatan dan fasor tegangan kapasitor membentuk sudut  $90^\circ$ , dengan fasor tegangan kapasitor tertinggal, sedangkan dengan kumparan membentuk sudut  $90^\circ$  dengan fasa kumparan mendahului. Dengan demikian tegangan antara kapasitor dan kumparan akan saling meniadakan. Besar keseluruhan fasor tersebut menentukan sudut dan besar tegangan  $V_s$ . Hal ini sesuai dengan hasil percobaan yang tertera pada Tabel 14.1

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami proses terjadinya osilasi yang tersusun dari komponen pasif.
2. Menggambarkan bentuk gelombang yang dihasilkan oleh osilator teredam.
3. Memahami hubungan besaran nilai komponen terhadap frekuensi osilator seri.

## II. Pendahuluan

Pada bagian yang lalu telah dibahas pengaruh sinyal DC terhadap komponen pasif pada keadaan tunak (*steady state*). Pada bagian ini akan dipelajari pengaruh sinyal DC terhadap komponen pasif yang terdiri atas hambatan, kumparan, dan kapasitor yang terangkai secara seri pada keadaan peralihan (*transient state*).

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

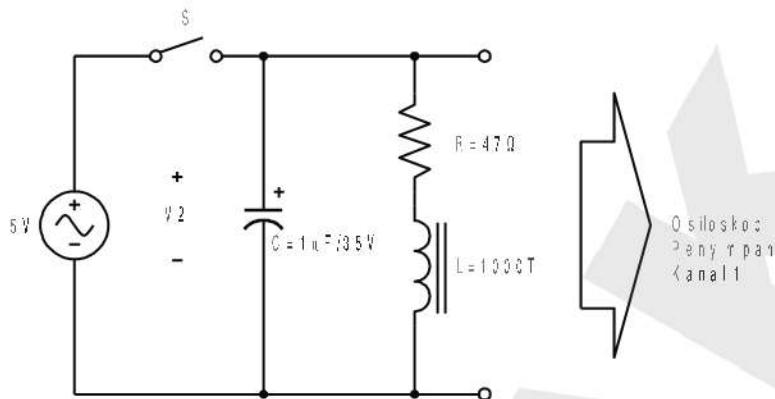
1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.
3. Miller, G.M. ,"*Modern Electronic Communication*", Prentice-Hall Inc., Singapore, 1988.

## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu-daya tegangan utama PTE-005-01 Saklar SPST Kapasitor $1\mu\text{F}/35\text{V}$ Penghambat $47\Omega$ Kumparan 1000 lilit Inti besi U dan I
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop penyimpan

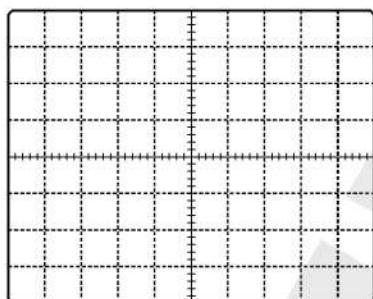
## V. Langkah Kerja

1. Siapkan papan *plug-in*, saklar, catu-daya tegangan utama, kapasitor  $1\mu\text{F}/35\text{V}$ , penghambat  $47\Omega$ , kumparan 1000 lilit dengan inti I, dan osiloskop storage.
2. Dengan keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 15.1.

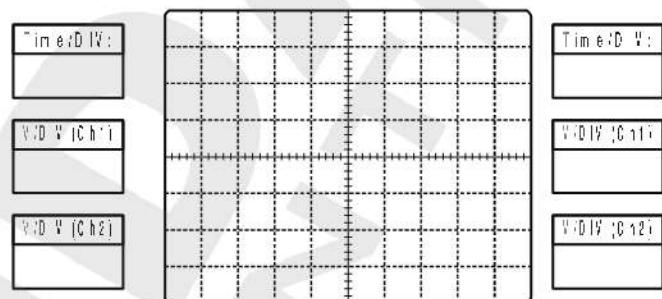


Gambar 15.1

3. Dengan menggunakan osiloskop storage pada *sweep mode single* dan *trigger source* kanal 1, perhatikan bentuk sinyal yang terjadi ketika saklar dihidupkan dan sket hasilnya pada Grafik 15.1.



Grafik 15.1



Grafik 15.2

4. Dengan menggunakan osiloskop storage pada *sweep mode single* dan *trigger source* kanal 1, perhatikan bentuk sinyal yang terjadi ketika saklar dimatikan dan sket hasilnya pada Grafik 15.2.

## VI. Kesimpulan

1. Dari gambar terlihat bahwa ketika saklar dimatikan terjadi osilasi tegangan yang semakin mengecil.
2. Dengan menggunakan penguatan dan umpan balik tertentu, osilasi ini dapat dipertahankan besarnya.
3. Meskipun tidak terdapat pada percobaan, nilai komponen kumparan dan kapasitor sangat mempengaruhi terjadinya osilasi, juga nilai frekuensi osilasinya. Jadi, tidak setiap komponen RLC seri akan menyebabkan terjadinya osilasi seperti di atas.
4. Terjadinya osilasi terredam disebabkan oleh yang berikut: Ketika sumber DC dimatikan, energi yang tersimpan dalam kapasitor terbuang dan mengisi kumparan. Setelah energi pada kapasitor habis, giliran kumparan yang memberikan energi pada kapasitor dan demikian seterusnya. Karena pada proses tersebut terjadi energi yang terbuang dalam bentuk kalor pada hambatan, maka makin lama energi tersebut akan menghilang, sehingga kesannya akan terjadi tegangan sinus terredam. Dengan menggunakan penguat seperti diuraikan pada butir 2, energi tersebut dapat dipertahankan.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami hubungan arus AC pada hambatan dan kapasitor rangkaian RC paralel.

**II. Pendahuluan**

Pada bagian yang lalu telah dibahas pengaruh sinyal AC terhadap komponen pasif kapasitor dan hambatan yang diserikan. Pada bagian ini, kedua rangkaian itu akan dibahas pada bentuk paralelnya, terutama hubungan antara arus yang melaluiinya. Rangkaian yang demikian memiliki tegangan yang sama pada masing-masing komponen, karena membentuk dua buah node bersama.

**III. Buku bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

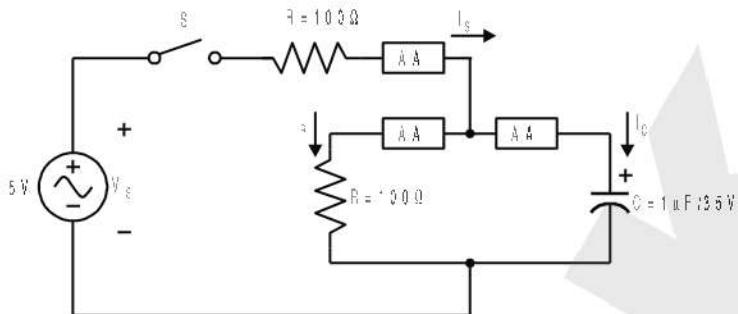
1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "*An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach*", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar SPST Penghambat $100\Omega$ Kapasitor tantalum $1\mu\text{F}/35\text{V}$ 3 adapter arus
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

**V. Langkah kerja**

1. Arus pada Kapasitor
  - a. Siapkan papan *plug-in*, dua buah penghambat  $100\Omega$ , kapasitor tantalum  $1\mu\text{F}/35\text{V}$ , saklar, osiloskop, tiga buah adapter arus (AA), dan generator sinyal.
  - b. Dalam keadaan saklar terbuka, buat rangkaian seperti Gambar 16.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 16.1

Tabel 16.1

No	Frekuensi (Hz)	$I_S$ (amp.)	$I_R$ (amp.)	$I_C$ (amp.)	$\sqrt{(I_R^2 + I_C^2)}$ (amp.)	$I_R + I_C$ (amp.)
1	1000					
2						
3						

- c. Bila perlu, kalibrasi ulang osiloskop.
  - d. Hidupkan saklar dan kalibrasi generator sinyal agar menghasilkan sinyal sinus dengan tegangan puncak ( $V_s$ ) sebesar 1,5V dan frekuensi 1kHz dengan menggunakan kanal 1 osiloskop .
  - e. Kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk melihat  $I_S$ ,  $I_R$ , dan  $I_C$ , dengan terlebih dahulu melewatkannya arus melalui adapter amperemeter . Catat tegangan puncak pada Tabel 16.1.
  - f. Pada percobaan ini terlihat arus  $I_S$ ,  $I_R$ , dan  $I_C$  berbeda fasa, karenanya arus ini juga disebut fasor, dan memiliki hubungan  $I_S = \sqrt{(I_R^2 + I_C^2)}$ . Jadi untuk memperoleh tegangan  $V_s$  tidak dapat dijumlahkan secara biasa ( $I_S = I_R + I_C$ ).
2. Diagram Fasor
- a. Susunlah rangkaian sama dengan Gambar 16.1.
  - b. Sambungkan GND (ground) osiloskop pada simpul persekutuan adapter arus (AA), kanal 1 pada positif hambatan dan kanal 2 pada positif kapasitor.
  - c. Lengkapi beda fasa pada Tabel 16.2 dengan mengubah-ubah frekuensi generator sinyal. Acuan beda fasa  $0^\circ$  ada pada IR.

Tabel 16.2

No	Frekuensi (Hz)	Beda fasa $\varphi$ ( $^\circ$ )
1	1000	
2		
3		

Diagram fasor untuk arus pada hambatan dilambangkan oleh tanda panah horizontal ke arah kanan. Panjang fasor menunjukkan besar arus hambatan tersebut.

Diagram fasor untuk arus pada kapasitor dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke bawah dan panjangnya menunjukkan besar arus pada kapasitor tersebut.

Diagram fasor untuk arus sumber dilambangkan oleh resultan fasor arus pada hambatan dan fasor arus pada kapasitor.

- d. Gambarkan diagram fasor untuk frekuensi-frekuensi yang tercantum pada Tabel 16.2!

## VI. Kesimpulan

1. Arus yang berada pada rangkaian yang mengandung kapasitor yang diumpan dengan sinyal AC dapat memiliki fasa yang berbeda, karenanya disebut fasor arus.
2. Dengan cara penggambaran fasor, terlihat sudut antara fasor arus pada hambatan dan fasor arus pada kapasitor besarnya  $90^\circ$ , dengan fasor arus hambatan tertinggal, terhadap fasor arus pada kapasitor. Besar fasor-fasor ini menentukan sudut fasa dan besar arus  $I_S$ . Ini sesuai dengan hasil percobaan yang tertera pada Tabel 16.1.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami hubungan antar arus AC pada rangkaian *RL* paralel.
2. Memahami diagram fasor untuk rangkaian *RL* paralel.

## II. Pendahuluan

Pada bagian yang lalu telah dibahas pengaruh sinyal AC terhadap komponen pasif kumparan dan hambatan yang dirangkai seri. Pada bagian ini, rangkaian yang akan dibahas adalah bentuk paralel hambatan dan kumparan, terutama hubungan antar arus yang melaluiinya. Rangkaian yang demikian memiliki tegangan yang sama pada masing-masing komponen, karena membentuk dua buah simpul bersama.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E, "An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

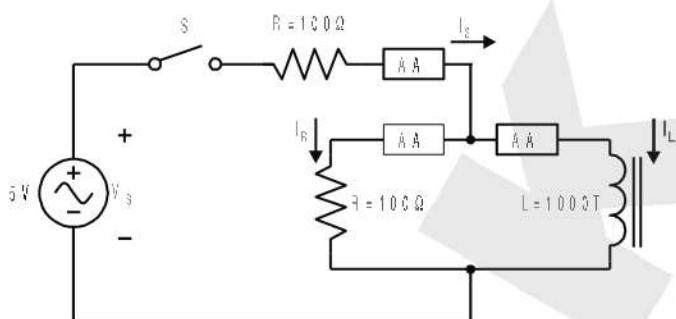
## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar SPST 2 Penghambat $100\Omega$ Kumparan 1000 lilit 3 adapter arus
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

## V. Langkah Kerja

### 1. Arus pada Kumparan

- a. Siapkan papan *plug-in*, dua buah penghambat  $100\Omega$ , kumparan 1000 lilit, saklar, osiloskop, tiga buah adapter arus, dan generator sinyal.
- b. Dalam keadaan saklar terbuka, buat rangkaian seperti Gambar17.1 pada papan *plug-in* 1.



Gambar 17.1

No	Frek (Hz)	$I_S$ (amp.)	$I_R$ (amp.)	$I_L$ (amp.)	$\sqrt{(I_R^2 + I_L^2)}$ (amp.)	$I_R + I_L$ (amp.)
1	1000					
2						
3						

Tabel 17.1

- c. Bila perlu, kalibrasi ulang osiloskop.
  - d. Sambungkan saklar, lalu kalibrasi generator sinyal agar menghasilkan sinyal sinus dengan puncak (VS) sebesar 1,5V dan frekuensinya 1kHz.
  - e. Kemudian gunakan kanal 1 osiloskop untuk mengamati  $I_S$ ,  $I_R$  dan  $I_L$ , dengan terlebih dahulu melewatkannya arus melalui adapter arus. Kemudian catat tegangan puncak pada Tabel 17.1.
  - f. Pada percobaan ini terlihat arus  $I_S$ ,  $I_R$ , dan  $I_L$  berbeda fasa, karenanya arus ini juga disebut fasor, dan memiliki hubungan  $I_S = \sqrt{(I_R^2 + I_L^2)}$ . Jadi untuk memperoleh tegangan VS tidak dapat dijumlahkan secara biasa ( $I_S = I_R + I_L$ ).
2. Diagram Fasor
- a. Rangkaian sama dengan Gambar 17.1.
  - b. Sambungkan GND (*ground*) osiloskop pada simpul persekutuan adapter arus (AA), kanal 1 pada positif hambatan dan kanal 2 pada positif kumparan.
  - c. Lengkapi beda fasa pada Tabel 17.2 dengan mengubah-ubah frekuensi generator sinyal. Acuan beda fasa  $0^\circ$  ada pada  $I_R$ .

Tabel 17.2

No	Frekuensi (Hz)	Beda fasa $\phi$ ( $^\circ$ )
1	1000	
2		
3		

Diagram fasor untuk arus pada hambatan dilambangkan oleh tanda panah horizontal menunjuk ke kanan dan panjangnya menunjukkan besar arus dalam hambatan tersebut.

Diagram fasor untuk arus pada kumparan dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke atas dan panjangnya menunjukkan besar arus pada kumparan tersebut.

Diagram fasor untuk arus sumber dilambangkan oleh resultan (jumlah vektor) fasor arus pada hambatan dan fasor arus pada kumparan.

- d. Gambarkan diagram-diagram fasornya pada frekuensi-frekuensi dalam Tabel 17.2!

## VI. Kesimpulan

1. Arus yang berada pada rangkaian yang mengandung kumparan yang diimpa ni dengan sinyal AC dapat memiliki fasa yang berbeda, karenanya disebut fasor arus.
2. Dengan cara penggambaran fasor, terlihat sudut antara fasor arus pada hambatan dan fasor arus pada kumparan besarnya  $90^\circ$ , dengan fasor arus kumparan mendahului fasor arus pada hambatan. Besar fasor-fasor ini menentukan sudut dan besar arus  $I_s$ . Ini sesuai dengan hasil percobaan yang tertera pada Tabel 1.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami gejala resonansi pada rangkaian yang terdiri dari hambatan, kapasitor, dan kumparan yang tersusun paralel, bila rangkaian itu diumpam sinyal AC.

**II. Pendahuluan**

Gabungan komponen pasif penghambat, kapasitor, dan kumparan dapat menghasilkan gejala yang disebut resonansi. Resonansi ini bergantung pada bentuk rangkaianya. Karena itu pada percobaan ini akan digunakan bentuk rangkaian yang paling mendasar, yaitu resonansi paralel. Dalam rangkaian ini ketiga komponen tersebut disusun secara paralel. Pada percobaan ini akan diperlihatkan sifat-sfat rangkaian resonansi tersebut.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

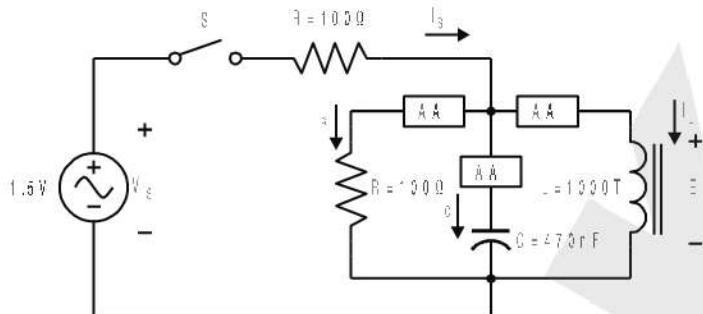
1. Hayt, W. H. dan J. E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "An Introduction to Circuit Analysis, A System Approach," McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar SPST 2 penghambat $100\Omega$ Kapasitor $470nF$ Kumparan 1000 lilit 3 adapter arus
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

**V. Langkah Kerja**

1. Resonansi dan Arus pada RLC Paralel
  - a. Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $100\Omega$  dua buah, kapasitor  $470nF$ , kumparan 1000 lilit, generator sinyal, saklar, adapter arus (3 buah), dan osiloskop.
  - b. Bila perlu, kalibrasi ulang osiloskop.
  - c. Dengan menggunakan papan *plug-in* dan dalam keadaan saklar terbuka, buat rangkaian seperti pada Gambar 18.1.

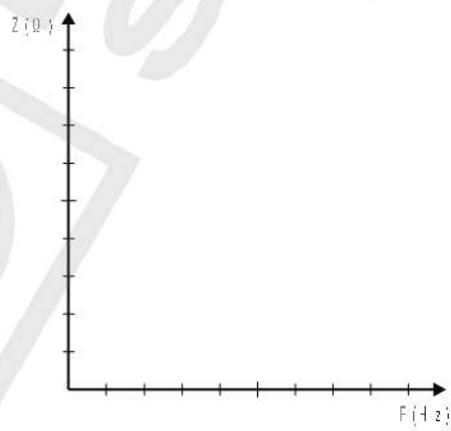


Gambar 18.1

No	Frek (Hz)	$V_s$ (V)	$E$ (V)	$I_s = \frac{ V_s - E }{R}$	$I_R$ (A)	$I_C$ (A)	$I_L$ (A)	$\sqrt{(I_R^2 + (I_L - I_C)^2)}$	$Z = \frac{ E }{ I_s }$
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									

Tabel 18.1

- d. Hubungkan saklar dan dengan menggunakan kanal 1 osiloskop, catat tegangan puncak  $V_s$  dan  $E$ , juga arus  $I_R$ ,  $I_C$  dan  $I_L$  pada Tabel 18.1 untuk beberapa nilai frekuensi sumber. Periksa kembali besar  $V_s$  agar tetap bernilai puncak 1,5V untuk tiap frekuensi yang digunakan.
- e. Usahakan salah satu frekuensi yang dicatat menyebabkan  $E$  terbesar. Frekuensi yang demikian dinamakan frekuensi resonansi paralel. Frekuensi ini menyebabkan arus  $I_S$  terkecil.
- f. Tegangan dan arus tersebut memiliki fasa yang berbeda, karenanya disebut fasor.
- g. Perhatikan juga bahwa terdapat hubungan  $I_S = \sqrt{(I_R^2 + (I_L - I_C)^2)}$ .
- h. Gambarkan grafik hubungan nilai hambatan RLC paralel ( $Z$ ) terhadap frekuensi pada Grafik 2. Dapat terlihat grafik memiliki nilai maksimum.



Grafik 18.1

2. Diagram Fasor

- a. Susunlah rangkaian sama dengan Gambar 18.1.
- b. Kemudian pasangkan GND (ground) osiloskop pada titik negatif hambatan R1, kanal 1 pada titik positif hambatan R2 dan kanal 2 pada titik positif kapasitor.
- c. Lengkapi beda fasa pada Tabel 18.2 ( $\phi_{CR}$ ) dengan data untuk berbagai frekuensi generator sinyal, akan tetapi dengan nilai yang sama dengan nilai-nilai pada Tabel 18.1. Acuan beda fasa  $0^\circ$  ada pada arus R2.

Tabel 18.2

No	Frekuensi (Hz)	$\phi_{CR}$ ( $^\circ$ )	$\phi_{LR}$ ( $^\circ$ )
1			
2			
3			
4			

- d. Kemudian hubungan kanal 1 tetap pada titik positif R2 dan kanal 2 pada titik positif kumparan.
- e. Lengkapi beda fasa ( $\phi_{LR}$ ) pada Tabel 18.2 dengan menggunakan besaran frekuensi generator sinyal yang berbeda-beda, akan tetapi dengan nilai-nilai yang sama dengan nilai-nilai pada Tabel 18.1. Acuan beda fasa  $0^\circ$  ada pada hambatan R2.

Diagram fasor untuk arus pada hambatan dilambangkan oleh tanda panah horizontal menunjuk ke kanan dan panjangnya menunjukkan besar dari arus hambatan tersebut. Diagram fasor ini merupakan fasor referensi  $0^\circ$ .

Diagram fasor untuk arus pada kapasitor dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke bawah dan panjangnya menunjukkan besar arus yang melalui kapasitor tersebut.

Diagram fasor untuk arus pada lilitan dilambangkan oleh tanda panah vertikal menunjuk ke atas dan panjangnya menunjukkan besar arus pada lilitan tersebut.

Diagram fasor untuk arus sumber dilambangkan oleh resultan (jumlah vektor) fasor arus pada hambatan, fasor arus pada kapasitor, dan fasor arus pada lilitan.

- f. Gambarkan diagram fasor untuk setiap frekuensi yang ada pada Tabel 18.2!

## **VI. Kesimpulan**

1. Suatu rangkaian *RLC* paralel disebut beresonansi paralel pada suatu frekuensi jika komponen kapasitif dan induktif tidak berpengaruh ketika dioperasikan pada frekuensi tersebut. Jadi, seakan-akan kedua komponen tersebut diputuskan.
2. Suatu rangkaian *RLC* paralel yang ada dalam keadaan beresonansi memiliki impedansi yang nilainya maksimum dan arus pada *L* dan *C* saling meniadakan.
3. Pada resonansi paralel terlihat bahwa nilai arus yang melalui hambatan *R*2 paling besar. Karena itu resonansi paralel sering kali disebut resonansi arus.
4. Arus kapasitor (*C*) dan arus kumparan(*L*) berbeda fasa sebesar  $180^\circ$ , yang membawa akibat saling meniadakan pada keadaan resonansi.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami proses terjadinya osilasi.
2. Mengenali bentuk gelombang yang dihasilkan osilator paralel.
3. Membaca diagram fasor.

## II. Pendahuluan

Pada bagian yang lalu telah dibahas pengaruh sinyal DC terhadap komponen pasif kumparan, kapasitor, dan hambatan terseri, pada keadaan peralihan. Pada bagian ini akan dipelajari pengaruh sinyal DC terhadap komponen pasif tersebut yang tersusun secara paralel.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

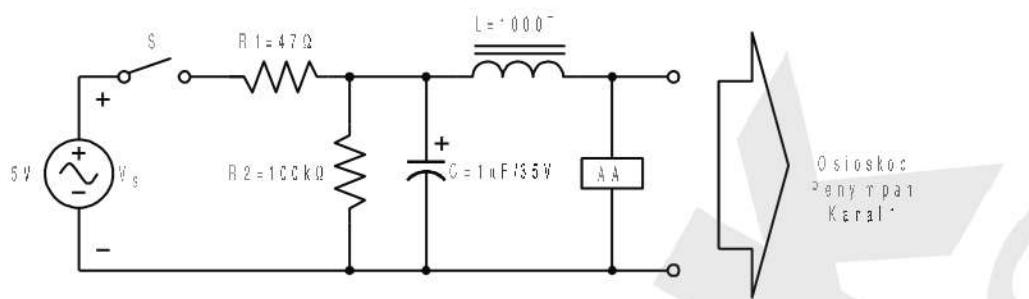
1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "*An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach*", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.
3. Miller, G.M. ,"*Modern Electronic Communication*", Prentice-Hall Inc., Singapore, 1988.

## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu-daya tegangan utama Saklar SPST Kapasitor $1\mu\text{F}/35\text{V}$ Penghambat $47\Omega$ dan $100\text{k}\Omega$ Kumparan 1000 lilit Inti besi I Adapter arus
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop penyimpan

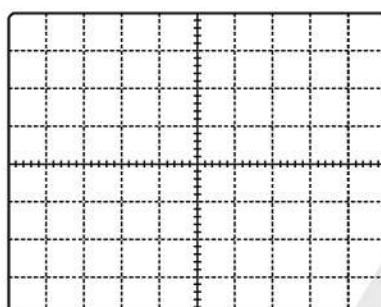
## V. Langkah Kerja

1. Siapkan papan *plug-in*, saklar, catu-daya tegangan utama, kapasitor  $1\mu\text{F}/35\text{V}$ , penghambat  $47\Omega$  dan  $100\text{k}\Omega$ , kumparan 1000 lilitan dengan inti I, adapter arus dan osiloskop storage.
2. Dengan keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 19.1.

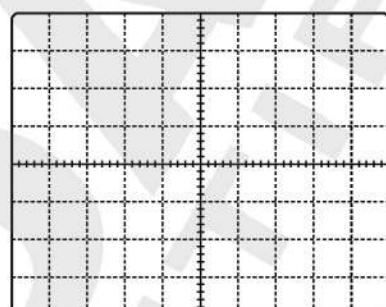


Gambar 19.1

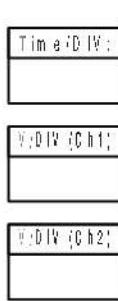
3. Dengan menggunakan osiloskop penyimpan pada sweep mode single dan trigger source Ch. 1, perhatikan bentuk sinyal yang terjadi ketika saklar ditutup dan sket hasilnya pada Grafik 19.1.



Grafik 19.1



Grafik 19.2



4. Dengan menggunakan osiloskop penyimpan pada sweep mode single dan trigger source Ch. 1, perhatikan bentuk sinyal yang terjadi ketika saklar dibuka dan sket hasilnya pada Grafik 19.2.

## VI. Kesimpulan

1. Dari gambar terlihat bahwa ketika saklar dimatikan terjadi osilasi arus yang makin lama makin mengecil dan akhirnya menghilang.
2. Dengan menggunakan penguatan dan umpan balik tertentu, osilasi ini dapat dipertahankan besarnya.
3. Meskipun tidak terdapat pada percobaan, nilai komponen kumparan dan kapasitor sangat mempengaruhi terjadinya osilasi dan frekuensi osilasinya. Jadi tidak setiap komponen RLC paralel dapat menghasilkan osilasi seperti di atas.
4. Terjadinya osilasi tersebut disebabkan oleh proses yang berikut ini: Ketika sumber DC dimatikan, energi yang tersimpan dalam kapasitor dilepaskan dan pindah ke kumparan. Setelah energi pada kapasitor habis, giliran kumparan yang memberikan energi kepada kapasitor, dan demikian seterusnya. Karena pada proses tersebut terjadi perubahan energi dalam bentuk kalor pada hambatan, dan energi kalor ini terbuang, makin lama energi tersebut akan habis terbuang, sehingga osilasi tersebut teredam. Dengan menggunakan penguatan seperti diuraikan pada butir 2, energi tersebut dapat dipertahankan.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Mengenal rangkaian filter yang tersusun dari komponen diskrit.
2. Mengenal dan dapat mengaplikasikan macam-macam filter untuk pengolahan sinyal.

## II. Pendahuluan

Pada bagian lalu yang telah dibahas pengaruh sinyal DC terhadap rangkaian yang terdiri atas komponen pasif kumparan, kapasitor, dan penghambat, baik pada keadaan tunak maupun peralihan. Pada bagian ini akan diperkenalkan suatu aplikasi komponen penghambat, kapasitor, dan kumparan yang berhubungan dengan rangkaian pengolah sinyal AC, yaitu filter. Rangkaian filter berhubungan dengan frekuensi sinyal yang dapat ditapis/ditahan dari masukan menuju keluaran.

