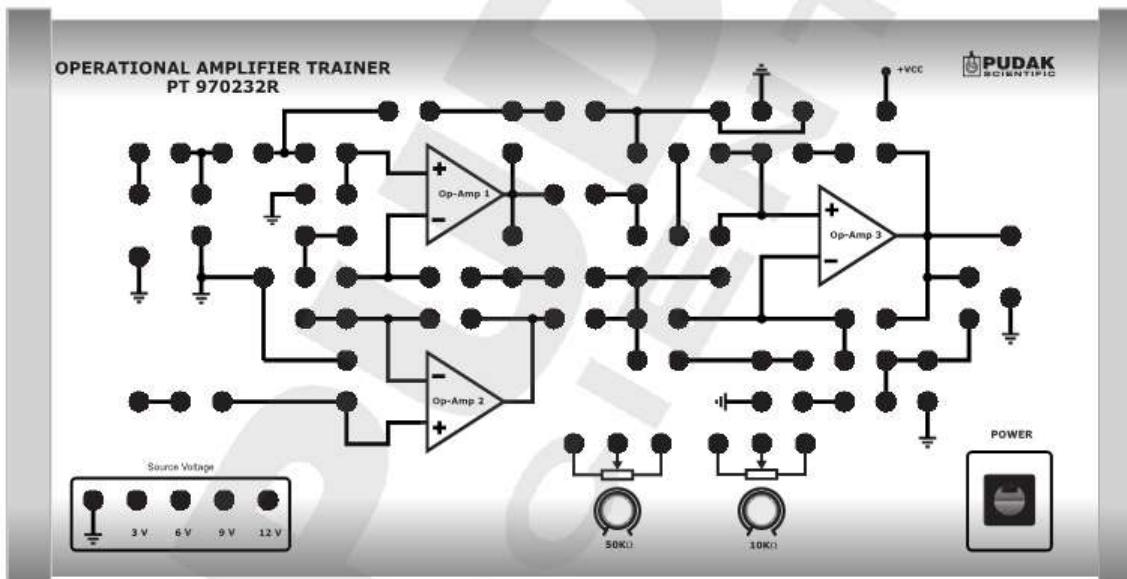


PETUNJUK PERCOBAAN

OPERATIONAL AMPLIFIER TRAINER PT970232R



Jl. PUDAK No. 4 Bandung 40113, Jawa Barat-INDONESIA - Phone. +62-22-727 2755 (Hunting)
Fax. +62-22-720 7252 - E-mail: contact@pudak.com - Website: www.pudak.com

Kata Pengantar

Pesawat latih *Operational Amplifier* dipersiapkan untuk praktek dasar elektronika. Pesawat latih ini dirancang dalam bentuk *desktop* dan komponen lain dalam bentuk *Box Section* 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 menyertai peralatan.

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

Pudak Scientific



Daftar Isi

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	iii
I Pendahuluan	1
II Percobaan-percobaan	
EE07001 Penguat Op-Amp Tak Membalik.....	3
EE07002 Penguat Op-Amp Membalik.....	11
EE07003 Pengikut Tegangan.....	18
EE07004 Penjumlah Tegangan	22
EE07005 Pengurang Tegangan	25
EE07006 Penguat instrumentasi	28
EE07007 Integrator dan Diferensiator.....	32
EE07008 Penguat Logaritmis dan Anti Logaritmis.....	38
EE07009 Schmitt Trigger	43
EE07010 Komparator	48
EE07011 Pendektsian Puncak, Clipper dan Clamper.....	58
EE07012 Penyearah Aktif.....	67
EE07013 Filter	72
EE07014 Osilator Jembatan Wien	84
EE07015 Osilator Phase Shift	88
EE07016 Osilator Gelombang Persegi	91
EE07017 Sumber Tegangan dan Arus	95



I. Pendahuluan

Pada buku petunjuk percobaan ini disajikan langkah-langkah penggunaan perangkat latih Operational Amplifier Trainer secara sistematis dan jelas dalam melaksanakan percobaan yang meliputi:

- EE07001 Penguat Op-Amp Tak Membalik
- EE07002 Penguat Op-Amp Membalik
- EE07003 Pengikut Tegangan
- EE07004 Penjumlah Tegangan
- EE07005 Pengurang Tegangan
- EE07006 Penguat instrumentasi
- EE07007 Integrator dan Diferensiator
- EE07008 Penguat Logaritmik dan Anti Logaritmik
- EE07009 Komparator
- EE07010 Schmitt Trigger
- EE07011 Peak detektor, Clipper dan Clamper
- EE07012 Penyearah Aktifi
- EE07013 Filter
- EE07014 Osilator Jembatan Wien
- EE07015 Osilator Phase Shift
- EE07016 Osilator Gelombang Persegi
- EE07017 Sumber Tegangan dan Arus

Setiap nomor percobaan terdiri atas beberapa komponen yang telah disusun sedemikian rupa sehingga mempermudah pemakai untuk melakukan persiapan, proses, dan mengambil suatu pengertian.

Komponen-komponen yang dimaksud terdiri dari :

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

Terdiri atas dua jenis yaitu

Utama : yang berarti peralatan tersebut adalah kelengkapan yang menyertai pesawat latih.

Pendukung : yang berarti peralatan tersebut sebagai penunjang dalam praktik namun tidak menyertai pesawat latih (tambahan yang harus disiapkan sendiri).

Kedua jenis peralatan tersebut merupakan kelengkapan yang harus disiapkan untuk melaksanakan suatu kegiatan percobaan.

5. Langkah Kerja

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

6. Tugas

Memberikan suatu gambaran tentang hasil praktik yang telah dilakukan sekaligus merupakan kontrol apakah percobaan yang dilakukan sudah dimengerti atau tidak.

Di samping hal-hal di atas, buku ini juga menyertakan gambar rangkaian masing-masing modul yang menyertai pesawat latih. Hal ini berguna untuk membantu pemakai dalam mempelajari komunikasi sistem digital lebih teknis serta berguna dalam hal perbaikan bila terjadi kerusakan pada pesawat latih *Operational Amplifier Trainer* ini.

I. Tujuan

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

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/resistansi masukan yang tak hingga.
4. Memiliki impedansi/resistansi keluaran sama dengan nol.
5. Arus pada kedua masukan sama dengan nol.

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

Pada bagian ini akan dibahas rangkaian aplikasi dasar, yaitu penguat tak membalik. Perkataan tak membalik di sini berarti bahwa penguat tersebut tidak membalikkan fasa sinyal masukan.

Op-Amp secara fisik merupakan suatu rangkaian terintegrasi yang dipadatkan pada suatu *chip* (serpih).

III. Buku Bacaan

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

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

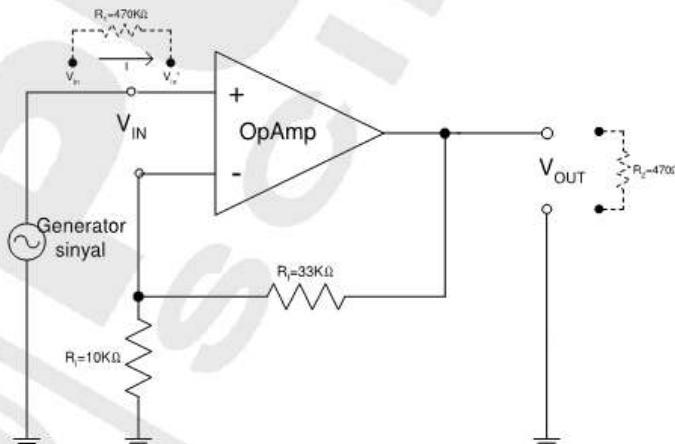
Utama : Op-Amp Trainer
1 Penghambat 470Ω ,
1 Penghambat $10K\Omega$,
1 Penghambat $33K\Omega$,
1 Penghambat $100K\Omega$
1 Penghambat $470k\Omega$
1 Jembatan Penghubung

Pendukung : Generator sinyal
Osiloskop

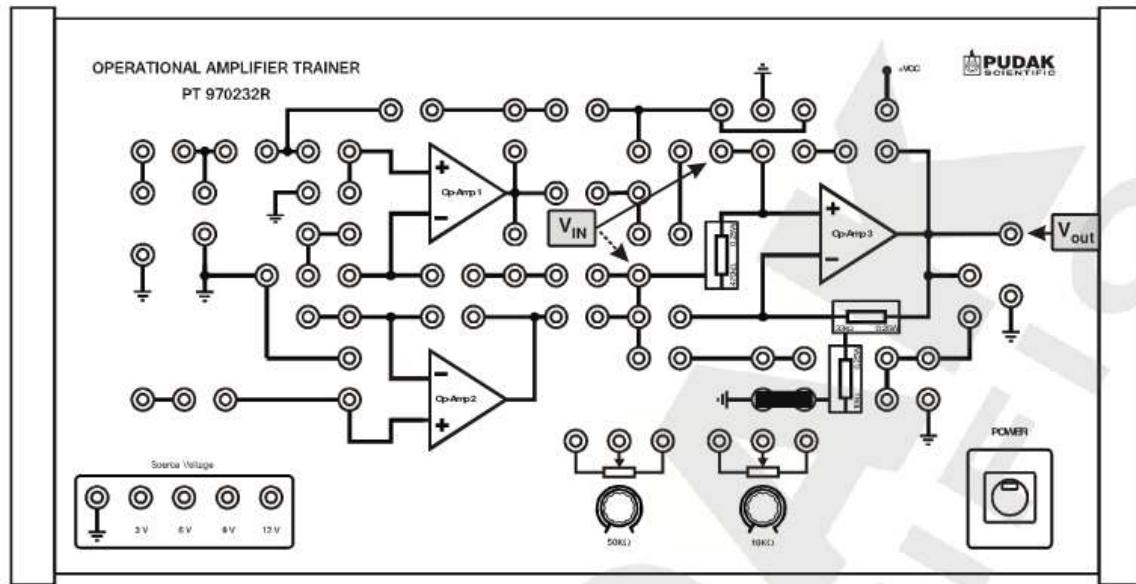
V. Langkah Kerja

1. Penguatan Penguat Tak Membalik

- Siapkan papan percobaan penguat operasional, penghambat 470Ω , $10K\Omega$, $33K\Omega$, $100K\Omega$, dan $470k\Omega$, generator sinyal, dan osiloskop.
- Dalam keadaan catu daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1



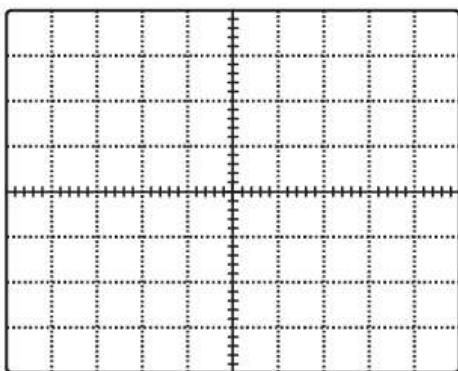
Gambar 1.2

- Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT} .
- Hidupkan generator fungsi, atur frekuensi sebesar 1kHz dan tegangan 500mVpp.
- Hidupkan osiloskop dan kalibrasi terlebih dahulu osiloskop tersebut.
- Dengan menggunakan osiloskop itu, amati dan ukur besar V_{IN} dan V_{OUT} , lalu isi dan lengkapi Tabel 1.1.

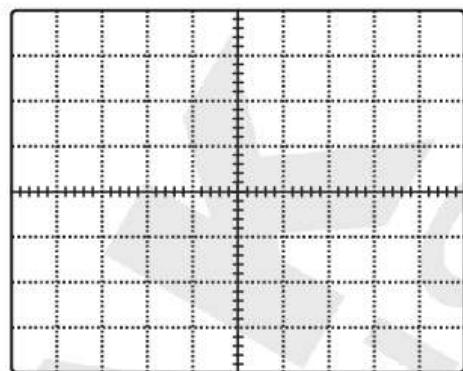
Tabel 1.1

V_{IN} (V _{PP})	V_{OUT} (V _{PP})		A_V		$\frac{R_f}{R_i} + 1$	
	$R_f=33k\Omega$	$R_f=100k\Omega$	$R_f=33k\Omega$	$R_f=100k\Omega$	$R_f=33k\Omega$	$R_f=100k\Omega$
0,5						
1						
1,5						
2						
2,5						

- Gambarkan bentuk gelombang V_{IN} pada Grafik 1.1 (kanal 1) dan V_{OUT} pada Grafik 1.2 (kanal 2), untuk setiap perubahan V_{IN} .
- Bandingkan fasa antara V_{IN} dan V_{OUT} .

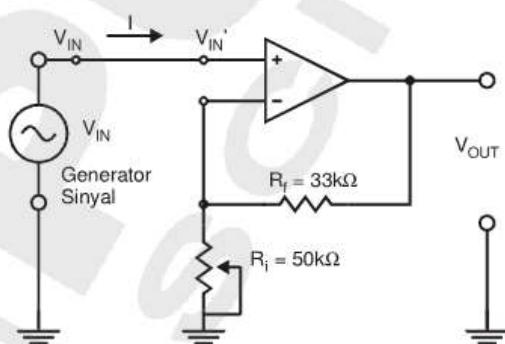


Grafik 1.1 (kanal 1)

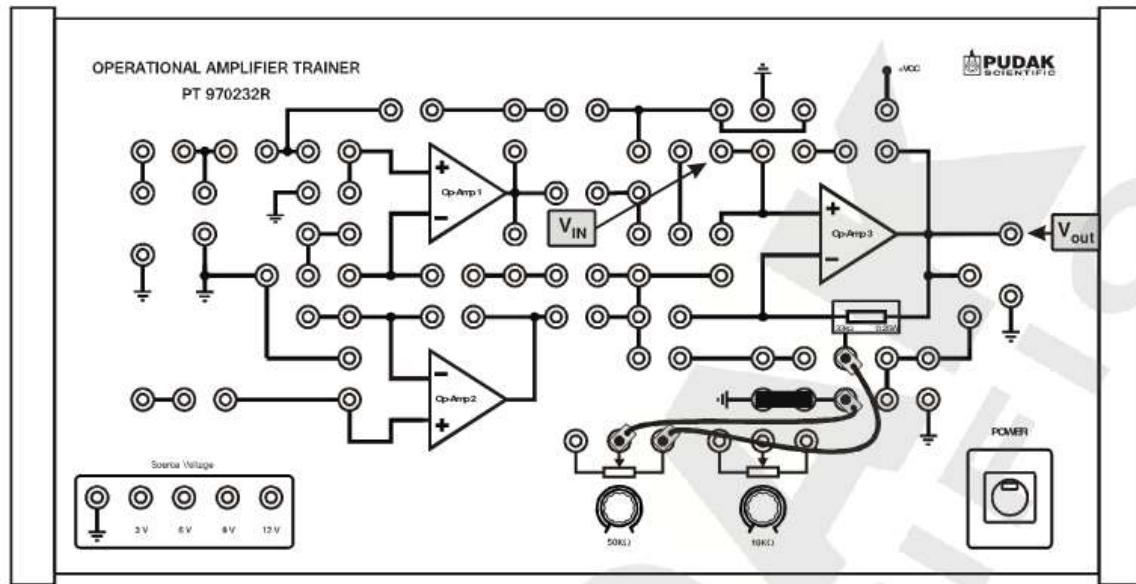


Grafik 1.2 (kanal 2)

- i. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- j. Ganti $R_f = 33\text{k}\Omega$ dengan $R_f = 100\text{k}\Omega$.
- k. Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT} .
- l. Dengan menggunakan osiloskop itu, amati dan ukur besar V_{IN} dan V_{OUT} , lalu isi dan lengkapi Tabel 1.1.
- m. Gambarkan bentuk gelombang V_{IN} pada Grafik 1.1 (kanal 1) dan V_{OUT} pada Grafik 1.2 (kanal 2), untuk setiap perubahan V_{IN} .
- n. Matikan catu daya dan generator fungsi.
- o. Ganti R_1 dengan penghambat variabel $50\text{k}\Omega$ yang tersedia pada papan percobaan, sehingga seperti pada gambar 1.3.



Gambar 1.3

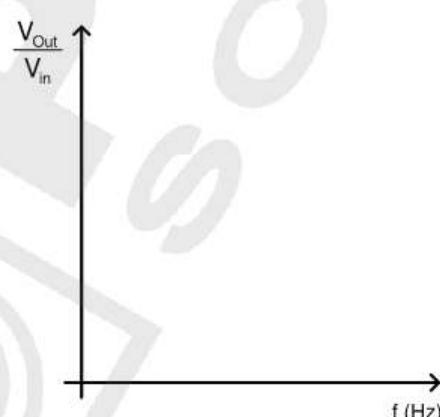


Gambar 1.4

- p. Hubungkan input dengan generator fungsi dan atur sehingga menghasilkan tegangan sebesar 500mV.
 - q. Atur potensiometer pada posisi maksimum sehingga nilai penghambat sebesar $50\text{k}\Omega$, nilai penghambat ini dapat diukur menggunakan ohmmeter.
 - r. Putar perlahan potensiometer ke arah minimum, perhatikan tegangan output pada osiloskop pada setiap perubahan potensiometer.
 - s. Carilah nilai hambatan potensiometer saat tegangan output tidak dapat bertambah.
 - t. Jelaskan mengapa ketika penguatan lebih dari 30 kali tegangan output tidak dapat bertambah!.
2. Pengaruh Frekuensi Terhadap Penguatan
- a. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 1.1, dengan $R_i = 470\Omega$ dan $R_f = 100\text{K}\Omega$.
 - b. Nyalakan catu daya dan generator fungsi, atur generator fungsi sehingga menghasilkan tegangan sebesar 50mV dan frekuensi 50Hz.
 - c. Ukur tegangan output pada setiap percobaan.
 - d. Isikan dan lengkapi tabel 1.2.

Tabel 1.2

frek. (Hz)	Ri = 470Ω		Ri = 1kΩ		Ri = 10kΩ		Ri = 33kΩ	
	Vout	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	Vout	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	Vout	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	Vout	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$
50								
100								
200								
500								
1k								
2k								
5k								
7.5k								
10k								
50k								
100k								
500k								



Grafik 1.3

u. Buatlah grafik $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ terhadap frekuensi pada Grafik 1.3.

- $\frac{V_{out}}{V_{in}}$
- v. Carilah besar frekuensi dimana nilai $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ 70% dari nilai maksimum, frekuensi inilah yang disebut frekuensi *cut-off*.
- w. Amati dan buat kesimpulan dari percobaan ini
3. Impedansi Masukan
- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 1.1.
 - Putuskan hubungan generator dengan penghambat $10k\Omega$, kemudian sisipkan penghambat $1k\Omega$ di antara generator dan penghambat $10k\Omega$. Tegangan titik simpul kedua penghambat ini akan diberi nama V_{IN}' .
 - Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN}' dan kanal 2 osiloskop dengan V_{IN} .
 - Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
 - Atur agar besar sinyal V_{IN}' 5V.
 - Dengan melihat kanal 2 osiloskop ukur besar tegangan pada V_{IN} .
 - Lengkapi Tabel 1.3.

Tabel 1.3

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

- h. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
4. Impedansi Keluaran
- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 1.1.
 - Hubungkan penghambat 470Ω pada keluaran rangkaian sebagai beban.
 - Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{OUT} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT}' .
 - Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal. Atur generator sinyal agar memberikan masukan sebesar 50mV.
 - Dengan melihat kanal 1 dan 2 pada osiloskop ukur tegangan V_{OUT} dan V_{OUT}'
 - Catat masing-masing tegangan pada Tabel 1.4 .

Tabel 1.4

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

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

VI. Kesimpulan

1. Penguatan tegangan Op-Amp tak membalik adalah sebesar $\frac{R_f + R_i}{R_i} + 1$, dan fasa masukan sama dengan fasa keluaran.
6. Penguat Op-Amp tak membalik memiliki impedansi masukan yang relatif tinggi, dan impedansi keluaran yang relatif rendah.
7. 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 ini akan dibahas rangkaian aplikasi dasar lain Op-Amp, 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, Anda disarankan membaca buku-buku:

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

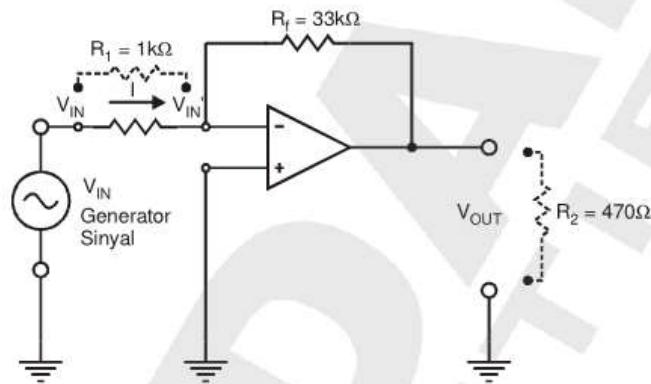
Utama : Op-Amp Trainer
 1 Penghambat 470Ω
 1 Penghamba $1k\Omega$
 1 Penghamba $10k\Omega$
 1 Penghamba $33k\Omega$
 1 Penghamba $100k\Omega$
 1 Penghamba $470k\Omega$
 1 Jembatan Penghubung

Pendukung : Generator sinyal
 Osiloskop

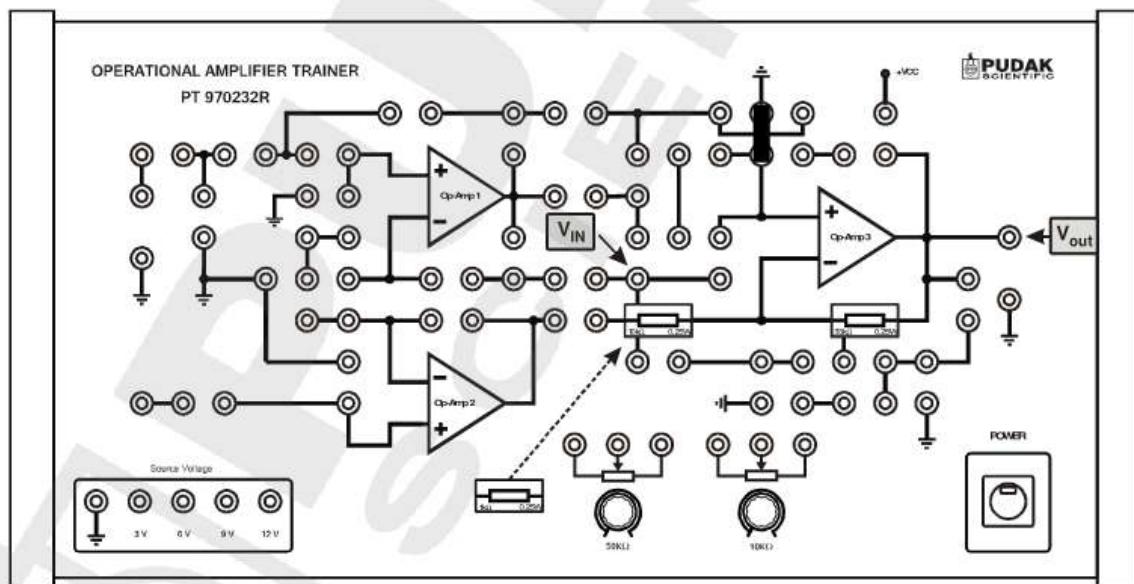
V. Langkah Kerja

1. Penguatan Penguat Membalik

- Siapkan Op-Amp Trainer, hambatan $1\text{k}\Omega$, $10\text{K}\Omega$, $33\text{K}\Omega$, $100\text{K}\Omega$, $470\text{K}\Omega$, generator sinyal, dan osiloskop.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1



Gambar 2.2

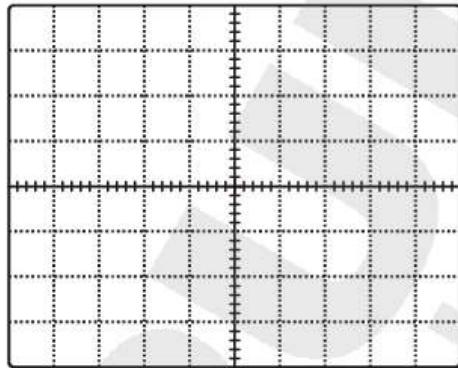
- Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT} .
- Hidupkan generator fungsi, atur frekuensi sebesar 1kHz dan tegangan 500mVpp.
- Hidupkan osiloskop dan kalibrasi terlebih dahulu osiloskop tersebut.

- f. Dengan menggunakan osiloskop itu, amati dan ukur besar V_{IN} dan V_{OUT} , lalu isi dan lengkapi Tabel 2.1.

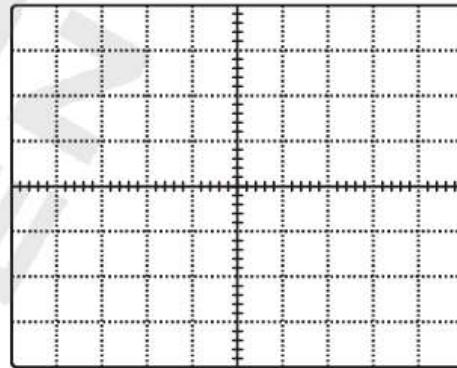
Tabel 2.1

V_{IN} (mV _{PP})	V_{OUT} (V _{PP})		A_V		$\frac{R_F}{R_i}$	
	$R_f = 33\text{k}\Omega$	$R_f = 100\text{k}\Omega$	$R_f = 33\text{k}\Omega$	$R_f = 100\text{k}\Omega$	$R_f = 33\text{k}\Omega$	$R_f = 100\text{k}\Omega$
50						
100						
500						
1000						
1500						

- g. Gambarkan bentuk gelombang V_{IN} pada Grafik 2.1 (kanal 1) dan V_{OUT} pada Grafik 2.1 (kanal 2), untuk setiap perubahan V_{IN} .
- h. Bandingkan fasa antara V_{IN} dan V_{OUT} .

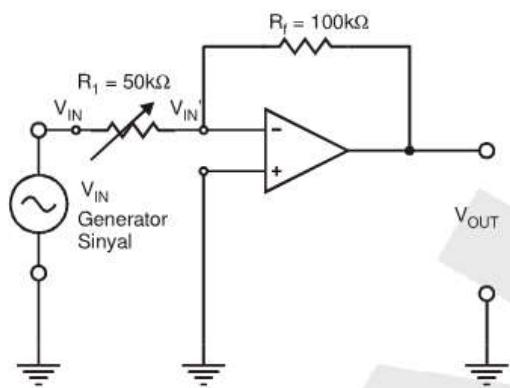


Grafik 2.1 (kanal 1)

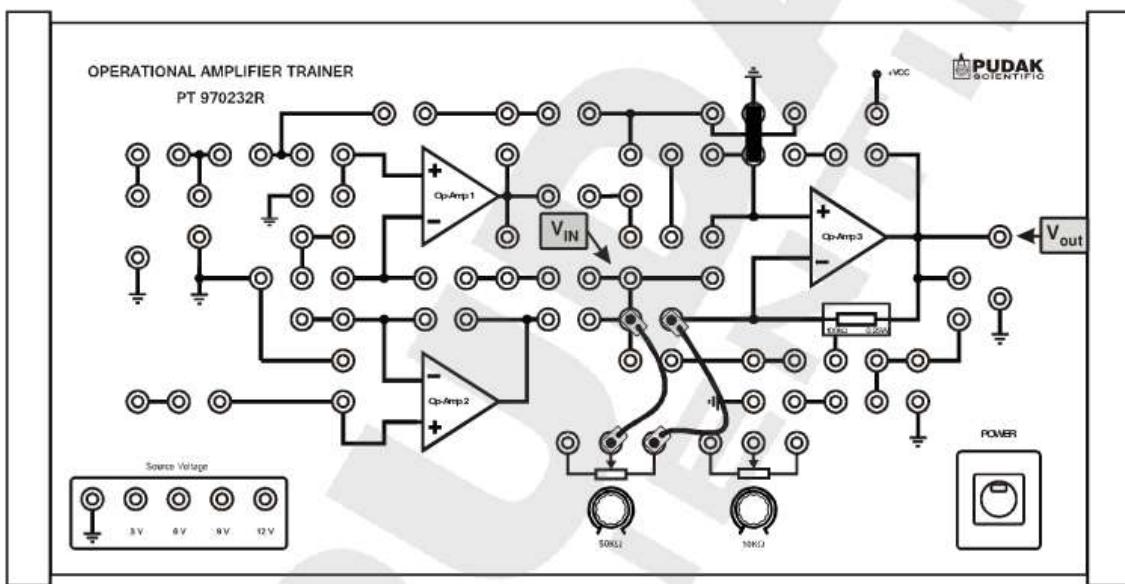


Grafik 2.2 (kanal 2)

- i. Matikan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- j. Ganti $R_F = 33\text{k}\Omega$ dengan $R_F = 100\text{k}\Omega$.
- k. Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT} .
- l. Dengan menggunakan osiloskop itu, amati dan ukur besar V_{IN} dan V_{OUT} , lalu isi dan lengkapi Tabel 2.1.
- m. Gambarkan bentuk gelombang V_{IN} pada Grafik 2.1 (kanal 1) dan V_{OUT} pada Grafik 2.2 (kanal 2), untuk setiap perubahan V_{IN} .
- n. Matikan catu daya dan generator fungsi.
- o. Ganti R_1 dengan penghambat variabel $50\text{k}\Omega$ yang tersedia pada Op-Amp Trainer, sehingga seperti pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3



Gambar 2.4

- p. Hubungkan input dengan generator fungsi dan atur sehingga menghasilkan tegangan sebesar 500mV.
- q. Atur potensiometer pada posisi maksimum sehingga nilai penghambat sebesar $50\text{k}\Omega$, nilai penghambat ini dapat diukur menggunakan ohmmeter.
- r. Putar perlahan potensiometer ke arah minimum, perhatikan tegangan output pada osiloskop pada setiap perubahan potensiometer.
- s. Carilah nilai hambatan potensiometer saat tegangan output tidak dapat bertambah.
- t. Jelaskan mengapa ketika penguatan lebih dari 30 kali tegangan output tidak dapat bertambah!.

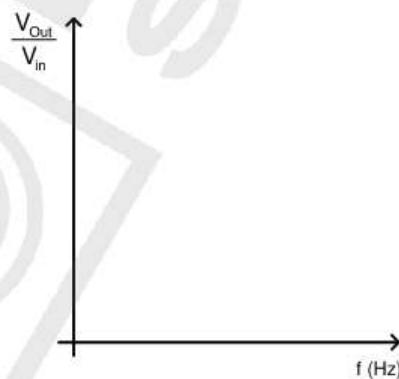
2. Pengaruh Frekuensi Terhadap Penguatan

- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 2.1, dengan $R_i = 470\Omega$ dan $R_f = 100K\Omega$.
- Nyalakan catu daya dan generator fungsi, atur generator fungsi sehingga menghasilkan tegangan sebesar 50mV dan frekuensi 50Hz.
- Ukur tegangan output pada setiap percobaan.
- Isikan dan lengkapi Tabel 2.2!

Tabel 2.2

frek. (Hz)	$R_i = 470\Omega$		$R_i = 1k\Omega$		$R_i = 10k\Omega$		$R_i = 33k\Omega$	
	V_{out}	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	V_{out}	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	V_{out}	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$	V_{out}	$\frac{V_{out}}{V_{in}}$
50								
100								
200								
500								
1k								
2k								
5k								
7.5k								
10k								
50k								
100k								
500k								

- e. Buatlah grafik $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ terhadap frekuensi pada Grafik 2.3.



Grafik 2.3

- $\frac{V_{out}}{V_{in}}$
- f. Carilah besar frekuensi dimana nilai $\frac{V_{out}}{V_{in}}$ 70% dari nilai maksimum, frekuensi inilah yang disebut frekuensi *cut-off*.

- g. Amati dan buat kesimpulan dari percobaan ini.

3. Impedansi Masukan

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 2.1.
- Putuskan hubungan generator dengan penghambat $10k\Omega$, kemudian sisipkan penghambat $1k\Omega$ di antara generator dan penghambat $10k\Omega$. Tegangan titik simpul kedua penghambat ini akan diberi nama V_{IN}' .
- Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN}' dan kanal 2 osiloskop dengan V_{IN} .
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.
- Atur agar besar sinyal V_{IN}' 5V.
- Dengan melihat kanal 2 osiloskop ukur besar tegangan pada V_{IN} .
- Lengkapi Tabel 2.3.

Tabel 2.3

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

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

4. Impedansi Keluaran

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 2.1.
- Hubungkan penghambat 470Ω pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{OUT} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT}' .
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal. Atur generator sinyal agar memberikan masukan sebesar 50mV.
- Dengan melihat kanal 1 dan 2 pada osiloskop ukur tegangan V_{OUT} dan V_{OUT}'
- Catat masing-masing tegangan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4

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

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

VI. Kesimpulan

1. Penguatan tegangan Op Amp membalik adalah sebesar $- \frac{R_f}{R_i}$.
2. Fasa keluaran penguat Op Amp membalik akan berlawanan dengan fasa masukan.
3. Penguatan Op Amp membalik memiliki impedansi masukan kurang lebih sama dengan R_1 , dan impedansi keluaran yang relatif kecil.
4. Dengan sifat-sifat yang demikian, rangkaian ini baik digunakan sebagai penguat yang membalikkan fasa sinyal.
5. Ketika potensiometer diatur hingga bernilai sama dengan nol mengakibatkan penguatannya menjadi tak terhingga. Tetapi berdasarkan percobaan bahwa penguatan tidak dapat menjadi besar sekali, tetapi amplitudo tegangan menjadi terpotong dan akan berbentuk gelombang persegi.

I. Tujuan

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

II. Pendahuluan

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

Perkataan "pengikut" di sini berarti bahwa tidak ada penguatan oleh Op-Amp, sehingga besar tegangan masukan sama dengan tegangan keluaran.

III. Buku Bacaan

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

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.

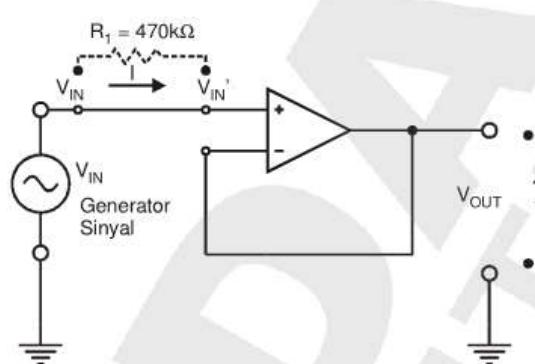
IV. Peralatan

- Utama : Op-Amp Trainer
 1 Penghambat 470Ω
 1 Penghambat $470k\Omega$
 Meter dasar
- Pendukung : Generator fungsi
 Osiloskop

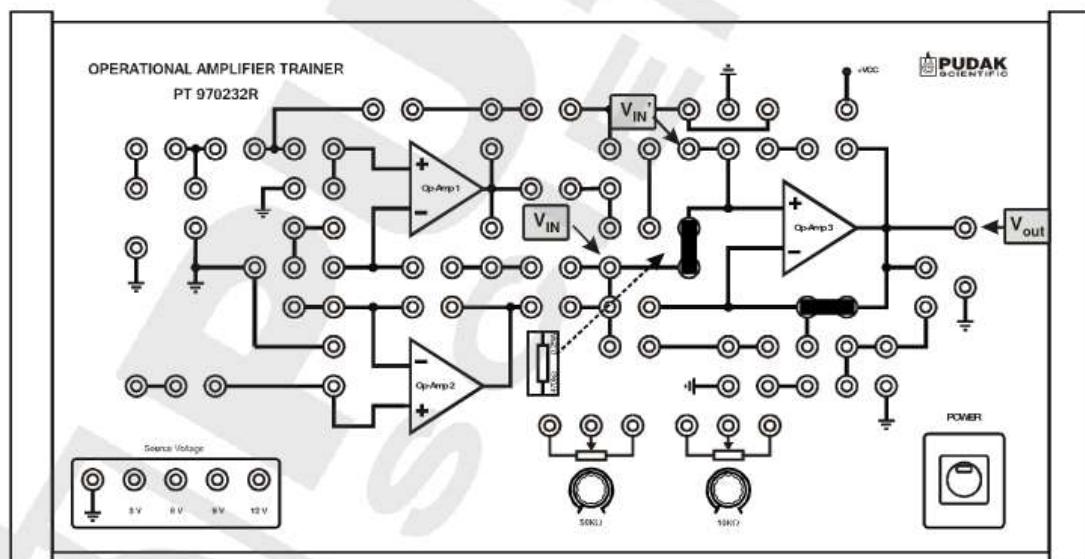
V. Langkah Kerja

1. Pengikut Tegangan

- Siapkan Op-Amp Trainer, generator fungsi, osiloskop, penghambat $470\text{k}\Omega$, dan 470Ω .
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1



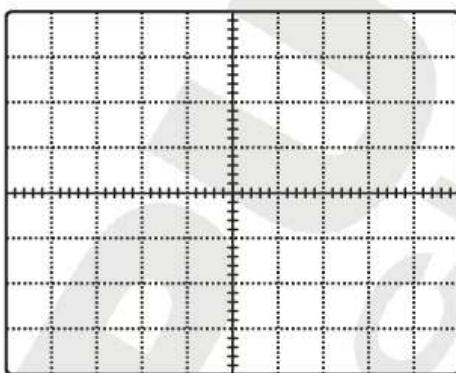
Gambar 3.2

- Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT} .
- Hidupkan osiloskop dan kalibrasi terlebih dahulu osiloskop tersebut.
- Dengan menggunakan osiloskop itu, amati dan ukur besar V_{IN} dan V_{OUT} , lalu isi dan lengkapi Tabel 3.1.