Rangkaian filter yang akan dibahas ada tiga, yaitu *Low Pass Filter (LPF)* filter lolos bawah, *High Pass Filter (HPF)* filter lolos atas, dan *Band Pass Filter (BPF)* filter lolos jalur.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

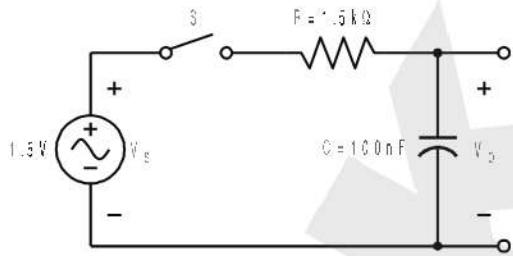
Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar SPST Penghambat $330\Omega$ dan $1.5k\Omega$ Kapasitor $100nF$ dan $470nF$ Kumparan 1000 lilit
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

## V. Langkah Kerja

1. Filter yang Terdiri atas Penghambat dan Kapasitor

### Filter Lolos Bawah

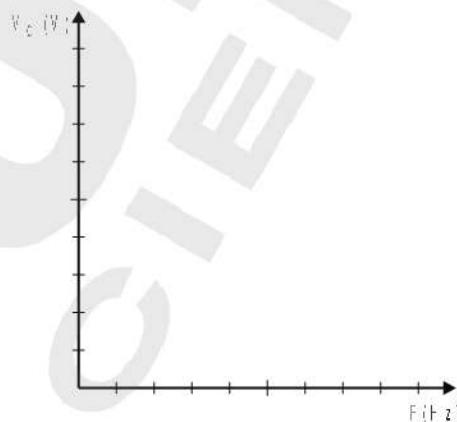
- a. Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $1,5k\Omega$ , generator sinyal, kapasitor  $100nF$ , osiloskop, dan saklar.
- b. Dengan keadaan saklar terbuka, rangailah peralatan seperti Gambar 20.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 20.1

Tabel 20.1

No	Frekuensi (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_o$ (volt)
1	200		
2	500		
3	800		
4			1.05
5	2000		
6	5000		
7	10000		



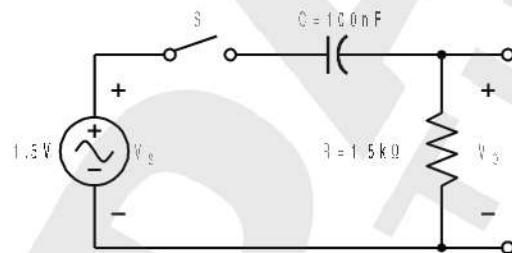
Grafik 20.1

- c. Bila perlu, kalibrasi ulang osiloskop.
- d. Posisikan sinyal input yang merupakan tegangan VS (kanal 1) pada bagian atas layar osiloskop, dan sinyal keluaran yang merupakan tegangan VO (kanal 2) pada bagian bawahnya.
- e. Tutup saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian hingga pada frekuensi paling rendah yang ditunjukkan pada Tabel 20.1 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak (VS) sebesar 1,5V.
- f. Kemudian catat besarnya pada Tabel 20.1 untuk beberapa frekuensi yang dicantumkan pada tabel itu. Perhatikan bahwa pada tiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya. Karena itu lakukanlah penyesuaian dahulu bila besar frekuensi diubah.

- g. Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 20.1. Pada percobaan ini terlihat bahwa rangkaian tersebut pada frekuensi yang rendah menghasilkan keluaran yang hampir sama besar dengan masukan, sementara pada frekuensi yang lebih tinggi besar keluaran mengecil. Hal ini berarti bahwa pada frekuensi yang rendah sinyal diloloskan, sementara pada frekuensi tinggi direndam. Karena itu rangkaian yang memiliki sifat ini disebut LPF (*Low Pass Filter* – filter lolos bawah).

#### Filter Lolos Atas

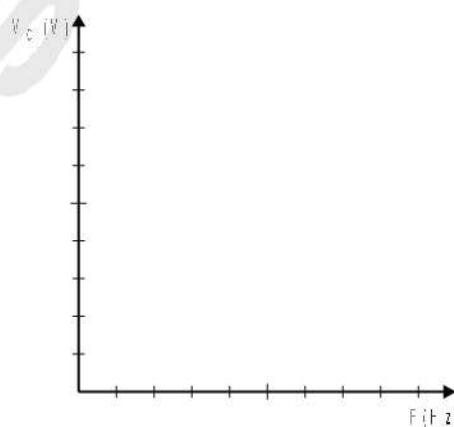
- Siapkan papan plug-in, penghambat 1,5k, catu-daya AC, kapasitor 100nF, osiloskop, dan saklar.
- Dengan keadaan saklar terbuka, rangkailah peralatan seperti Gambar 20.2 pada papan plug-in.



Gambar 20.2

Tabel 20.2

No	Frekuensi (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_o$ (volt)
1	200		
2	500		
3	800		
4			1.05
5	2000		
6	5000		
7	10000		



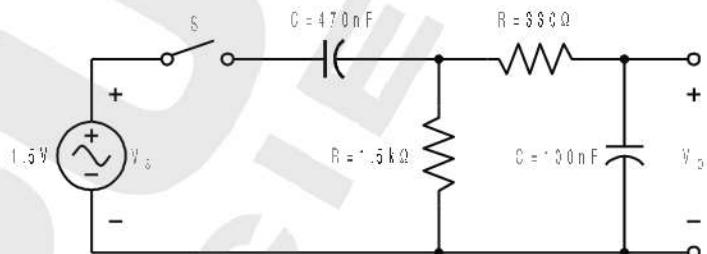
Grafik 20.2

- Posisikan sinyal input, yang merupakan tegangan  $V_s$  (kanal 1), pada bagian atas layar osiloskop, dan sinyal keluaran, yang merupakan tegangan  $V_o$  (kanal 2), pada bagian bawahnya.
- Tutupkanlah saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian hingga pada frekuensi paling rendah yang tertera pada Tabel 20.2 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak ( $V_s$ ) sebesar 1,5V.
- Kemudian catat besarnya keluaran pada Tabel 20.2 untuk frekuensi-frekuensi yang dicantumkan pada tabel itu. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya. Karena itu lakukan penyesuaian lebih dahulu bila besar frekuensi berubah.
- Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 20.2.

Pada percobaan ini terlihat bahwa rangkaian tersebut, pada frekuensi yang rendah, menghasilkan keluaran yang kecil, sementara pada frekuensi yang lebih tinggi besarnya keluaran mendekati besarnya masukan. Hal ini berarti bahwa pada frekuensi yang rendah sinyal direndam, sementara pada frekuensi tinggi sinyal diloloskan. Karena itu rangkaian yang memiliki sifat ini disebut HPF (filter lolos atas).

#### Filter Lolos Jalur

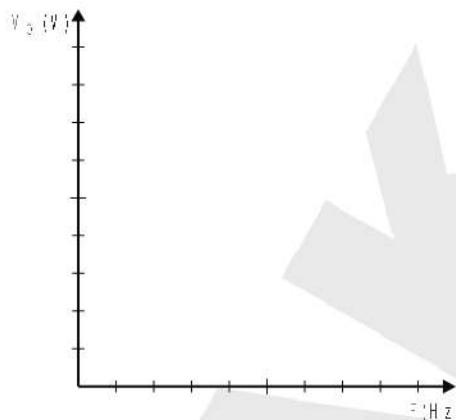
- Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $1.5\text{k}\Omega$  dan  $330\Omega$ , catu-daya AC, kapasitor  $470\text{nF}$  dan  $100\text{nF}$ , osiloskop, dan saklar.
- Dengan keadaan saklar terbuka, rangkailah peralatan seperti Gambar 20.3 pada papan *plug-in*.



Gambar 20.3

Tabel 20.3

No	Frekuensi (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_o$ (volt)
1	200		
2	500		
3	800		
4			1.05
5	2000		
6	5000		
7	10000		

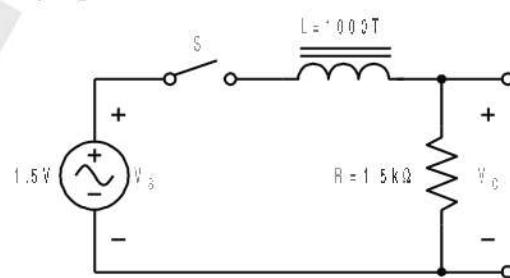


Grafik 20.3

- c. Posisikan sinyal masukan, yang merupakan tegangan VS (kanal 1) pada bagian atas layar osiloskop, dan sinyal keluaran, yang merupakan tegangan VO (kanal 2) pada bagian bawahnya.
  - d. Hidupkan saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian hingga pada frekuensi paling rendah yang tertera pada Tabel 20.3 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak (VS) sebesar 1.5V.
  - e. Kemudian catat besarnya keluaran pada Tabel 20.3 untuk frekuensi-frekuensi yang dicantumkan pada tabel. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya. Karena itu lakukan penyesuaian lebih dahulu bila besar frekuensi diubah.
  - f. Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 20.3.
  - g. Pada percobaan ini terlihat bahwa rangkaian tersebut pada frekuensi yang rendah akan menghasilkan output yang kecil sementara pada frekuensi yang lebih tinggi besar output akan mendekati besarnya input kemudian menurun kembali. Hal ini berarti pada daerah frekuensi tertentu saja yang diloloskan sedangkan pada frekuensi yang lebih tinggi dan lebih rendah direndam. Karena itu rangkaian yang memiliki sifat ini disebut BPF (filter lolos jalur).
2. Filter yang Terdiri atas Penghambat dan Kumparan

### 2.1. Filter Lolos Bawah

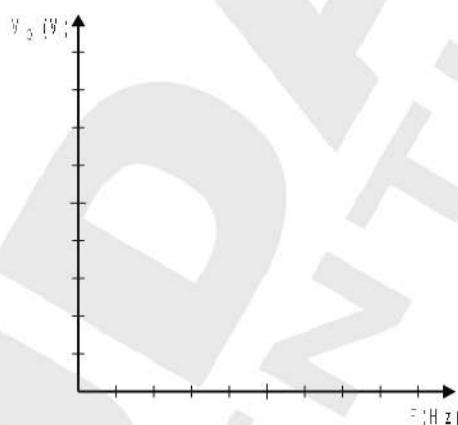
- a. Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $1.5\text{k}\Omega$ , catu-daya AC, kumparan 1000 lilit, osiloskop, dan saklar.
- b. Dengan keadaan saklar terbuka, rangkailah peralatan seperti Gambar 20.4 pada papan *plug-in*.



Gambar 20.4

Tabel 20.4

No	Frekuensi (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_o$ (volt)
1	200		
2	500		
3	800		
4			1.05
5	2000		
6	5000		
7	10000		



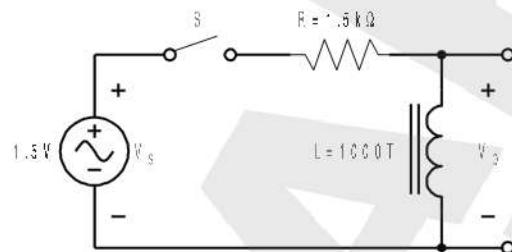
Grafik 20.4

- c. Posisikan sinyal masukan, yang merupakan tegangan VS (kanal 1), pada bagian atas layar osiloskop, dan sinyal keluaran, yang merupakan tegangan VO (kanal 2), pada bagian bawah.
- d. Tutuplah saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian hingga pada frekuensi paling rendah yang tertera pada Tabel 20.4 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak (VS) sebesar 1,5V.
- e. Kemudian isikan besarnya keluaran pada Tabel 20.4 untuk frekuensi-frekuensi yang dicantumkan pada tabel itu. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya. Karena itu lakukan penyesuaian lebih dahulu bila frekuensi diubah.
- f. Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 20.4.

Pada percobaan ini terlihat bahwa rangkaian tersebut, pada frekuensi yang rendah, menghasilkan keluaran yang hampir sama besarnya dengan masukan, sementara pada frekuensi yang lebih tinggi keluaran mengelil. Hal ini berarti bahwa pada frekuensi yang rendah sinyal diloloskan, sementara pada frekuensi tinggi sinyal direndam. Karena itu rangkaian yang memiliki sifat seperti ini disebut LPF (filter lolos bawah).

## 2.2. Filter Lolos Atas

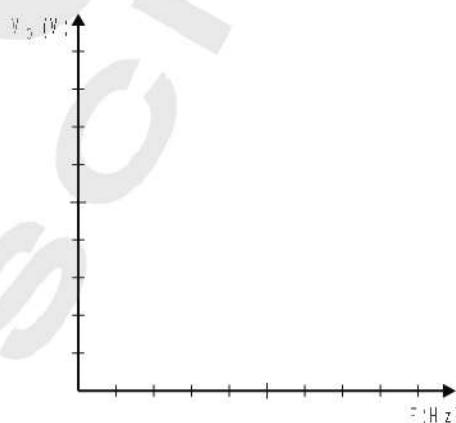
- Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $1.5\text{k}\Omega$ , catu-daya AC, kumparan 1000 lilitan, osiloskop, dan saklar.
- Dengan keadaan saklar terbuka, rangkailah peralatan seperti Gambar 20.5 pada papan *plug-in*.



Gambar 20.5

Tabel 20.5

No	Frekuensi (Hz)	$V_s$ (volt)	$V_o$ (volt)
1	200		
2	500		
3	800		
4			1.05
5	2000		
6	5000		
7	10000		



Grafik 20.5

- Posisikan sinyal input, yang merupakan tegangan  $V_s$  (kanal 1), pada bagian atas layar osiloskop, dan sinyal keluaran, yang merupakan tegangan  $V_o$  (kanal 2), pada bagian bawahnya.
- Tutup saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian hingga pada frekuensi paling rendah yang tertera pada Tabel 20.5 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak ( $V_s$ ) sebesar 1.5V.

- e. Kemudian isikan besarnya keluaran pada Tabel 20.5 untuk frekuensi-frekuensi yang dicantumkan pada tabel itu. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya. Karena itu lakukan penyesuaian lebih dahulu bila frekuensi diubah.
- f. Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 20.5.

Pada percobaan ini terlihat bahwa rangkaian tersebut, pada frekuensi yang rendah, menghasilkan keluaran yang kecil, sementara pada frekuensi yang lebih tinggi besar keluaran mendekati besarnya masukan. Hal ini berarti bahwa pada frekuensi yang rendah sinyal direndam, sementara pada frekuensi tinggi diloloskan. Karena itu rangkaian yang memiliki sifat ini disebut HPF (*High Pass Filter* – filter lolos atas).

## VI. Kesimpulan

1. Filter adalah alat penapis sinyal pada frekuensi tertentu (rendah, tinggi, jalur).
2. Filter lolos bawah meloloskan sinyal yang memiliki frekuensi di bawah frekuensi tertentu.
3. Filter lolos atas meloloskan sinyal yang memiliki frekuensi di atas frekuensi tertentu.
4. Filter lolos jalur meloloskan sinyal yang memiliki frekuensi di antara dua frekuensi tertentu.
5. Filter dapat disusun dari komponen penghambat, induktor dan kapasitor (filter pasif).

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menggunakan rangkaian integrator dan diferensiator untuk mengubah bentuk gelombang persegi.

## II. Pendahuluan

Aplikasi rangkaian yang menggunakan komponen pasif adalah rangkaian integrator dan rangkaian diferensiator. Pada bagian ini akan dilihat sifatnya dalam mengubah bentuk gelombang persegi.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E., "*An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach*", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

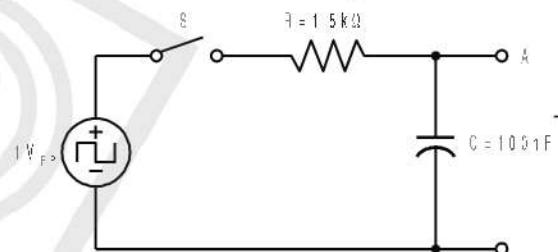
## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar Penghambat $1.5\text{k}\Omega$ Kapasitor $100\text{nF}$ Kumparan 1000 lilit
Pendukung	:	Generator sinyal Osiloskop

## V. Langkah Kerja

### 1. Integrator RC

- a. Siapkan papan *plug-in*, saklar, penghambat  $1.5\text{k}\Omega$ , kapasitor  $100\text{nF}$ , dan osiloskop.
- b. Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 21.1. Hubungkan terminal *A* ke osiloskop.



Gambar 21.1

- c. Tutupkanlah saklar.

- d. Dengan mengubah frekuensi gelombang persegi, upayakan memperoleh keluaran yang bentuknya kira-kira seperti tercantum pada Tabel 1. Lalu isilah Tabel 1 dengan frekuensi yang sesuai.

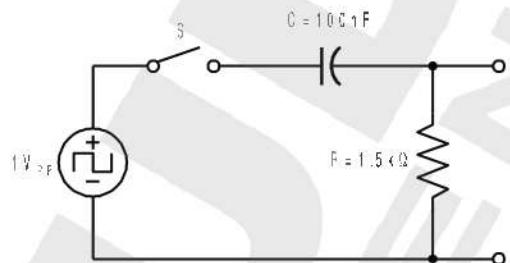
Tabel 21.1

Ket.	Tidak Terdistorsi	20% Terdistorsi	50% Terdistorsi	100% Terdistorsi	Amplitudo 1/2 kali	Amplitudo 0.36 kali	Sinyal Linear
Frek. (Hz)							

Suatu integrator tidak lain merupakan filter lolos bawah; fungsi integrasinya ditentukan juga oleh frekuensi sinyal persegi yang diberikan.

## 2. Diferensiator RC

- Siapkan papan plug-in, saklar, penghambat  $1k5\Omega$ , kapasitor  $100nF$ , dan osiloskop.
- Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 21.2. Hubungkan terminal A ke osiloskop.



Gambar 21.2

- Tutupkan saklar.
- Dengan mengubah frekuensi gelombang persegi, upayakan memperoleh keluaran yang bentuknya kira-kira seperti tercantum pada Tabel 21.2. Lalu isilah Tabel 21.2 dengan frekuensi yang sesuai

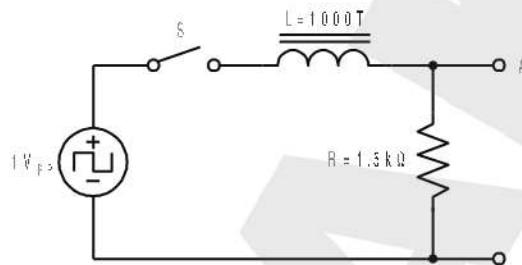
Tabel 21.2

Ket.	Jarum	20% lebar pulsa	50% lebar pulsa	100% lebar pulsa	Sisi akhir pulsa 50%	Sisi akhir pulsa 64%	Sinyal persegi
Frek. (Hz)							

Suatu diferensiator tidak lain daripada filter lolos atas; fungsi diferensiatornya ditentukan juga oleh frekuensi gelombang persegi yang diberikan.

### 3. Integrator RL

- Siapkan papan *plug-in*, saklar, penghambat  $1k5\Omega$ , kumparan 1000 lilitan, dan osiloskop.
- Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 21.3. Hubungkan terminal A ke osiloskop.



Gambar 21.3

- Hidupkan saklar.
- Dengan mengubah besaran frekuensi gelombang persegi dari generator sinyal, isilah Tabel 21.3.

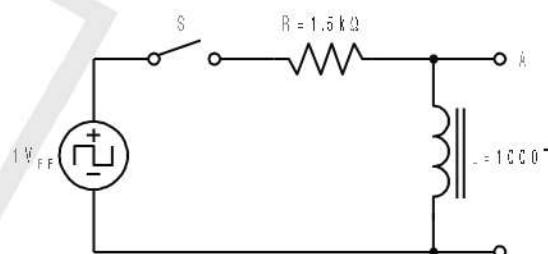
Tabel 21.3

Ket	tidak terdistorsi	20% terdistorsi	50% terdistorsi	100% terdistorsi	Amplitudo 1/2 kali
Frek. (Hz)					

Suatu integrator tidak lain daripada filter lolos bawah; fungsi integrasinya ditentukan juga oleh frekuensi gelombang persegi yang diberikan.

### 4. Diferensiator RL

- Siapkan papan *plug-in*, saklar, penghambat  $1k5\Omega$ , kumparan 1000 lilitan, dan osiloskop.
- Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 21.4. Hubungkan terminal A ke osiloskop.



Gambar 21.4

- c. Tutupkanlah saklar.
- d. Dengan mengubah frekuensi gelombang persegi, upayakan keluaran yang didisplaykan pada osiloskop bentuknya kira-kira seperti yang tercantum pada Tabel 21.4. Lalu isilah Tabel 21.4 dengan frekuensi yang bersesuaian.

Tabel 21.4

Ket	Jarum	20% lebar pulsa	50% lebar pulsa	100% lebar pulsa	Sisi akhir pulsa 50%
Frek (Hz)					

Suatu diferensiator tidak lain merupakan filter lolos atas, fungsi diferensiatornya ditentukan juga oleh frekuensi gelombang persegi yang diberikan.

## VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian integrator pada dasarnya sama dengan filter lolos bawah,, sedangkan rangkaian diferensiator sama dengan filter lolos atas.
2. Pada rangkaian filter yang menjadi perhatian adalah tanggapan frekuensi filter tersebut, sedangkan pada rangkaian integrator dan diferensiator yang menjadi perhatian adalah tanggapan waktunya.
3. Sesuai dengan kalkulus dasar, bila suatu rangkaian gelombang persegi diintegrasikan, maka akan terbentuk gelombang segitiga. Hal ini terjadi pada frekuensi tertentu rangkaian integrator.
4. Sesuai dengan kalkulus dasar, bila suatu rangkaian gelombang persegi didiferensiasikan, maka hasilnya akan selamanya nol, kecuali pada daerah diskontinuitasnya yang dapat memberikan nilai tak hingga, sehingga sinyal keluarannya akan berbentuk deretan impuls. Hal ini terjadi pada frekuensi tertentu pada rangkaian diferensiator.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat dan tanggapan rangkaian diferensiator terhadap gelombang segitiga dan mampu mengaplikasikan rangkaian tersebut.

## II. Pendahuluan

Telah diuraikan tanggapan rangkaian diferensiator terhadap sinyal persegi. Pada bagian ini akan dilihat sifatnya dalam mengubah bentuk sinyal segitiga.

## III. Buku Bacaan

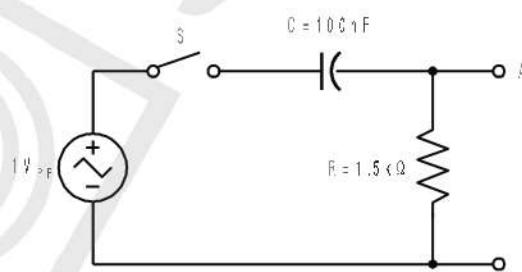
- Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:
- Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "Rangkaian Listrik", Erlangga, Jakarta, 1991.
- Scott, D.E. , "An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

- |             |                                |
|-------------|--------------------------------|
| Utama :     | Papan <i>plug-in</i>           |
|             | Saklar                         |
|             | Penghambat $1.5\text{k}\Omega$ |
|             | Kapasitor $100\text{nF}$       |
| Pendukung : | Generator sinyal               |
|             | Osiloskop                      |

## V. Langkah Kerja

- Siapkan papan *plug-in*, saklar, penghambat  $1.5\text{k}\Omega$ , kapasitor  $100\text{nF}$ , dan osiloskop.
- Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti Gambar 22.1. Hubungkan terminal *A* ke osiloskop.



Gambar 22.1

- Tutupkanlah saklar.

4. Dengan mengubah besaran frekuensi gelombang persegi, upayakan memperoleh keluaran yang bentuknya kira-kira seperti yang tercantum pada Tabel 22.1. Lalu isilah Tabel 22.1 dengan frekuensi yang sesuai.

Tabel 22.1

Kondisi sinyal	tidak terdistorsi	20% terdistorsi	50% terdistorsi	100% terdistorsi	Sama dengan masukan
Bentuk Sinyal					
Frekuensi (Hz)					

## VI. Kesimpulan

1. Sesuai dengan kalkulus dasar, bila suatu rangkaian gelombang segitiga didiferensiasikan, maka akan terbentuk gelombang persegi. Hal ini terjadi pada frekuensi tertentu rangkaian diferensiator.
2. Suatu rangkaian diferensiator akan dapat berfungsi dengan baik sesuai dengan frekuensi gelombang segitiga yang diolahnya.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat rangkaian penguat transistor emiter bersama.

**II. Pendahuluan**

Untuk melakukan penguatan sinyal digunakan komponen aktif, misalnya transistor. Rangkaian penguat dengan menggunakan transistor ini memiliki bermacam-macam konfigurasi dengan sifat yang berbeda-beda.

Pada percobaan ini akan dilihat sifat rangkaian penguat dengan menggunakan transistor yang memiliki konfigurasi emiter bersama.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

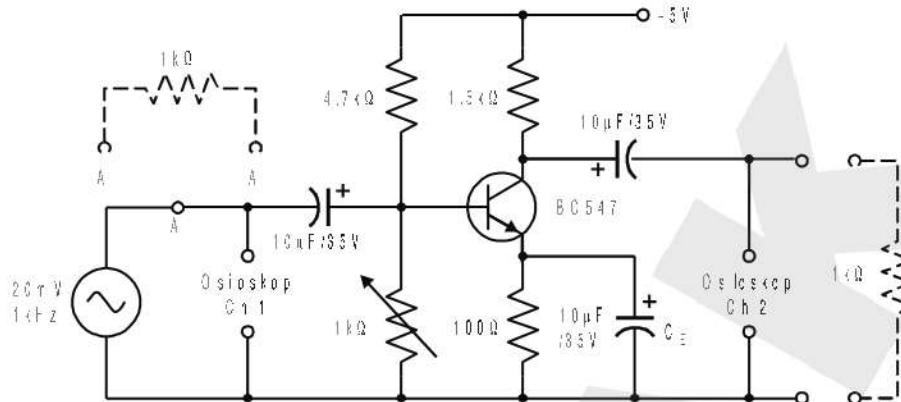
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu-daya tegangan utama PTE-005-01<br>Penghambat $100\Omega$ , $1k\Omega$ , $1.5k\Omega$ , $4.7k\Omega$<br>Potensiometer $1k\Omega$<br>3 kapasitor $10 \mu F/35V$<br>Transistor BC 547 |
| Pendukung | : | Generator sinyal<br>Osiloskop   |

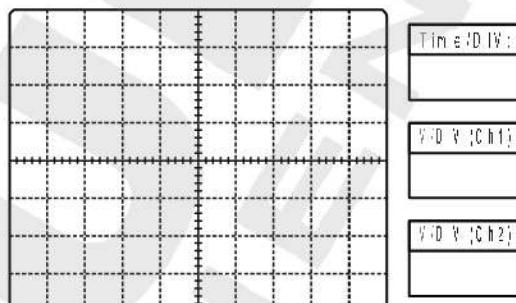
**V. Langkah Kerja****1. Penguat Sinyal**

- a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, generator sinyal, penghambat  $100\Omega$ ,  $1k\Omega$ ,  $1.5k\Omega$ , dan  $4.7k\Omega$ , potensiometer  $1k$ , kapasitor  $10\mu F/ 35V$  (3 buah), transistor BC 547, dan osiloskop.
- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal mati, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 23.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 23.1

- c. Hidupkan catu-daya tegangan utama.
- d. Atur potensiometer agar tegangan pada titik B  $\approx 2.5\text{V}$
- e. Hidupkan generator sinyal.
- f. Atur agar besar sinyal pada Ch. 1 dan frekuensi gelombang sinus sesuai dengan Gambar 23.1.
- g. Sket gambar yang tampak pada layar osiloskop pada Grafik 23.1.



Grafik 23.1

- h. Isi dan lengkapi Tabel 23.1.

Tabel 23.1

$V_A$ (mV)	Dengan $C_E$		Tanpa $C_E$	
	$V_{OUT}$ (volt)	$A_V$	$V_{OUT}$ (volt)	$A_V$

- i. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

## 2. Impedansi Masukan

- a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 23.1.
- b. Putuskan titik A, kemudian serikan generator sinyal dengan penghambat  $1\text{k}\Omega$ .
- c. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- d. Atur agar besar sinyal titik A' 20 mV.
- e. Dengan menggunakan osiloskop Ch. 1 lihat besar sinyal pada titik A.
- f. Lengkapi Tabel 23.2.