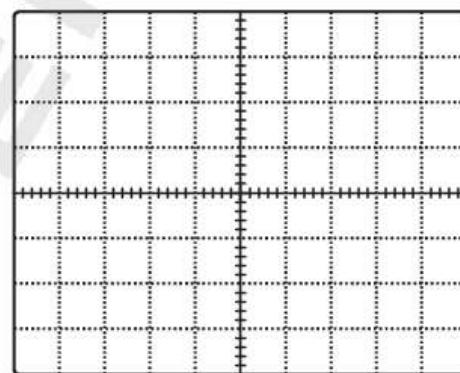
Tabel 3.1

No	V_{IN} (V _{pp})	V_{OUT} (V _{pp})	A_V
1	1		
2	2		
3	3		
4	4		
5	5		
6	6		
7	7		
8	8		
9	9		
10	10		

- f. Gambarkan bentuk gelombang V_{IN} pada Grafik 3.1 (kanal 1) dan V_{OUT} pada Grafik 3.2 (kanal 2), untuk setiap perubahan V_{IN} .



Grafik 3.1 (kanal 1)



Grafik 3.2 (kanal 2)

2. Impedansi Masukan

- Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 3.1.
- Putuskan hubungan generator dengan penghambat $10k\Omega$, kemudian sisipkan penghambat $1k\Omega$ di antara generator dan penghambat $10k\Omega$. Tegangan titik simpul kedua penghambat ini akan diberi nama V_{IN}' .
- Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN}' dan kanal 2 osiloskop dengan V_{IN} .
- Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal.

- e. Atur agar besar sinyal V_{IN}' 5V.
- f. Dengan melihat kanal 2 osiloskop ukur besar tegangan pada V_{IN} .
- g. Lengkapi Tabel 3.2.

Tabel 3.2

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

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

3. Impedansi Keluaran

- a. Masih menggunakan rangkaian yang sama dengan Gambar 2.1.
- b. Hubungkan penghambat 470Ω pada keluaran rangkaian sebagai beban.
- c. Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{OUT} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT}' .
- d. Hidupkan catu-daya tegangan utama dan generator sinyal. Atur generator sinyal agar memberikan masukan sebesar 50mV.
- e. Dengan melihat kanal 1 dan 2 pada osiloskop ukur tegangan V_{OUT} dan V_{OUT}' .
- f. Catat masing-masing tegangan pada Tabel 2.3 .

Tabel 2.3

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

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

VI. Kesimpulan

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

I. Tujuan

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

II. Pendahuluan

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

Perkataan menjumlah di sini berarti bahwa Op-Amp tidak berfungsi sebagai penguat seperti aplikasi sebelumnya, akan tetapi sebagai penjumlahah tegangan masukan. Oleh karena itu penghambat yang dipasang pada masing-masing masukan dan penghambat umpan balik harus sama besar, sehingga didapat tegangan keluaran yang merupakan penjumlahahan beberapa tegangan masukan.

III. Buku Bacaan

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

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

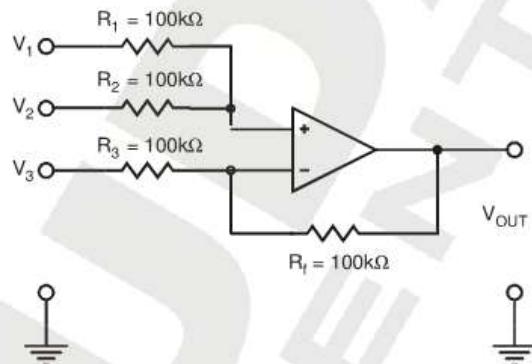
Utama : Op-Amp Trainer
4 penghambat $100\text{k}\Omega$

Pendukung : Generator fungsi
Osiloskop
Multimeter

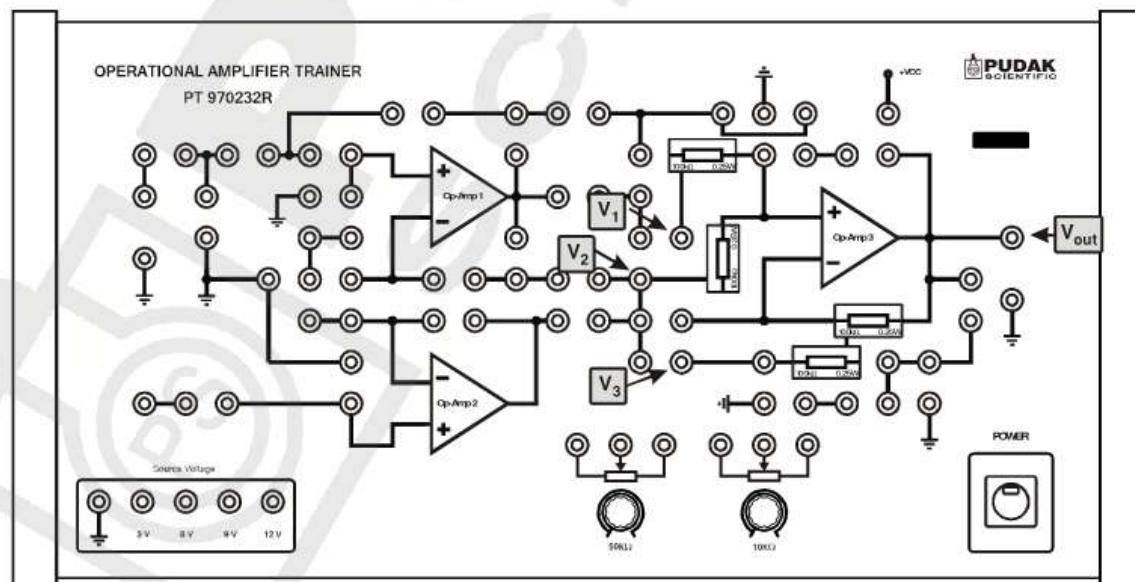
V. Langkah Kerja

1. Penjumlahah Tegangan

- Siapkan Op-Amp Trainer, generator fungsi, osiloskop, dan empat buah penghambat $100\text{k}\Omega$.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 4.1 pada Op-Amp Trainer.
- Hubungkan V_{out} dengan multimeter.
- Hubungkan V_1 dengan terminal 0 volt, V_2 dengan terminal 0 volt dan V_3 dengan terminal 0 volt.
- Hidupkan sumber tegangan utama, kemudian ukur besar V_{out} dengan cara melihat nilai yang ditunjukkan oleh multimeter.



Gambar 4.1



Gambar 4.2

- f. Dengan mengubah-ubah nilai V_1 , V_2 , V_3 seperti di atas, isi selengkapnya kolom V_{out} pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1

V_1 (volt)	V_2 (volt)	- V_3 (volt)	V_{out} (volt)
0	0	0	
3	0	0	
6	0	0	
3	6	0	
3	9	0	
6	9	0	
3	12	6	
3	12	9	
3	6	9	
3	3	12	
3	0	9	
3	6	12	
3	9	12	

VI. Kesimpulan

Suatu penjumlah tegangan dengan menggunakan penguat operasional akan memiliki penguatan tegangan sama dengan satu, tetapi menjumlahkan beberapa tegangan masukan, baik positif maupun negatif.

I. Tujuan

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

II. Pendahuluan

Selain difungsikan sebagai penjumlahan tegangan, rangkaian Op-Amp juga dapat difungsikan sebagai pengurang tegangan.

Pada rangkaian ini Op-Amp tidak difungsikan sebagai penguat seperti aplikasi sebelumnya, akan tetapi sebagai pengurang tegangan masukan. Oleh karena itu penghambat yang dipasang pada masing-masing masukan dan penghambat umpan balik harus sama besar, sehingga didapat tegangan keluaran yang merupakan penjumlahan beberapa tegangan masukan.

Besar keluaran Op-Amp sebanding dengan perbedaan tegangan-tegangan inputnya.

III. Buku Bacaan

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

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

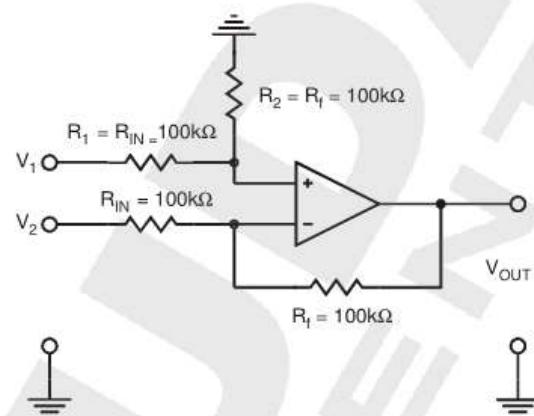
Utama : Op-Amp Trainer
4 penghambat $100\text{k}\Omega$

Pendukung : Generator fungsi
Osiloskop
Multimeter

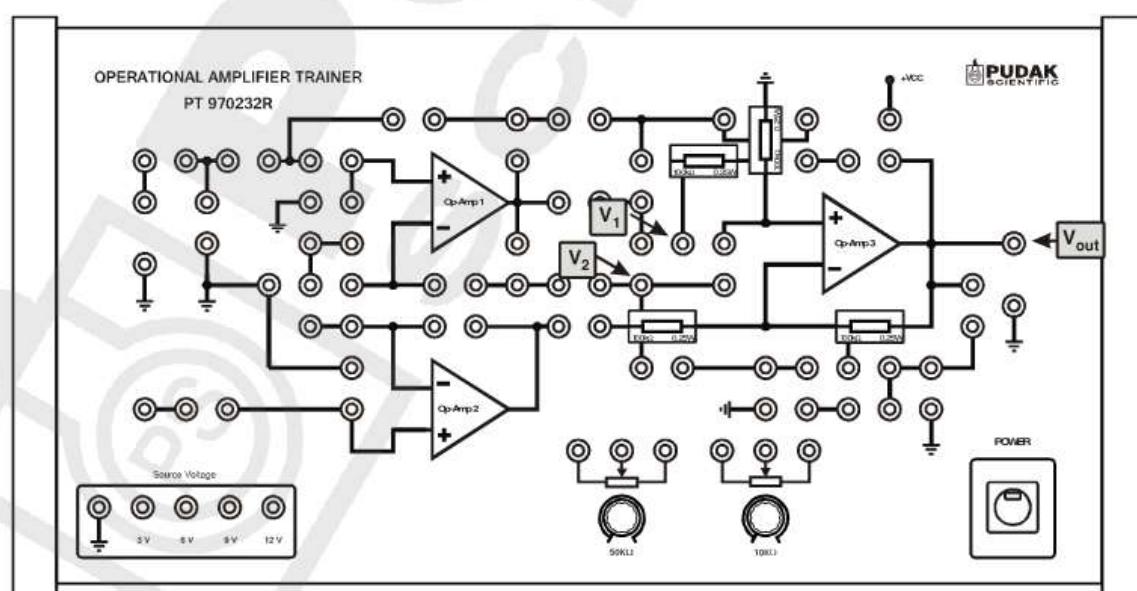
V. Langkah Kerja

1. Penjumlahan Tegangan

- Siapkan Op-Amp Trainer, generator fungsi, osiloskop, dan empat buah penghambat $100\text{k}\Omega$.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 5.1 pada OP-Amp Trainer.
- Hubungkan V_{out} dengan multimeter.
- Hubungkan V_1 dengan terminal 0 volt dan V_2 dengan terminal 0 Hidupkan sumber tegangan utama, kemudian ukur besar V_{out} dengan cara melihat nilai yang ditunjukkan oleh multimeter.



Gambar 5.1



Gambar 5.2

- e. Dengan mengubah-ubah nilai V_1 , dan V_2 seperti di atas, isi selengkapnya kolom V_{out} pada Tabel 5.1.

Tabel 4.1

V_1 (volt)	V_2 (volt)	V_{out} (volt)
0	0	
3	0	
6	0	
3	6	
3	9	
6	9	
3	12	
3	12	
3	6	
3	3	
3	0	
3	6	
3	9	

VI. Kesimpulan

Suatu pengurang tegangan dengan menggunakan penguat operasional akan memiliki penguatan tegangan sama dengan satu, tetapi meperkurangkan beberapa tegangan masukan, baik positif maupun negatif.

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat Op-Amp untuk aplikasi penguat Instrumentasi.

II. Pendahuluan

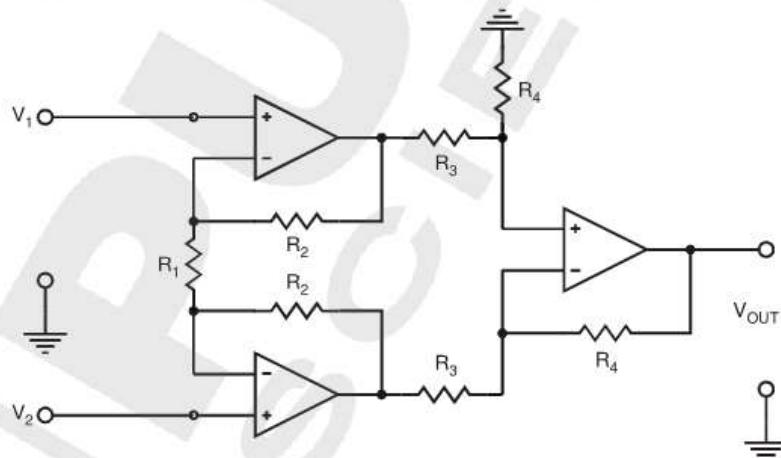
Dari topic pembahasan penguat Op-Amp yang telah dipelajari, perpaduan dari differential amplifier dengan non-inverting amplifier dibangun jenis penguat yang dikenal dengan nama penguat instrumentasi.

Penguat instrumentasi ini bekerja dengan memperkuat perbedaan kedua buah input.

Type penguat instrumentasi ini mempunyai keunggulan yaitu penguatan yang tinggi serta penolakan noise yang baik, sehingga dipakai untuk menangani penguatan tegangan dari sinyal yang sangat kecil.

Contoh pemakaian dari rangkaian penguat instrumentasi ini antara lain: penguat rangkaian bridge, penguat ECG dan penguat sensor seperti thermocouple.

Rangkaian Penguat instrumentasi adalah seperti gambar dibawah ini.



Penguatan tegangan dari penguat instrumentasi ini:

Penguatan :

$$A = \left(1 + 2 \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_4}{R_3}$$

Tegangan Keluaran :

$$V_O = (V_1 - V_2) \left(1 + 2 \frac{R_2}{R_1}\right) \frac{R_4}{R_3}$$

III. Buku Bacaan

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

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

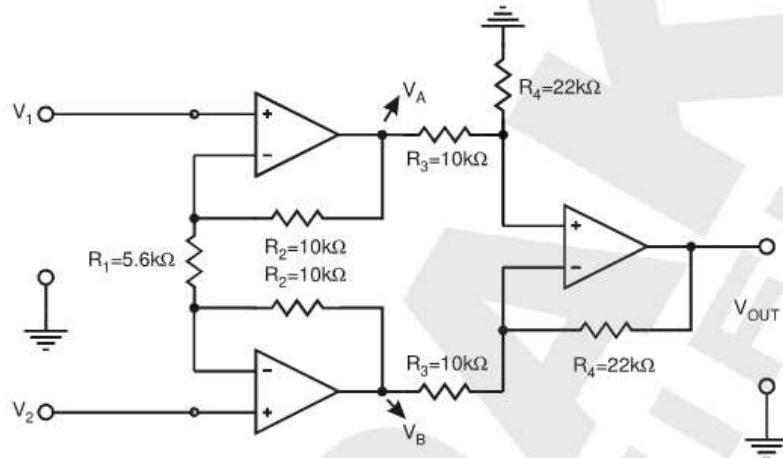
Utama : Op-Amp Trainer
4 penghambat $10\text{k}\Omega$
2 penghambat $22\text{k}\Omega$
1 penghambat $2.2\text{k}\Omega$
1 penghambat $5.6\text{k}\Omega$
5 Jembatan Penghubung

Pendukung : Generator fungsi
Osiloskop
Multimeter

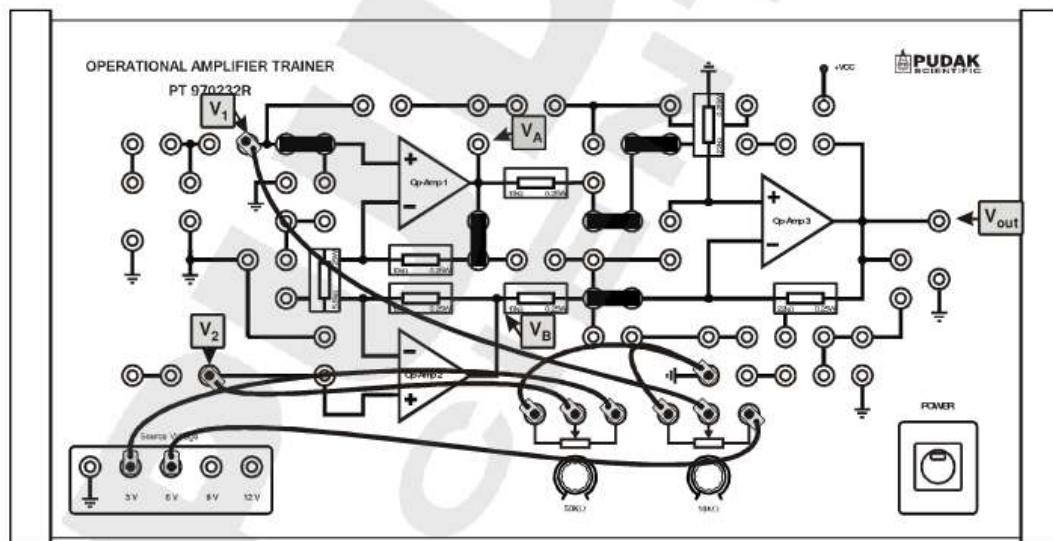
V. Langkah Kerja

1. Penguat Instrumentasi dengan memasang $R_1=5.6\text{k}\Omega$
 - a. Siapkan perangkat op-amp trainer, generator fungsi, osiloskop, dan empat buah penghambat $10\text{k}\Omega$, dua buah penghambat $22\text{k}\Omega$, sebuah penghambat $5.6\text{k}\Omega$
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 6.1 pada papan percobaan.
 - c. Hubungkan V_{out} dengan multimeter.
 - d. Hubungkan Potensio $50\text{K}\Omega$ ke Tegangan Source 6V dan Potensio $10\text{K}\Omega$ ke 3V
 - e. Hubungkan V_1 dengan terminal tengah potensimeter $10\text{K}\Omega$ Odan V_2 dpotensio $50\text{K}\Omega$

- f. Hidupkan sumber tegangan utama, Lihat Tabel 6.1: set Potensio 10k agar V_1 dan besarnya seperti dalam table, juga potensio 50K agar V_2 kemudian ukur besaran di V_A , V_B dan V_{out} . Isi tabel dari pengukuran tersebut.



Gambar 6.1



Gambar 6.2

- g. Dengan mengubah-ubah nilai V_1 , dan V_2 seperti dalam tabel, isi selengkapnya kolom V_{out} pada Tabel 6.1.
- h. Ulangi Percobaan dengan penguatan berbeda (ubah R_1 dengan $2.2k\Omega$)
- i. Ulangi percobaan dengan sinyal ac dari generator fungsi.