Tabel 23.2

Dengan $C_E$			Tanpa $C_E$		
$V_A$ (mV)	$V_{A'}$ (mV)	$Z_{IN} = \frac{V_{A'}}{V_A - V_{A'}}x1$	$V_A$ (mV)	$V_{A'}$ (mV)	$Z_{IN} = \frac{V_{A'}}{V_A - V_{A'}}x1$

- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

3. Impedansi Keluaran

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 23.1.
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- Catat tegangan keluaran pada Tabel 23.3 (VO).

Tabel 23.3

Dengan $C_E$			Tanpa $C_E$		
$V_o$ (volt)	$V_{o'}$ (volt)	$Z_{OUT} = \frac{V_o - V_{o'}}{V_{o'}}$ x1	$V_o$ (volt)	$V_{o'}$ (volt)	$Z_{OUT} = \frac{V_o - V_{o'}}{V_{o'}}$ x1

- Hubungkan penghambat  $1k\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 23.3 ( $VO'$ ).
- Lengkapi Tabel 3.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

4. Penguatan Sinyal dengan CE Dilepas

- Gunakan rangkaian Gambar 23.1, tetapi kapasitor CE dilepas.
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- Atur agar besar sinyal pada Ch. 1 dan frekuensi gelombang sinus sesuai dengan Gambar 23.1.
- Isi dan lengkapi Tabel 23.1.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

5. Impedansi Masukan dengan CE Dilepas
  - a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 23.1, tetapi CE dilepas.
  - b. Putuskan titik A, kemudian serikan generator sinyal dengan penghambat  $1k\Omega$ .
  - c. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
  - d. Atur agar besar sinyal titik A' 20 mV.
  - e. Dengan menggunakan osiloskop Ch. 1 lihat besar sinyal pada titik A..
  - f. Lengkapi Tabel 23.2.
  - g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
6. Impedansi Keluaran dengan CE Dilepaskan
  - a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 23.1 dengan CE dilepas.
  - b. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
  - c. Catat tegangan keluaran pada Tabel 23.3.
  - d. Hubungkan penghambat  $1k\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
  - e. Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 23.3.
  - f. Lengkapi Tabel 23.3.
  - g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

## VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian penguat common emitter dapat memperkuat sinyal masukan.
2. Pada penguat ini sinyal keluaran berbeda fasa dengan sinyal masukan.
3. Bila  $C_E$  dipasang, tidak akan ada umpan balik ke basis. Bila  $C_E$  dilepas, akan terjadi umpan balik ke basis lewat penghambat  $100\Omega$ .
4. Penguatan dengan umpan balik lebih kecil dibanding dengan penguatan tanpa umpan balik

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat rangkaian penguat transistor kolektor bersama.

## II. Pendahuluan

Untuk melakukan penguatan sinyal digunakan komponen aktif, misalnya transistor. Rangkaian penguat dengan menggunakan transistor memiliki bermacam-macam konfigurasi dengan sifat yang berbeda.

Pada percobaan ini akan dilihat sifat rangkaian penguat dengan menggunakan transistor yang memiliki konfigurasi kolektor bersama (common collector).

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

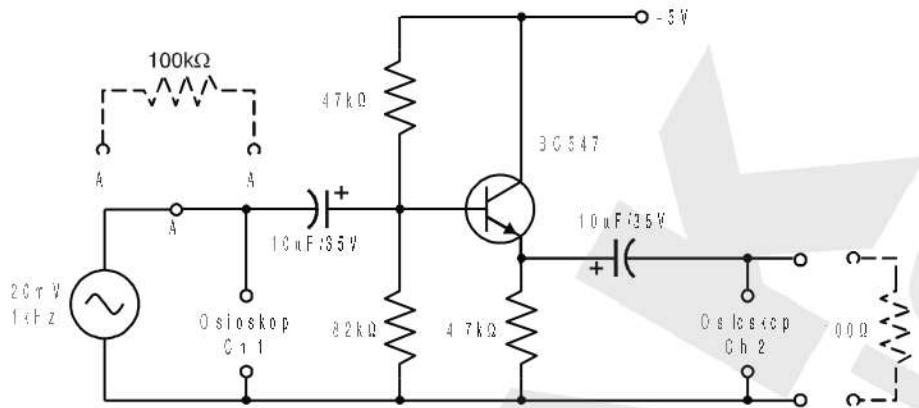
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

- Utama : Papan *plug-in*  
Catu-daya tegangan utama  
Penghambat  $100\Omega$ ,  $4.7k\Omega$ ,  $47k\Omega$ ,  $82k\Omega$ , dan  $100k\Omega$   
2 kapasitor  $10\mu F/35V$   
Transistor BC 547
- Pendukung : Generator sinyal  
Osiloskop

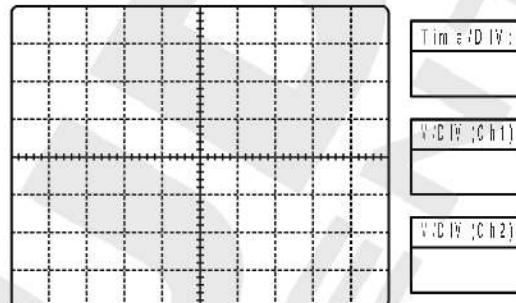
## V. Langkah Kerja

1. Penguatan Sinyal
  - a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, generator sinyal, lima buah penghambat dengan nilai masing-masing  $100\Omega$ ,  $4.7k\Omega$ ,  $47k\Omega$ ,  $82k\Omega$ ,  $100k\Omega$ , dua buah kapasitor dengan nilai masing-masing  $10\mu F/35V$ , transistor BC 547, dan Osiloskop.
  - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal mati, buatlah seperti pada Gambar 24.1 pada papan *plug-in* rangkaian.



Gambar 24.1

- c. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- d. Atur agar besar sinyal pada Ch. 1 dan frekuensi gelombang sinus sesuai dengan Gambar 24.1.
- e. Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 24.1.



Grafik 24.1

- f. Isi dan lengkapi Tabel 24.1.

Tabel 24.1

No	$V_A$ (milivolt)	$V_{OUT}$ (volt)	$A_V$
1			
2			

- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

## 2. Impedansi Masukan

- a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 24.1.
- b. Putuskan titik A, kemudian serikan generator sinyal dengan penghambat  $100\text{k}\Omega$ .
- c. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- d. Atur agar besar sinyal titik A' 1V.
- e. Dengan menggunakan osiloskop Ch. 1 lihat besar sinyal pada titik A.
- f. Lengkapi Tabel 24.2

Tabel 24.2

No	$V_A$ (mV)	$V_A'$ (mV)	$Z_{IN} = \frac{V_{A'}}{V_A - V_{A'}} \times 1$

- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
3. Impedansi Keluaran
- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 24.1.
  - Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal. Atur generator sinyal memberikan masukan sebesar 50mV.
  - Catat tegangan keluaran pada Tabel 24.3 (VO).

Tabel 24.3

No	$V_O$ (volt)	$V_O'$ (volt)	$Z_{OUT} = \frac{V_O - V_O'}{V_O'} \times 1$

- Hubungkan penghambat  $1k\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 24.3 ( $VO'$ ).
- Lengkapi Tabel 24.3.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

## VI. Kesimpulan

- Penguat kolektor bersama tidak memperbesar tegangan, akan tetapi memperbesar arus (Rangkaian penyangga / *Buffer*). Hal ini terlihat dari nilai impedansi keluaran yang kecil.
- Sinyal keluaran mempunyai fasa yang sama dengan sinyal masukan.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan kondisi suatu transistor yang berfungsi sebagai saklar.

**II. Pendahuluan**

Selain sebagai penguat sinyal, transistor dapat juga digunakan sebagai saklar dengan jalan memberi tegangan dengan tingkat tertentu lewat basis. Bila dilihat dari daerah kerjanya, transistor dalam hal ini berada pada daerah jenuh bila menyala dan pada daerah sumbat bila mati. Sedangkan pada keadaan transisi, yaitu dari mati ke hidup atau sebaliknya, transistor memasuki daerah aktif sesaat.

Karena sebagian besar daerah kerjanya jenuh dan sumbat, maka disipasi dayanya kecil. Bila transistor dipakai pada aplikasi switching kecepatan tinggi, maka keadaan transisi patut diperhitungkan, karena disipasi daya yang terbesar terjadi pada daerah aktif.

Pada percobaan kali ini akan dilihat keadaan transistor pada keadaan hidup dan mati, yang akan menjadi dasar bagi percobaan ini. Beban yang digunakan adalah sebuah lampu LED.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku yang berikut ini:

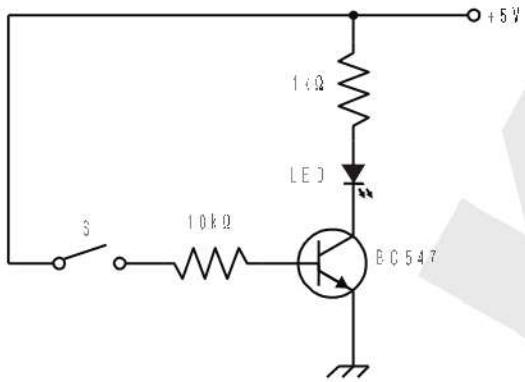
Millman, J., and A. Grabel, "Microelectronics", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Saklar Penghambat $10k\Omega$ dan $1k\Omega$ Lampu LED
Pendukung	:	Multimeter digital

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, saklar, Penghambat  $10k\Omega$  dan  $1k\Omega$ , lampu LED, dan multimeter digital.
2. Dengan keadaan saklar terbuka, buat rangkaian seperti pada Gambar 25.1.



Gambar 25.1

3. Lengkapi Tabel 25.1.

Tabel 25.1

No	Kondisi saklar	$V_A$ (volt)	$V_B$ (volt)	Keadaan LED (Hidup/Mati)
1	Mati			
2	Hidup			

## VI. Kesimpulan

Suatu transistor berfungsi sebagai saklar bila tegangan kolektor dari transistor sama dengan tegangan suplai dan tidak ada arus basis, bila dalam keadaan mati. Bila dalam keadaan hidup, maka basis mendapat arus dan tegangan kolektornya  $\approx 0V$ .

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat pemicu Schmitt (*Schmitt Trigger*)

**II. Pendahuluan**

Misalkan suatu alat elektronika akan bekerja (hidup) jika sinyal masukan lebih besar dari x volt dan akan mati bila sinyal masukan lebih kecil dari x volt.

Akan tetapi, dalam praktek, suatu sinyal listrik selalu berubah-ubah (naik turun), meskipun kecil, yang disebabkan oleh pengaruh luar. Bila sinyal yang demikian adalah sinyal masukan dengan besar x volt untuk alat tersebut di atas, alat tersebut akan hidup-mati terus menerus (berosilasi).

Untuk pencegahan, sinyal tersebut dimasukkan lebih dahulu ke rangkaian pemicu Schmitt, baru kemudian dimasukkan ke alat tersebut. Cara ini akan lebih jelas setelah dilakukan percobaan.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
2. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

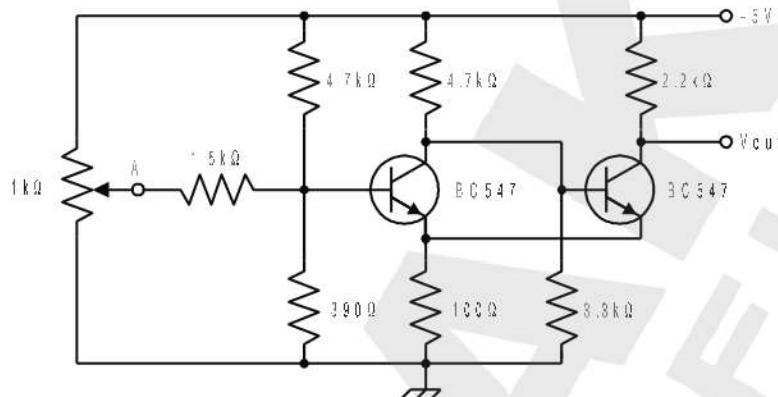
**IV. Peralatan**

- |           |   |  |
|-----------|---|--|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu-daya tegangan utama PTE-005-01<br>Penghambat $100\Omega$ , $390\Omega$ , $1.5k\Omega$ , $2.2k\Omega$ , $4.7k\Omega$ (2 buah),<br>dan $3k3\Omega$<br>Potensiometer $1k\Omega$<br>2 transistor BC 547 |
| Pendukung | : | Multimeter digital<br>Osiloskop  |

**V. Langkah Kerja**

1. Sifat Masukan dan Keluaran Pemicu Schmitt
  - a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, dua buah penghambat  $4.7k\Omega$ , 5 buah penghambat dengan nilai masing-masing  $100\Omega$ ,  $390\Omega$ ,  $1.5k\Omega$ ,  $2.2k\Omega$ ,  $3.3k\Omega$ , potensiometer  $1k\Omega$ , dua buah transistor BC 547, dan multimeter digital.

- b. Dengan keadaan catu-daya tegangan utama mati, susunlah rangkaian seperti Gambar 26.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 26.1

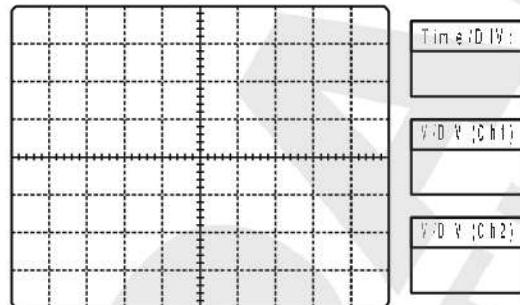
- c. Hidupkan catu-daya tegangan utama.
- d. Atur potensiometer agar nilai  $V_A = 0V$ . Kemudian naikkan tegangannya sedikit demi sedikit dengan memutar potensiometer sampai mencapai 5V. Catat hasilnya pada Tabel 26.1.

Tabel 26.1

No	$V_{OUT}$ (volt)	Ketika $V_A$ menaik	Ketika $V_A$ menurun	Lebar histeresis $V_A$ (menaik) - $V_A$ (menurun) (volt)
		$V_A$ (volt)	$V_A$ (volt)	
1	$\approx 0$			-
2	Berubah nilai			
3	5			-

- e. Atur potensiometer agar nilai  $V_A = 5V$ . Kemudian turunkan tegangannya sedikit demi sedikit dengan memutar potensiometer sampai mencapai 0V. Catat hasilnya pada Tabel 1.
2. Kurva Histeresis
- Siapkan osiloskop.
  - Gunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 26.1.
  - Matikan catu-daya tegangan utama.
  - Putuskan titik A pada potensiometer.
  - Hubungkan titik A rangkaian pemicu Schmitt ke generator sinyal dan ke osiloskop Ch. 1.
  - Atur generator sinyal agar menghasilkan sinyal gelombang segitiga dengan puncak 5V dan offset 2.5V. Frekuensi 100Hz.
  - Hubungkan Ch. 2 osiloskop ke keluaran Schmitt trigger.

- h. Atur osiloskop sedemikian hingga Ch. 1 menjadi sumbu X dan Ch. 2 menjadi sumbu Y. Pembacaan Ch. 1 pada 0.5 V/DIV dan Ch. 2 pada 1 V/DIV. Basis waktu (*Time base*) 0.5 ms/DIV
  - i. Hidupkan generator sinyal dan catu-daya tegangan utama.
  - j. Amati tampilan osiloskop dan sket hasilnya pada Grafik 26.1.
- Kurva tersebut adalah kurva histerisis. Lebar garis vertikal tersebut adalah lebar histerisis.



Grafik 26.1

## VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian pemicu Schmitt memiliki lebar histerisis pada daerah histerisisnya.
2. Bila suatu sinyal masukan berubah-ubah tidak melebihi besar lebar histerisis pada daerah histerisis, sinyal itu tidak akan mengubah nilai tegangan keluarannya.
3. Pemicu Schmitt dapat dikatakan sebagai rangkaian peredam *noise* yang besarnya tidak melebihi lebar histerisis.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat dan cara kerja multivibrator monostabel.

**II. Pendahuluan**

Multivibrator monostabel banyak digunakan sebagai pengkondisian sinyal masukan yang amat singkat pada suatu rangkaian, agar sinyal tersebut sempat diolah oleh rangkaian tersebut.

Hal tersebut akan lebih jelas ketika percobaan ini telah dilakukan.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

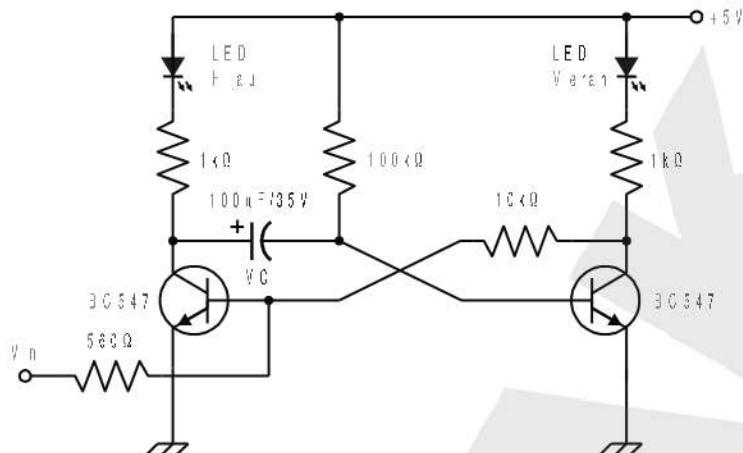
1. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
2. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu-daya tegangan utama<br>Penghambat $1\text{k}\Omega$ (2 buah), $560\Omega$ , $10\text{k}\Omega$ , dan $100\text{k}\Omega$<br>LED warna hijau dan merah<br>Transistor BC 547 (2 buah)<br>Meter dasar |
| Pendukung | : | Multimeter digital<br>Osiloskop penyimpan   |

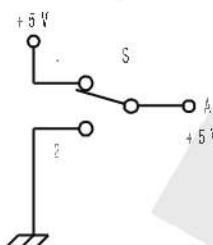
**V. Langkah Kerja****1. Sifat Multivibrator Monostabel**

- a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, saklar, dua buah penghambat  $1\text{k}\Omega$ , tiga buah penghambat masing-masing dengan nilai  $560\Omega$ ,  $10\text{k}\Omega$ , dan  $100\text{k}\Omega$ , LED warna hijau kusam dan merah kusam, dua buah transistor BC 547, dan osiloskop penyimpan.
- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama mati, rangkai Gambar 27.1 pada papan *plug-in*.

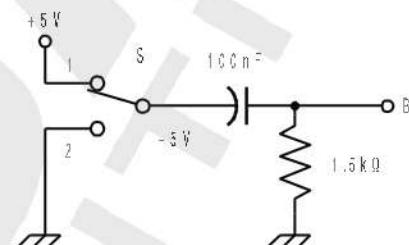


Gambar 27.1

- c. Hubungkan titik A pada Gambar 27.2 ke terminal VIN pada Gambar 27.1.

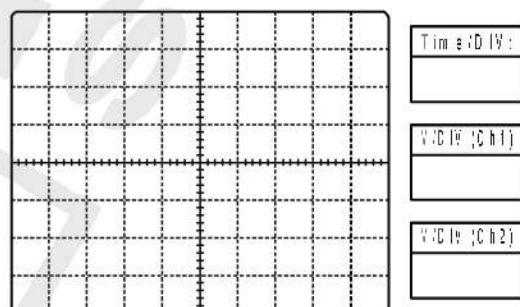


Gambar 27.2



Gambar 27.3

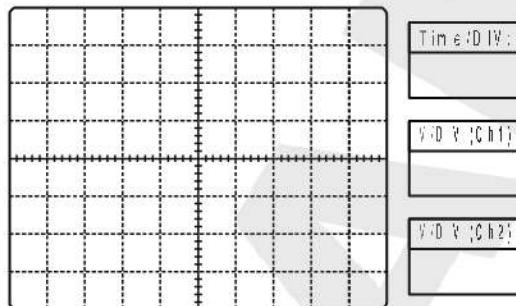
- d. Posisikan saklar S pada posisi 2.  
e. Hubungkan Ch. 1 osiloskop pada kolektor transistor 2 dan Ch. 2 pada VIN.  
f. Hidupkan catu-daya tegangan utama.  
g. Atur sweep mode osiloskop pada single, trigger source pada Ch. 1, basis waktu (time base) pada 1 s/div.  
h. Ubah posisi saklar ke posisi 1.  
i. Mati tampilan pada osiloskop dan kedua LED. Sket tampilan osiloskop pada Grafik 27.1a



Grafik 27.1a

- j. Matikan catu-daya tegangan utama.  
k. Putuskan masukan  $V_{IN}$  - titik A, kemudian hubungkan titik B Gambar 3 ke titik  $V_{IN}$  dari Gambar 27.1.

- i. Ubah posisi saklar ke posisi 2.
- m. *Reset single sweep mode* osiloskop.
- n. Ubah posisi saklar ke posisi 1.
- o. Amati tampilan pada osiloskop dan kedua LED. Sket tampilan osiloskop pada Grafik 27.1b.



Grafik 27.1b

- p. Matikan catu-daya tegangan utama.
2. Cara Kerja Rangkaian
    - a. Siapkan meter dasar.
    - b. Gunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 27.1 dengan VIN yang digabungkan dengan terminal A Gambar 27.2.
    - c. Hidupkan catu-daya tegangan utama
    - d. Ukur tegangan VC dengan menggunakan meter dasar.
    - e. Ubah-ubah posisi saklar S disertai dengan mengamati meter dasar dan LED merah.
    - f. Lengkapi Tabel 27.1

Tabel 27.1

No	LED merah	Keadaan $V_C$	Polaritas $V_C$	Keadaan $V_{BE}$	Polaritas $V_{BE}$
1	Mati				
2	Hidup				

- g. Ukur tegangan VBE transistor 2 dengan menggunakan meter dasar.
- h. Ubah-ubah posisi saklar S disertai dengan mengamati meter dasar dan LED merah.
- i. Lengkapi kembali Tabel 27.1.
- j. Bersamaan dengan melakukan pengamatan di atas, cobalah memahami cara kerja rangkaian dan uraikan pada laporan.

## VI. Kesimpulan

Suatu multivibrator monostabel akan menghasilkan suatu pulsa tunggal dengan lebar tertentu yang tidak dipengaruhi oleh lebar pulsa masukannya.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menjelaskan cara kerja dan sifat-sifat multivibrator bistabel.

## II. Pendahuluan

Rangkaian multivibrator bistabel dapat dikatakan sebagai dasar-dasar elemen pengingat pada rangkaian digital, karena rangkaian ini dapat menyimpan tegangan yang diberikan pada dirinya, walaupun masukannya sudah tidak ada, selama pasokan tegangan tidak dimatikan. Rangkaian ini digunakan terutama sebagai SR-Latch pada rangkaian digital.

Multivibrator bistabel dapat dirangkai dengan menggunakan Op-Amp ataupun komponen diskrit. Pada kesempatan ini akan diuraikan rangkaian multivibrator bistabel yang disusun dari komponen diskrit.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan untuk membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
2. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

Utama : Papan *plug-in*  
Catu-daya tegangan utama  
2 saklar  
4 penghambat  $1k\Omega$   
2 penghambat  $10k\Omega$   
LED hijau dan LED merah  
2 transistor BC 547  
2 dioda 1N4002  
2 kapasitor  $10\mu F/35V$

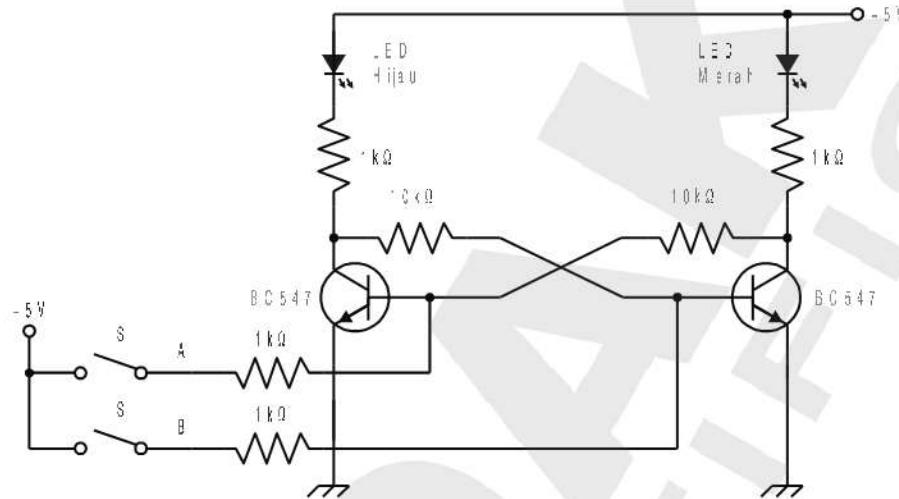
Pendukung :

## V. Langkah Kerja

### 1. Pemindahan (*Static switching*)

- a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, dua buah saklar, empat buah penghambat  $1k\Omega$ , dua buah penghambat  $10k\Omega$ , LED hijau dan merah dan dua buah transistor BC 547.

- b. Dengan keadaan kedua saklar terbuka, rangkailah Gambar 28.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 28.1

- c. Hubungkan V dengan tegangan 5V.  
d. Hidupkan catu-daya tegangan utama.  
e. Dengan membuka dan menutup saklar, isikan Tabel 28.1.

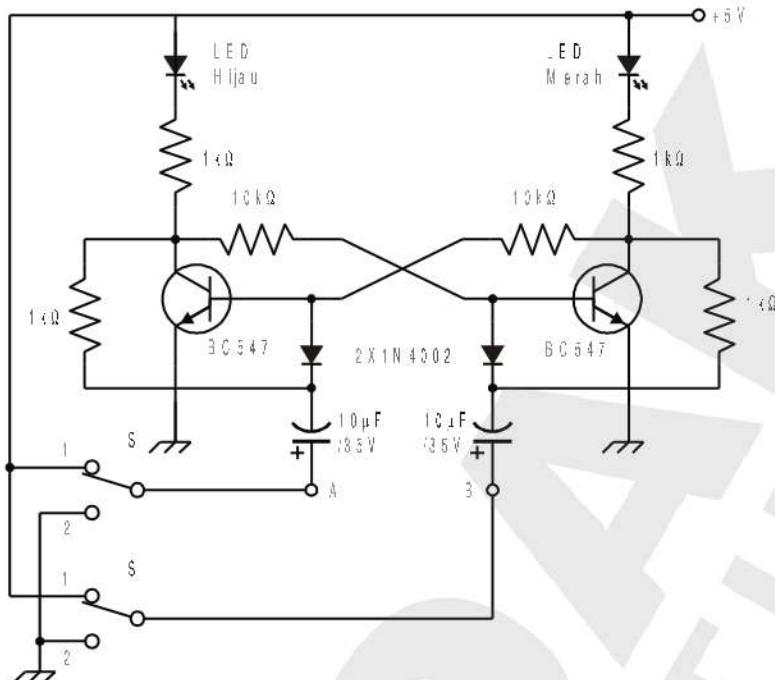
Tabel 28.1

No	$S_1$	$S_2$	$V = 0V$		$V = 5V$	
			LED hijau	LED merah	LED hijau	LED merah
1	Mati	Mati				
2	Hidup	Mati				
3	Mati	Hidup				

- f. Matikan catu-daya tegangan utama.  
g. Hubungkan V dengan 0V.  
h. Hidupkan catu-daya tegangan utama.  
i. Dengan membuka dan menutup saklar, isikan Tabel 28.1.

## 2. Pemindahan dinamis (*Dynamic switching*)

- a. Siapkan papan plug-in, catu-daya tegangan utama, dua buah saklar SPDT, empat buah penghambat  $1k\Omega$ , dua buah penghambat  $10k\Omega$ , LED warna hijau dan merah, dua buah dioda 1N4002, dua buah kapasitor  $10\mu F/35V$ , dua buah transistor BC 547.  
b. Dengan keadaan kedua saklar pada posisi 2, rangkai Gambar 28.2 pada papan *plug-in*.



Gambar 28.2

- c. Dengan memperhatikan kedua LED ubah posisi saklar membentuk variasi seperti dalam tabel 28.2, kemudian lengkapi Tabel tersebut.

Tabel 28.2

No	Posisi Saklar $S_1$	Posisi Saklar $S_2$	LED hijau	LED merah
1	2	2		
2	1	2		
3	2	2		
4	1	2		
5	2	2		
6	2	1		
7	2	2		
8	2	1		
9	2	2		

- d. Dalam keadaan kedua saklar pada posisi 2, lepas saklar  $S_2$  dan hubungkan titik A dan titik B.  
e. Buka dan tutup saklar sampai LED hijau.  
f. Lengkapi Tabel 28.3.

Tabel 28.3

No	Posisi saklar $S_1$	LED hijau	LED merah
1	2		
2	1		
3	2		
4	1		

## **VI. Kesimpulan**

1. Suatu multivibrator bistabel dapat menyimpan data keadaan tegangan meskipun inputnya berubah. Karena itu multivibrator ini digunakan sebagai rangkaian dasar elemen *memory* (pengingat) pada komputer.
2. Suatu data pada multivibrator bistabel dapat berubah pada tingkat tegangan. Cara demikian disebut pemindahan statik (*static switching*).
3. Dengan mengubah sedikit suatu data pada multivibrator bistabel dapat berubah pada perubahan level tegangan. Cara demikian disebut pemindahan dinamik (*dynamic switching*).

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami cara kerja dan sifat-sifat multivibrator astabel.

**II. Pendahuluan**

Multivibrator astabel adalah jenis multivibrator yang banyak digunakan sebagai penghasil sinyal periodik sederhana, yang merupakan modifikasi dari rangkaian multivibrator monostabel.

Rangkaian ini dapat disusun menggunakan rangkaian terintegrasi atau komponen diskrit. Dalam percobaan ini kita akan menggunakan komponen diskrit.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

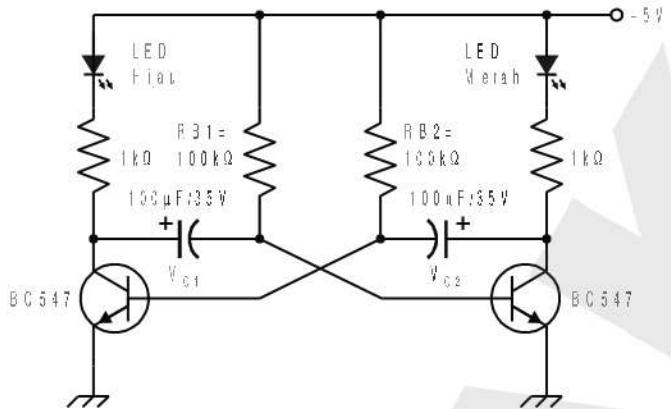
1. Millman, J., and C.C. Halkias, "Integrated Electronics", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
2. Millman, J., and A. Grabel, "Microelectronics", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu-daya tegangan utama PTE-005-01<br>Penghambat $100\text{k}\Omega$ , $10\text{k}\Omega$ , $1\text{k}\Omega$ , masing-masing 2 buah<br>Kapasitor $100\mu\text{F}/35\text{V}$<br>2 transistor BC 547 |
| Pendukung | : | Meter dasar   |

**V. Langkah Kerja****1. Cara Kerja Multivibrator Astabel**

- a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, dua buah penghambat  $100\text{k}\Omega$ , dua buah penghambat  $1\text{k}\Omega$ , kapasitor  $100\mu\text{F}/35\text{V}$ , dua buah transistor BC 547, dan meter dasar.
- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama mati, rangkai Gambar 29.1.



Gambar 29.1

- Hidupkan catu-daya utama, ukur dengan basic meter tegangan  $V_{C1}$  dan  $V_{C2}$ .
- Lengkapi Tabel 29.1.
- Matikan catu-daya utama.

Tabel 29.1

No	LED Hijau	LED Merah	Keadaan tegangan $V_{C1}$	Keadaan tegangan $V_{C2}$
1	Mati	Hidup		
2	Hidup	Mati		

## 2. Pengaruh Hambatan pada Basis Transistor

- Siapkan dua buah penghambat  $10k\Omega$ .
- Dengan menggunakan rangkaian Gambar 29.1, ubah nilai  $R_B1$  menjadi  $10k\Omega$ .
- Amati yang terjadi sebelum dan sesudah penghambat  $R_B1$  diganti.
- Ubah nilai  $R_B2$  menjadi  $10k\Omega$ .
- Tuliskan pada laporan hal-hal yang terjadi sebelum dan sesudah penghambat  $R_B2$  diganti dan bandingkan dengan sebelum kedua penghambat diganti.

## VI. Kesimpulan

- Cara kerja multivibrator astabel mirip dengan multivibrator, monostabel, karena setengah rangkaian monostabel sama dengan kedua bagian rangkaian astabel (belahan kiri dan kanan).
- Pada multivibrator astabel kedua kapasitor bergantian mengisi dan membuang muatannya, sedangkan kapasitor pada monostabel setiap kali membuang muatan dan baru mengisi lagi kalau ada sinyal masukan.

 <b>PUDAK</b> <small>SCIENTIFIC</small>	<b>Penguat Gandeng RC</b> <i>(RC Coupled Amplifier)</i>	<b>EE02030</b>
---	--	----------------

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami susunan penguat transistor dua tingkat dengan kopel *RC* (*RC coupled*).
2. Memahami sifat penguat dengan kopel *RC*.

## II. Pendahuluan

Kadang kala, karena suatu kesulitan teknis, suatu penguat satu transistor tidak sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Karena itu terpaksa digunakan penguat transistor bertingkat, yang pada dasarnya merupakan gabungan dari penguat transistor tunggal. Dengan dibuat bertingkat maka akan didapat suatu penguat yang memiliki penguatan yang lebih besar.

Dalam meningkatkan penguat, ada beberapa teknik yang digunakan untuk menggabungkan kedua penguat transistor tunggal, yaitu dengan kopling kapasitor, kopling magnetik, dan langsung. Pada kesempatan ini akan dibahas penguat transistor dua tingkat dengan kopling kapasitor.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
2. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

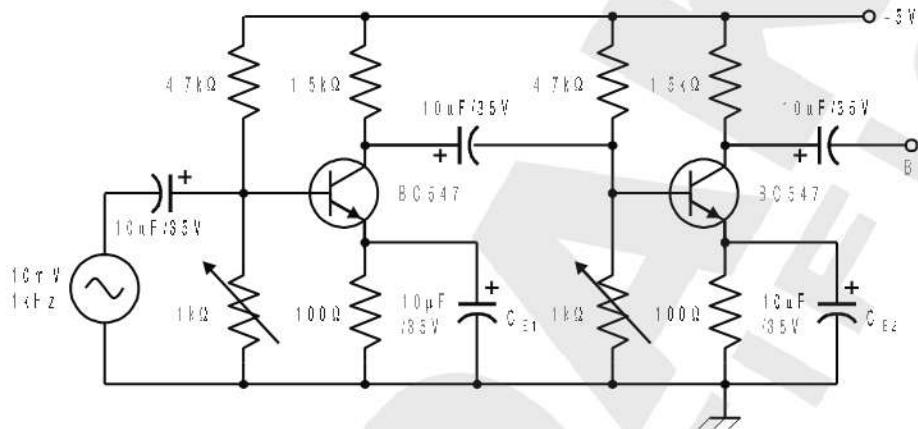
- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu-daya tegangan utama<br>Penghambat $4.7k\Omega$ , $1.5k\Omega$ , dan $100\Omega$ , masing-masing 2 buah<br>2 potensiometer $1k\Omega$<br>5 kapasitor $10\mu\text{F}/35V$<br>2 transistor BC 547 |
| Pendukung | : | Generator sinyal<br>Osiloskop<br>Multimeter digital   |

## V. Langkah Kerja

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, dua buah penghambat  $4.7k\Omega$ , dua buah jembatan  $1.5k\Omega$ , dua buah penghambat  $100\Omega$ , dua buah

potensiometer  $1k\Omega$ , lima buah kapasitor  $10\mu F/35V$ , dua buah transistor BC 547, multimeter digital, generator sinyal, dan osiloskop.

- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal mati, buat rangkaian seperti pada Gambar 30.1 pada papan *plug-in*.



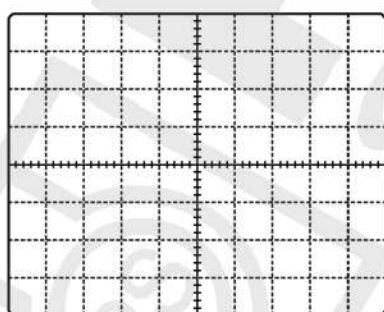
Gambar 30.1

- Hidupkan catu-daya tegangan utama.
- Usahakan tegangan pada titik C dan titik D  $\approx 2.5V$ .
- Ukur tegangan pada titik A dan titik B dengan menggunakan multimeter digital dan isi Tabel 30.1

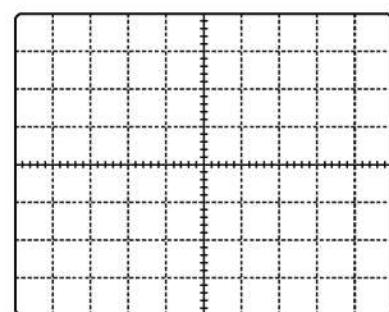
Tabel 30.1

No	$V_A$ (volt)	$V_B$ (volt)	$V_C$ (volt)	$V_D$ (volt)
1				

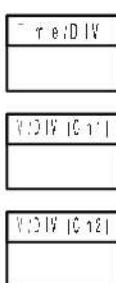
- Hidupkan generator sinyal, dan atur besar dan frekuensinya sesuai dengan yang tercantum pada Gambar 30.1.
- Dengan menggunakan osiloskop yang diatur pada pembacaan AC, ukur tegangan di A dan B.
- Sket sinyal yang tampak di osiloskop pada Grafik 30.1a dan Grafik 30.1b.



Grafik 30.1a

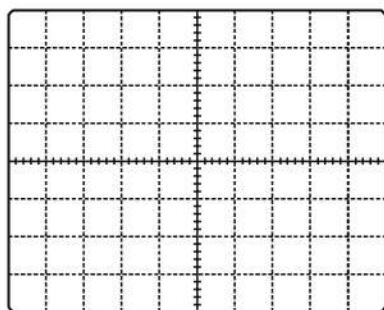


Grafik 30.1b

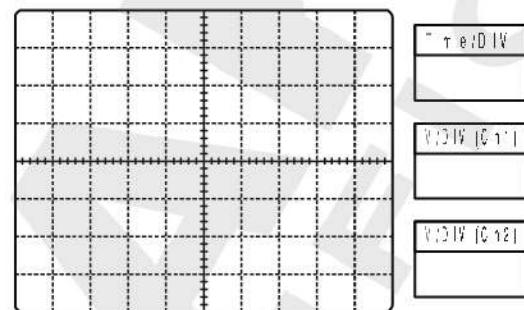


- Pada percobaan ini sinyal yang tampak cacat, karena penguatan yang terlalu besar atau masukan yang terlalu besar. Untuk menanggulangi hal ini, pada percobaan ini penanggulangan dilakukan dengan cara memperkecil penguatan pada tingkat kedua.

10. Matikan catu-daya tegangan utama.
11. Cabut kapasitor  $C_{E2}$ .
12. Hidupkan kembali catu-daya tegangan utama.
13. Dengan menggunakan osiloskop, ukur kembali tegangan di A dan B.
14. Sket sinyal yang tampak di osiloskop pada Grafik 30.2a dan Grafik 30.2b.



Grafik 30.12a



Grafik 30.2b

15. Dengan mencabut kapasitor  $C_{E2}$ , penguatan penguat transistor pada tingkat kedua dikurangi. Akibatnya sinyal menjadi lebih baik kualitasnya.

## VI. Kesimpulan

1. Suatu penguat bertingkat dengan kopling  $RC$  tidak memperkuat tegangan DC-nya, karena tegangan DC antara satu tingkat dengan tingkat yang lain ditahan (diisolasi) oleh kapasitor pengandeng.
2. Bila penguatan suatu penguat terlalu besar, sinyal keluaran akan cacat.
3. Suatu penguat dua tingkat akan memberikan penguatan yang lebih dan satu fasa dengan masukannya.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami susunan penguat transistor dua tingkat yang dikopel langsung (*direct coupled*).
2. Memahami sifat-sifat kopel langsung.

**II. Pendahuluan**

Telah disinggung teknik untuk melakukan penggabungan antara dua penguat transistor, salah satunya kopel langsung. Pada kesempatan ini akan dibahas mengenai penggabungan jenis ini.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

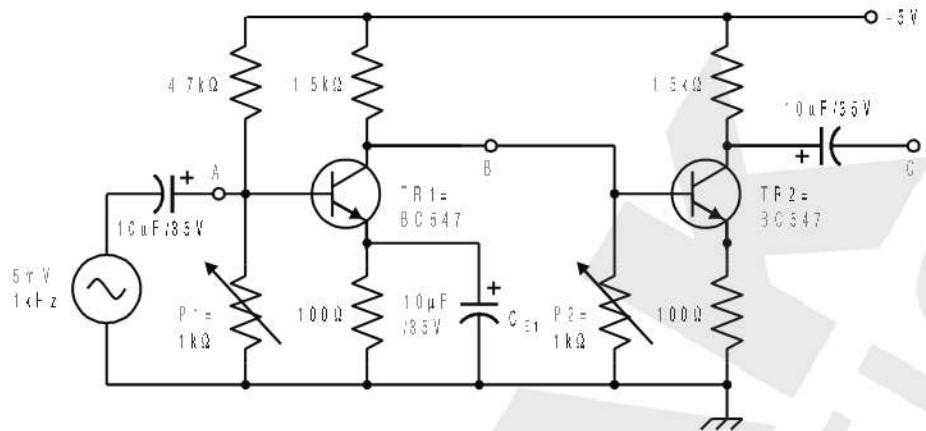
1. Millman, J., and C.C. Halkias, "Integrated Electronics", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
2. Millman, J., and A. Grabel, "Microelectronics", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu daya tegangan utama Penghambat $4.7k\Omega$ 2 penghambat $1.5k\Omega$ 2 penghambat $100\Omega$ 3 kapasitor $10\mu F/35V$ 2 transistor BC 547
Pendukung	:	Generator sinyal Multimeter digital 1 Osiloskop

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, penghambat  $4.7k\Omega$ , dua buah penghambat  $1.5k\Omega$ , dua buah penghambat  $100\Omega$ , tiga buah kapasitor  $10\mu F/35V$ , dua buah transistor BC 547, generator sinyal, multimeter digital, dan osiloskop.
2. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal mati, rangkai Gambar 31.1 pada papan *plug-in*.



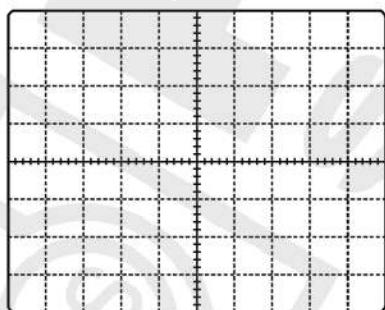
Gambar 31.1

3. Hidupkan catu-daya tegangan utama.
4. Putuskan hubungan titik B.
5. Ukur tegangan pada titik kolektor Tr1. Usahakan nilainya mendekati 2.5V dengan memutar potensiometer P1.
6. Hubungkan kembali titik B.
7. Ukur tegangan pada titik C. Usahakan nilainya mendekati 2.5V dengan memutar potensiometer P2, dan bila perlu diikuti potensio P1.
8. Ukur tegangan di titik B, masukan pada Tabel 31.1.

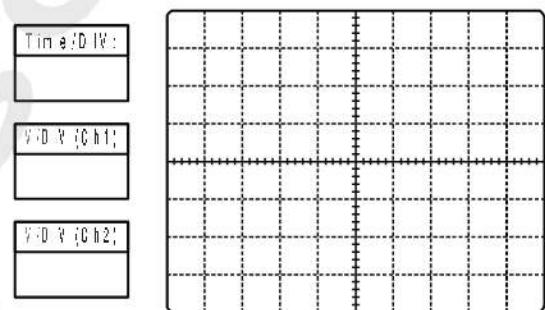
Tabel 31.1

No	$V_A$ (volt)	$V_B$ (volt)	$V_C$ (volt)
1			

9. Hidupkan generator sinyal, dan atur agar sesuai dengan Gambar 1.
10. Dengan menggunakan osiloskop yang diatur untuk pembacaan AC, lihat sinyal di titik B dan titik C.
11. Sket hasilnya pada Grafik 31.1a dan Grafik 31.1b.



Grafik 31.1a



Grafik 31.1b

Time/DIV:	
V/DIV (0 h1)	
V/DIV (0 h2)	

## **VI. Kesimpulan**

1. Pada penguat bertingkat dengan cara kopel langsung, tegangan DC tingkat sebelumnya ikut diperkuat; hal ini terbukti dari potensiometer  $P_1$  ikut mempengaruhi tegangan DC di titik  $C$ .
2. Sebagai informasi, penguat kopel langsung memiliki tanggapan frekuensi yang lebih baik, karena tidak teredam oleh komponen penggandeng.

	<b>Penguat Kopel Langsung dengan Transistor Komplementer</b> <i>(Direct Coupled Amplifier with Complementary Transistor)</i>	<b>EE02032</b>
---	---	----------------

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami cara menyusun penguat transistor dua tingkat kopel langsung dan sifat-sifatnya dengan menggunakan transistor komplementer (*complementary transistor*).

## II. Pendahuluan

Penggabungan transistor secara bertingkat dapat dilakukan secara kopel langsung (*direct coupled*). Selama ini hanya dibahas penggabungan dua tingkat transistor yang sejenis, yakni NPN. Tetapi ada penggabungan seperti ini yang diterapkan pada dua tingkat transistor yang satu sama lainnya merupakan komplementernya. Jenis yang terakhir inilah yang akan menjadi topik pembahasan praktikum kali ini.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

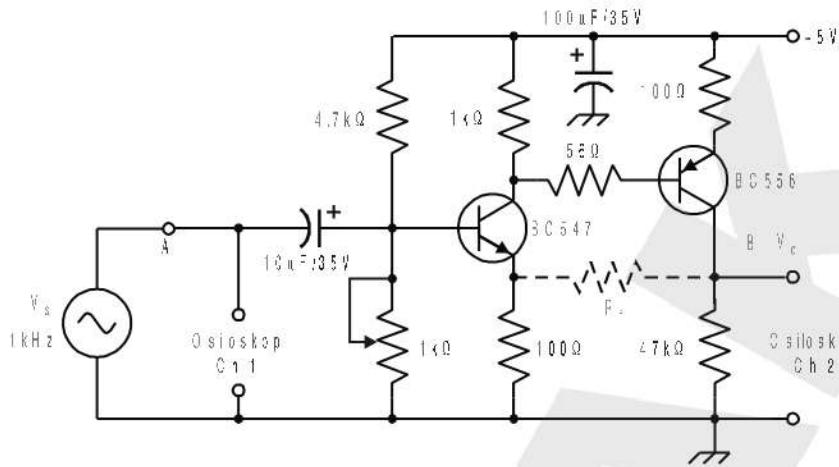
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu-daya tegangan utama<br>Penghambat $4.7\text{k}\Omega$ , $56\Omega$ , $47\text{k}\Omega$ , dan $560\Omega$<br>2 penghambat $100\Omega$<br>1 potensiometer $1\text{k}\Omega$<br>Kapasitor $100\mu\text{F}/35\text{V}$ dan $10\mu\text{F}/35\text{V}$<br>Transistor BC 547 dan BC 556 |
| Pendukung | : | Generator sinyal<br>Osiloskop   |

## V. Langkah Kerja

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, penghambat  $4.7\text{k}\Omega$ ,  $56\Omega$ ,  $47\text{k}\Omega$ ,  $560\Omega$ , dan dua buah penghambat  $100\Omega$ , potensiometer  $1\text{k}\Omega$ , kapasitor  $100\mu\text{F}/35\text{V}$ , dan  $10\mu\text{F}/35\text{V}$ , transistor BC 547 dan BC 556, osiloskop, dan generator sinyal.
2. Dengan menggunakan papan *plug-in* dan dengan catu-daya dan generator sinyal dalam keadaan mati, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 32.1.



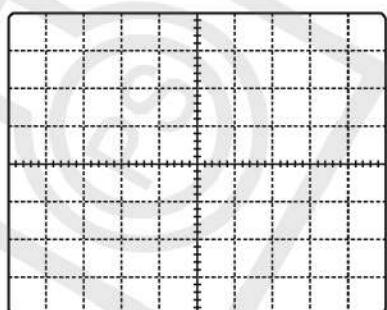
Gambar 32.1

3. Letakkan Ch. 1 osiloskop pada bagian atas layar dan Ch. 2 pada bagian bawahnya, keduanya dipasang pada pembacaan AC.
4. Hidupkan catu-daya tegangan utama.
5. Usahakan nilai tegangan pada titik B agar bernilai 2.5V.
6. Amati yang terjadi.
7. Hidupkan generator sinyal dan atur agar nilai  $V_S=20\text{mV}$ .
8. Lengkapi Tabel 32.1.

Tabel 32.1

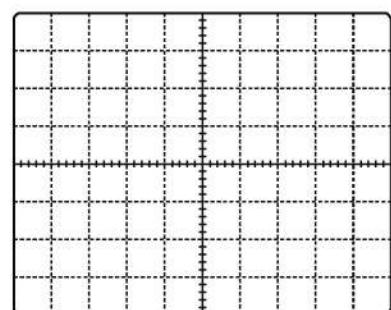
Tanpa $R_F$			Dengan $R_F$		
$V_S$ (milivolt)	$V_{OUT}$ (volt)	$A_V$	$V_S$ (milivolt)	$V_{OUT}$ (volt)	$A_V$

9. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
10. Tambahkan penghambat RF.
11. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
12. Atur agar nilai  $V_S \approx 200\text{mV}$ .
13. Lengkapi Tabel 1.
14. Sket gambar yang tampak pada osiloskop.



Grafik 32.1a

Time (0 DIV)	
V/DIV (Ch 1)	
V/DIV (Ch 2)	



Grafik 32.1b

Time (0 DIV)	
V/DIV (Ch 1)	
V/DIV (Ch 2)	

## **VI. Kesimpulan**

1. Dengan menggunakan penguat transistor komplementer yang dikopel langsung sinyal yang dihasilkan akan satu fasa dengan masukannya.
2. Konfigurasi ini baik untuk penguat daya. Pada penguat ini transistor tingkat kedua akan memperkuat arus yang dihasilkan transistor pertama.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat penguat transistor diferensial.

## II. Pendahuluan

Penguat transistor diferensial merupakan rangkaian penguat yang memiliki sifat yang berbeda dengan penguat transistor biasa. Penguat ini terdiri atas dua buah penguat emiter bersama (*common emitter*) yang seolah-olah dirangkai secara paralel.

Penguat ini memiliki dua buah masukan dan dua buah keluaran. Pada penguat ini nilai beda tegangan pada dua masukannya itu sajalah yang akan diperkuat menjadi tegangan keluaran. Keluaran yang satu akan berbeda fasa 180 derajat dengan salah satu masukan, sedangkan keluarannya yang lain akan memiliki fasa yang sama dengan fasa masukannya yang lain.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

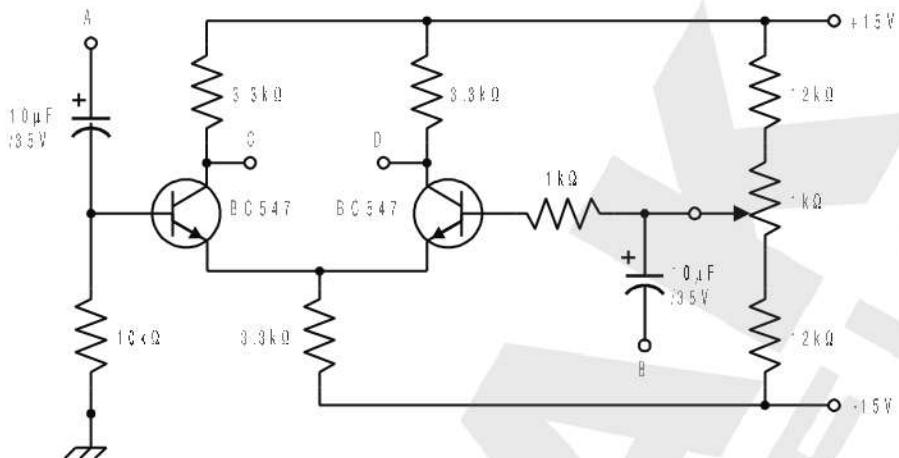
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

- Utama : Papan *plug-in*  
Catu daya tegangan utama  
Penghambat  $10\text{k}\Omega$  (2 buah),  $3.3\text{k}\Omega$  (3 buah), dan  $12\text{k}\Omega$  (2 buah)  
2 kapasitor  $10 \mu\text{F}/35\text{V}$   
1 potensiometer  $1\text{k}\Omega$
- Pendukung : Generator sinyal  
Pembalik fasa

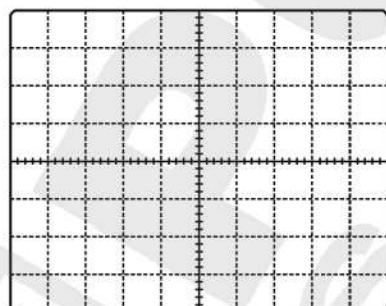
## V. Langkah Kerja

1. Penguat Diferensial Operasi Berujung Tunggal (*Single Ended*)
  - a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, dua buah penghambat  $10\text{k}\Omega$ , dua buah penghambat  $12\text{k}\Omega$ , tiga buah penghambat  $3.3\text{k}\Omega$ , potensiometer  $1\text{k}\Omega$ , dua buah kapasitor  $10\mu\text{F}/35\text{V}$ , dan generator sinyal.
  - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama mati, buat rangkaian seperti Gambar 33.1.

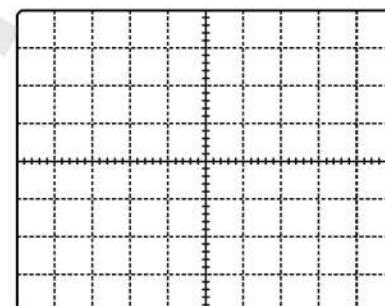


Gambar 33.1

- c. Tempatkan Ch. 1 pada bagian tampilan osiloskop bagian atas dan Ch. 2 di bawahnya.
- d. Dalam keadaan generator sinyal mati, hubungkan keluaran generator sinyal dan osiloskop Ch. 1 pada titik A. Pembacaan osiloskop dipasang pada AC.
- e. Hubungkan Ch. 2 ke titik C.
- f. Hidupkan catu-daya tegangan utama.
- g. Dengan memutar potensiometer, usahakan agar tegangan DC titik C dan D sama.
- h. Hidupkan generator sinyal dan atur agar frekuensinya 1kHz serta besarnya 100mV.
- i. Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 33.1a dan lengkapi Tabel 33.1.