Tabel 6.1

No	V ₁ (mV)	V ₂ (mV)	V _A (mV)	V _B (mV)	V _{out} (volt)
1	0.1	0.05			
2	0.2	0.05			
3	0.3	0.05			
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

VI. Kesimpulan

Suatu penguat Instrumentasi memiliki penguatan yang besar, mampu menguatkan sinyal yang kecil. Karena penguat tipe ini memiliki penangkal noise yang lebih baik, maka sering digunakan pada peralatan yang sensitive dan memerlukan penguatan yang besar.

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat Op Amp untuk aplikasi integrator.

II. Pendahuluan

Sejauh yang sudah dipraktekkan, kita mengasumsikan bahwa rangkaian umpan balik harus berupa penghambat. Secara umum impedansi kompleks, baik pada masukan maupun umpan balik, dapat dibentuk dengan menggunakan kapasitor, induktor, ataupun penghambat.

Fungsi yang berbeda akan ditampilkan sebagai hasil saling bertukar masing-masing komponen.

III. Buku Bacaan

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

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.

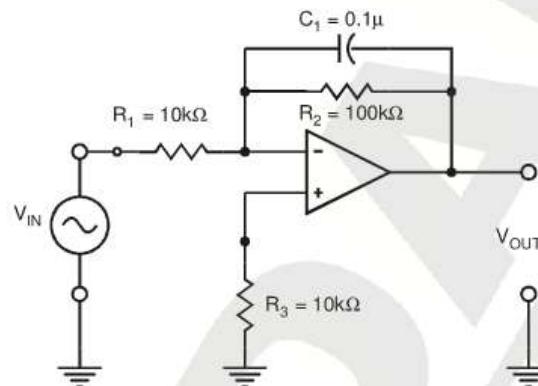
IV. Peralatan

Utama :	Op-Amp Trainer 1 Penghambat 470Ω 2 Penghambat $10k\Omega$ 1 Penghambat $100k\Omega$ 1 Kapasitor $0.1\mu F$ ($100nF$) 1 Jembatan Penghubung
Pendukung :	Generator fungsi Osiloskop Multimeter

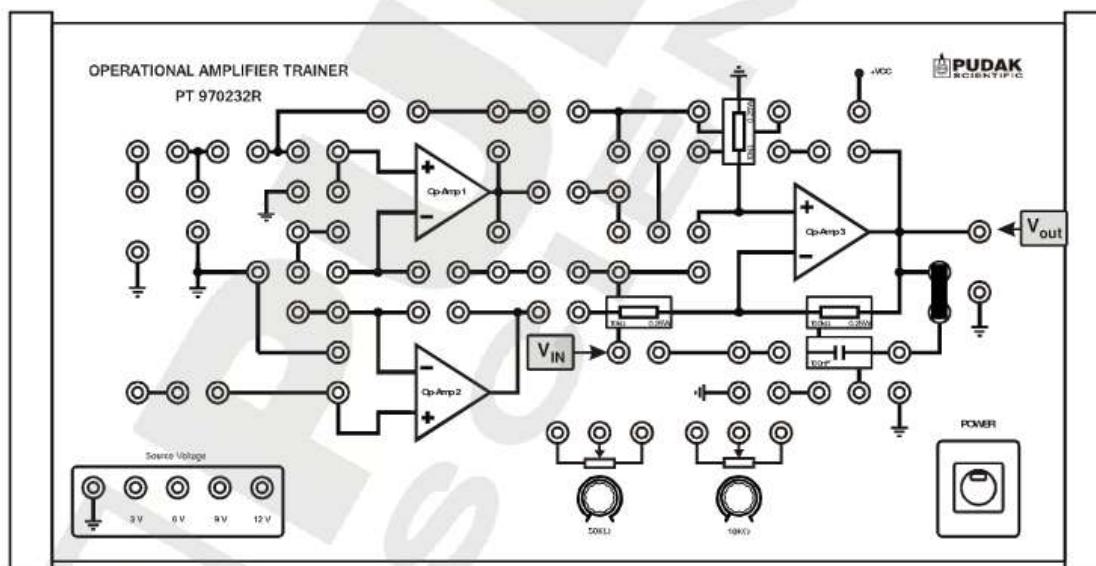
V. Langkah Kerja

1. Integrator

- Siapkan Op-Amp Trainer, generator fungsi, dan osiloskop.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti Gambar 7.1 Op=Amp Trainer.

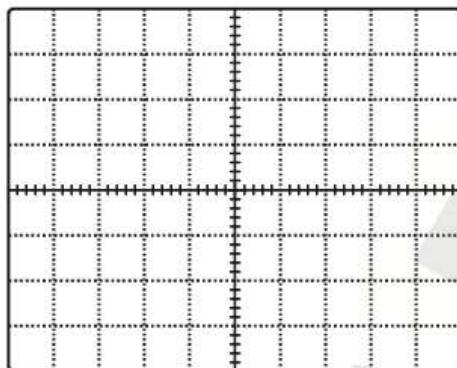


Gambar 7.1



Gambar 7.2

- Atur generator fungsi agar menghasilkan sinyal berbentuk persegi, dengan $V_{in} = 4 V_{pp}$ dan frekuensi sebesar 100Hz.
- Hubungkan V_{in} dengan kanal 1 osiloskop dan V_{out} dengan kanal 2 osiloskop.
- Gambarkan bentuk gelombang V_{in} dan V_{out} pada Grafik 7.1



Grafik 7.1

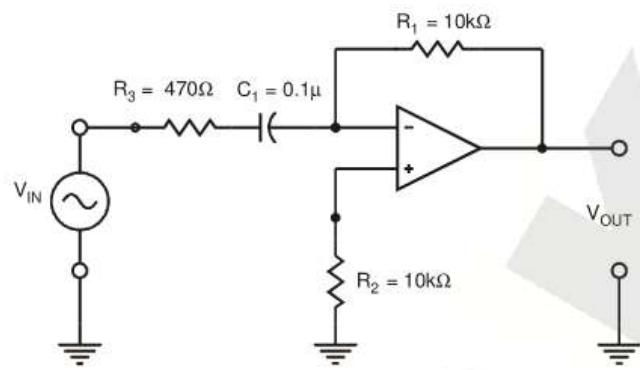
- f. Ganti frekuensi generator fungsi sesuai dengan Tabel 7.1.
- g. Amati perubahan gelombang setiap frekuensi, isikan dan lengkapi Tabel 7.1.

Tabel 7.1

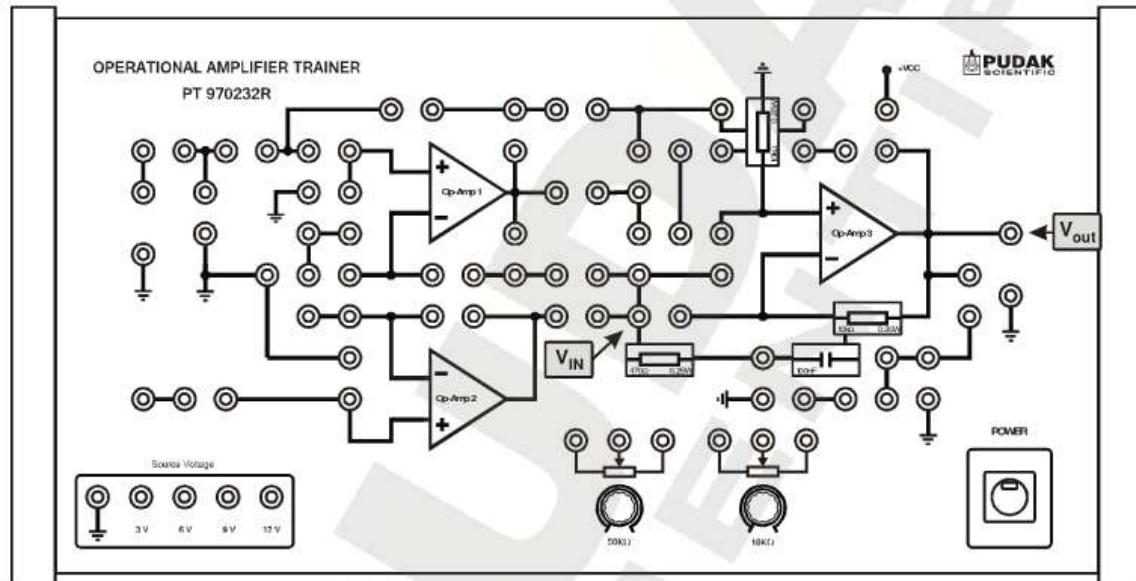
No.	Frekuensi (Hz)	V_{in} (volt)	V_{out} (volt)
1	100		
2	200		
3	300		
4	400		
5	500		
6	600		
7	700		
8	800		
9	900		
10	1000		

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

2. Diferensiator
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer, generator fungsi, dan osiloskop.
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti Gambar 7.3 pada Op-Amp Trainer.

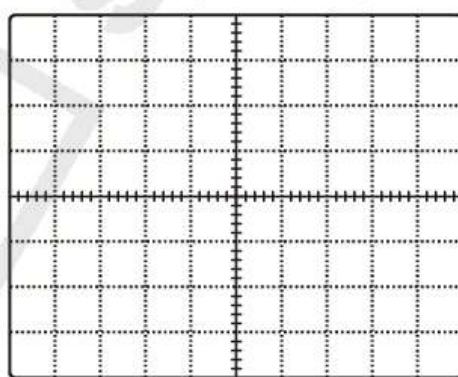


Gambar 7.3



Gambar 7.4

- Hubungkan V_{in} dengan kanal 1 osiloskop dan V_{out} dengan kanal 2 osiloskop.
- Atur generator fungsi sehingga menghasilkan sinyal berbentuk segitiga dengan $V_{in} = 4 V_{pp}$ dan frekuensi sebesar 1000Hz.
- Gambarkan bentuk gelombang V_{in} dan V_{out} pada Grafik 7.2



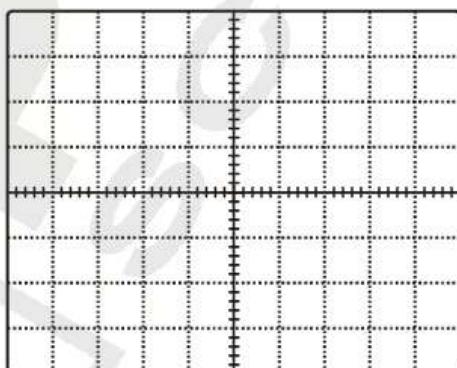
Grafik 7.2

- f. Ganti frekuensi generator fungsi sesuai dengan Tabel 7.2.
- g. Amati perubahan gelombang setiap frekuensi, isikan dan lengkapi Tabel 7.2.

Tabel 7.2

No.	Frekuensi (Hz)	V_{in} (volt)	V_{out} (volt)
1	1000		
2	900		
3	800		
4	700		
5	600		
6	500		
7	400		
8	300		
9	200		
10	100		

- h. Matikan generator fungsi dan atur sehingga menghasilkan gelombang persegi sebesar $4 V_{pp}$ dan frekuensi 1kHz.
- i. Hidupkan kembali generator fungsi dan amati V_{OUT} pada osiloskop.
- j. Gambarkan bentuk gelombang V_{in} dan V_{out} pada Grafik 3.



Grafik 7.3

- k. Ganti frekuensi generator fungsi sesuai dengan Tabel 7.3.
- l. Amati perubahan gelombang setiap frekuensi, isikan dan lengkapi Tabel 7.3.

Tabel 7.3

No.	Frekuensi (Hz)	V_{in} (volt)	V_{out} (volt)
1	1000		
2	900		
3	800		
4	700		
5	600		
6	500		
7	400		
8	300		
9	200		
10	100		

Suatu differensiator tidak lain merupakan filter lolos bawah, fungsi integrasinya ditentukan juga oleh frekuensi dari gelombang segitiga yang diberikan.

VI. Kesimpulan

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

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat Penguat Logaritmik dan Penguat Antilogaritmik.

II. Pendahuluan

Pada rangkaian penguat op-amp dengan loop feedback yang linear didapatkan hasil penguatan yang linear pula.

Pada penguat op-amp dengan range masukan yang lebar, terkadang output hasil penguatan sulit diukur di outputnya. Atau sebaliknya range masukan pengukuran yang terlalu sempit sehingga sulit diukur di outputnya.

Dari fakta tersebut maka dipakailah penguat op-amp logaritmik dan penguat op-amp antilogaritmik.

Logaritmik amplifier adalah konfigurasi rangkaian non-linear, di mana output adalah K kali nilai logaritma dari tegangan input. Pemakaian rangkaian ini diantaranya pada proses kontrol dalam aplikasi industri.

Anti-logaritmik atau dikenal juga sebagai penguat eksponensial adalah rangkaian konfigurasi op-amp, yang outputnya sebanding dengan nilai eksponensial atau nilai anti-log dari input.

Penguat antilogaritmik bersifat kebalikan dari penguat logaritmik.

Penguat antilogaritmik serta penguat logaritmik digunakan untuk melakukan perhitungan analog pada sinyal masukan

III. Buku Bacaan

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

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.

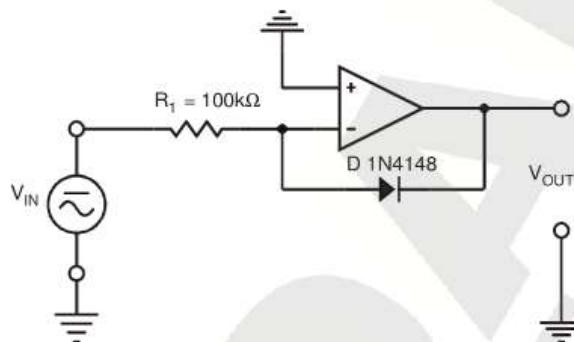
IV. Peralatan

Utama :	Op-Amp Trainer 1 Penghambat 100kΩ 1 Diode 4148 1 Jembatan Penghubung
Pendukung :	Generator fungsi Osiloskop Multimeter

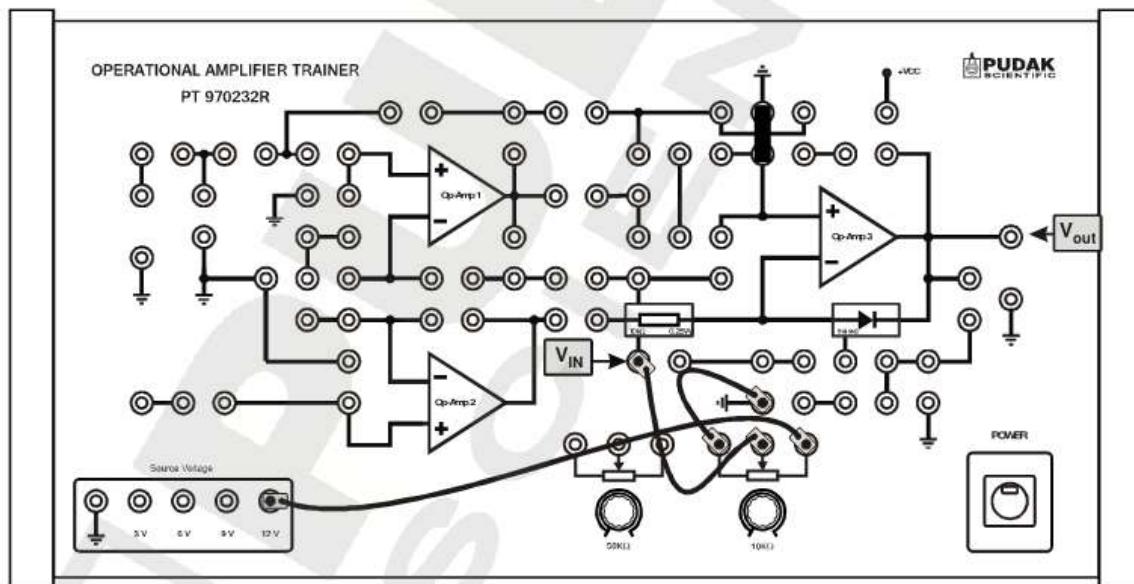
V. Langkah Kerja

1. Penguat Logaritmik

- Siapkan Op-Amp Trainer dan multimeter digital.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 8.1 pada Op-Amp Trainer

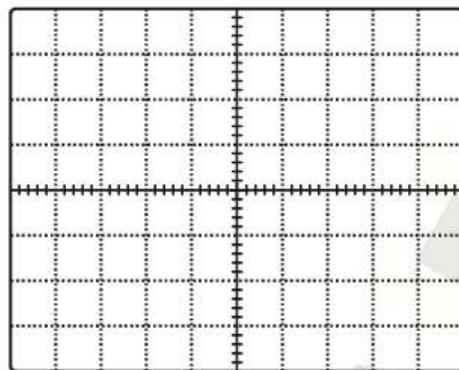


Gambar 8.1



Gambar 8.2

- Atur Potensio, sambil mengukur tegangan V_{in} pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
- Ukur tegangan di output pada setiap titik tegangan pengukuran itu
- Catat dan lengkapi table 8.1 dibawah.
- Gambarkan bentuk perbandingan V_{in} dan V_{out} pada Grafik 8.1



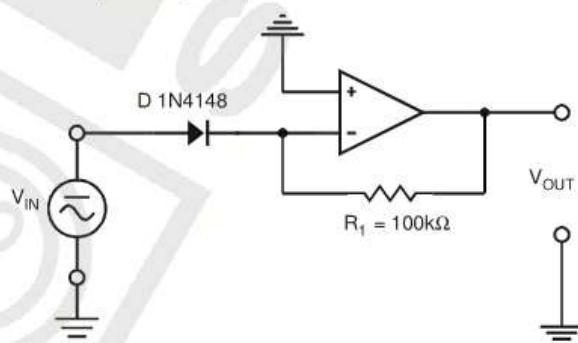
Grafik 8.1

Tabel 8.1

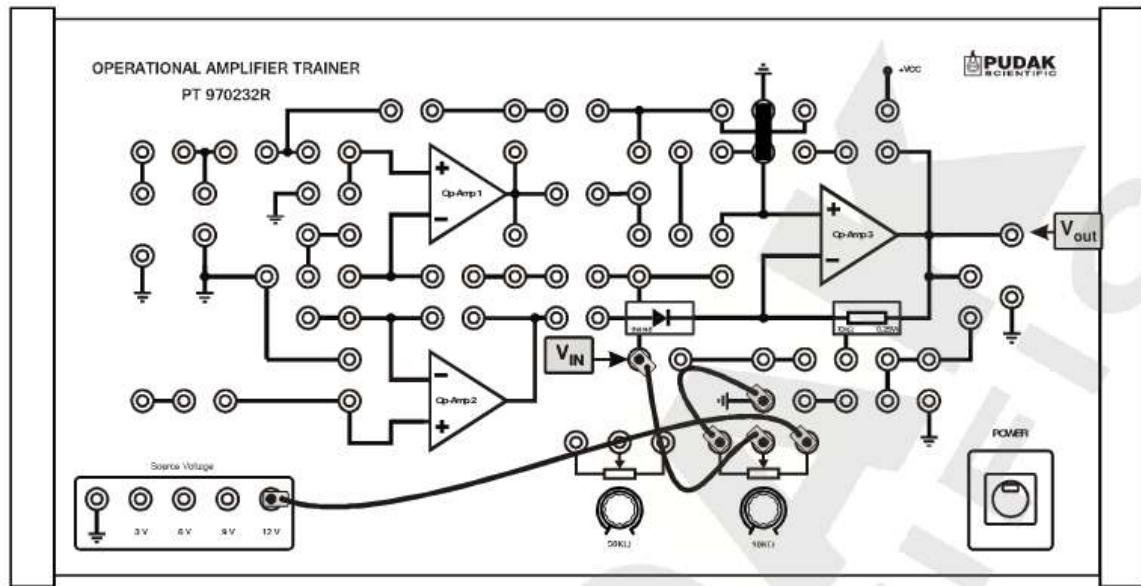
No.	V_{in} (volt)	V_{out} (volt)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2. Penguat Antilogaritmikr

- Siapkan Op-Amp Trainer dan multimeter Digital.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 8.3 pada Op-Amp Trainer.

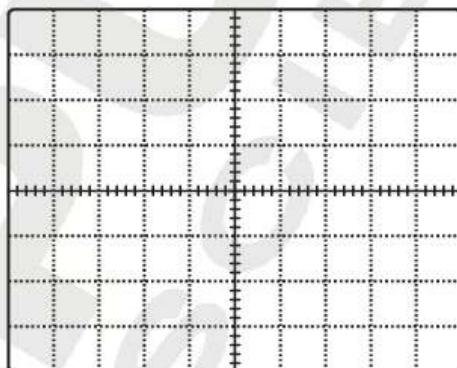


Gambar 8.3



Gambar 8.4

- Atur Potensio, sambil mengukur tegangan V_{in} pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
- Ukur tegangan di output pada setiap titik tegangan pengukuran itu
- Catat dan lengkapi table 8.2 dibawah.
- Gambarkan bentuk perbandingan V_{in} dan V_{out} pada Grafik 8.2



Grafik 8.2

Tabel 8.2

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

Rangkaian Penguat Logaritmik dan Antilogaritmik dapat dirangkai juga menggunakan komponen elektronik Transistor sebagai pengganti diode.

VI. Kesimpulan

1. Suatu rangkaian Penguat logarithmic ini mengkonversi tegangan atau arus yang linier di input, menjadi nilai output yang logaritmik.
2. Range lebar yang diukur di input menghasilkan output dengan range yang sempit.
3. Rangkaian penguat Antilogaritmik mempunyai fungsi yang sebaliknya dengan penguat logaritmik.
4. Pada penguat antilogaritmik, bila pada input dimasukkan arus atau tegangan yang sedemikian logaritmik, maka outputnya akan linier.
5. Kedua penguat diatas, mempermudah kita dalam proses pengalian dan pembagian sinyal analog.

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat Op Amp untuk aplikasi komparator (*comparator*).

II. Pendahuluan

Penguat operasional yang ideal adalah perangkat yang mempunyai sifat linier, yang artinya fungsi keluaran selalu berbanding lurus terhadap semua fungsi masukan. Akan tetapi ada beberapa aplikasi non linier yang perlu diketahui, salah satunya yang paling sederhana adalah komparator.

III. Buku Bacaan

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

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.

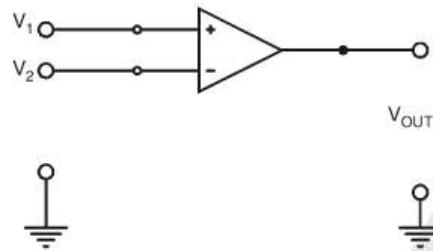
IV. Peralatan

Utama : Op-Amp Trainer
2 Dioda 1N4148
3 Jembatan Penghubung

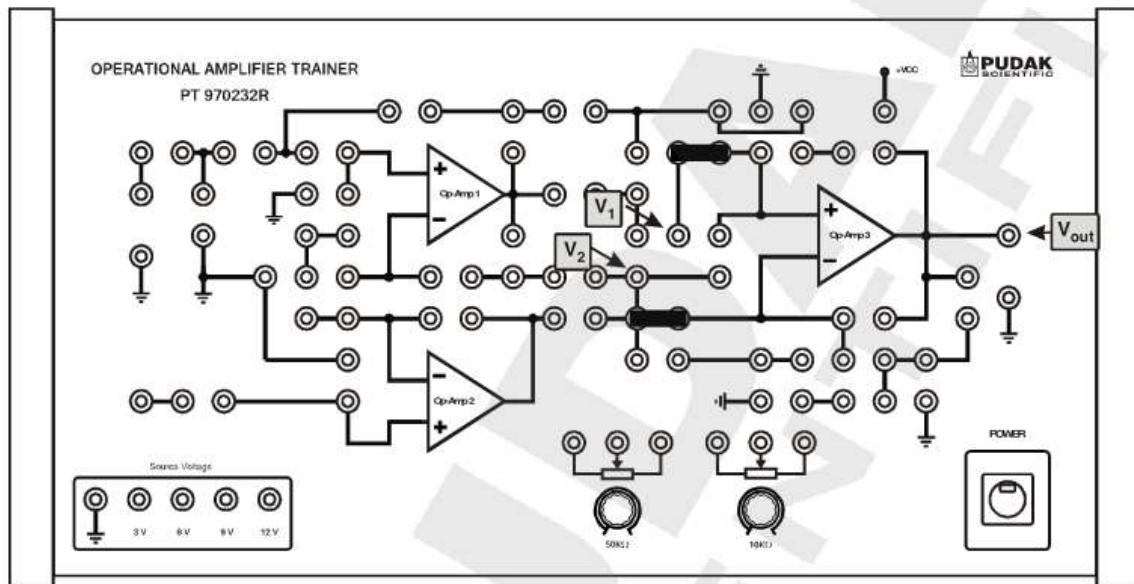
Pendukung : Generator fungsi
Osiloskop

V. Langkah Kerja

1. Komparator
 - a. Siapkan Op-amp Trainer, generator fungsi dan osiloskop.
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti Gambar 9.1 pada Op-Amp Trainer.



Gambar 9.1



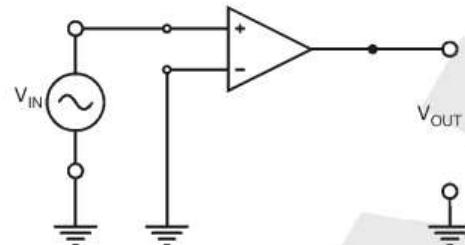
Gambar 9.2

- c. Hubungkan V_1 dengan tegangan 3 volt dan V_2 dengan tegangan 5 volt.
- d. Ukur tegangan pada terminal V_{out} .
- e. Isikan dan lengkapi Tabel 9.1

Tabel 9.1

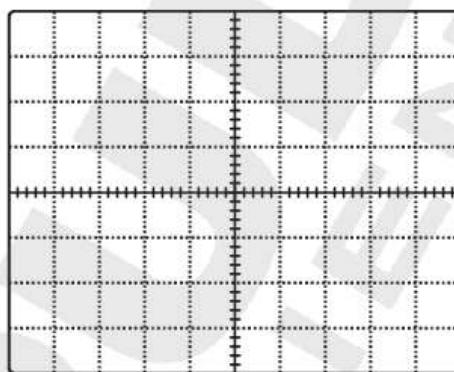
No	V_1 (volt)	V_2 (volt)	V_{out} (volt)
1	3	6	
2	6	9	
3	9	12	
4	6	3	
5	9	6	
6	12	9	
7	12	3	
8			
9			
10			

- f. Cabut tegangan pada V₁ dan V₂, kemudian hubungkan V₁ dengan generator fungsi dan V₂ dengan ground.



Gambar 9.3

- g. Hubungkan kanal 1 osiloskop dengan V_{IN} dan kanal 2 osiloskop dengan V_{OUT}.
 h. Nyalakan generator fungsi, atur tegangan keluaran menjadi sebesar 4 V_{PP} dan frekuensi menjadi sebesar 1kHz.
 i. Rajahlah V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 9.1.



Grafik 9.1

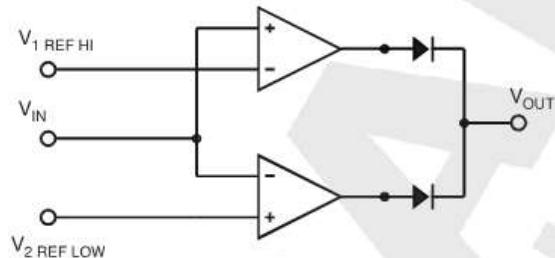
- j. Isikan dan lengkapi Tabel 9.2!

Tabel 9.2

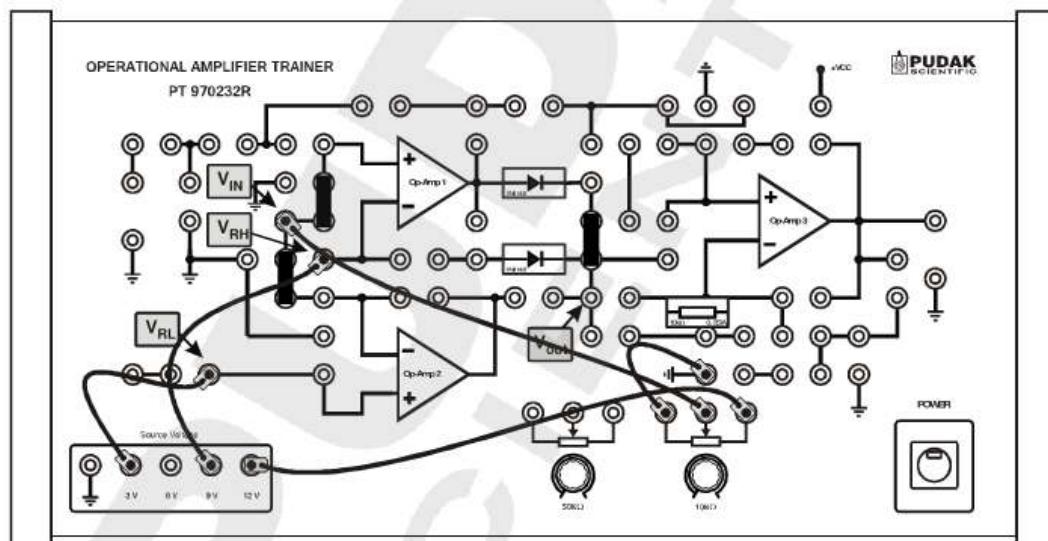
No.	Frek. Masukan (Hz)	V _{IN} (V _{PP})	Frek. Keluaran (Hz)	V _{OUT} (V _{PP})
1	100	4		
2	500	4		
3	1000	6		
4	1500	6		
5	5000	8		
6	5500	8		
7	10.000	10		
8	10.000	12		

1. Komparator Jendela (Window Comparator)

- Siapkan Op-Amp Trainer , generator sinyal, multimeter digital dan Osiloskop.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 9.4 pada Op-Amp Trainer
- Sambungkan probe osiloskop di V output atur pada setting $V=5V/div$



Gambar 9.4



Gambar 9.5

- Sambungkan VRL ke tegangan sumber 3V, dan VRH ke 9V
- Sambungkan Vin ke kaki potensio $10k\Omega$ tengah.
- Sambungkan Kaki potensio ke GND (0V) dan tegangan sumber 12V.
- Nyalakan power system op-amp trainer.
- Putar potensio setahap demi setahap dari 0 – 12V dan ukur Vin.
- Pada saat terjadi perubahan output catat V_{IN} , setelah Vin mencapai 12V, putar kebalikannya: dari 12V ke 0V, catat V_{IN} saat terjadi perubahan dari HIGH ke LOW
- Catat hasil pengamatan dalam table 9.3

Tabel 9.3

No.	VRL (V)	VRH (V)	VIN (V)	V _{OUT} (V _{PP})
1	3	9		
2	3	9		
3	3	9		
4	3	9		
5	3	9		
6	3	9		
7	3	9		
8	3	9		

Catat saat output beralih dari LOW ke HIGH dan saat HIGH ke LOW

- k. Ulangi percobaan tersebut dengan mengubah VRL dan VRH
- l. Lakukan percobaan dengan V_{IN} dari generator sinyal, seperti percobaan komparator sebelumnya.

VI. Kesimpulan

1. Cara kerja komparator adalah seperti berikut. Ketika tegangan masukan lebih besar daripada tegangan referensi, tegangan keluaran akan bernilai positif. Ketika penguatan yang terjadi terlalu besar, perbedaan tegangan yang kecil akan mengakibatkan penguatan ke kondisi jenuh. Kondisi jenuh ini terjadi ketika keluaran maksimum melewati batas tegangan catu. Hal ini mengakibatkan penguatan akan berpindah dari tegangan jenuh positif ke tegangan jenuh negatif.
2. Pada dasarnya detektor pelintas nol adalah rangkaian komparator yang tegangan referensinya adalah tanah (*ground/titik nol*). Seperti halnya komparator, detektor pelintas nol ini dapat digunakan untuk mengubah gelombang sinusoidal ke gelombang persegi dengan cara pemotongan.
3. Komparator Jendela merupakan komparator yang batas level bawah dan level atas dari inputnya dapat di atur melalui V Ref LOW dan V Ref HI.

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat rangkaian Pemicu Schmitt (Schmitt Trigger).

II. Pendahuluan

Pemicu Schmitt adalah rangkaian komparator dengan histeresis dilaksanakan dengan menerapkan umpan balik positif ke input noninverting dari penguat pembanding atau penguat diferensial.

Ini adalah rangkaian aktif yang mengubah sinyal input analog ke sinyal keluaran digital. Dalam rangkaian ini output mempertahankan nilainya sampai input berubah cukup untuk memicu perubahan.

Dalam konfigurasi non-pembalik, ketika input lebih tinggi dari ambang batas yang dipilih, output tinggi.

Ketika input di bawah (rendah) threshold dipilih berbeda output rendah, dan ketika input antara dua tingkat output mempertahankan nilainya.

Tindakan ambang ganda ini disebut hysteresis dan menyiratkan bahwa pemicu Schmitt dapat bertindak sebagai multivibrator bistable (latch atau flip-flop).

Pemicu Schmitt sering digunakan untuk interface dari sinyal analog ke rangkaian sinyal digital.

Aplikasi lainnya dari rangkaian pemicu Schmitt adalah:

- Pengubah sinyal digital ke analog
- Deteksi permukaan
- Penerimaan saluran komunikasi

III. Buku Bacaan

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

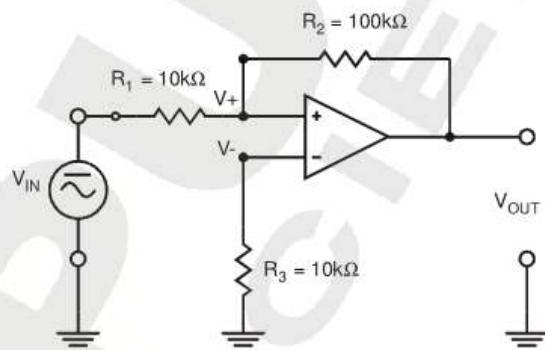
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company,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

IV. Peralatan

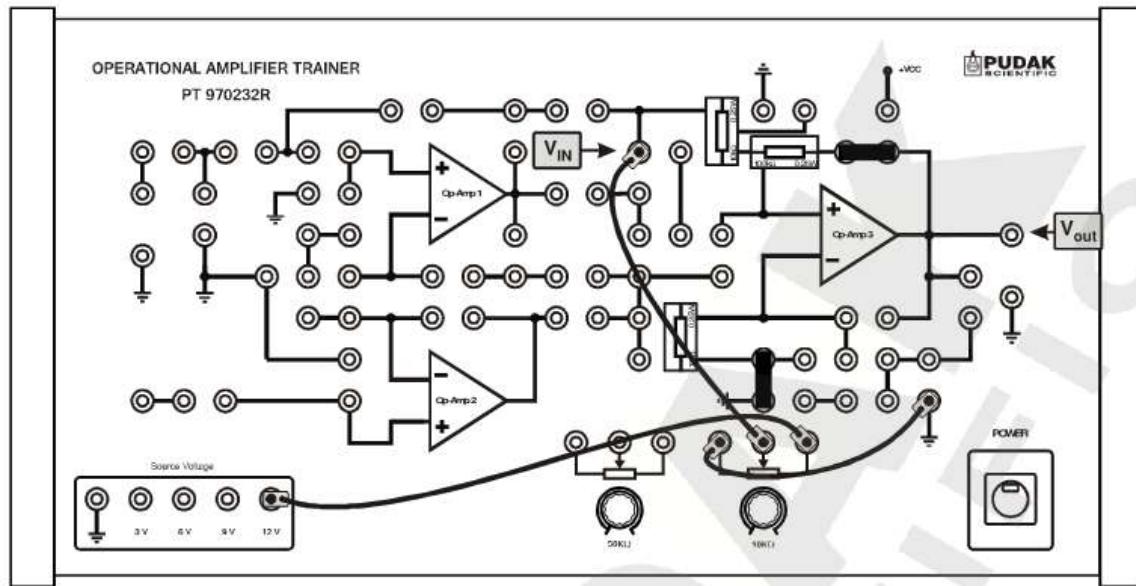
- Utama : Op-Amp Trainer
1 Penghambat $100\text{k}\Omega$
3 Penghambat $10\text{k}\Omega$
2 Jembatan penghubung
- Pendukung : Generator fungsi
Osiloskop
Multimeter

V. Langkah Kerja

1. Pemicu Schmitt non-inverting
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer, generator sinyal, multimeter digital dan Osiloskop.
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 10.1 pada Op-Amp Trainer
 - c. Sambungkan probe osiloskop di V output atur pada setting $V=5\text{V/div}$

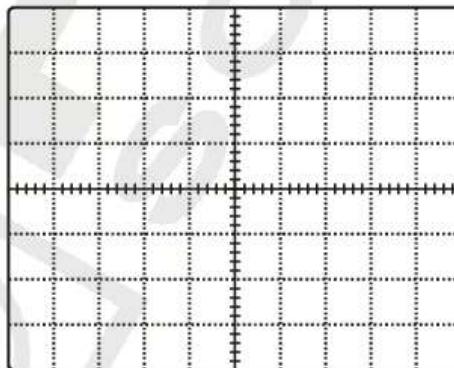


Gambar 10.1



Gambar 10.2

- d. Atur Potensio, sambil mengukur tegangan V_{IN} dan memperhatikan tegangan di display osiloskop, pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
- e. Ukur tegangan di output pada setiap titik tegangan pengukuran itu
- f. Pada saat tegangan di display osiloskop berubah, tandai nilai V_{IN} tersebut,
- g. Setelah pengaturan potensio mencapai $V_i=12V$, putar balik per titik-titik pengukuran, jadi dari $V_{IN} 12V$ ke 0V.
- h. Catat dan lengkapi table 10.1 dibawah.
- i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 10.1



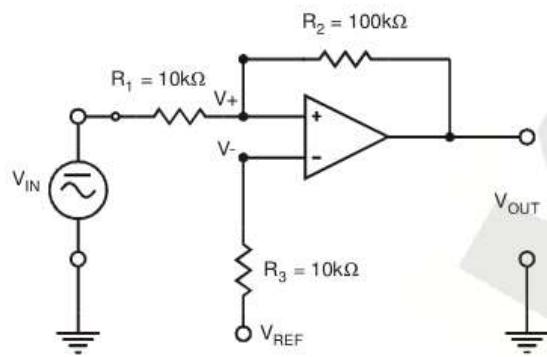
Grafik 10.1

Tabel 10.1

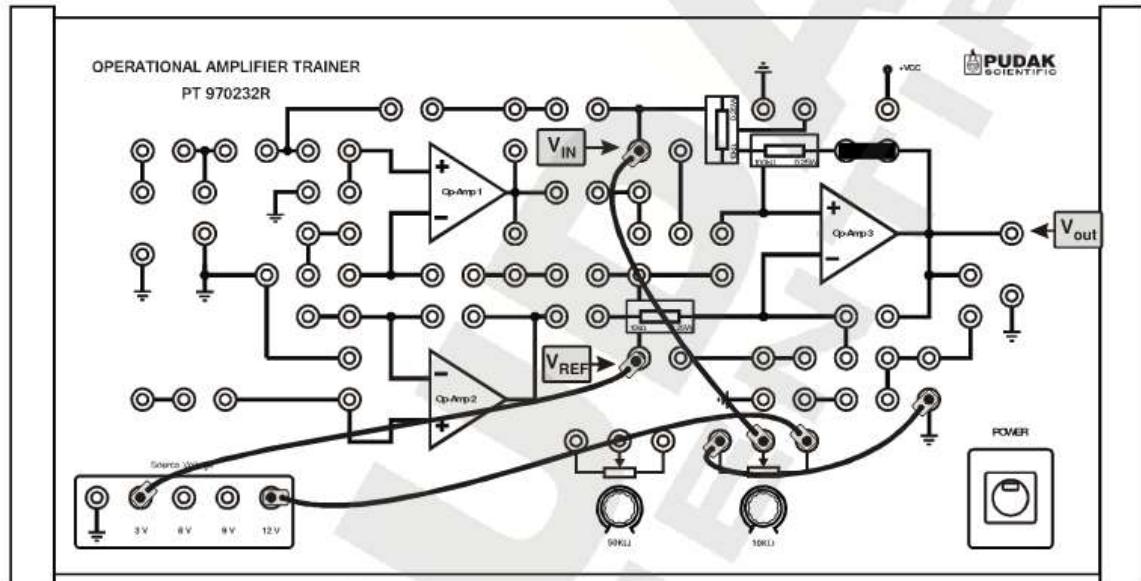
No.	V_{in} (volt)	V_{out} (volt)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Ulangi percobaan dengan V_{IN} yang bersumber dari generator sinyal.