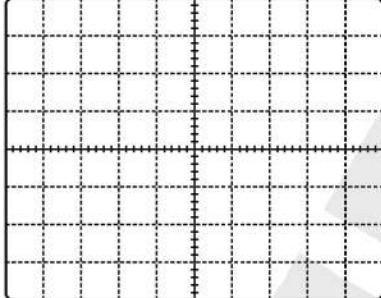
Grafik 33.1a



Grafik 33.1b

Time/DIV:	
Y1/DIV (0.1M)	
Y2/DIV (0.1M)	

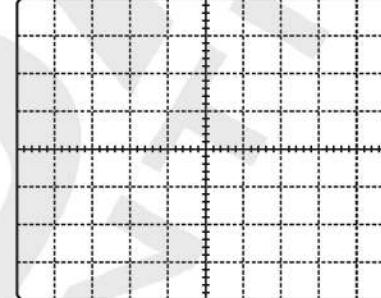
- j. Pindahkan hubungan Ch. 2 ke titik D.
- k. Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 33.1b dan lengkapi Tabel 33.1.
- l. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

2. Penguat Diferensial pada Pengoperasian Diferensial
- Siapkan pembalik fasa sinyal.
  - Masih dengan menggunakan rangkaian Gambar 33.1.
  - Dalam keadaan pembalik fasa mati, hubungkan keluaran generator sinyal ke masukan pembalik fasa.
  - Hubungkan titik A pada keluaran generator sinyal dan titik B pada keluaran pembalik fasa.
  - Hubungkan Ch. 1 osiloskop pada titik C.
  - Hidupkan catu-daya tegangan utama, generator sinyal, dan pembalik fasa.
  - Sket gambar yang tampak pada Grafik 33.2a dan lengkapi Tabel 33.2.
- 

Time (D IV)

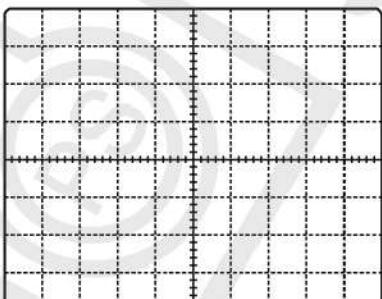
V/DIV (Ch 1)

V/DIV (Ch 2)



Time (D IV)

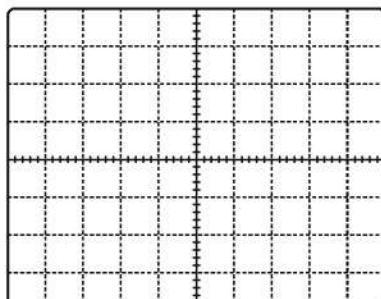
V/DIV (Ch 1)

V/DIV (Ch 2)
- Grafik 33.2a
Grafik 33.2b
- Pindahkan hubungan Ch. 1 ke titik D.
  - Sket gambar yang tampak pada Grafik 33.2b dan lengkapi Tabel 33.2.
  - Matikan catu-daya tegangan utama, generator sinyal, dan pembalik tegangan.
3. Penguat Diferensial pada Pengoperasian Common Mode
- Masih dengan menggunakan rangkaian pada Gambar 33.1.
  - Hubungkan keluaran generator sinyal ke titik A dan titik B.
  - Hidupkan catu daya tegangan utama dan generator sinyal.
  - Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 33.3a dan lengkapi Tabel 33.3.
- 

Time (D IV)

V/DIV (Ch 1)

V/DIV (Ch 2)



Time (C V)

V/DIV (Ch 1)

V/DIV (Ch 2)
- Grafik 33.3a
Grafik 33.3b

- e. Pindahkan hubungan Ch. 2 ke titik *D*.
- f. Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 33.3b dan lengkapi Tabel 33.3.
- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

## VI. Kesimpulan

1. Suatu penguat diferensial dengan transistor, pada setiap masukannya akan dihasilkan sinyal keluaran yang diperkuat, satu fasa dengan masukannya pada keluaran yang satu, dan berlawanan fasa pada keluaran yang lain.
2. Bila kedua sinyal yang saling berlawanan fasa diberikan pada kedua buah masukannya, maka perbedaan antara kedua sinyal tersebut akan diperkuat, sehingga akan diperoleh sinyal keluaran pada kedua keluarannya yang saling berlawanan fasa.
3. Sinyal yang sama besar dan berfasa sama, bila masuk ke kedua masukannya akan diredam. Sifat yang demikian akan memberikan dampak yang baik bagi ketahanan rangkaian terhadap derau. Karena derau tersebut umumnya masuk ke kedua masukan tersebut.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat rangkaian penguat FET source *bersama*.

**II. Pendahuluan**

Untuk melakukan penguatan sinyal, selain menggunakan transistor dapat juga dipergunakan komponen aktif FET. Seperti halnya transistor, rangkaian penguat dengan menggunakan FET ini juga memiliki bermacam-macam konfigurasi dengan sifatnya yang berbeda.

Pada percobaan ini akan dilihat sifat rangkaian penguat dengan menggunakan FET yang memiliki konfigurasi sumber bersama.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

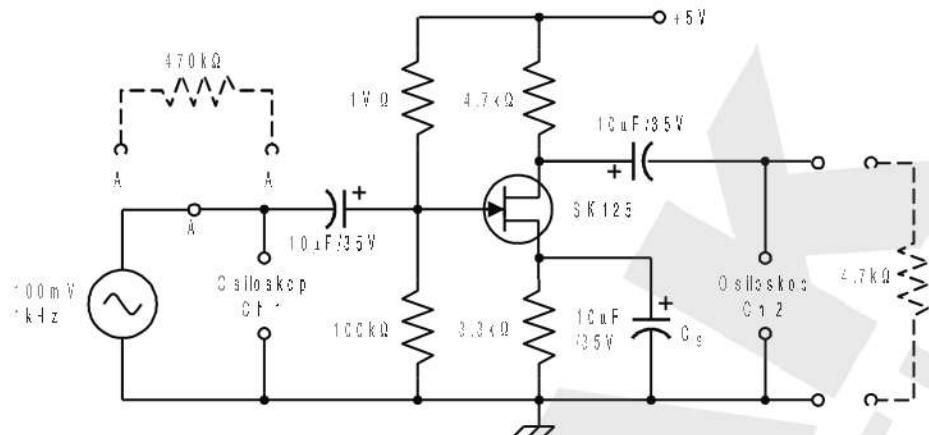
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu daya tegangan utama<br>Penghambat $470\text{k}\Omega$ , $1\text{M}\Omega$ , $100\text{k}\Omega$ , $3.3\text{k}\Omega$ , $4.7\text{k}\Omega$ (2 buah)<br>3 kapasitor $10\mu\text{F}/35\text{V}$<br>1 FET SK-125 |
| Pendukung | : | Generator sinyal<br>Osiloskop   |

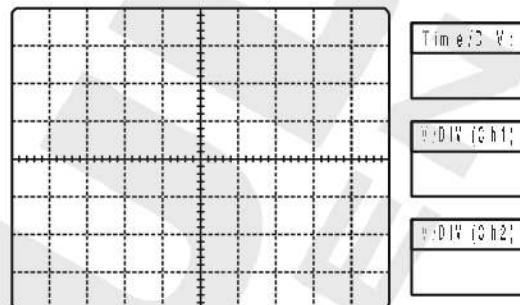
**V. Langkah Kerja**

1. Penguat Sinyal
  - a. Siapkan papan plug-in, catu-daya tegangan utama, generator sinyal, empat buah penghambat dengan nilai masing-masing  $470\text{k}\Omega$ ,  $1\text{M}\Omega$ ,  $100\text{k}\Omega$ ,  $3.3\text{k}\Omega$ , dua buah penghambat  $4.7\text{k}\Omega$ , tiga buah kapasitor dengan nilai masing-masing  $10\mu\text{F}/35\text{V}$ , FET SK-125, dan osiloskop.
  - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal mati, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 34.1 pada papan plug-in.



Gambar 34.1

- Hidupkan catu-daya tegangan utama.
- Hidupkan generator sinyal.
- Atur agar besar sinyal pada Ch. 1 dan frekuensi gelombang sinus sesuai dengan Gambar 34.1.
- Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 34.1.



Grafik 34.1

- Isi dan lengkapi Tabel 34.1.

Tabel 34.1

$V_A$ (mV)	Dengan $C_S$		Tanpa $C_S$	
	$V_{OUT}$ (V)	$A_V$	$V_{OUT}$ (V)	$A_V$

- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

**2. Impedansi Masukan**

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 34.1.
- Putuskan titik A, kemudian serikan generator sinyal dengan penghambat  $470\text{k}\Omega$ .
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- Atur agar besar sinyal titik A' 100 mV.
- Dengan menggunakan osiloskop Ch. 1 lihat besar sinyal pada titik A.
- Lengkapi Tabel 34.2

Tabel 34.2

Dengan $C_S$			Tanpa $C_S$		
$V_A$ (V)	$V_{A'}$ (V)	$Z_{IN} = \frac{V_{A'}}{V_A - V_{A'}} \times R_1$ ( $\text{k}\Omega$ )	$V_A$ (V)	$V_{A'}$ (V)	$Z_{IN} = \frac{V_{A'}}{V_A - V_{A'}} \times R_1$ ( $\text{k}\Omega$ )

- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

**3. Impedansi Keluaran**

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 34.1.
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- Catat tegangan keluaran pada Tabel 34.3 ( $V_O$ ).

Tabel 34.3

Dengan $C_S$			Tanpa $C_S$		
$V_O$ (V)	$V_{O'}$ (V)	$Z_{OUT} = \frac{V_O - V_{O'}}{V_{O'}} \times R_1$ ( $\text{k}\Omega$ )	$V_O$ (V)	$V_{O'}$ (V)	$Z_{OUT} = \frac{V_O - V_{O'}}{V_{O'}} \times R_1$ ( $\text{k}\Omega$ )

- Hubungkan penghambat  $4.7\text{k}\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 34.3 ( $V_O'$ ).
- Lengkapi Tabel 34.3.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

**4. Penguatan Sinyal dengan  $C_S$  Dilepas**

- Gunakan rangkaian seperti Gambar 34.1, tetapi kapasitor  $C_S$  dilepas.
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- Atur agar besar sinyal pada Ch. 1 dan frekuensi gelombang sinus sesuai dengan Gambar 34.1.
- Isi dan lengkapi Tabel 34.1.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

5. Impedansi Masukan dengan Cs Dilepas
  - a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 34.1 tetapi CS dilepas.
  - b. Putuskan titik A, kemudian serikan generator sinyal dengan penghambat  $470\text{k}\Omega$ .
  - c. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
  - d. Atur agar besar sinyal titik A' 100 mV.
  - e. Dengan menggunakan osiloskop Ch. 1 lihat besar sinyal pada titik A.
  - f. Lengkapi Tabel 34.2
  - g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
6. Impedansi Keluaran dengan Cs Dilepaskan.
  - a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 34.1 dengan CS dilepas.
  - b. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
  - c. Catat tegangan keluaran pada Tabel 34.3.
  - d. Hubungkan penghambat  $4\text{k}7\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
  - e. Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 34.3.
  - f. Lengkapi Tabel 34.3.
  - g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

## VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian penguat FET source bersama (*common source*) dapat memperkuat sinyal yang kecil, sama dengan penguat transistor emiter bersama, akan tetapi memiliki impedansi masukan yang lebih besar.
2. Keluaran pada rangkaian penguat FET source bersama memiliki fasa yang berlawanan dengan sinyal masukan.
3. Bila  $C_S$  dipasang, maka tidak akan ada umpan balik ke basis; bila  $C_S$  dilepas, maka akan terjadi umpan balik ke basis lewat penghambat  $3.3\text{k}\Omega$ .
4. Penguatan dengan umpan balik lebih kecil dari pada penguatan tanpa umpan balik.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat rangkaian penguat FET drain bersama.

**II. Pendahuluan**

Untuk melakukan penguatan sinyal, selain menggunakan transistor dapat juga dipergunakan komponen aktif FET. Seperti halnya transistor, rangkaian penguat dengan menggunakan FET ini juga memiliki bermacam-macam konfigurasi dengan sifatnya yang berbeda.

Pada percobaan ini akan dilihat sifat dari rangkaian penguat dengan menggunakan FET yang memiliki konfigurasi drain bersama (common drain).

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

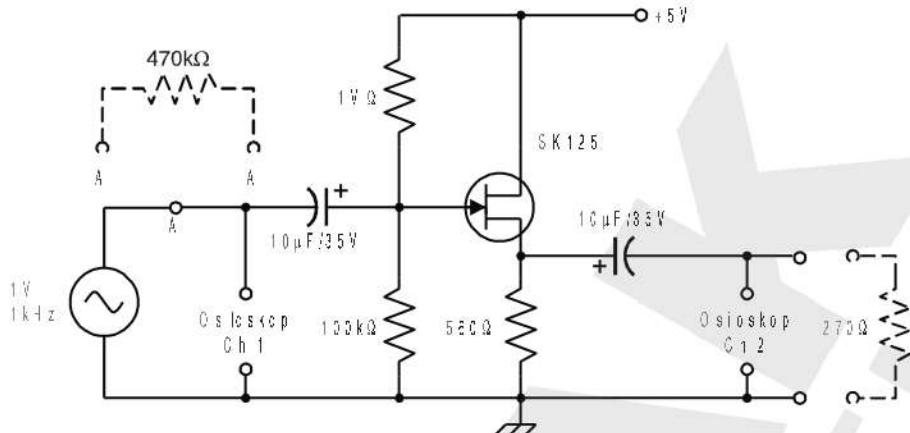
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu daya tegangan utama<br>Penghambat $270\Omega$ , $470k\Omega$ , $1M\Omega$ , $100k\Omega$ , dan $560\Omega$<br>2 kapasitor $10\mu F/ 35V$<br>1 FET SK-125 |
| Pendukung | : | Generator sinyal<br>Osiloskop   |

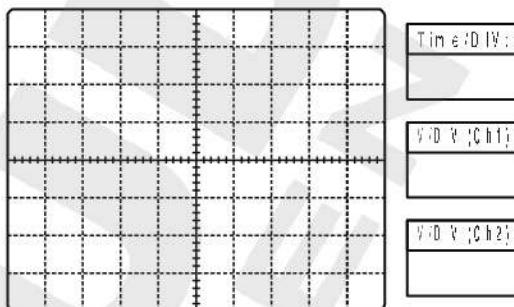
**V. Langkah Kerja****1. Penguat Sinyal**

- a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, generator sinyal, penghambat dengan nilai masing-masing  $270\Omega$ ,  $470k\Omega$ ,  $1M\Omega$ ,  $100k\Omega$ ,  $560\Omega$ , kapasitor dengan nilai masing-masing  $10\mu F/ 35V$ , FET SK-125, dan Osiloskop.
- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal mati, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 35.1 pada papan *plug-in*.



Gambar 35.1

- c. Hidupkan catu-daya tegangan utama.
- d. Hidupkan generator sinyal.
- e. Atur agar besar sinyal pada Ch. 1 dan frekuensi gelombang sinus sesuai dengan Gambar 35.1.
- f. Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 35.1.



Grafik 35.1

- g. Isi dan lengkapi Tabel 35.1.

Tabel 35.1

$V_A$ (miliamp)	$V_{OUT}$ (volt)	$A_v$

- h. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
2. Impedansi Masukan
- a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 35.1.
  - b. Putuskan titik A, kemudian serikan generator sinyal dengan penghambat  $470\text{k}\Omega$ .
  - c. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
  - d. Atur agar besar sinyal titik A' 1V.
  - e. Dengan menggunakan osiloskop Ch. 1 lihat besar sinyal pada titik A..
  - f. Lengkapi Tabel 35.2.

Tabel 35.2

$V_A$ (volt)	$V_{A'}$ (volt)	$Z_{IN} = \frac{V_{A'}}{V_A - V_{A'}} \times R_1$

- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
3. Impedansi Keluaran
- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 35.1.
  - Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
  - Catat tegangan keluaran pada Tabel 35.3 ( $V_o$ )

Tabel 35.3

$V_o$ (V)	$V_{o'}$ (V)	$Z_{OUT} = \frac{V_o - V_{o'}}{V_{o'}}$

- Hubungkan penghambat  $270\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 35.3 ( $V_o'$ ).
- Lengkapi Tabel 35.3.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

## VI. Kesimpulan

- Sama dengan penguat transistor dengan konfigurasi kolektor bersama, penguat FET drain bersama juga tidak memperkuat sinyal tetapi memperbesar kemampuan memasok arus, karenanya rangkaian ini dikatakan sebagai rangkaian penyangga (*buffer*). Hal ini terbukti dengan kecilnya impedansi keluaran penguat.
- Keluaran pada rangkaian penguat FET drain bersama (common drain) memiliki fasa yang sama dengan sinyal masukan.
- Dibandingkan dengan penguat transistor kolektor bersama, penguat FET drain bersama dapat memberikan impedansi masukan yang lebih tinggi.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat Op Amp untuk aplikasi pengikut tegangan.

## II. Pendahuluan

Penguat operasional (Operational Amplifier, disingkat Op-Amp) adalah suatu penguat yang pada dasarnya adalah penguat diferensial yang banyak sekali digunakan pada rangkaian-rangkaian analog. Berikut ini diutarakan sifat-sifat penguat operasional yang ideal.

1. Memiliki penguatan diferensial yang tak hingga.
2. Memiliki penguatan *common mode* sama dengan nol.
3. Memiliki impedansi/hambatan masukan yang tak hingga.
4. Memiliki impedansi/hambatan keluaran sama dengan nol.
5. Arus pada kedua masukan sama dengan nol.

Dengan sifat-sifat demikian, mudah untuk menganalisa rangkaian yang menggunakan Op-Amp.

Op-Amp secara fisik merupakan suatu rangkaian terintegrasi yang dipadatkan pada suatu Die / chip.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

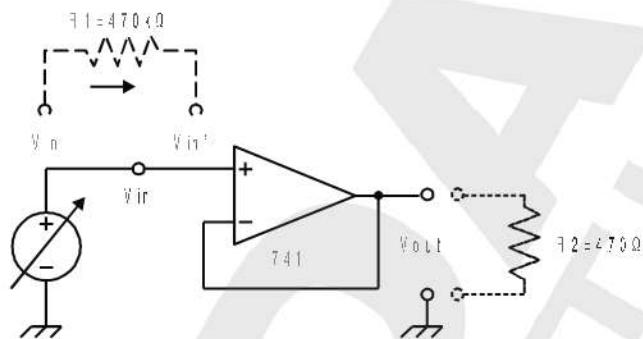
## IV. Peralatan

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu daya tegangan utama<br>Penghambat $470\text{k}\Omega$ dan $470\ \Omega$<br>Penguat operasional 741 |
| Pendukung | : | Catu daya tegangan variabel<br>Meter dasar<br>Multimeter digital  |

## V. Langkah Kerja

### 1. Penguatan Pengikut Tegangan

- Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, catu-daya tegangan variabel, penghambat  $470\text{k}\Omega$  dan  $470\Omega$ , penguat operasional 741, meter dasar, dan multimeter digital.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel mati, dengan menggunakan papan *plug-in*, buat rangkaian seperti pada Gambar 36.1.



Gambar 36.1

- Hubungkan basic meter pada  $V_{in}$  dan multimeter digital pada  $V_{out}$ .
- Isikan dan lengkapi Tabel 36.1.

Tabel 36.1

No	$V_{in}$ (volt)	$V_{out}$ (volt)	$A_v$
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		
6	6		
7	7		
8	8		
9	9		
10	10		

2. Impedansi Masukan

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 36.1.
- Putuskan titik pada VIN, kemudian serikan catu-daya tegangan variabel dengan penghambat  $470\text{k}\Omega$ .
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .
- Atur agar besar sinyal titik VIN' 5V.
- Dengan menggunakan meter dasar lihat besar tegangan pada titik VIN.
- Lengkapi Tabel 36.2

Tabel 36.2

$V_{IN}$ (volt)	$V_{IN'}$ (volt)	$Z_{IN} = \frac{V_{IN'} - V_{IN}}{I} \times R_1$	$I = \frac{V_{IN} - V_{IN'}}{R_1}$

- Matikan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .

3. Impedansi Keluaran

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 36.1.
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel . Atur generator sinyal memberikan masukan sebesar 50mV.
- Catat tegangan keluaran pada Tabel 36.3 (VOUT).

Tabel 36.3

$V_{OUT}$ (volt)	$V_{OUT'}$ (volt)	$Z_{OUT} = \frac{V_{OUT'} - V_{OUT}}{I} \times R_2$

- Hubungkan penghambat  $470\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 36.3 (VOUT').
- Lengkapi Tabel 36.3.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .

## VI. Kesimpulan

- Suatu pengikut tegangan dengan menggunakan penguat operasional akan memiliki penguatan tegangan sama dengan satu.
- Suatu pengikut tegangan memiliki impedansi masukan yang relatif tinggi sekali, dan impedansi keluaran yang relatif rendah.
- Dengan sifat-sifat demikian maka rangkaian ini baik digunakan sebagai penyangga (*buffer*).

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat penguat Op-Amp tak membalik.

**II. Pendahuluan**

Pada bagian terdahulu telah dibahas aplikasi op-amp pada rangkaian pengikut tegangan. Pada bagian ini akan dibahas rangkaian aplikasi dasar yang lain, yaitu penguat tak membalik.

Perkataan "tak membalik" di sini berarti bahwa penguat tersebut tidak membalikkan fasa sinyal masukan.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

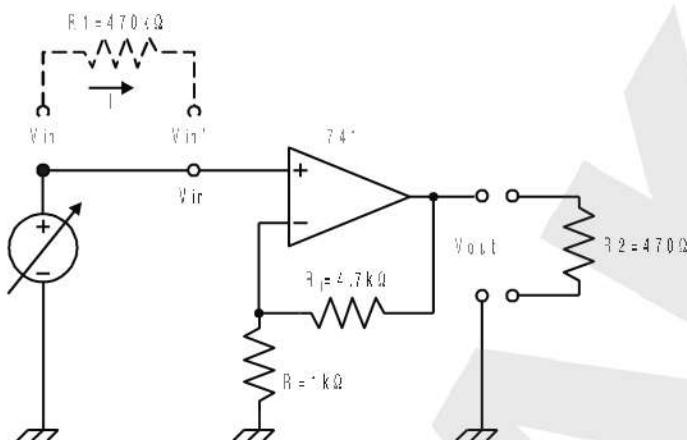
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu daya tegangan utama<br>Penghambat $470\Omega$ , $1k\Omega$ , $4.7k\Omega$ , $10k\Omega$ , dan $470k\Omega$<br>Meter dasar<br>Penguat operasional 741 |
| Pendukung | : | Catu daya tegangan variabel<br>Multimeter digital   |

**V. Langkah Kerja**

1. Penguatan Penguat Tak Membalik
  - a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, catu-daya tegangan variabel, penguat operasional 741, penghambat  $470\Omega$ ,  $1k\Omega$ ,  $4.7k\Omega$ ,  $10k\Omega$ , dan  $470k\Omega$ , meter dasar, dan multimeter digital.
  - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel mati, dengan menggunakan papan *plug-in*, buat rangkaian seperti pada Gambar 37.1.



Gambar 37.1

- Hubungkan basic meter pada  $V_{in}$  dan multimeter digital pada  $V_{out}$ .
- Isikan dan lengkapi Tabel 37.1.

Tabel 37.1

$V_{in}$ (V)	$V_{out}$ (V)		$A_v$		$\frac{R_f}{R} + 1$	
	$R_f = 4k7$ $\Omega$	$R_f = 10k$ $\Omega$	$R_f = 4k7$ $\Omega$	$R_f = 10k$ $\Omega$	$R_f = 4k7$ $\Omega$	$R_f = 10k$ $\Omega$
0.2						
0.4						
0.6						
0.8						
1.0						

## 2. Impedansi Masukan

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 37.1.
- Putuskan titik pada  $V_{in}$ , kemudian serikan catu-daya tegangan variabel dengan penghambat  $470k\Omega$ .
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .
- Atur agar besar sinyal titik  $V_{in}'$  5V.
- Dengan menggunakan meter dasar lihat besar tegangan pada titik  $V_{in}$ .
- Lengkapi Tabel 37.2

Tabel 37.2

$V_{in}$ (V)	$V_{in}'$ (V)	$Z_{in} = \frac{V_{in'}}{V_{in} - V_{in'}} \times R_1$	$I = \frac{V_{in} - V_{in'}}{R_1}$

- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .
3. Impedansi Keluaran
- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 37.1.
  - Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal. Atur generator sinyal agar memberikan masukan sebesar 50mV.
  - Catat tegangan keluaran pada Tabel 37.3 ( $V_{OUT}$ ).

Tabel 37.3

$V_{OUT}$ (volt)	$V_{OUT'}$ (volt)	$Z_{OUT} = \frac{V_{OUT} - V_{OUT'}}{V_{OUT}} \times R_2$

- Hubungkan penghambat  $470\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 37.3 ( $v_{OUT'}$ ).
- Lengkapi Tabel 37.3.
- Matikan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .

## VI. Kesimpulan

- Penguatan tegangan Op-Amp tak membalik adalah sebesar  $\frac{R_F}{R} + 1$ , dan fasa masukan sama dengan fasa keluaran .
- Penguat Op-Amp tak membalik memiliki impedansi masukan yang relatif tinggi, dan impedansi keluaran yang relatif rendah .
- Rangkaian ini baik untuk penguat sinyal yang memerlukan impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat penguat Op-Amp membalik.

## II. Pendahuluan

Pada bagian terdahulu telah dibahas aplikasi Op-Amp pada rangkaian pengikut tegangan penguat tak membalik. Pada bagian ini akan dibahas rangkaian aplikasi dasar yang lain, yaitu penguat membalik.

Perkataan "membalik" di sini berarti bahwa penguat tersebut membalikkan fasa masukan. Rangkaian ini pada dasarnya sama dengan rangkaian penguat Op-Amp tak membalik, dengan titik tanahnya (ground-nya) dibalikkan.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

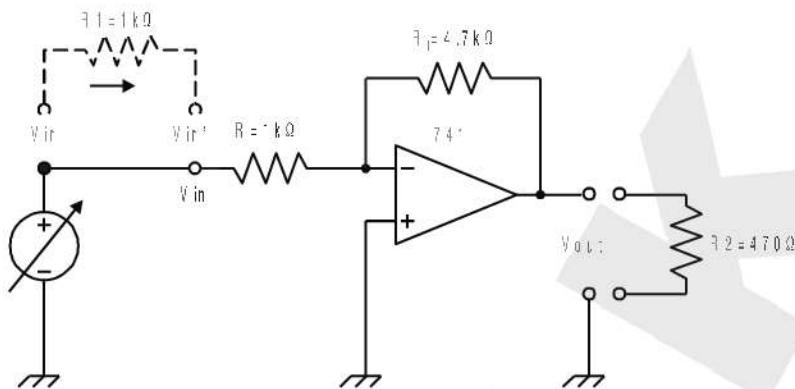
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

- |           |   |  |
|-----------|---|--|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Catu daya tegangan utama<br>Penghambat $470\Omega$ , $4.7k\Omega$ , dan $1k\Omega$ (2 buah)<br>Meter dasar |
| Pendukung | : | Catu daya tegangan variabel<br>Multimeter digital  |

## V. Langkah Kerja

1. Penguatan Penguat Tak Membalik
  - a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, catu-daya tegangan variabel, penguat operasional 741, t penghambat  $1k\Omega$ ,  $4.7k\Omega$ , dan  $10k\Omega$ , meter dasar, dan multimeter digital.
  - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel mati, dengan menggunakan papan *plug-in*, buat rangkaian seperti pada Gambar 38.1.



Gambar 38.1

- c. Hubungkan meter dasar pada  $V_{IN}$  dan multimeter digital pada  $V_{OUT}$ .
- d. Isikan dan lengkapi Tabel 38.1.

Tabel 38.1

$V_{IN}$ (volt)	$V_{OUT}$ (volt)		$A_V$		$\frac{R_F}{R}$	
	$R_F = 4k7$ $\Omega$	$R_F = 10k$ $\Omega$	$R_F = 4k7$ $\Omega$	$R_F = 10k$ $\Omega$	$R_F = 4k7$ $\Omega$	$R_F = 10k$ $\Omega$
0.2						
0.4						
0.6						
0.8						
1.0						

## 2. Impedansi Masukan

- a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 38.1.
- b. Putuskan titik pada  $V_{IN}$ , kemudian serikan catu-daya tegangan variabel dengan penghambat  $1k\Omega$ .
- c. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .
- d. Atur agar besar sinyal titik  $V_{IN}'$  5V.
- e. Dengan menggunakan meter dasar lihat besar tegangan pada titik  $V_{IN}$ .
- f. Lengkapi Tabel 38.2

Tabel 38.2

$V_{IN}$ (volt)	$V_{IN'}$ (volt)	$Z_{IN} = \frac{V_{IN'}}{V_{IN} - V_{IN}} \times R_1$	$I = \frac{V_{IN} - V_{IN'}}{R_1}$

- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .

### 3. Impedansi Keluaran

- a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 38.1.
- b. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal. Atur catu-daya tegangan variabel memberikan masukan sebesar 50mV.
- c. Catat tegangan keluaran pada Tabel 38.3 ( $V_{OUT}$ ).

Tabel 38.3

$V_{OUT}$ (V)	$V_{OUT'}$ (V)	$Z_{OUT} = \frac{V_{OUT} - V_{OUT'}}{V_{OUT'}}$ x $R_2$

- d. Hubungkan penghambat  $470\Omega$  pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- e. Catat kembali tegangan keluaran pada Tabel 38.3 ( $V_{OUT'}$ ).
- f. Lengkapi Tabel 38.3.
- g. Matikan catu-daya tegangan utama dan catu-daya tegangan variabel .