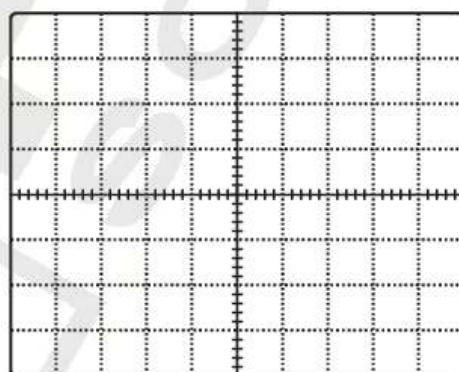
2. Pemicu Schmitt non-inverting dengan Tegangan Referensi
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer dan multimeter Digital.
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 10.4 pada Op-Amp Trainer
 - c. Sambungkan probe osiloskop di V output atur pada seting $V=5V/div$
 - d. Atur Potensio, sambil mengukur tegangan V_{IN} dan memperhatikan tegangan di display osiloskop, pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
 - e. Ukur tegangan di output pada setiap titik tegangan pengukuran itu
 - f. Pada saat tegangan di display osiloskop berubah, tandai nilai V_{IN} tersebut,
 - g. Setelah pengaturan potensio mencapai $V_i=12V$, putar balik per titik-titik pengukuran, jadi dari $V_{IN} 12V$ ke 0V.
 - h. Catat dan lengkapi table 10.2 dibawah.
 - i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 10.2



Gambar 10.3



Gambar 10.4



Grafik 10.2

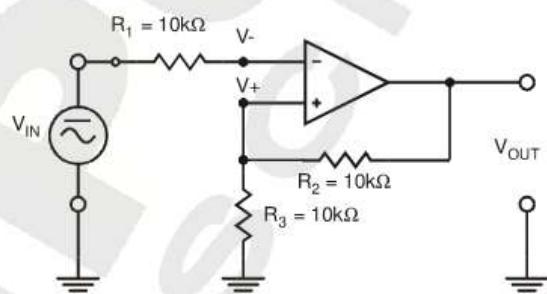
Tabel 10.2

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

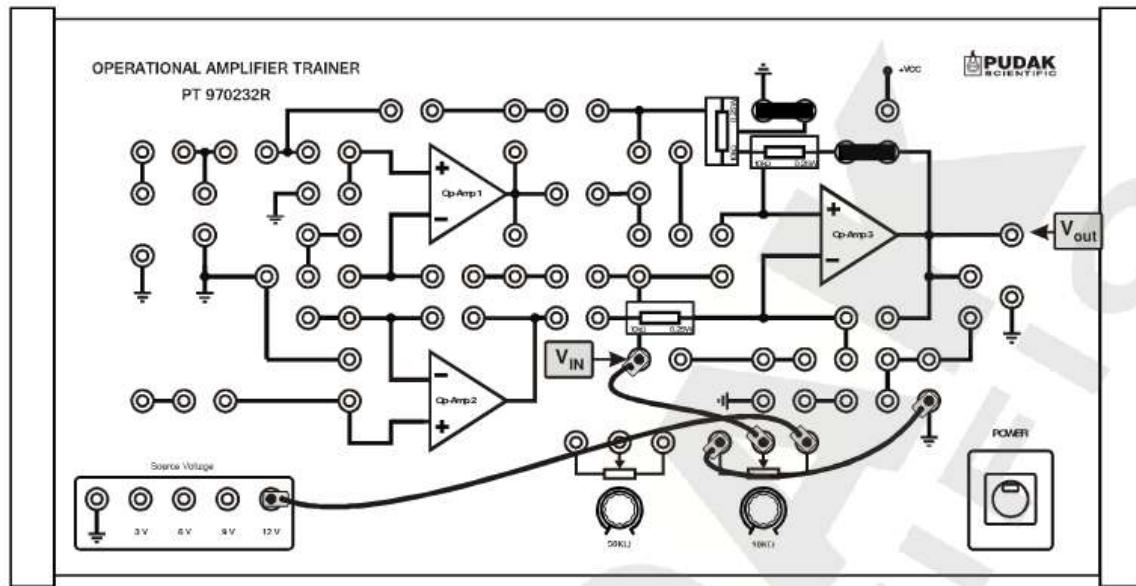
Ulangi percobaan dengan V_{IN} yang bersumber dari generator sinyal.

3. Pemicu Schmitt inverting

- Siapkan Op-Amp Trainer, generator sinyal, multimeter digital dan Osiloskop.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 10.5 pada Op-Amp Trainer
- Sambungkan probe osiloskop di V output atur pada setting $V=5V/div$

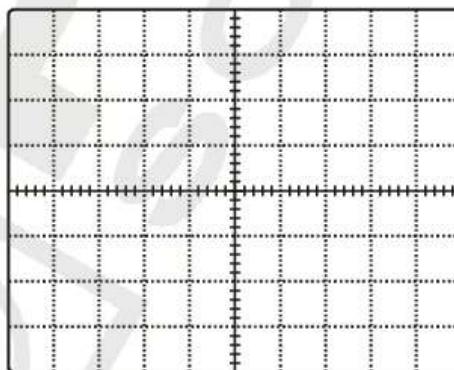


Gambar 10.5



Gambar 10.6

- d. Atur Potensio, sambil mengukur tegangan V_{IN} dan memperhatikan tegangan di display osiloskop, pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
- e. Ukur tegangan di output pada setiap titik tegangan pengukuran itu
- f. Pada saat tegangan di display osiloskop berubah, tandai nilai V_{IN} tersebut,
- g. Setelah pengaturan potensio mencapai $V_{IN}=12V$, putar balik per titik-titik pengukuran, jadi dari $V_{IN} 12V$ ke 0V.
- h. Catat dan lengkapi table 10.3 dibawah.
- i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 10.3



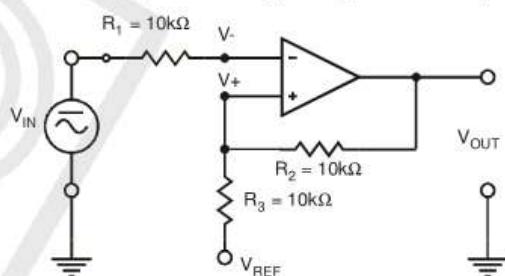
Grafik 10.3

Tabel 10.3

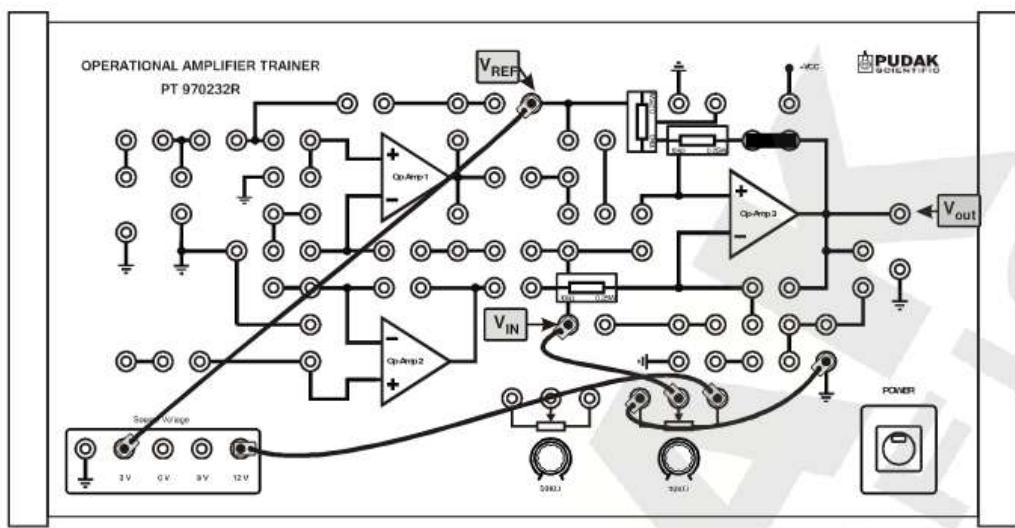
No.	V_{IN} (volt)	V_{OUT} (volt)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Ulangi percobaan dengan V_{IN} yang bersumber dari generator sinyal.

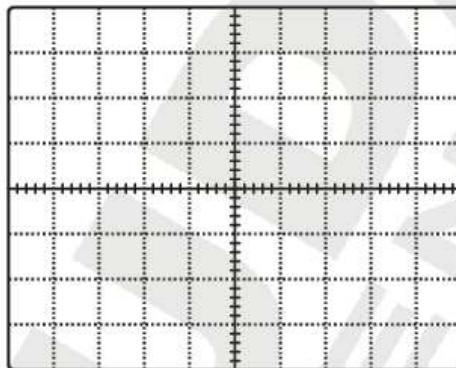
4. Pemicu Schmitt inverting dengan Tegangan Referensi
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer dan multimeter Digital.
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 10.8 pada Op-Amp Trainer
 - c. Sambungkan probe osiloskop di V output atur pada setting $V=5V/div$
 - d. Atur Potensio, sambil mengukur tegangan V_{IN} dan memperhatikan tegangan di display osiloskop, pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
 - e. Ukur tegangan di output pada setiap titik tegangan pengukuran itu
 - f. Pada saat tegangan di display osiloskop berubah, tandai nilai V_{IN} tersebut,
 - g. Setelah pengaturan potensio mencapai $V_{IN}=12V$, putar balik per titik-titik pengukuran, jadi dari $V_{IN} 12V$ ke 0V.
 - h. Catat dan lengkapi table 10.4 dibawah.
 - i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 10.4



Gambar 10.7



Gambar 10.8



Grafik 10.4

Tabel 10.4

No.	V_{IN} (volt)	V_{OUT} (volt)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

Ulangi percobaan dengan V_{IN} yang bersumber dari generator sinyal.

VI. Kesimpulan

1. Rangkaian Pemicu Schmitt non inverting merupakan rangkaian yang mempunyai limit input bawah untuk meng LOW kan output ketika konsisi output HIGH dan limit input atas untuk meng-HIGH kan.dari kondisi LOW.
2. Rangkaian Pemicu Schmitt inverting mempunyai kebalikan kondisi Output dari Pemicu Schmitt non inverting.
3. Tegangan referensi berpengaruh pada limit atas dan limit bawah dari pemicu Schmitt.
4. Renggang antara kondisi output HIGH dan LOW dikenal sebagai histerisis dari pemicu Schmitt dan besarnya dipengaruhi oleh besaran R feedbacknya.

I. Tujuan

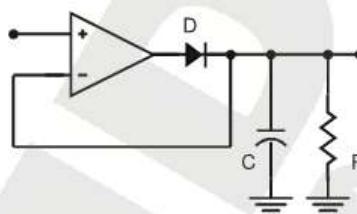
Setelah melaksanakan percobaan ini, Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat rangkaian *Peak detector*, *Clipper* dan *Clamper*.

II. Pendahuluan

Detector Puncak (*peak detector*):

Rangkaian *detector* puncak merupakan dasar dari rangkaian penyearah setengah gelombang. Rangkaian ini akan menghasilkan output yang sama dengan puncak dari sinyal input.

Jenis rangkaian ini ada dua tipe, yaitu detektor puncak positif dan detektor puncak negatif.

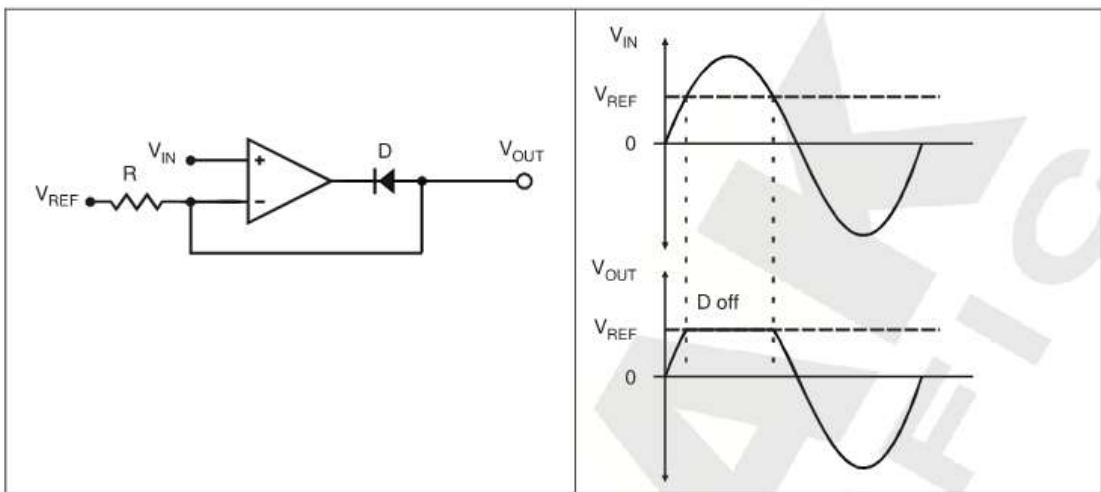


Gambar 11.1 Detektor puncak Positif

Untuk rangkaian puncak negatif rangkaianya serupa dengan gambar 11.1 diatas, hanya pemasangan diode D dibalik.

Clipper:

Clipper merupakan rangkaian yang dapat memotong atau menghilangkan bagian positif atau negatif dari sinyal. Input. Tingkat pemotongan ditentukan oleh referensi tegangan V_{ref} , yang mana harus lebih kecil dari tegangan sinyal input. Clipper Positif tegangan sinyal output mempunyai bagian setengah putaran positif diatas V_{ref} akan terpotong. Sedangkan pada Clipper negatif adalah kebalikannya,

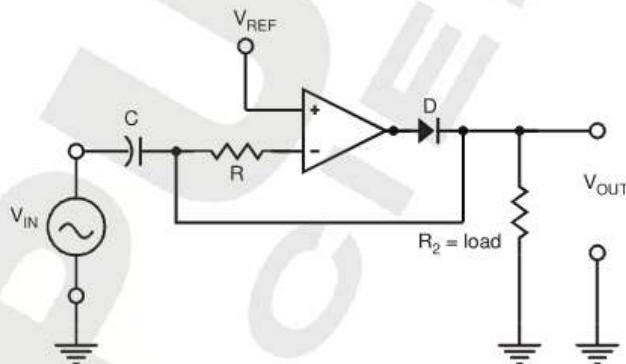


Gambar 11.2 Rangkaian Clipper Positif

Untuk rangkaian Clipper Negatif dipasang berlawanan dengan pada clipper positif

Clammer:

Clammer adalah rangkaian elektronik yang menetapkan batas puncak sinyal baik positif atau puncak negatif sesuai dengan nilai yang ditetapkan dengan menggeser nilai DC-nya.



Gambar 22.3 Rangkaian Clammer Positif

Clammer tidak membatasi puncak-ke-puncak dari sinyal, tapi meggeserkan seluruh sinyal naik atau turun sedemikian rupa untuk menempatkan puncak-puncaknya pada tingkat referensi tegangan dc yang ditetapkan. Jadi peak dari output sinyal dihimpitkan ke level tegangan dc yang diharapkan.