## VI. Kesimpulan

1. Penguatan tegangan Op Amp membalik adalah sebesar  $- \frac{R_F}{R}$ .
2. Fasa keluaran dari penguat Op Amp membalik akan berlawanan dengan fasa.
3. Penguatan Op Amp membalik memiliki impedansi masukan kurang lebih sama dengan R, dan impedansi keluaran yang relatif kecil.
4. Dengan sifat-sifat demikian maka rangkaian ini baik digunakan sebagai penguat yang membalikkan fasa sinyal.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat transistor *uni-junction*(*uni-junction transistor*) dan aplikasi penghasil gelombang pulsa.

## II. Pendahuluan

Salah satu keluarga semikonduktor yang sering digunakan dalam aplikasi pendukung bagi elektronika daya adalah transistor uni-junction.

Rangkaian dengan menggunakan komponen ini biasanya menghasilkan pulsa-pulsa periodik yang digunakan untuk menggerakkan komponen lain yang biasanya SCR.

Untuk bagian ini akan diarahkan pada komponen transistor uni-junction atau UJT dan untuk SCR akan dibahas pada bagian yang lain.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

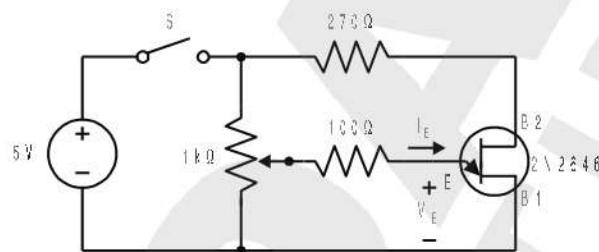
## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu daya tegangan utama Penghambat $100\Omega$ , $270\Omega$ , $10k\Omega$ , dan $1k\Omega$ Saklar Potensiometer $1k\Omega$ Kapasitor $1\mu F/35V$ UJT 2N 2646 Meter dasar Multimeter Osiloskop
Pendukung	:	

## V. Langkah Kerja

### 1. Sifat-sifat Transistor Uni-junction

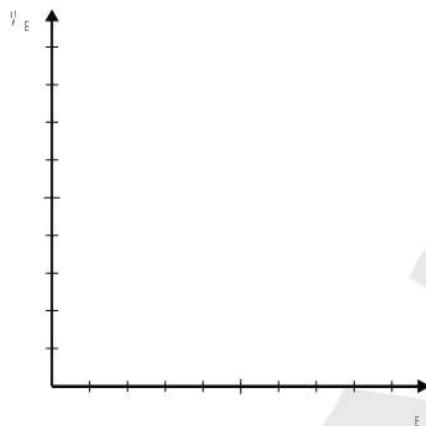
- Siapkan papan plug-in, catu-daya tegangan utama, saklar, potensiometer  $1\text{k}\Omega$ , penghambat  $100\Omega$  dan  $270\Omega$ , amperemeter, voltmeter, dan UJT 2N2646.
- Dalam keadaan saklar mati buat pada papan plug-in rangkaian Gambar 39.1. Gunakan multimeter sebagai voltmeter dan basic meter sebagai amperemeter.



Gambar 39.1

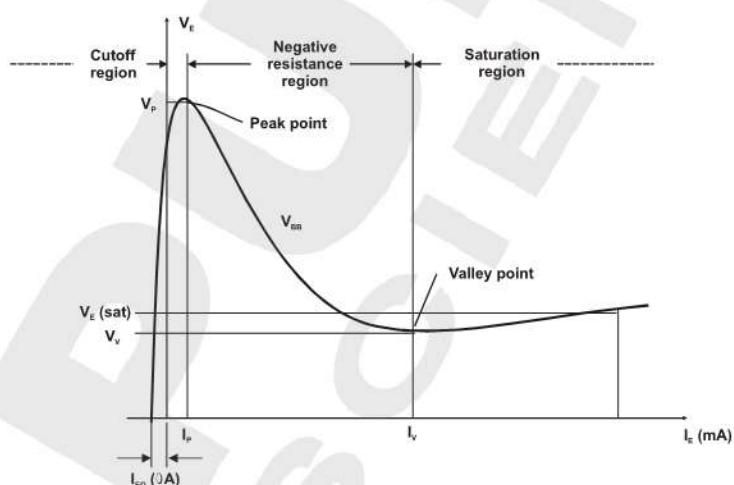
Tabel 39.1

$V_E$ (volt)	$I_E$ (mA)	Keterangan
0,5		
1,0		
1,5		
2,0		
2,5		
3,0		
3,2		
3,4		
.....	.....	perubahan mendadak
	10	
	15	
	20	
	25	
	30	



Grafik 39.1a

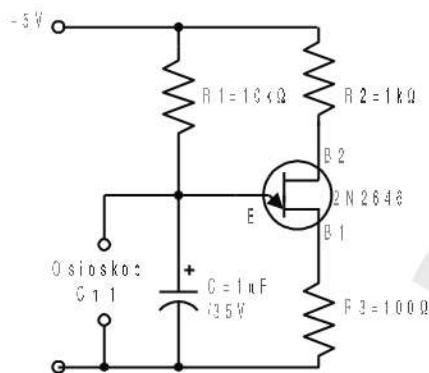
- c. Hidupkan saklar. Kemudian dengan memutar posisi potensiometer dapat terlihat perubahan pada voltmeter dan amperemeter. Isikan Tabel 39.1.
- d. Dari Tabel 39.2, buat grafik  $V_E$  terhadap  $I_E$  pada Grafik 1a.
- e. Dari grafik tampak bahwa pada tegangan tertentu arus  $I_E$  akan mendadak membesar sementara tegangan  $V_E$  akan mendadak turun. Titik ini disebut titik lembah.
- f. Bentuk keseluruhan karakteristik keluaran suatu UJT secara umum dapat berbentuk seperti Grafik 39.1b



Grafik 39.1b

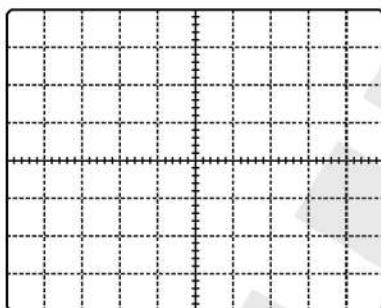
## 2. Aplikasi UJT sebagai Generator Relaksasi

- a. Siapkan papan plug-in, catu-daya tegangan utama, penghambat  $10k\Omega$ ,  $1k\Omega$ , dan  $100\Omega$ , kapasitor  $1\mu F/35V$ , UJT 2N2646, dan osiloskop.
- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama mati, buat rangkaian seperti pada Gambar 39.2

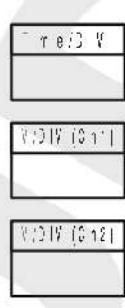


Gambar 39.2

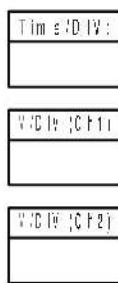
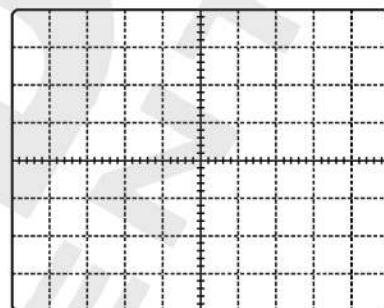
- c. Tempatkan Ch. 1 pada layar atas osiloskop dan Ch. 2 di bawah.
- d. Hubungkan Ch. 2 osiloskop pada titik B1.
- e. Sket gambar yang terlihat pada Grafik 39.2a.
- f. Hubungkan Ch. 39.2 dari osiloskop pada titik B2.
- g. Sket gambar yang terlihat pada Grafik 39.2b.



Grafik 39.2a



Grafik 39.2b



- h. Isi dan lengkapi Tabel 39.2.

Tabel 39.2

Perioda sinyal (Detik)	$R_1.C$

- i. Pada kedua grafik tampak bahwa ketika tegangan emitter (*E*) naik, kapasitor terisi lewat  $R_1$  dan ketika tercapai level tegangan tertentu, *emitter* menjadi menghantarkan arus ke  $B2$ . Pada saat itu muatan yang ada di kapasitor dibuang lewat *emitter* dan menyebabkan tegangannya turun disertai kenaikan tegangan pada  $B1$  dan penurunan tegangan pada  $B2$ .

## VI. Kesimpulan

1. Emite suatu UJT bila diberikan tegangan tertentu baru akan menghasilkan arus yang besar secara mendadak.
2. Suatu UJT dapat menjadi komponen utama untuk pembentukan osilator gelombang pulsa.
3. Periode dari gelombang pulsa tersebut dapat ditentukan dengan besar  $R_1.C$ .

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat DIAC.

**II. Pendahuluan**

Komponen lain yang masih masuk dalam keluarga komponen semikonduktor, tetapi tidak masuk dalam keluarga transistor, adalah DIAC.

DIAC bisa dikatakan seperti dioda yang terpasang saling terbalik dan memiliki tegangan ambang tertentu sebelum menghantarkan.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

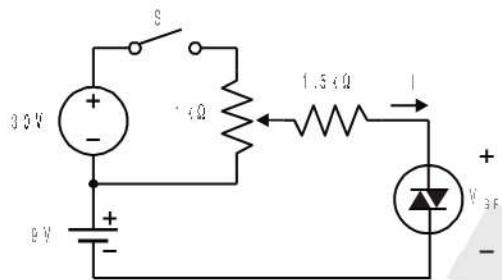
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu daya tegangan utama Penghambat $1.5\text{k}\Omega$ Potensiometer $1\text{k}\Omega$ DIAC DB3 Batere 9V Saklar Meter dasar
Pendukung	:	Multimeter digital

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan, battery 9V, saklar, potensiometer  $1\text{k}\Omega$ , penghambat  $1.5\text{k}\Omega$ , DIAC DB3, meter dasar, dan multimeter digital.
2. Dalam keadaan saklar mati, buat rangkaian Gambar 40.1 pada papan *plug-in*. Gunakan multimeter sebagai voltmeter dan meter dasar sebagai amperemeter.

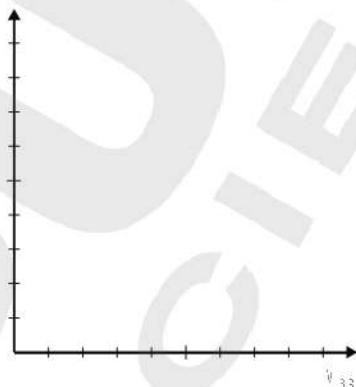


Gambar 40.1

Tabel 40.1

No	$V_{BR}$ (volt)	$I$ (mA)
1	10	
2	20	
3	25	
4	27,5	
5	30	
6	32	
7		
8		

Catatan: masukkan beberapa nilai lain selain nilai pada tabel.



Grafik 40.1

3. Hidupkan saklar.
4. Dengan mengubah potensiometer terlihat perubahan pada voltmeter dan amperemeter. Catat hasilnya dengan melengkapi Tabel 40.1.
5. Kemudian, dalam keadaan saklar mati, tukarkan posisi kutub-kutub DIAC.
6. Hidupkan saklar. Kembali lengkapi Tabel 40.1.
7. Berdasarkan tabel tersebut buat grafik  $I$  terhadap  $V_{BR}$  pada Grafik 40.1.

## VI. Kesimpulan

Terlihat bahwa suatu DIAC akan menghantarkan bila tegangan ambangnya telah terlampaui. Setelah konduksi, tegangannya akan bergantung pada arus yang melaluinya. Sifat ini sama untuk arah bolak-balik.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami karakteristik SCR dan TRIAC.

**II. Pendahuluan**

SCR (*Silicon-controlled Rectifier*) dan TRIAC adalah dua jenis komponen yang masuk dalam komponen semikonduktor untuk aplikasi daya.

Pada umumnya SCR digunakan langsung pada aplikasi rangkaian DC, sedangkan TRIAC pada rangkaian AC.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

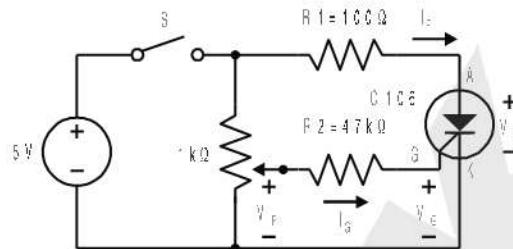
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu-daya tegangan Saklar SPST Saklar DPDT Penghambat $100\Omega$ , $47k\Omega$ , $560\Omega$ , $330\Omega$ Potensiometer $1k\Omega$ SCR C106 Meter dasar TRIAC BT137D Lampu 6 V
Pendukung	:	Multimeter digital 3 pasang kabel

**V. Langkah Kerja**

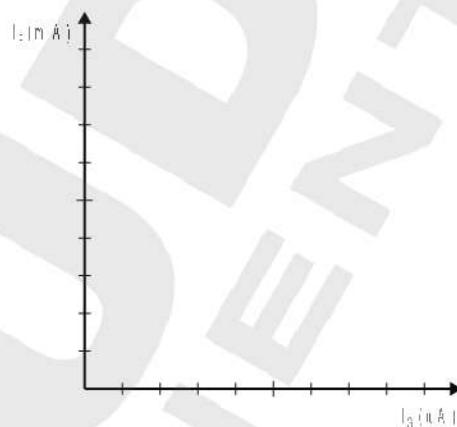
1. Karakteristik SCR (*Silicon Controlled Rectifier*)
  - a. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, saklar, potensiometer  $1k\Omega$ , dua buah penghambat  $100\Omega$  dan  $47k\Omega$ , SCR C106, multimeter digital, dan meter dasar.
  - b. Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 41.1 pada papan *plug-in*. Gunakan multimeter digital sebagai voltmeter.



Gambar 41.1

No	$V_P$ (volt)	$V_G$ (volt)	$I_F$ (mA)	$V_F$ (volt)	$I_G = V_P - V_F / R_2$ (μA)
1					
2					
3					
4					

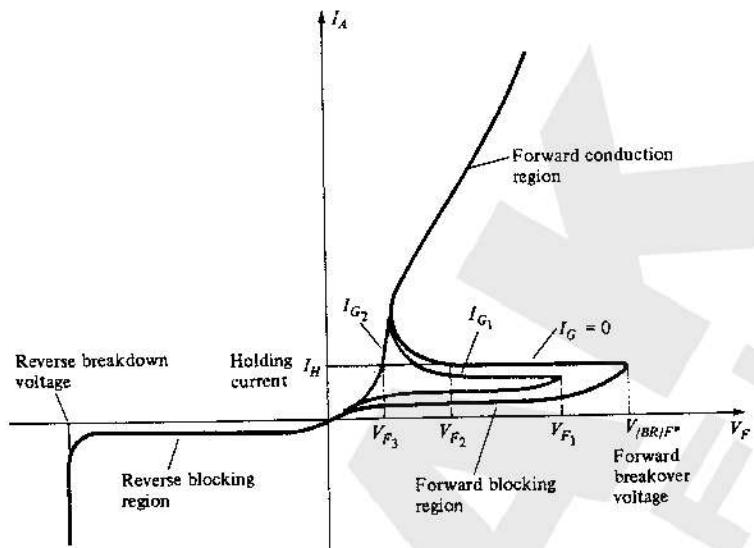
Tabel 41.1



Grafik 41.1a

- c. Tutup saklar.
- d. Dengan memutar potensiometer lengkapi Tabel 41.1. Perhatikan!! Bila ingin memindahkan kutub pengukuran voltmeter, saklar hendaknya dibuka dahulu untuk mengurangi kesalahan pengukuran.
- e. Dari Tabel 41.1 buat grafik  $I_F$  terhadap  $V_F$  pada Grafik 41.1a.
- f. Dari grafik terlihat bahwa, agar suatu SCR menghantar, kutub gerbang (gate) cukup diberi arus yang besarnya tertentu.

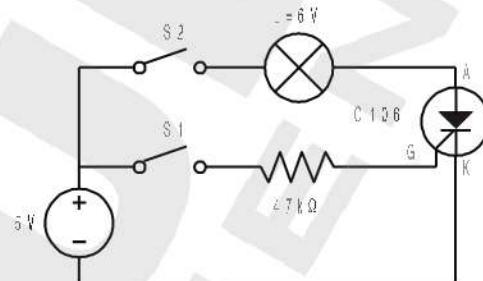
Bentuk keseluruhan karakteristik keluaran suatu SCR secara umum dapat berbentuk seperti Grafik 41.1b. Dari Grafik 41.1b terlihat bahwa besarnya arus gerbang (gate) tersebut juga bergantung pada besarnya tegangan antara anoda dan katoda.



Grafik 41.1b

## 2. Memicu SCR

- Siapkan papan *plug-in*, saklar dua buah, lampu 6V, dan penghambat  $47\text{k}\Omega$ .
- Dalam keadaan saklar terbuka, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 41.2 pada papan *plug-in*.



Gambar 41.2

Tabel 41.2

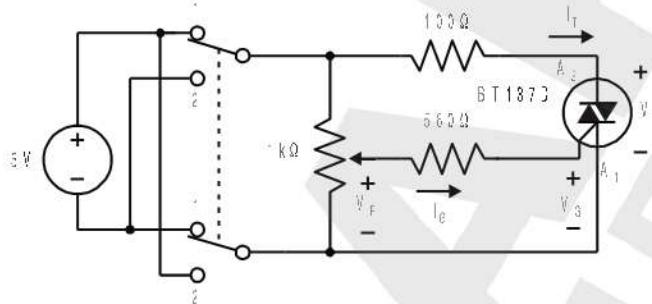
Keadaan $S_1$	Keadaan $S_2$	Keadaan Lampu
Terbuka	Terbuka	
Terbuka	Tertutup	
Tertutup	Tertutup	
Terbuka	Tertutup	
Terbuka	Terbuka	

- Dengan membuka dan menutup saklar, dan dari data yang diperoleh, lengkapi Tabel 41.2.

Dari karakteristik SCR terlihat bahwa tertutupnya saklar  $S_1$  berarti gerbang (gate) diberi arus sehingga SCR menghantarkan arus yang membuat lampu L menyala. Tetapi ketika  $S_1$  dibuka, lampu tetap menyala. Ini berarti bahwa sekali SCR menghantarkan, ia tidak dapat dimatikan dengan menghentikan arus pada gerbang. Satu-satunya cara untuk mematikan SCR adalah dengan menghentikan arus yang melalui anoda, dengan jalan membuka  $S_2$ .

### 3. Karakteristik TRIAC

- Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, multiplekser, potensiometer  $1\text{k}\Omega$ , penghambat  $100\Omega$  dan  $560\Omega$ , TRIAC SC141D, multimeter digital, dan meter dasar.
- Dalam keadaan multiplekser pada posisi 1, buat rangkaian seperti Gambar 41.3 pada papan plug-in. Gunakan multimeter digital sebagai voltmeter.

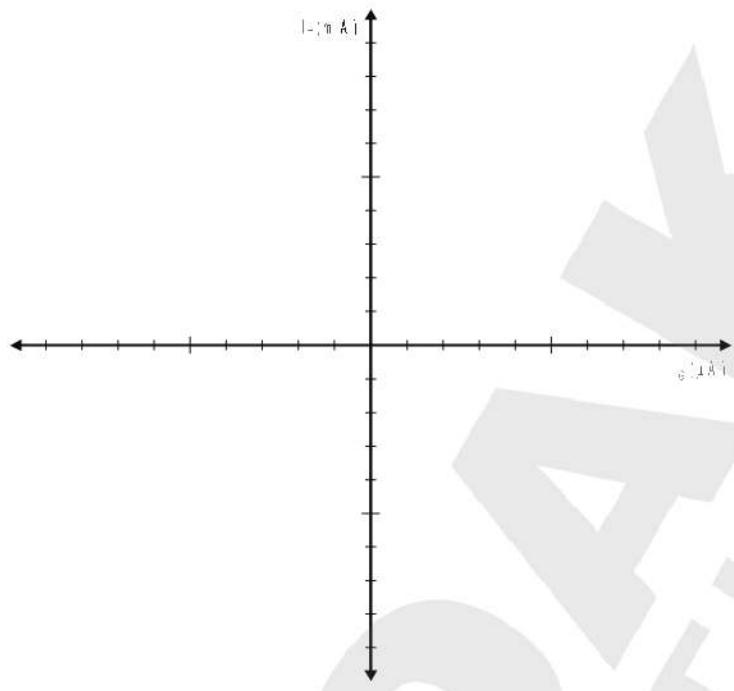


Gambar 41.3

Tabel 41.3

Posisi multiplekser 1				
$V_P$ (V)	$V_G$ (V)	$I_T$ (mA)	$V_T$ (V)	$I_G = V_P - V_G / R_2$ ( $\mu\text{A}$ )

Posisi multiplekser 2				
$V_P$ (V)	$V_G$ (V)	$I_T$ (mA)	$V_T$ (V)	$I_G = V_P - V_G / R_2$ ( $\mu\text{A}$ )

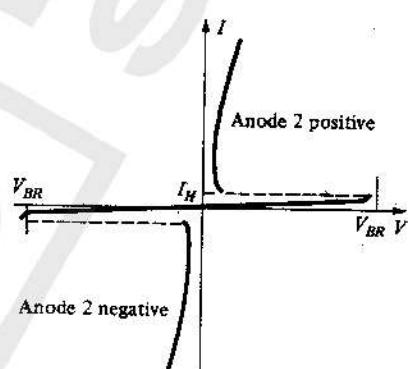


Grafik 41.2

- c. Dengan memutar potensiometer dapatkan data untuk melengkapi Tabel 41.3. Perhatikan!! Bila ingin memindahkan kutub pengukuran voltmeter, saklar dibuka dahulu untuk mengurangi kesalahan pengukuran.
- d. Dengan memperhatikan kemungkinan berubahnya polaritas tegangan dan arah arus pada voltmeter dan amperemeter, ubah posisi multiplekser ke posisi 2.
- e. Kembali dengan memutar potensiometer; dari hasilnya lengkapilah Tabel 41.3.
- f. Dari Tabel 41.3 buat grafik  $I_f$  terhadap  $V_T$ . PERHATIKAN TANDA ARUS DAN TEGANGANNYA.

Dari grafik terlihat bahwa agar suatu TRIAC menghantar, kutub gerbang (*gate*) cukup diberi arus yang besarnya tertentu, sesuai dengan polaritas kutub TRIAC  $A_2$  dan  $A_1$ .

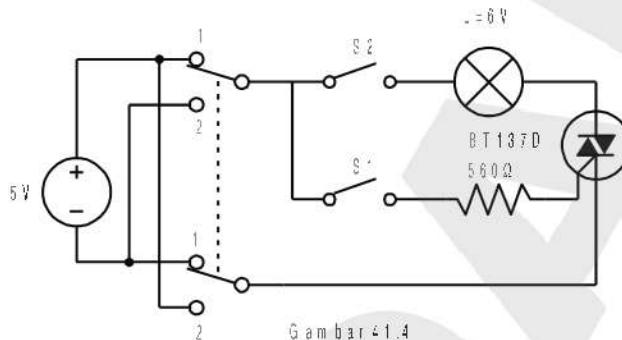
Bentuk keseluruhan karakteristik output suatu TRIAC secara umum dapat seperti Grafik 41.3. Dari Grafik 41.3 terlihat bahwa besarnya arus gerbang (*gate*) tersebut juga bergantung pada besarnya tegangan antara anoda dan katoda.



Grafik 41.3

#### 4. Pemicuan TRIAC

- Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, multiplekser, saklar dua buah, lampu 6V, TRIAC BT137D, dan penghambat  $560\Omega$ .
- Dalam keadaan saklar mati, buatlah rangkaian seperti pada Gambar 41.4 pada papan *plug-in*.



Gambar 41.4

Tabel 41.4

Posisi multiplekser	Keadaan $S_1$	Keadaan $S_2$	Keadaan lampu
1	Terbuka	Terbuka	
	Terbuka	Tertutup	
	Tertutup	Tertutup	
	Terbuka	Tertutup	
	Terbuka	Terbuka	
2	Terbuka	Terbuka	
	Terbuka	Tertutup	
	Tertutup	Tertutup	
	Terbuka	Tertutup	
	Terbuka	Terbuka	

- Dengan menutup dan membuka saklar serta mengubah posisi multiplekser, dapatkan data untuk melengkapi Tabel 41.4.

Dari karakteristik TRIAC, terlihat bahwa menutup saklar  $S_1$  berarti gerbang diberi arus sehingga TRIAC akan menghantarkan arus yang membuat lampu  $L$  menyala. Tetapi ketika  $S_1$  dibuka, lampu tetap menyala. Hal ini berarti bahwa sekali TRIAC menghantarkan, ia tidak dapat dimatikan dengan menghentikan arus pada gerbang. Satu-satunya cara untuk mematikan TRIAC adalah dengan menghentikan arus yang melalui anoda, dengan jalan membuka  $S_2$ . Hal ini berlaku juga bila polaritas  $A_2$  dan  $A_1$  dibalik.

## **VI. Kesimpulan**

1. Untuk menyalakan SCR, kutub gerbang harus diberi arus yang besarnya tertentu.
2. Sekali SCR menyala, tidak akan bisa dimatikan dengan menghentikan arus pada gerbang. Satu-satunya cara untuk mematikannya adalah dengan menghentikan arus pada anoda SCR.
3. Untuk menyalakan TRIAC, kutub gerbang harus diberi arus yang besarnya tertentu dan arahnya juga tertentu. Arah masuk bila  $A_2$  lebih positif  $A_1$ . Arah keluar bila  $A_2$  lebih negatif dari  $A_1$ .
4. Seperti SCR, bila telah menyala, TRIAC tidak akan bisa dimatikan dengan menghentikan arus pada GERBANG. Satu-satunya cara untuk mematikannya adalah dengan menghentikan arus pada anodanya.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami prinsip kerja penyearahan setengah gelombang.
2. Memahami pengaruh kapasitor penghalus terhadap tegangan keluaran.

## II. Pendahuluan

Peralatan elektronika umumnya menggunakan tegangan DC untuk dapat beroperasi, sedangkan sumber listrik yang tersedia biasanya berupa tegangan AC. Karena itu tegangan AC itu harus diubah menjadi tegangan DC. Pengubah tegangan AC menjadi tegangan DC disebut penyearah (rectifier).

Rangkaian penyearah mengandung beberapa dioda. Konfigurasi dioda tersebut menentukan sifat penyearahan sinyal AC, sehingga ada istilah penyearah setengah gelombang dan penyearah gelombang penuh.

Pada bagian ini akan dibahas sifat-sifat penyearah setengah gelombang dan istilah-istilah yang berhubungan dengannya.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

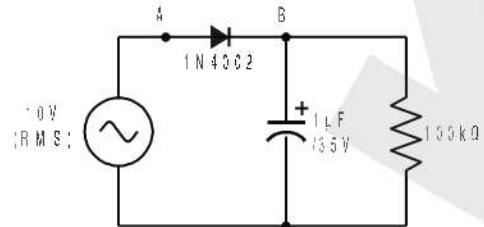
Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Sumber tegangan AC Penghambat $100\text{k}\Omega$ dan $4.7\text{k}\Omega$ Dioda 1N4002 Kapasitor $1\mu\text{F}/35\text{V}$ dan $10\mu\text{F}/35\text{V}$
Pendukung	:	Multimeter digital Osiloskop

## V. Langkah Kerja

### 1. Proses Penyearahaan Gelombang

- a. Siapkan papan *plug-in*, sumber tegangan AC, dioda 1N4002, penghambat  $100\text{k}\Omega$ , multimeter digital, dan osiloskop.

- b. Dengan keadaan sumber tegangan AC mati, rangkai Gambar 42.1 pada papan *plug-in*.



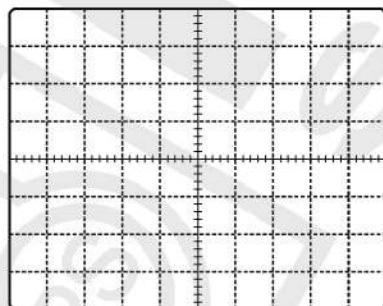
Gambar 42.1

- c. Hidupkan sumber tegangan AC.  
d. Dengan menggunakan multimeter digital yang diatur pada PENGUKURAN AC, ukur tegangan pada titik A, kemudian isikan hasilnya pada Tabel 42.1.

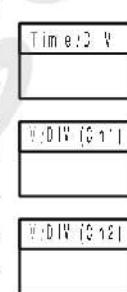
	Hasil pengukuran Multimeter			Hasil pengukuran osiloskop
	Pengukuran $\times \sqrt{2}$	Pengukuran $\times \pi$	Pengukuran	Nilai Puncak
$V_A$ (Volt)		-		
$V_B$ (Volt)	-			

Tabel 42.1

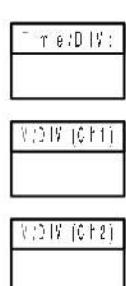
- e. Dengan menggunakan multimeter digital yang diatur pada **PENGUKURAN DC**, ukur tegangan pada titik B, kemudian isikan hasilnya pada Tabel 42.1.  
f. Dengan menggunakan osiloskop yang diatur pada pengukuran DC, hubungkan Ch. 1 ke titik A dan Ch. 2 ke titik B. Tempatkan pembacaan Ch. 1 pada bagian atas tampilan osiloskop dan Ch. 2 pada bagian bawah. Sket gambar yang tampak pada Grafik 42.1 dan isikan hasil pengamatan pada Tabel 42.1.



Grafik 42.1



Grafik 42.2



- g. Matikan sumber tegangan AC.  
h. Lengkapi Tabel 42.1.  
i. Terlihat pada pengukuran bahwa bagian negatif sinyal AC akan hilang dan hanya bagian yang positif saja yang diloloskan.

2. Pengaruh Kapasitor Penghalus

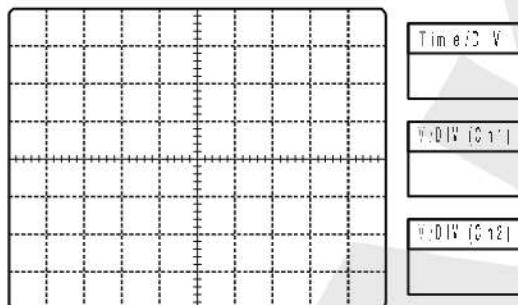
- a. Siapkan kapasitor tantalum  $1\mu\text{F}/35\text{V}$ , kapasitor elektrolit  $10\mu\text{F}/35\text{V}$ , dan penghambat  $4.7\text{k}\Omega$ .
- b. Dengan masih menggunakan Gambar 42.1, tambahkan kapasitor yang tertera pada bagian rangkaian yang gambarnya bergaris putus-putus.
- c. Hubungan multimeter yang telah diatur pada pengukuran DC pada titik *B*.
- d. Hidupkan sumber tegangan AC dan sket sinyal yang tampak pada osiloskop pada Grafik 42.2.
- e. Lihat hasil pengukuran multimeter dan isikan pada Tabel 42.2.

No	Kapasitor ( $\mu\text{F}$ )	Hambatan ( $\Omega$ )	Pengukuran Osiloskop	Pengukuran Multimeter
			$V_r$ puncak-puncak (volt)	Tegangan rata-rata (DC) (volt)
1				
2				
3				
4				

Tabel 42.2

- f. Pada hasil pengukuran terlihat bahwa dengan menggunakan kapasitor hasil penyearahan mendekati sinyal DC. Tampak masih terdapat sisa-sisa gelombang pada titik *B*. Sinyal ini disebut riak (*ripple*) dan dinyatakan besarnya oleh tegangan *riak* ( $V_r$ ). Untuk mengukur besarnya tegangan riak tersebut dapat dilakukan prosedur percobaan berikut.
- g. Atur pengukuran untuk Ch. 2 osiloskop pada pembacaan AC.
- h. Ukur tegangan puncak ke puncak riak dititik *B*, dan isikan hasilnya pada Tabel 42.2.
- i. Matikan sumber tegangan AC.
- j. Tukar kapasitor  $1\mu\text{F}/35\text{V}$  dengan kapasitor  $10\mu\text{F}/35\text{V}$ .
- k. Lihat hasil pengukuran titik *B* dari osiloskop dan multimeter digital, kemudian catat hasilnya pada Tabel 42.2.
- l. Matikan sumber tegangan AC.
- m. Tukar penghambat  $100\text{k}\Omega$  dengan penghambat  $4.7\text{k}\Omega$ .
- n. Lihat hasil pengukuran titik *B* dari osiloskop dan multimeter digital, kemudian catat hasilnya pada Tabel 42.2.
- o. Matikan sumber tegangan AC.
- p. Lepaskan penghambat  $4.7\text{k}\Omega$ .
- q. Lihat hasil pengukuran titik *B* dari osiloskop dan multimeter digital, kemudian catat hasilnya pada Tabel 42.2.

- r. Ubah pengaturan Ch. 2 osiloskop untuk pengukuran DC. Tempatkan Ch. 1 pada bagian atas tampilan osiloskop dan Ch. 2 di bawahnya.
- s. Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 42.3.



Grafik 42.3

## VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian penyearah setengah gelombang akan meloloskan sinyal AC sinus setengah gelombang saja.
2. Bila suatu sinyal hasil penyearahan dihubungkan dengan suatu kapasitor, hasilnya akan mendekati tegangan DC murni. Karenanya kapasitor tersebut disebut *kapasitor penghalus (smoothing capacitor)*.
3. Sinyal yang masih terkandung pada tegangan DC yang telah dihaluskan dinamakan tegangan *riak* tegangan DC.
4. Antara tegangan AC hasil pengukuran dengan osiloskop dan dengan multimeter terdapat hubungan. Hubungan itu ialah:  $(\text{nilai pengukuran osiloskop}) = (\text{nilai pengukuran multimeter}) \times \sqrt{2}$ . Nilai tegangan hasil pengukuran multimeter disebut tegangan RMS.
5. Antara tegangan DC hasil pengukuran dengan osiloskop dan dengan multimeter terdapat hubungan. Hubungan itu ialah:  $(\text{nilai pengukuran osiloskop}) = (\text{nilai pengukuran multimeter}) \times \pi$ . Nilai tegangan hasil pengukuran multimeter disebut tegangan rata-rata.
6. Semakin besar nilai kapasitor, semakin dekat pula tegangan yang dihasilkan dengan tegangan DC murni.
7. Semakin besar beban/arus beban, semakin besar pula tegangan riak pada tegangan DC yang dihasilkan.
8. Tegangan keluaran suatu penyearah dengan penghalus kapasitor sama dengan tegangan puncak tegangan AC-nya.
9. Dari kesimpulan 4 dan 5 dapat ditarik kesimpulan akhir:  
"Semakin besar beban yang dihubungkan pada rangkaian penyearah, nilai kapasitor penghalus harus semakin besar, agar tegangan riaknya cukup kecil untuk mempengaruhi kerja beban tersebut".

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami prinsip kerja penyearahan gelombang penuh.
2. Memahami pengaruh kapasitor penghalus.
3. Membandingkan penyearah gelombang penuh dengan penyearah setengah gelombang.

**II. Pendahuluan**

Pada bagian yang lalu telah dibahas sifat-sifat penyearah setengah gelombang. Dengan menggunakan empat buah dioda yang disusun dengan cara tertentu akan diperoleh penyearah gelombang penuh. Penyearah gelombang penuh ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan penyearah setengah gelombang. Karena itu pada bagian ini akan dibahas sifat-sifat penyearah gelombang penuh dan istilah-istilah yang berhubungan dengannya.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.

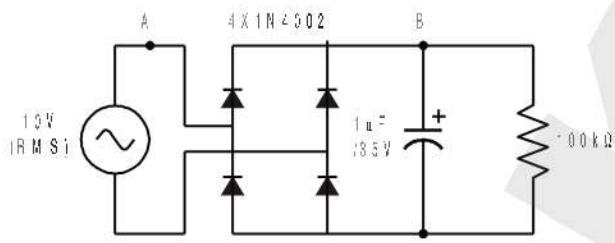
**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Sumber tegangan AC 4 dioda 1N4002 Penghambat 4.7kΩ dan 100kΩ Kapasitor 1μF/35V dan 10μF/35V Inti besi U dan I
Pendukung	:	Multimeter digital Osiloskop

**V. Langkah Kerja****1. Proses Penyearahaan Gelombang**

- t. Siapkan papan *plug-in*, sumber tegangan AC, empat buah dioda 1N4002, penghambat 100kΩ, multimeter digital dan osiloskop.

- u. Dengan keadaan sumber tegangan AC mati, rangkai Gambar 43.1 pada papan *plug-in*.



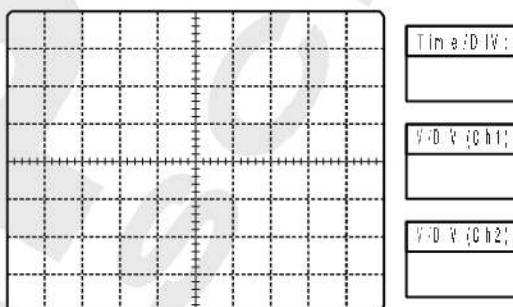
Gambar 43.1

- v. Hidupkan sumber tegangan AC.
- w. Dengan menggunakan multimeter digital yang diatur pada PENGUKURAN AC, ukur tegangan pada titik A, kemudian isikan hasilnya pada Tabel 43.1.

	Hasil pengukuran Multimeter			Hasil pengukuran osiloskop
	Pengukuran $\times \sqrt{2}$	Pengukuran $\times \pi$	Pengukuran	Nilai Puncak
	$V_A$ (Volt)	-		
	$V_B$ (Volt)	-		

Tabel 43.1

- x. Dengan menggunakan multimeter digital yang diatur pada PENGUKURAN DC ukur tegangan di titik B, kemudian isikan hasilnya pada Tabel 1.
- y. Dengan menggunakan osiloskop yang diatur pada pengukuran DC, hubungkan Ch. 1 ke titik A dan Ch. 2 ke titik B. Tempatkan pembacaan Ch. 1 pada bagian atas tampilan osiloskop dan Ch. 2 pada bagian bawah. Sket gambar yang tampak pada Grafik 1 dan isikan hasil pengamatan pada Tabel 43.1.



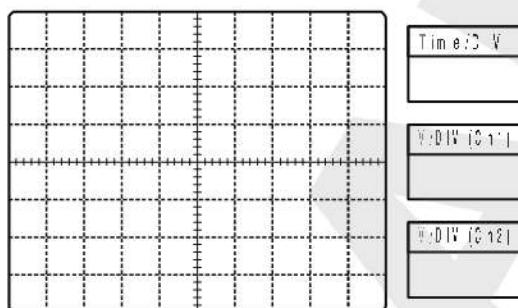
Grafik 43.1

- z. Matikan sumber tegangan AC.
- aa. Lengkapi Tabel 43.1.
- bb. Terlihat dari pengamatan bahwa bagian negatif sinyal AC diubah menjadi positif, sedangkan bagian positif tetap ada.

## 2. Pengaruh Kapasitor Penghalus

- a. Siapkan kapasitor tantalum 1μF/35V, kapasitor elektrolit 10μF/35V, dan penghambat 4.7kΩ.

- b. Dengan masih menggunakan rangkaian seperti Gambar 43.1, tambahkan kapasitor pada bagian rangkaian seperti yang dinyatakan dengan garis putus-putus pada Gambar 43.1.
- c. Hubungkan multimeter yang telah diatur pada pengukuran DC dengan titik B.
- d. Hidupkan sumber tegangan AC dan sket sinyal yang tampak pada osiloskop pada Grafik 43.2.



Grafik 43.2

- e. Lihat hasil pengukuran multimeter dan isikan pada Tabel 43.2.

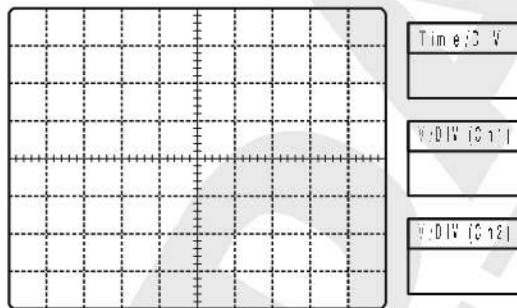
No	Kapasitor ( $\mu\text{F}$ )	Hambatan ( $\Omega$ )	Pengukuran Osiloskop		Pengukuran Multimeter Tegangan rata-rata (DC) (volt)
			$V_r$ puncak-puncak (volt)		
1					
2					
3					
4					

Tabel 43.2

Terlihat pada hasil pengukuran bahwa dengan menggunakan kapasitor hasil penyebaran mendekati sinyal DC. Tampak masih terdapat sisa-sisa gelombang pada titik B. Sinyal ini disebut *riak (ripple)* dan dinyatakan besarnya oleh tegangan riak ( $V_r$ ). Untuk mengukur besarnya tegangan riak tersebut maka dilakukan prosedur percobaan berikut.

- f. Atur pengukuran untuk Ch. 2 osiloskop pada pembacaan AC.
- g. Ukur tegangan puncak ke puncak riak titik B dan isikan hasilnya pada Tabel 43.2.
- h. Matikan sumber tegangan AC.
- i. Tukar kapasitor  $1\mu\text{F}/35\text{V}$  dengan kapasitor  $10\mu\text{F}/35\text{V}$ .
- j. Lihat hasil pengukuran titik B osiloskop dan multimeter digital, kemudian catat hasilnya pada Tabel 43.2.
- k. Matikan sumber tegangan AC.
- l. Tukar penghambat  $100\text{k}\Omega$  dengan penghambat  $4.7\text{k}\Omega$ .

- m. Lihat hasil pengukuran titik *B* pada osiloskop dan multimeter digital, kemudian catat hasilnya pada Tabel 43.2.
- n. Matikan sumber tegangan AC.
- o. Lepaskan penghambat  $4.7\text{k}\Omega$ .
- p. Lihat hasil pengukuran titik *B* pada osiloskop dan multimeter digital, kemudian catat hasilnya pada Tabel 43.2.
- q. Ubah pengaturan Ch. 2 osiloskop menjadi pengukuran DC. Tempatkan Ch. 1 pada bagian atas tampilan osiloskop dan Ch. 2 di bawahnya.
- r. Sket gambar yang tampak pada osiloskop pada Grafik 43.3.



Grafik 43.3

## VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian penyearah meloloskan sinyal AC sinus seluruhnya dengan bagian negatifnya diubah menjadi positif.
2. Bila suatu sinyal hasil penyearahan dihubungkan dengan suatu kapasitor, hasilnya akan mendekati tegangan DC murni. Karenanya kapasitor itu disebut kapasitor penghalus (smoothing capacitor).
3. Sinyal yang masih terkandung pada tegangan DC yang telah dihaluskan dinamakan tegangan riak (ripple) tegangan DC tersebut.
4. Antara tegangan AC hasil pengukuran dengan osiloskop dan dengan multimeter terdapat hubungan. Hubungan itu ialah:  $(\text{nilai pengukuran osiloskop}) = (\text{nilai pengukuran multimeter}) \times \sqrt{2}$ . Nilai tegangan hasil pengukuran multimeter disebut tegangan RMS.
5. Antara tegangan DC hasil pengukuran dengan osiloskop dan dengan multimeter terdapat hubungan. Hubungan itu ialah:  $(\text{nilai pengukuran osiloskop}) = (\text{nilai pengukuran multimeter}) \times \pi/2$ . Nilai tegangan hasil pengukuran multimeter disebut tegangan rata-rata.
6. Semakin besar nilai kapasitor semakin mendekati pula tegangan DC yang dihasilkan dengan tegangan DC murni.
7. Semakin besar beban/arus beban, semakin besar pula tegangan riak pada tegangan DC-nya.
8. Tegangan keluaran suatu penyearah dengan penghalus kapasitor sama dengan tegangan puncak AC-nya.
9. Dari kesimpulan 4 dan 5 dapat ditarik kesimpulan akhir:

"Semakin besar beban yang dihubungkan pada rangkaian penyearah, nilai kapasitor penghalus harus semakin besar, agar tegangan riak-nya cukup kecil untuk mempengaruhi kerja beban tersebut".

10. Bila hasil yang didapat pada penyearah gelombang penuh dibandingkan dengan hasil yang didapat pada penyearah setengah gelombang, dapat dilihat bahwa:
11. Frekuensi tegangan ripple penyearah gelombang penuh dua kali frekuensi tegangan ripple penyearah setengah gelombang.
12. Tegangan riak yang dihasilkan pada penyearah gelombang penuh, dengan beban dan nilai kapasitor yang sama, lebih kecil daripada riak pada penyearah gelombang setengah gelombang.
13. Tegangan keluaran tanpa kapasitor pada penyearah setengah gelombang memiliki bagian yang bernilai nol selama setengah perioda sinyal AC, tetapi pada penyearah gelombang penuh bagian bernilai nol ini tidak ada. Ini berarti bahwa penyearah gelombang penuh memberikan daya yang lebih besar pada beban, bila konfigurasi beban dan kapasitor yang sama.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat:

1. Memahami pengaturan sudut pemicuan SCR pada sinyal sinus.
2. Mengendalikan daya terhadap suatu beban dengan mengatur sudut pemicuan pada fasa setengah gelombang AC.

**II. Pendahuluan**

Dalam beberapa aplikasi rangkaian bolak-balik diperlukan suatu pengendali agar daya yang tersalurkan dapat diatur, sehingga penggunaannya dapat lebih efektif.

Untuk maksud tersebut di atas, SCR dapat digunakan sebagai penyalur daya setengah gelombang

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

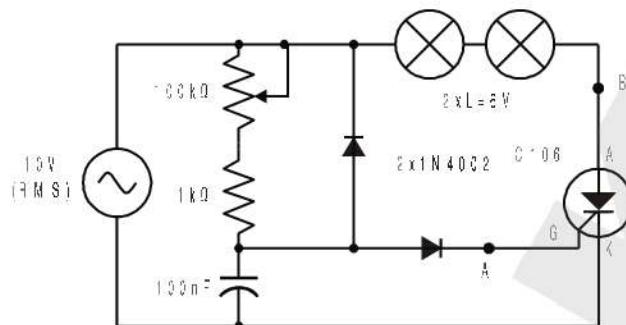
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Penghambat $10k\Omega$ Potensiometer $100k\Omega$ 2 dioda 1N4002 Kapasitor $100nF$ Lampu 12V Sumber tegangan AC
Pendukung	:	Osiloskop

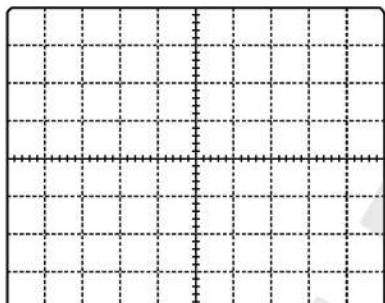
**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, penghambat  $100k\Omega$ , potensiometer  $1k\Omega$ , dua buah dioda 1N4002, kapasitor  $100nF$ , lampu 12V, sumber tegangan AC, dan osiloskop.
2. Dalam keadaan sumber tegangan AC mati, susun rangkaian Gambar 44.1 pada papan *plug-in*.



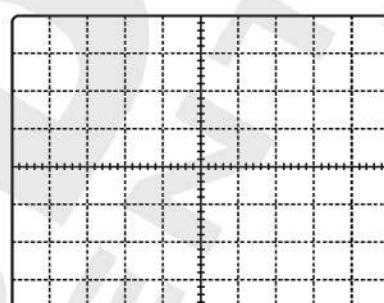
Gambar 44.1

3. Hubungkan Ch. 1 ke titik A dan Ch. 2 ke titik B. Atur Ch. 1 agar tampilannya ada pada bagian atas tampilan osiloskop dan Ch. 2 pada bagian bawah.
4. Hidupkan sumber tegangan AC.
5. Atur pembacaan potensiometer pada pembacaan nol.
6. Sket gambar yang tampak pada Grafik 44.1.



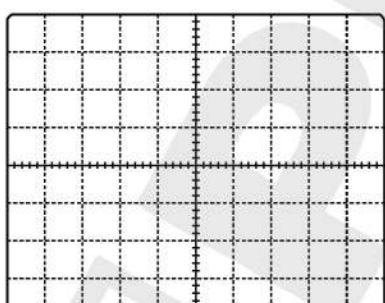
Grafik 44.1

Time/DIV:	
V/D V (Ch 1):	
V/D V (Ch 2):	



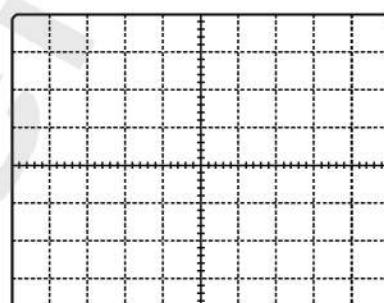
Grafik 44.2

Time/DIV:	
V/D V (Ch 1):	
V/D V (Ch 2):	



Grafik 44.3

Time/DIV:	
V/D V (Ch 1):	
V/D V (Ch 2):	



Grafik 44.4

Time/DIV:	
V/D V (Ch 1):	
V/D V (Ch 2):	

7. Isikan Tabel 44.1.

Tabel 44.1

No	Keadaan potensiometer	Keadaan lampu
1	0	
2	1/4 skala maksimum	
3	1/2 skala maksimum	
4	3/4 skala maksimum	

8. Atur potensiometer pada  $\frac{1}{4}$  skala maksimum, sket gambar yang tampak pada Grafik 44.2
9. Isikan Tabel 44.1.
10. Atur potensiometer pada  $\frac{1}{2}$  skala maksimum, sket gambar yang tampak pada Grafik 44.3.
11. Isikan Tabel 44.1.
12. Atur potensiometer pada  $\frac{3}{4}$  skala maksimum, sket gambar yang tampak pada Grafik 44.4.
13. Isikan Tabel 44.1.

## VI. Kesimpulan

1. Anoda dan katoda menghantar bila pada gerbang (*gate*) terdapat tegangan sesaat yang lebih positif daripada tegangan katoda. Tegangan ini disebut tegangan picu.
2. Waktu pemicuan dapat diatur dengan menggunakan rangkaian RC, dan waktu tersebut diatur oleh nilai konstanta waktunya. Pada rangkaian yang digunakan pada percobaan ini besar konstanta waktu dapat diubah-ubah dengan mengubah nilai  $R$ , yaitu nilai potensiometer.
3. Dengan mengatur waktu pemicuan, daya yang disalurkan pada beban akan dapat diatur. Hal ini tampak dari kenyataan berubahnya kecerahan lampu dengan berubahnya nilai hambatan potensiometer.

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami prinsip dan sifat rangkaian pengganda tegangan.

**II. Pendahuluan**

Kadang kala diperlukan suatu sumber tegangan AC yang memiliki tegangan yang lebih tinggi dari tegangan yang tersedia. Dalam keadaan yang demikian diperlukan suatu pengubah tegangan yang dapat menaikkan tegangan dari tegangan sumber. Salah satu penaik tegangan tersebut diuraikan pada praktikum ini.

Penaik tegangan yang dibahas di sini hanya mampu medua-kalikan (menggandakan) tegangan sumber, walaupun pada dasarnya tegangan yang lebih tinggi dapat dicapai dengan menyerikan rangkaian yang sama, secara bertingkat sehingga diperoleh tegangan tinggi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya, bacalah buku bacaan yang dianjurkan.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, anda disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

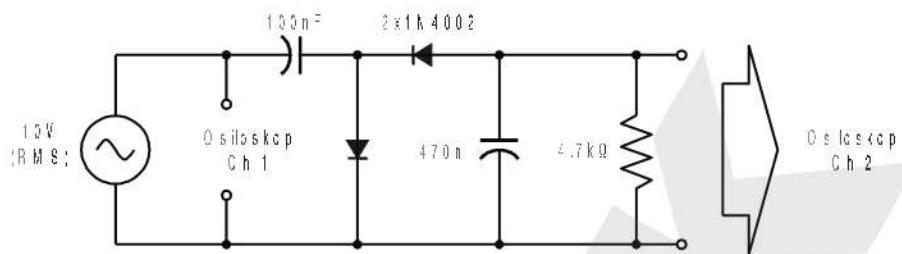
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.

**IV. Peralatan**

- |           |   |   |
|-----------|---|---|
| Utama     | : | Papan <i>plug-in</i><br>Sumber tegangan AC<br>Penghambat $4.7\text{k}\Omega$<br>Kapasitor $100\text{nF}$ dan $470\text{nF}$<br>2 dioda 1N4002 |
| Pendukung | : | Generator sinyal, 1 osiloskop   |

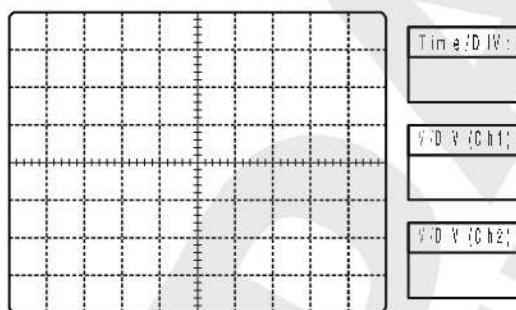
**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, sumber tegangan AC, kapasitor  $100\text{nF}$  dan  $470\text{nF}$ , dua buah dioda 1N4002, dan osiloskop.
2. Dalam keadaan sumber tegangan AC mati, susunlah rangkaian seperti Gambar 45.1 pada papan *plug-in*.
3. Tempatkan Ch. 1 pada bagian atas tampilan osiloskop dan Ch. 2 pada bagian bawah.



Gambar 45.1

4. Hidupkan sumber tegangan AC.
5. Sket sinyal yang tampak pada osiloskop pada Grafik 45.1.



Grafik 45.1

## VI. Kesimpulan

1. Suatu penyearah yang dimodifikasi sedemikian hingga hanya dengan menambahkan kapasitor dapat menaikkan tegangan dari tegangan sumbernya.
2. Rangkaian tersebut hanya untuk menaikkan tegangan AC.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat dasar sumber listrik.

## II. Pendahuluan

Sumber listrik pada rangkaian elektronika dapat dikategorikan dalam dua kelompok besar, yaitu sumber listrik arus dan sumber listrik tegangan.

Secara umum yang banyak dipergunakan dalam dunia elektronika adalah sumber listrik tegangan. Biasanya, bila dipakai sumber listrik arus, maka penganalisaannya dalam bentuk tegangan. Akan tetapi terkadang memudahkan analisa bila sumber listrik arus tersebut benar-benar dianggap sumber arus. Dengan alasan demikian maka untuk mengetahui aplikasi sumber tegangan dan aplikasi sumber arus, maka sebaiknya sifat-sifat kedua sumber tersebut diketahui secara pasti.

## III. Buku Bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

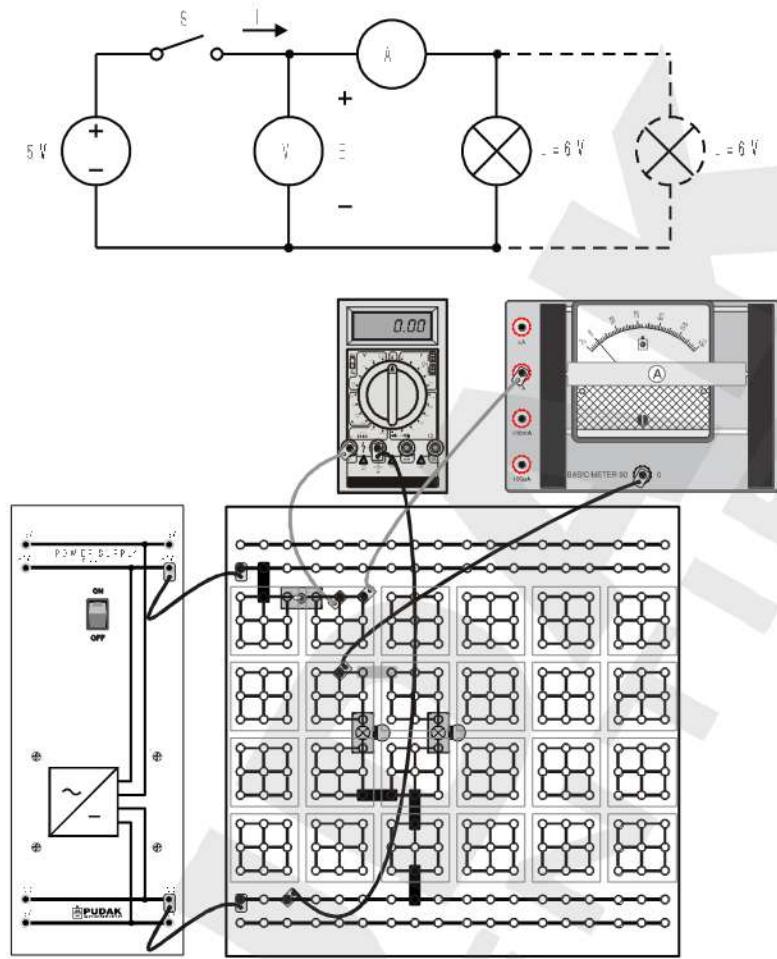
1. Hayt, W.H. dan J.E. Kemmerly, "*Rangkaian Listrik*", Erlangga, Jakarta, 1991.
2. Scott, D.E. ,"*An Introduction to Circuit Analysis, A system Approach*", McGraw-Hill Company, Singapore, 1987.

## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu-daya tegangan utama Lampu 6V Meter dasar ( <i>basic meter</i> )
Pendukung	:	Catu-daya tegangan variabel Sumber arus Multimeter digital

## V. Langkah Kerja

1. Sumber Tegangan Pada Rangkaian Elektronika
  - s. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, multimeter digital, meter dasar, dan lampu 6V dua buah.
  - t. Hubungkan keseluruhannya sesuai dengan rangkaian pada Gambar 1. Untuk ampermeter gunakan multimeter digital.



Gambar 46.1

	$E$ (volt)	$I$ (Ampere)
satu lampu		
dua lampu		

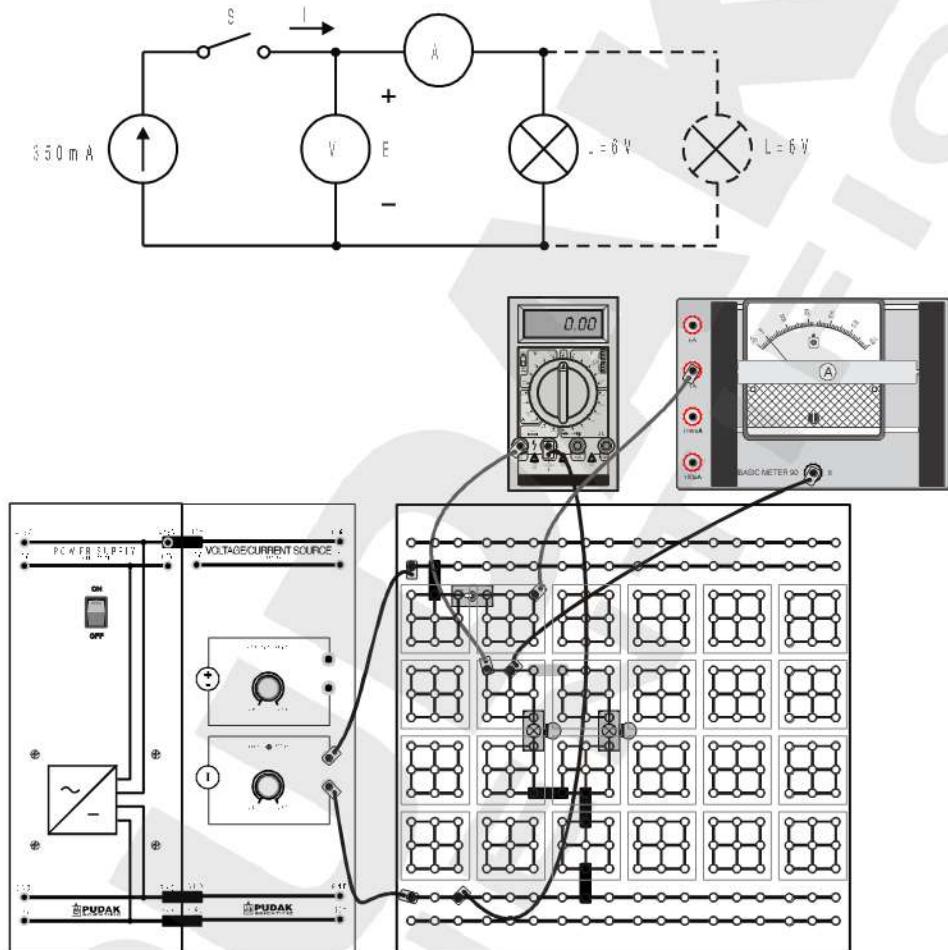
Tabel 46.1

- u. Tutup saklar. Catat nilai pengukuran voltmeter dan amperemeter pada Tabel 46.1.
- v. Buka saklar. Setelah itu tambahkan lampu seperti gambar yang bergaris putus-putus pada rangkaian Gambar 46.1.
- w. Kembali tutup saklar dan catat nilai pengukuran voltmeter dan amperemeter lalu isi Tabel 46.1.
- x. Percobaan ini menunjukkan bahwa untuk sumber tegangan, besar tegangan tidak dipengaruhi oleh beban, tetapi besar arusnya dipengaruhi oleh beban.

## 2. Sumber Arus Pada Rangkaian Elektronika

- a. Siapkan papan plug-in, catu-daya arus variabel, multimeter digital, meter dasar, dan lampu 6V.

- b. Hubungkan keseluruhannya sesuai dengan Gambar 46.2. Untuk amperemeter gunakan multimeter digital.



Gambar 46.2

	$E$ (volt)	$I$ (ampere)
satu lampu		
dua lampu		

Tabel 46.2

- c. Tutup saklar. Catat nilai pengukuran voltmeter dan amperemeter pada Tabel 46.2. Buka saklar.
- d. Setelah itu tambahkan lampu seperti garis putus-putus pada rangkaian Gambar 46.2. Kembali tutup saklar dan catat nilai pengukuran voltmeter dan amperemeter dengan melengkapi Tabel 46.2.
- e. Percobaan ini menunjukkan bahwa untuk sumber arus, besar arus tidak dipengaruhi oleh beban, tetapi besar tegangan dipengaruhi oleh beban.

## **VI. Kesimpulan**

1. Sifat dasar sumber tegangan ialah, bila dibebani, nilai tegangannya tidak berubah, tetapi arusnya berubah (ideal). Dengan kata lain, sesuai dengan hukum Ohm, bila pada suatu beban yang berubah-ubah diinginkan tegangannya tidak berubah, maka arus harus berubah-ubah mengikuti perubahan beban tersebut.
2. Sifat dasar sumber arus ialah, bila dibebani, nilai arusnya tidak berubah, tetapi tegangannya berubah (ideal). Dengan kata lain, sesuai dengan hukum Ohm, bila pada suatu beban yang berubah-ubah diinginkan arusnya tidak berubah, maka tegangan harus berubah-ubah mengikuti perubahan beban tersebut.

## I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menggunakan FET menjadi sebuah sumber arus.

## II. Pendahuluan

Terkadang untuk suatu tujuan tertentu diperlukan suatu sumber arus. Untuk keperluan tersebut komponen semikonduktor FET dapat digunakan sebagai komponen aktifnya. Untuk itu dalam percobaan ini akan dibahas sifat sumber arus yang menggunakan FET .

## III. Buku bacaan

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

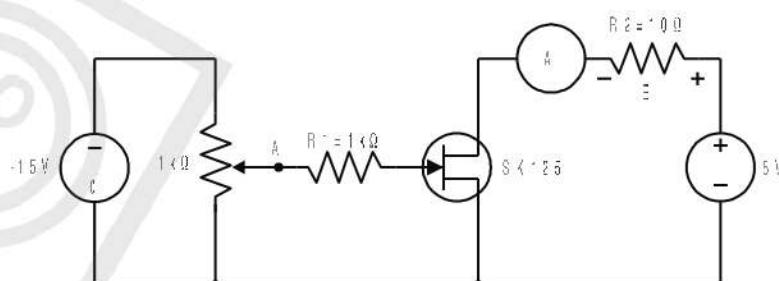
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "Electronic Devices and Circuit Theory", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "Integrated Electronics", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.

## IV. Peralatan

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu-daya tegangan utama Penghambat $1\text{k}\Omega$ , dan $10\Omega$ Potensiometer $1\text{k}\Omega$ FET SK-125 Meter dasar
Pendukung	:	Multimeter digital

## V. Langkah kerja

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, penghambat  $1\text{k}\Omega$ ,  $10\Omega$ , dan  $1\Omega$ , potensiometer  $1\text{k}\Omega$ , multimeter digital, meter dasar, dan FET SK 125.
2. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama mati, susunlah pada papan *plug-in* rangkaian seperti Gambar 47.1 .



Gambar 47.1

3. Gunakan meter dasar sebagai amperemeter.

- Ukur tegangan titik A dan tegangan E dengan menggunakan multimeter digital.
- Kemudian isi Tabel 47.1.

No	$V_{GS}$ (volt)	$R_2 = 10 \Omega$		$R_2 = 1 \Omega$	
		$I_D$ (miliamp.)	$E$ (volt)	$I_D$ (miliamp.)	$E$ (volt)
1	-15				
2	-3				
3	-2				
4	-1				
5	0				

Tabel 47.1

- Matikan catu-daya tegangan utama.
- Ubah nilai penghambat  $R_2$  menjadi  $1\Omega$ .
- Kembali isi Tabel 47.1.

## VI. Kesimpulan

- FET dapat menjadi sumber arus yang terkendali dengan mengatur tegangan antara gerbang dan sumber (*source*).

**I. Tujuan**

Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat menggunakan transistor bipolar menjadi sebuah sumber arus.

**II. Pendahuluan**

Selain FET dapat menjadi sumber arus, transistor bipolar juga dapat menjadi sumber arus. Konfigurasi transistor yang berfungsi sebagai sumber arus yang terkenal adalah cermin arus.

Percobaan berikut akan membahas sumber arus dengan menggunakan transistor bipolar dengan menggunakan konfigurasi cermin arus tersebut.

**III. Buku Bacaan**

Untuk membantu dan menambah pengetahuan tentang materi pada percobaan ini, pemakai disarankan membaca buku-buku yang berikut ini:

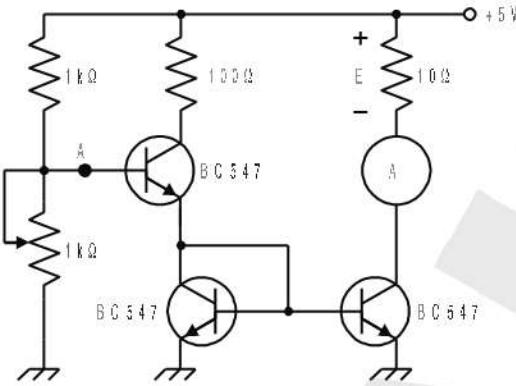
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.

**IV. Peralatan**

Utama	:	Papan <i>plug-in</i> Catu-daya tegangan utama Penghambat $1k\Omega$ , $100\Omega$ , dan $10\Omega$ Potensiometer $1k\Omega$ 3 transistor BC547 Meter dasar
Pendukung	:	Multimeter digital

**V. Langkah Kerja**

1. Siapkan papan *plug-in*, catu-daya tegangan utama, penghambat  $10k\Omega$ ,  $100\Omega$ ,  $10\Omega$ , dan  $1\Omega$ , potensiometer  $1k\Omega$ , multimeter digital, meter dasar, dan 3 buah transistor BC547.
2. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama mati, susunlah pada papan *plug-in* rangkaian sesuai dengan Gambar 48.1.



Gambar 48.1

3. Gunakan meter dasar sebagai amperemeter.
4. Ukur tegangan titik A dan tegangan E dengan menggunakan multimeter digital.
5. Kemudian isi Tabel 48.1.

NO	$V_{GS}$ (volt)	$R_2=10\Omega$		$R_2=1\Omega$	
		$I_D$ (mA)	$E$ (V)	$I_D$ (mA)	$E$ (V)
1	0				
2	1.0				
3	1.1				
4	1.2				
5	1.3				

Tabel 48.1

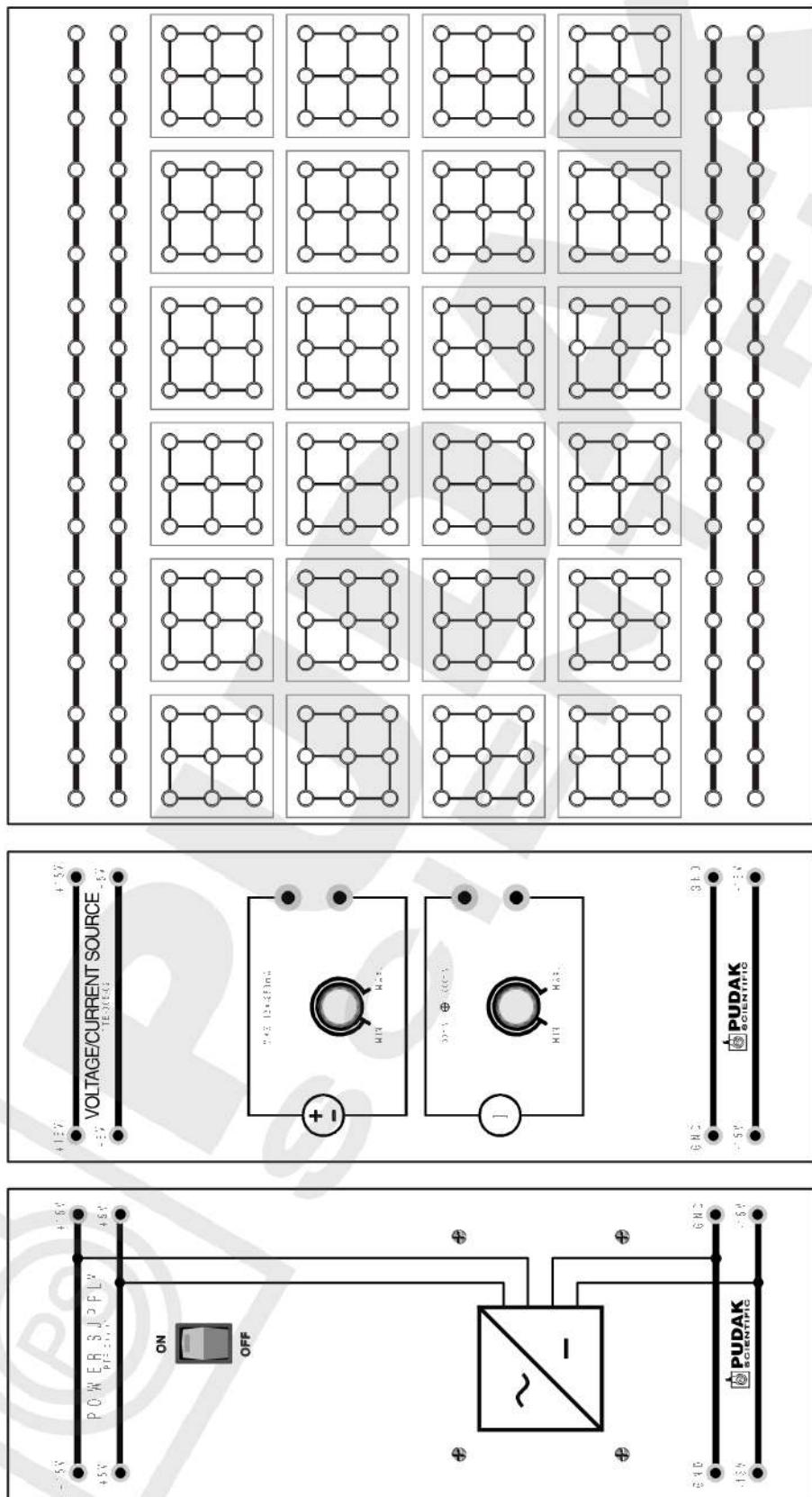
6. Matikan catu-daya tegangan utama.
7. Ubah nilai penghambat  $R_2$  menjadi  $1 \Omega$ .
8. Kembali isi Tabel 48.1.

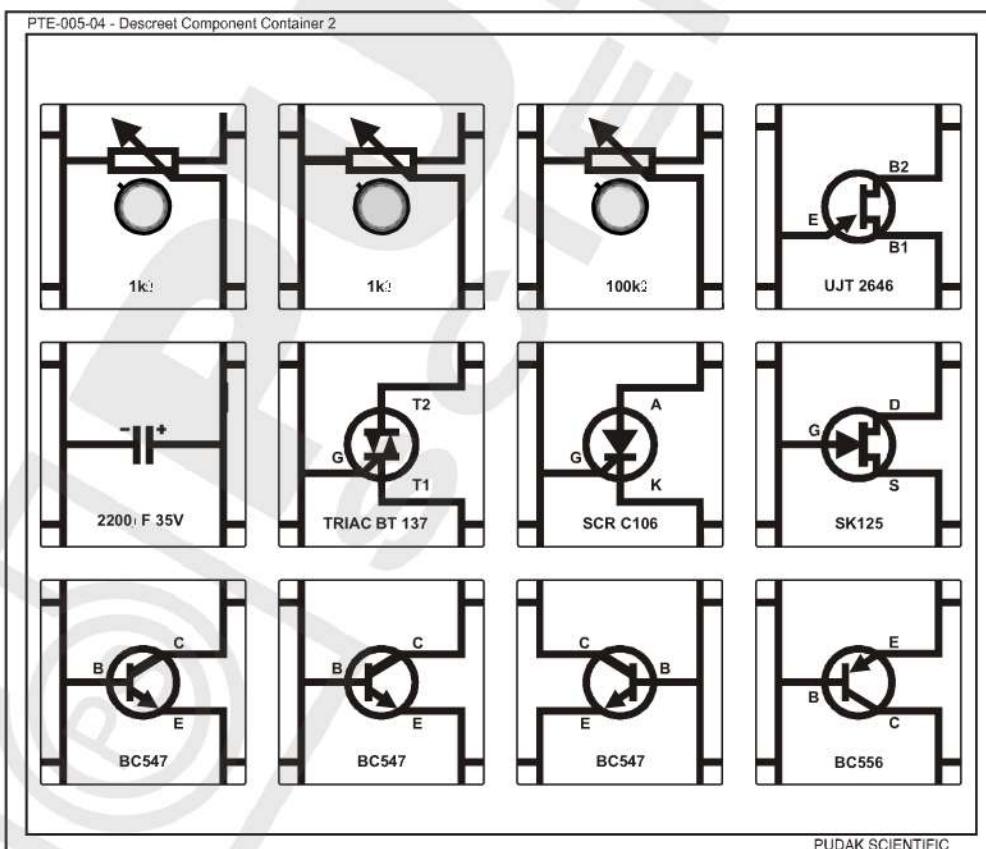
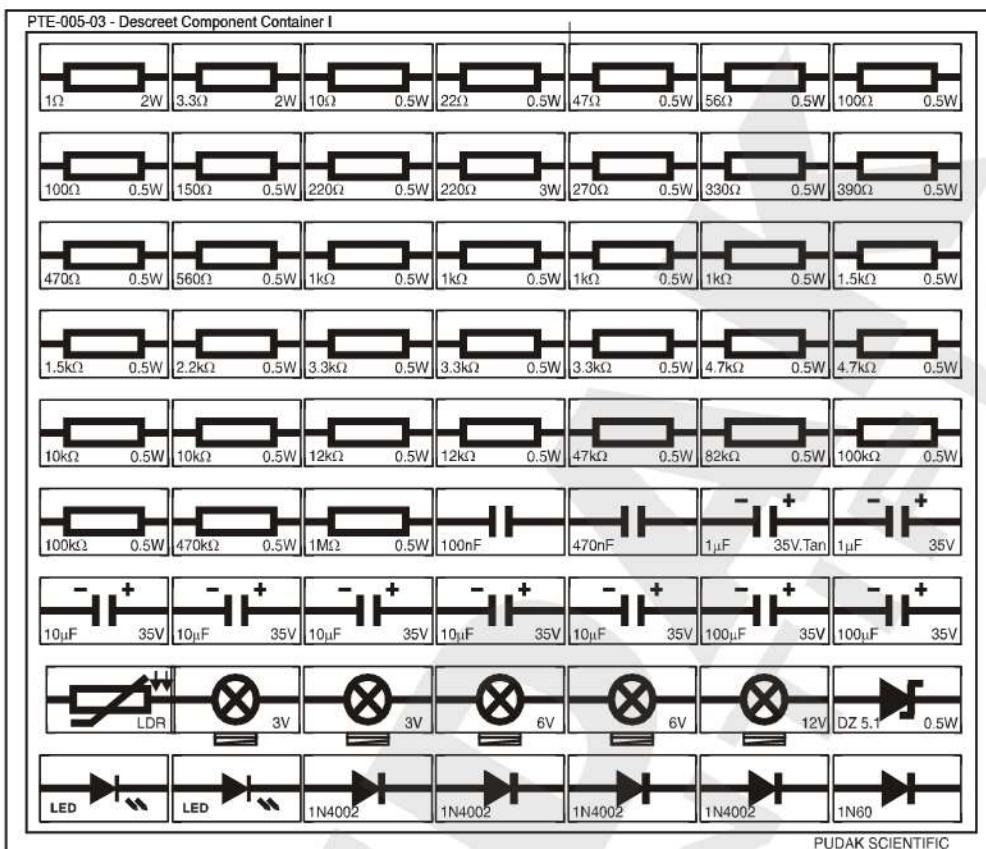
## VI. Kesimpulan

Transistor dapat menjadi sumber arus yang terkendali dengan menggunakan konfigurasi cermin arus.

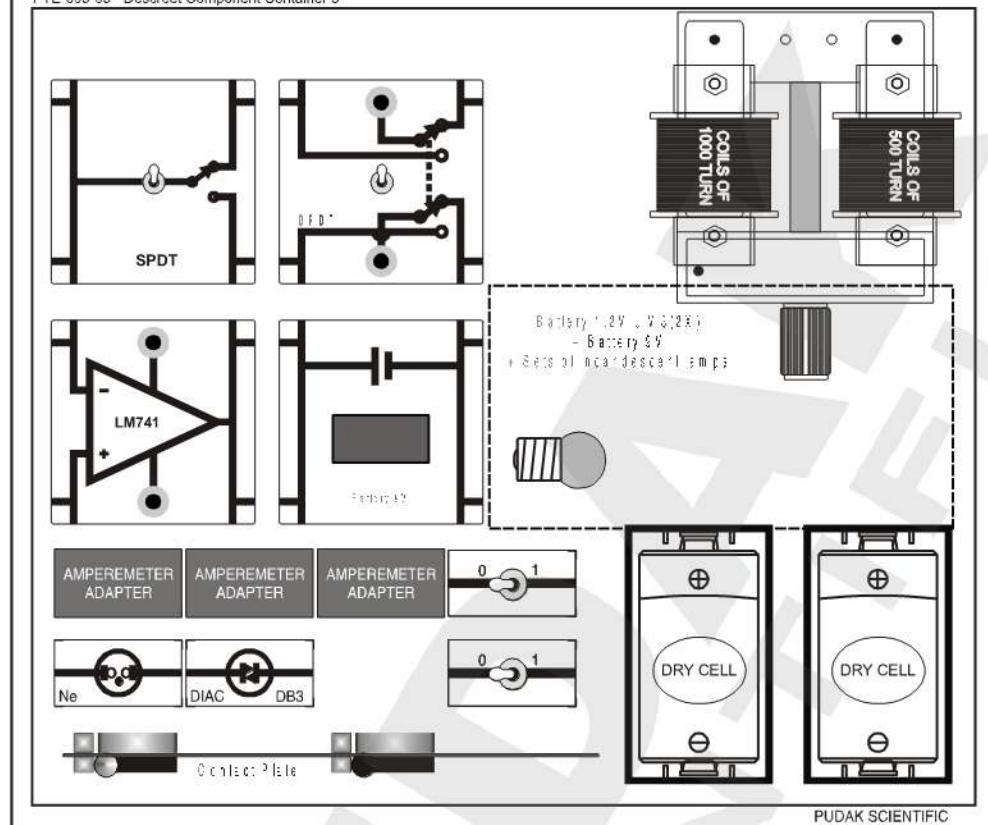
## IV. LAMPIRAN

### A. Gambar Peralatan



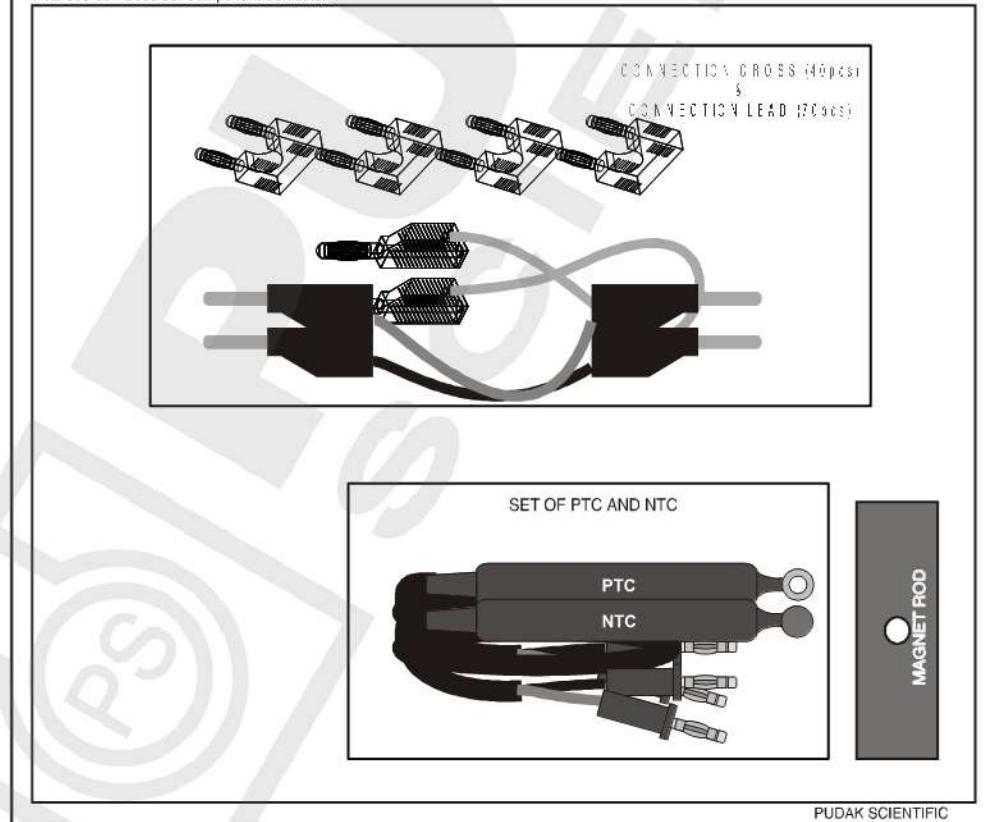


PTE-005-05 - Descret Component Container 3



PUDAK SCIENTIFIC

PTE-005-06 - Descret Component Container 4



PUDAK SCIENTIFIC

## B. Cara Merakit Rak Panel

1. Keluarkan semua perangkat ASSEMBLY RACK, yang terdiri atas:
  - 2 buah kaki panjang (a);
  - 2 buah penopang pendek (b);
  - 3 batang alumunium (c);
  - 6 buah baut kuningan (d);
  - 6 buah baut kepala kunci "L" (e);
  - 4 buah baut kepala obeng "+" (f).
  - 6 buah penutup plastik (g).
2. Pasangkan kaki panjang dan kaki pendek, kemudian ikatkan dengan menggunakan baut berkepala obeng "+", masing-masing 2 buah (lihat gambar inset 2). Kencangkan ikatan masing-masing baut.
3. Masukkan baut kuningan pada lubang berulir pada batang alumunium masing-masing dua buah (kiri dan kanan). Perhatikan gambar inset 1, posisi celah yang lebih dalam (X) pada batang alumunium dipasang menghadap ke bawah.
4. Setelah baut kuningan terpasang semua, satukan batang-batang alumunium ini dengan kaki besi dengan memasukkan ujung baut kuningan ke lubang yang sudah tersedia pada kaki besi, ikatlah penyangga ini dengan baut kepala kunci "L", jangan langsung dikencangkan. Pasanglah semua batang alumunium pada sebelah kaki terlebih dahulu.
5. Pasangkan kaki besi yang lain pada sisi yang lain batang-batang alumunium, kemudian pasangkan juga baut pengikatnya.
6. Setelah semua batang alumunium terpasang dan terikat dengan baik, barulah kencangkan ikatan baut pengikat ini dengan menggunakan kunci "L".
7. Tutuplah lubang baut dengan penutup plastik (g).