Clammer ini ada dua type yaitu :

- Positif Clammer jika Tegangan dc referensi yang dijepitkan Positif
- Negatif Clammer jika Tegangan dc referensi yang dijepikan Negatif

III. Buku Bacaan

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

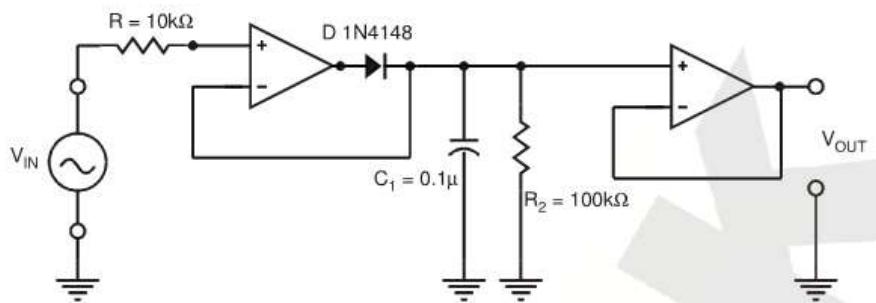
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company,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

IV. Peralatan

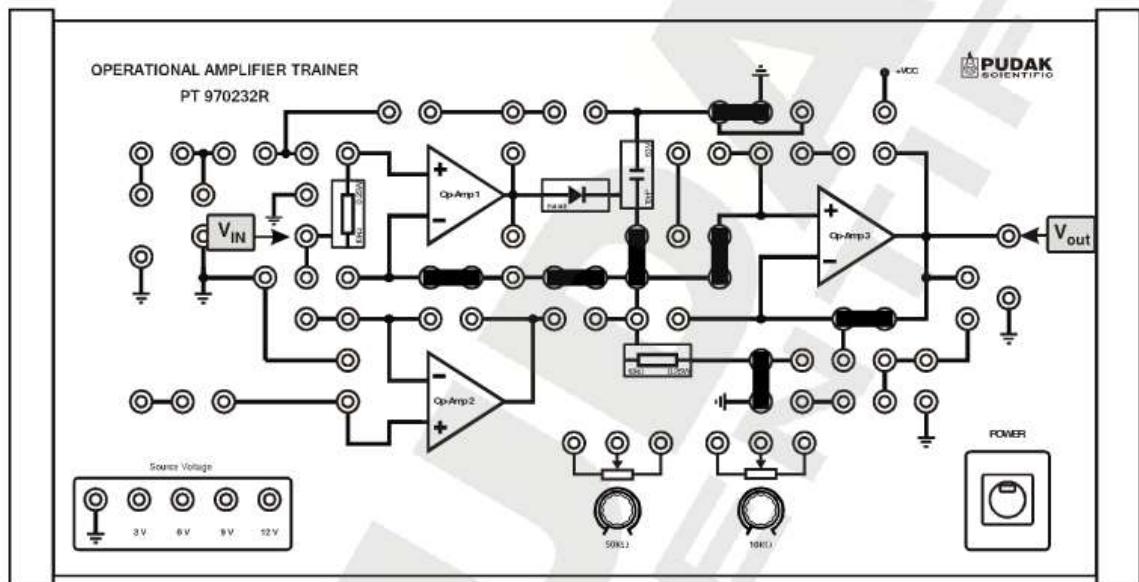
Utama	:	Op-Amp Trainer
		1 Penghambat $100\text{k}\Omega$
		2 Penghambat $10\text{k}\Omega$
		2 Penghambat $1\text{k}\Omega$
		1 Kapasitor 100nF
		1 Dioda 1N4148
		7 Jembatan penghubung
Pendukung	:	Generator fungsi
		Osiloskop
		Multimeter

V. Langkah Kerja

1. Detektor Puncak
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer, generator sinyal, multimeter digital dan Osiloskop.
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 11.41 pada Op-Amp Trainer.
 - c. Sambungkan probe osiloskop CH2 di Vout, atur pada setting $V=5\text{V/div}$.

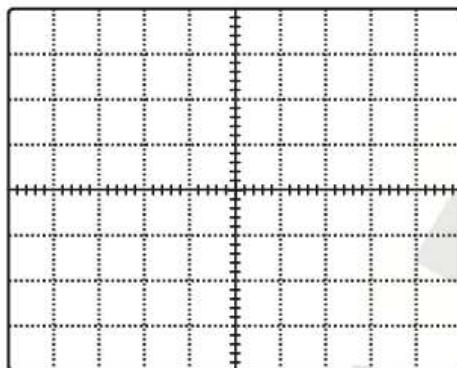


Gambar 11.4



Gambar 11.5

- d. Sambungkan Generator Sinyal pada V_{IN} dan Sambungkan Probe Osiloskop CH1 pada V_{IN} .
- e. Nyalakan Power System.
- f. Atur Frekuensi Generator Simyal di 1Vpp dan Frekuensi di 1kHz.
- g. Setelah setting selesai, perhatikan dan catat grafik pada osiloskop.
- h. Naikan level dari generator Sinyal. Catat perubahan yang tampil di osiloskop.
- i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 11.1



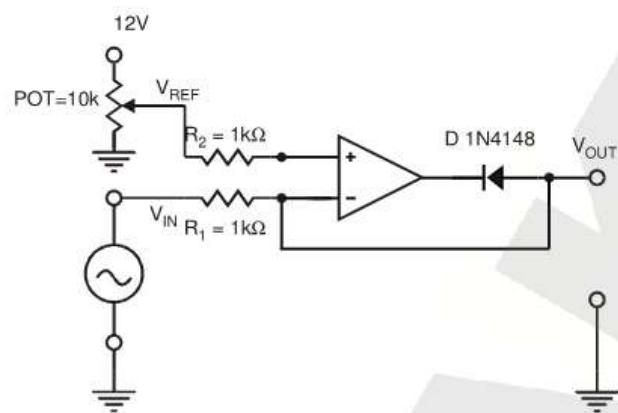
Grafik 11.1

Tabel 11.1

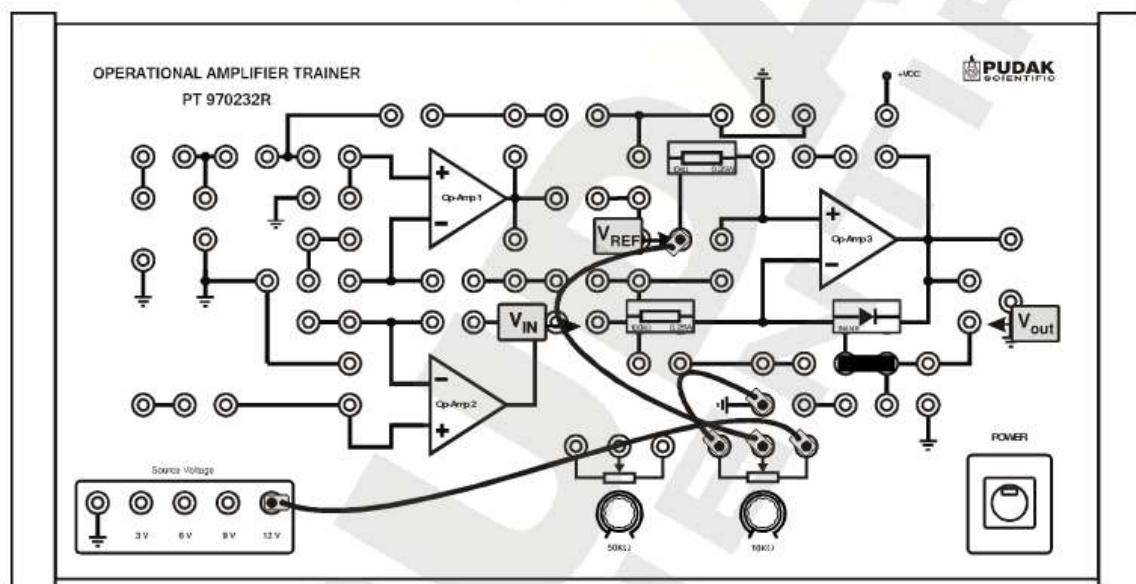
No.	V_{in} (volt)pp	V_{out} (volt)pp
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

2. Clipper

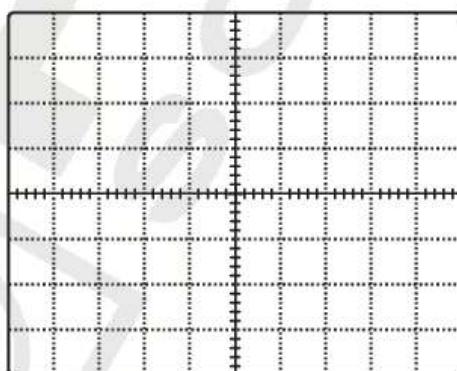
- a. Siapkan Op-Amp Trainer dan Osiloskop.
- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 11.6 pada Op-Amp Trainer.
- c. Sambungkan probe osiloskop di V output atur pada setting $V=5V/div$.
- d. Atur Potensio, sambil mengukur tegangan V_{in} dan memperhatikan tegangan di display osiloskop, pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
- e. Ukur tegangan di output pada setiap titik tegangan pengukuran itu
- f. Pada saat tegangan di display osiloskop berubah, tandai nilai V_{in} tersebut,
- g. Setelah pengaturan potensio mencapai $V_i=12V$, putar balik per titik-titik pengukuran, jadi dari V_{in} 12V ke 0V.
- h. Catat dan lengkapi table 11.2 dibawah.
- i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{in} dan V_{out} pada Grafik 11.2



Gambar 11.6



Gambar 11.7



Grafik 11.2

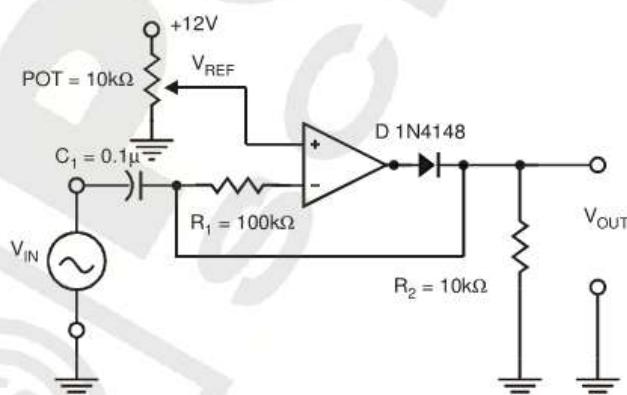
Tabel 11.2

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

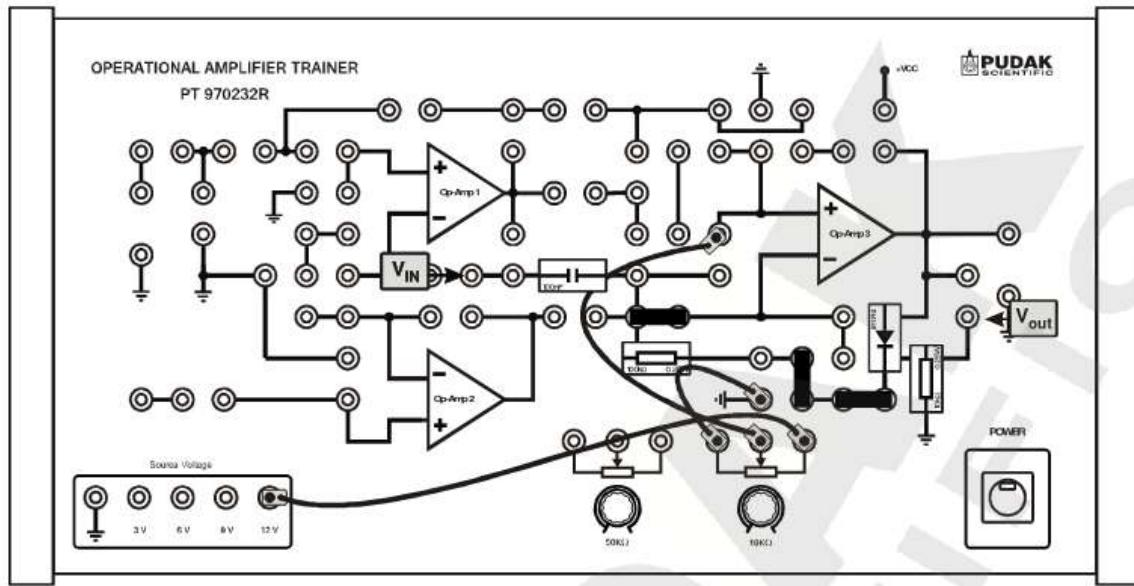
Ulangi percobaan dengan V_{IN} yang bersumber dari generator sinyal.

3. Clamper

- Siapkan Op-Amp Trainer, generator sinyal, multimeter digital dan Osiloskop.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 11.8 pada Op-Amp Trainer
- Sambungkan probe osiloskop Ch 2 di V output atur pada setting $V=5V/div$

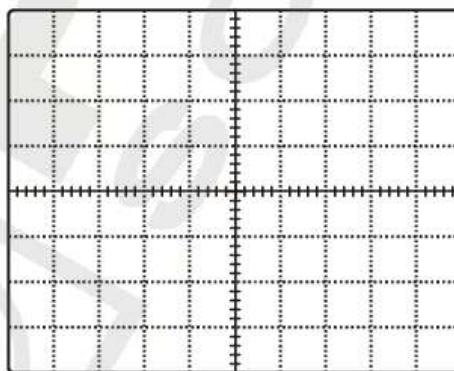


Gambar 11.8



Gambar 11.9

- d. Sambungkan Generator sinyal ke Input, dan sambungkan probe osiloskop ch 1.
- e. Nyalakan Power Sistem.
- f. Set potensio, sambil mengukur tegangan V_{IN} dan memperhatikan tegangan di display osiloskop, pada titik-titik tegangan pengukuran dari 0V sampai 12V.
- g. Ukur tegangan di output pada setiap titik input tegangan pengukuran itu, gambar grafiknya dan catat
- h. Catat dan lengkapi table 11.3 dibawah.
- i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 11.3



Grafik 11.3

Tabel 11.3

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

Ulangi percobaan dengan V_{in} dengan menggunakan tegangan dc dari sumber tegangan 12 Volt yang tersedia.

VI. Kesimpulan

1. Detektor puncak akan menunjukkan puncak tegangan input.
2. Pada rangkaian Clipper positif, output pada saat naik menuju puncak akan mencapai level dari referensi tegangan yang ditetapkan lewat potensio, dan tidak terus naik ke arah positif.
3. Pada rangkaian Clamper puncak dari sinyal akan dihimpit tepat di level tegangan referensi, tidak terpotong seperti dalam proses rangkaian clipper.

I. Tujuan

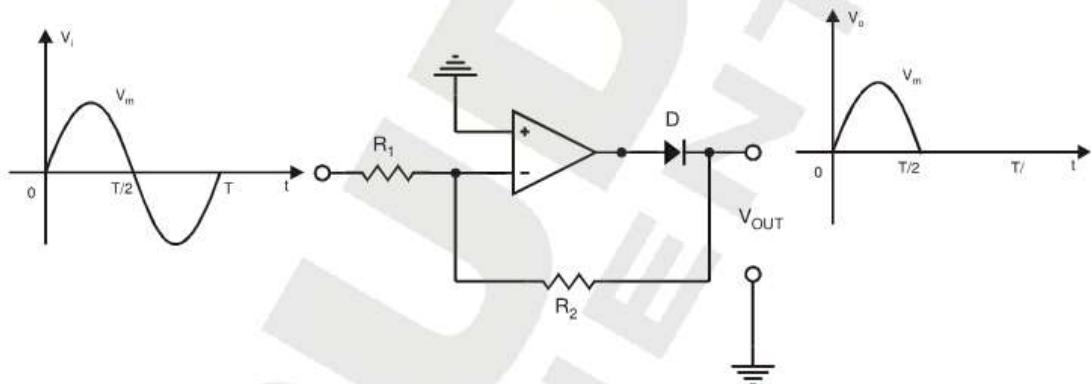
Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat rangkaian Penyearah aktif serta mampu merangkai penyearah aktif setengah gelombang dan penyearah aktif gelombang penuh.

II. Pendahuluan

Untuk menyearahkan sinyal rendah, dibawah 0.6V tidak dapat dilakukan dengan sebuah diode saja. Hal ini diatasi dengan suatu rangkaian penyearah aktif, yang mana dibangun dengan sebuah op-amp serta dioda.

1. Penyearah aktif Setengah Gelombang

Rangkaian penyearah aktif setengah gelombang diperlihatkan seperti gambar 12.1 dibawah ini.



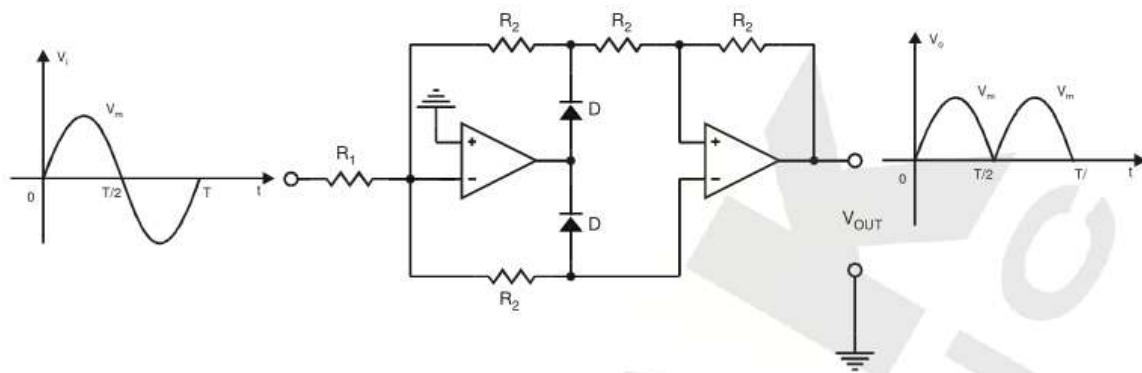
Gambar 12.1 Penyearah aktif setengah Gelombang

Rangkaian seperti gambar 12.2 diatas menyearahkan sinyal input dengan penguatan R_2/R_1 yang dapat diatur dengan mengubah nilai R_1

2. Penyearah aktif Gelombang Penuh.

Pada Penyearah aktif gelombang penuh, polaritas input tidaklah menjadi masalah, output penyearah ini akan selalu positif

Rangkaian penyearah gelombang penuh ini dibangun dari penyearah setengah gelombang yang dipadukan antara penyearah penyearah setengah gelombang polaritas positif dengan yang berpolaritas negatif selanjutnya dimaksukan kedalam rangkaian penguat diferensial.



Gambar 12.2 Penyearah aktif Gelombang Penuh.

Rangkaian seperti gambar 12.2 diatas menyearahkan sinyal input dengan penguatan R_2/R_1 yang dapat diatur dengan mengubah nilai R_1 .

III. Buku Bacaan

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

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

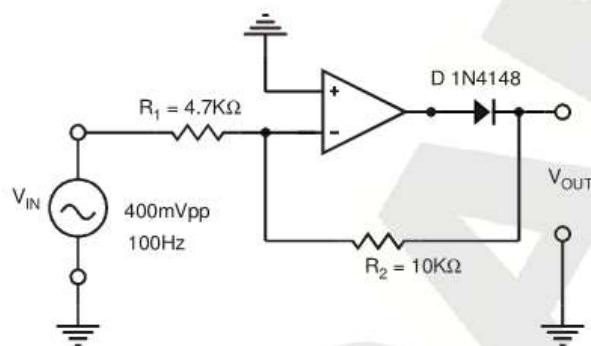
Utama : Op-Amp Trainer
 4 Penghambat $10k\Omega$
 1 Penghambat $4.7k\Omega$
 2 Dioda `1N4148
 5 Jembatan penghubung

Pendukung : Generator fungsi
 Osiloskop
 Multimeter

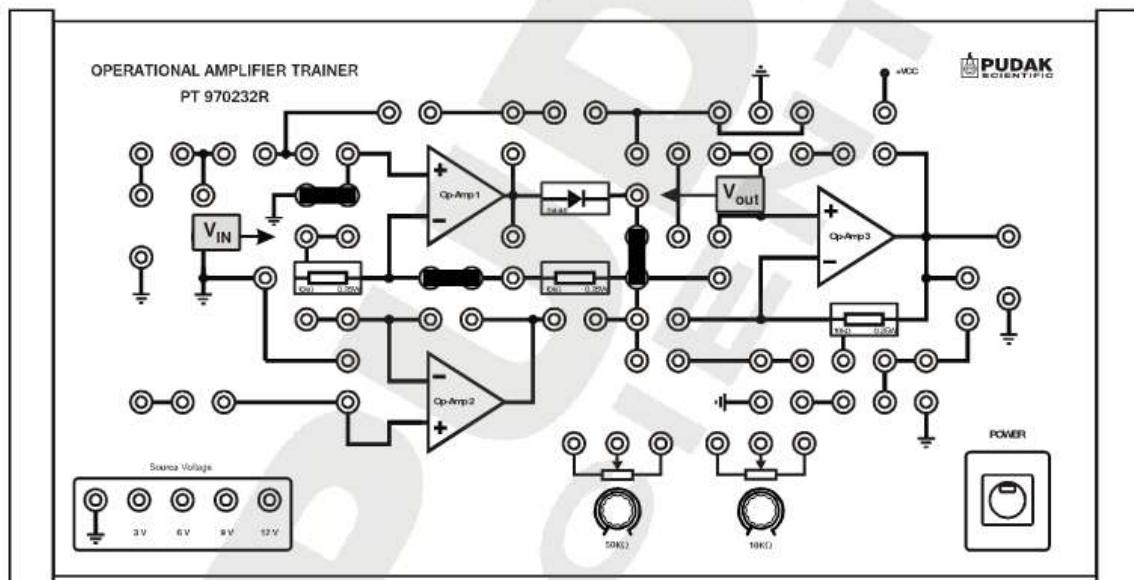
V. Langkah Kerja

1. Penyearah aktif setengah Gelombang
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer, generator sinyal, multimeter digital dan Osiloskop.

- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 12.3 pada Op-Amp Trainer.
- c. Sambungkan probe osiloskop kanal 1 di input rangkaian dan probe osiloskop kanal 2 di Vout. atur tegangan pengukuran osiloskop $V=5V/div$

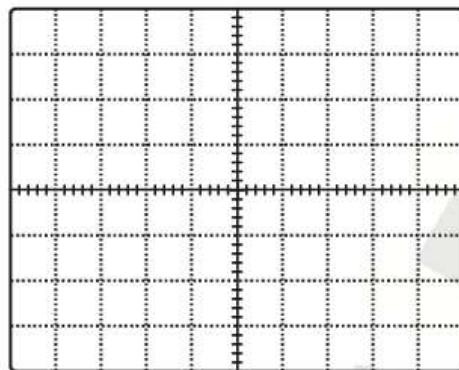


Gambar 12.3



Gambar 12.4

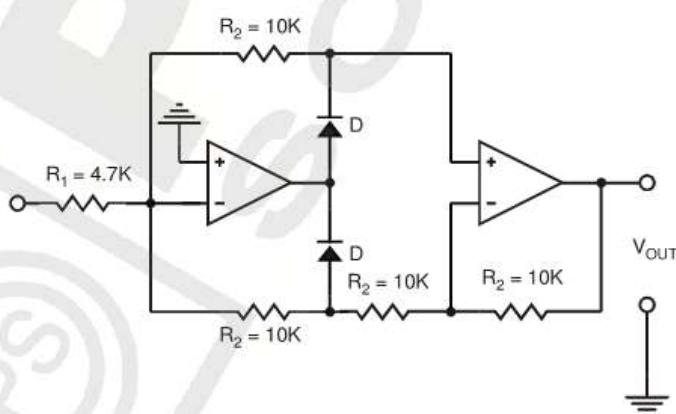
- d. Sambungkan Generator Sinyal pada V_{IN} .
- e. Nyalakan Power Sistem.
- f. Atur Frekuensi Generator Sinyal di 400mVpp dan Frekuensi di 100Hz.
- g. Setelah setting selesai, perhatikan dan catat grafik pada osiloskop.
- h. Naikan level dari generator Sinyal. Catat perubahan yang tampil di osiloskop.
- i. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 11.1



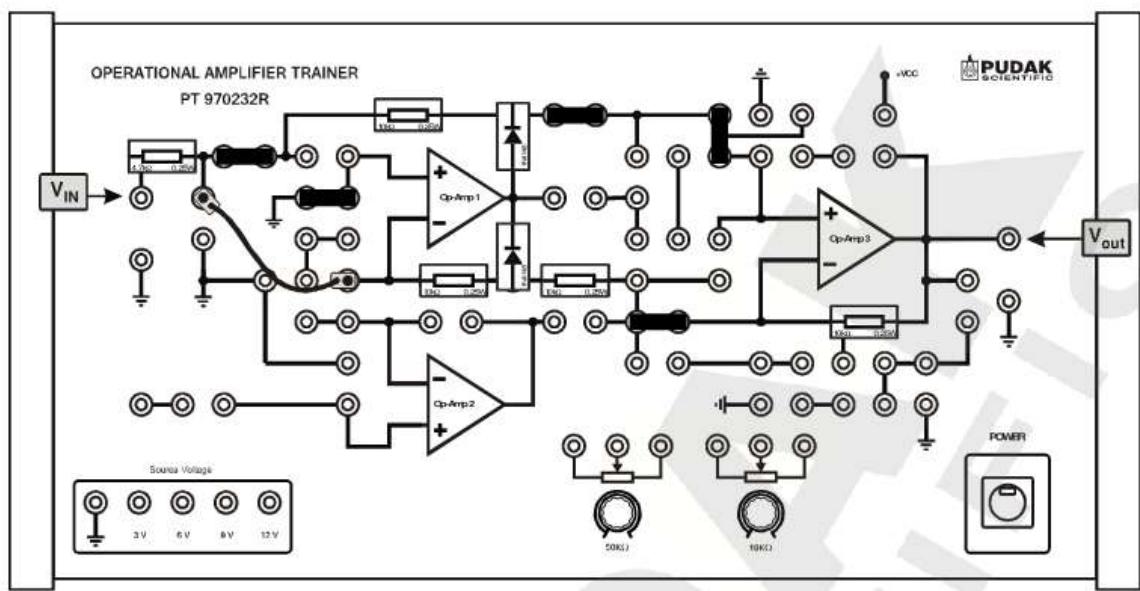
Grafik 12.1

2. Penyearah aktif Gelombang Penuh

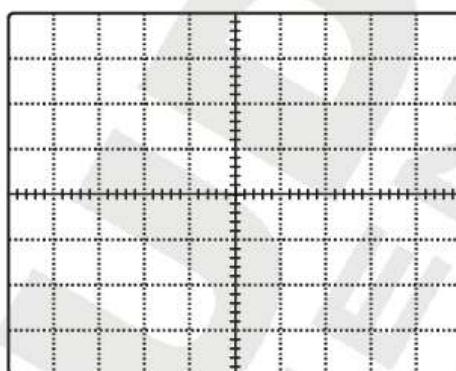
- a. Siapkan Op-Amp Trainer dan Osiloskop.
- b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti Gambar 12.5 pada Op-Amp Trainer
- c. Sambungkan probe osiloskop kanal 1 pada V input atur pada seting $V=1V/div$
- d. Sambungkan probe osiloskop kanal 2 pada V output, atur pada Seting $V=5V.div$.
- e. Sambungkan Generator Sinyal pada input, Set output $F=100Hz$ dan $V_{pp}=400mV$.
- f. Nyalakan Power utama Op-Amp Trainer.
- g. Lihat bentuk gelombang Input dan Output pada Oziloskop.
- h. Gambarkan bentuk perbandingan V_{IN} dan V_{OUT} pada Grafik 12.2



Gambar 12.5



Gambar 12.6



Grafik 12.2

VI. Kesimpulan

1. Penyearah aktif setengah gelombang, mampu menyearahkan sumber dengan tegangan yang kecil, dibawah nilai junction diode yaitu 0.6 – 0.7V.
2. Penyearah aktif setengah gelombang fungsinya kerjanya hampir sama dengan peak detector.
3. Penyearah aktif gelombang penuh dapat disusun dari penyearah aktif setengah gelombang dengan penambahan diode, beberapa penghambat dan rangkaian penguat diferensial.

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami sifat-sifat Op-Amp untuk *low pass filter* (filter lolos bawah) dan *high pass filter* (filter lolos atas).

II. Pendahuluan

Pada bagian ini akan diperkenalkan suatu aplikasi penguat operasional yang berhubungan dengan filter. Rangkaian filter berhubungan dengan frekuensi sinyal yang dapat ditapis/ditahan dari masukan menuju keluaran.

Dengan mengetahui frekuensi-frekuensi mana saja yang akan dilewatkan dan uang mana diredam, kita dapat menentukan jenis filter mana yang akan dipakai.

Rangkaian filter yang akan dibahas yaitu *low pass filter/LPF* (filter lolos bawah), *high pass filter/HPF* (filter lolos bawah), serta penggabungan dari sifat filter tersebut yang berupa Band Pass Filter dan Band Stop Filter.

III. Buku Bacaan

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

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.

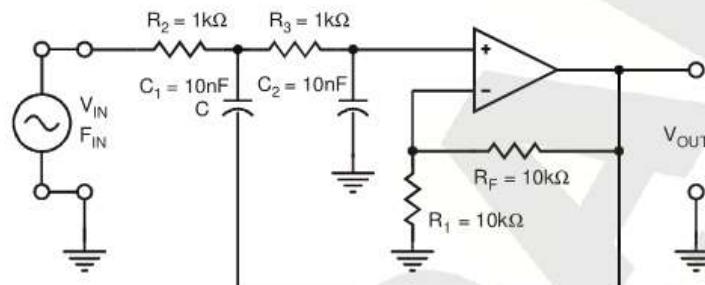
IV. Peralatan

Utama : Op-Amp Trainer
 2 penghambat $8.2\text{k}\Omega$
 2 penghambat $1\text{k}\Omega$
 2 penghambat $10\text{k}\Omega$
 @1 Penghambat $1.5\text{k}\Omega$, $6.8\text{k}\Omega$, $15\text{k}\Omega$, $18\text{k}\Omega$
 3 kapasitor 1nF
 3 kapasitor 10nF
 1 Kapasitor 4.7nF

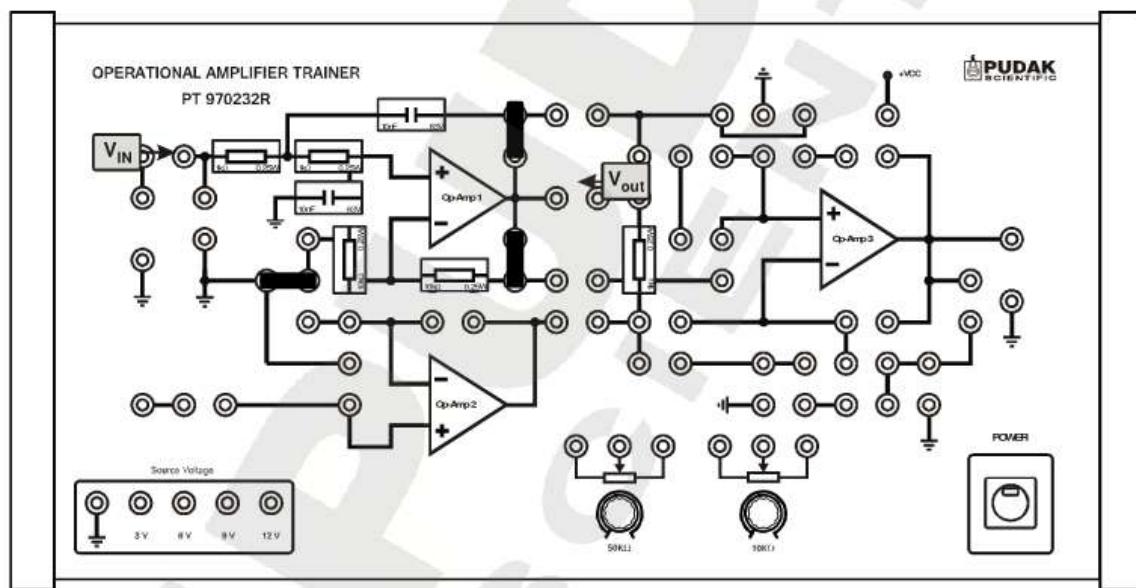
Pendukung : Generator fungsi
 Osiloskop

V. Langkah Kerja

1. Filter Lolos Bawah basic, orde kedua dan orde keempat
 - a. Op-Amp Trainer, generator fungsi, dan osiloskop.
 - b. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti Gambar 13.1a pada Op-Amp Trainer.



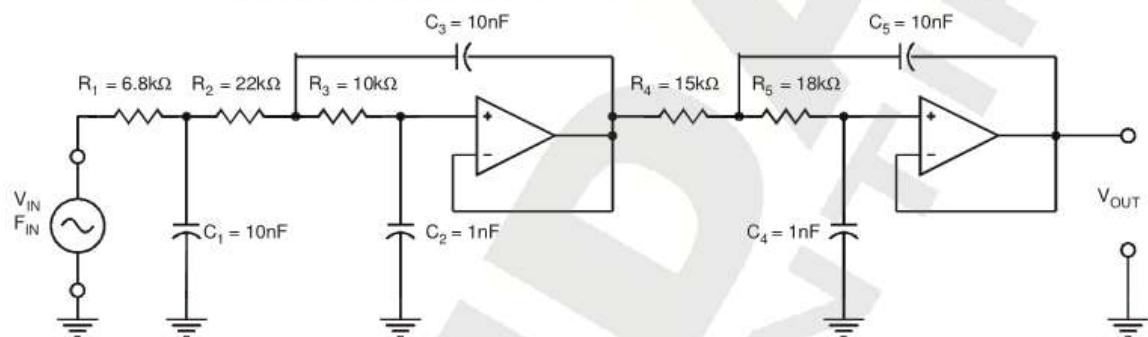
Gambar 13.1a Filter Lolos bawah orde kedua



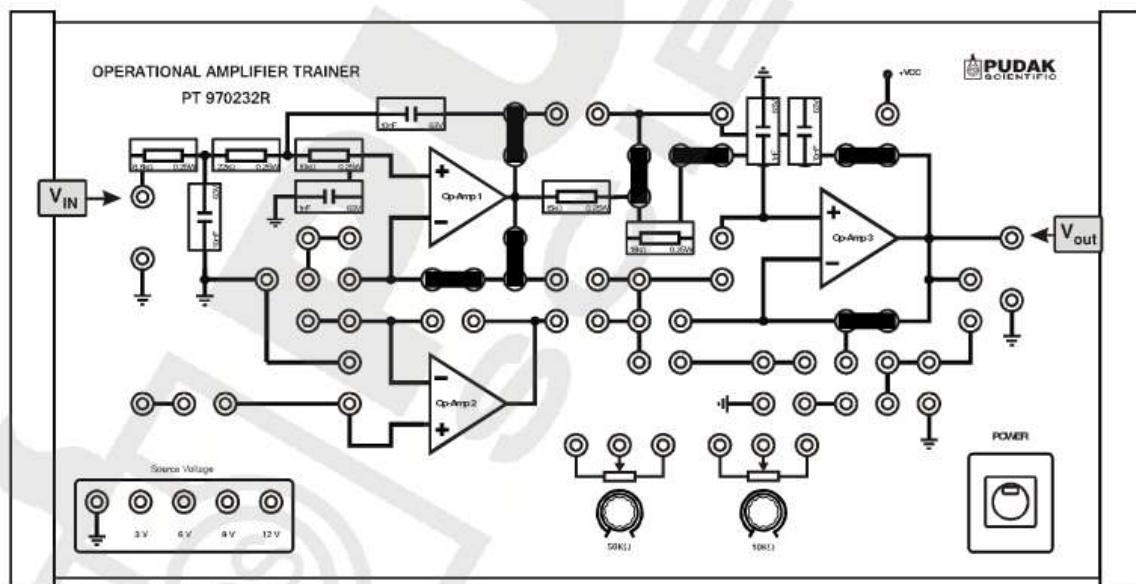
Gambar 13.1b Penyambungan Rangkaian Filter Lolos bawah orde kedua

- c. Hubungkan V_{in} dengan kanal 1 osiloskop dan V_{out} dengan kanal 2 osiloskop. Posisikan sinyal masukan yang merupakan tegangan V_{in} pada kanal 1 pada bagian atas layar osiloskop dan sinyal keluaran yang merupakan tegangan V_{out} pada kanal 2 di bagian bawah layar osiloskop.
- d. Hidupkan saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian sehingga pada frekuensi paling rendah yang ditunjukkan pada Tabel 13.1 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak V_{in} 1,5 Volt.

- e. Kemudian catat besarnya keluaran pada Tabel 13.1 pada beberapa frekuensi yang ditunjukkan pada tabel tersebut. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya, karena itu lakukan penyesuaian dahulu bila besarnya berubah.
- f. Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 13.1.
- g. 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 akan mengecil. Hal ini berarti bahwa pada frekuensi yang rendah sinyal diloloskan, sementara pada frekuensi tinggi sinyal direndam. Karena itu rangkaian yang memiliki sifat ini disebut *filter lolos bawah* (LPF – Low Pass Filter).



Gambar 13.2a Rangkaian Filter Lolos Bawah dua tingkat



Gambar 13.2b Pemasangan Rangkaian Filter Lolos Bawah dua tingkat

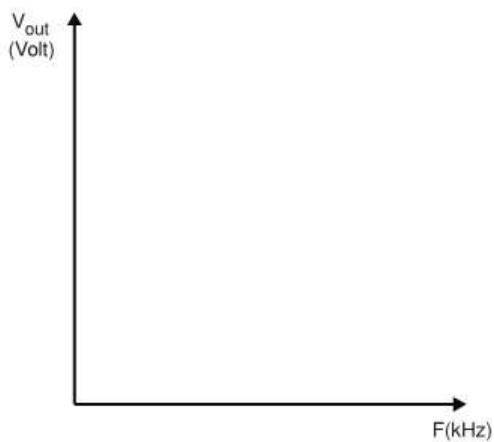
Kemudian catat besarnya keluaran pada Tabel 13.2 dan gambarkan grafik nya pada gambar Grafik 13.2.

Tabel 13.1

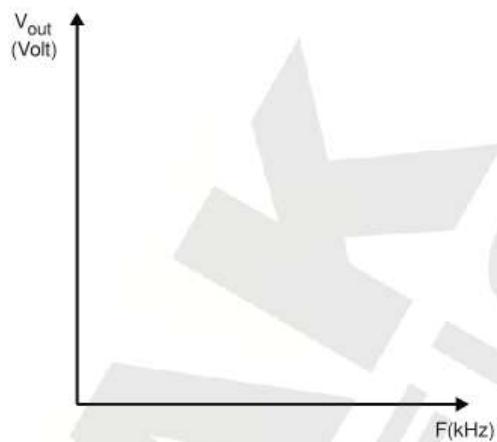
No.	Frekuensi (kHz)	V _{in} (volt)	V _{out} (volt)
1	1		
2	5		
3	10		
4	15		
5	20		
6	30		
7	40		
8	50		
9	60		
10	70		

Tabel 13.2

No.	Frekuensi (kHz)	V _{in} (volt)	V _{out} (volt)
1	1		
2	5		
3	10		
4	15		
5	20		
6	30		
7	40		
8	50		
9	60		
10	70		



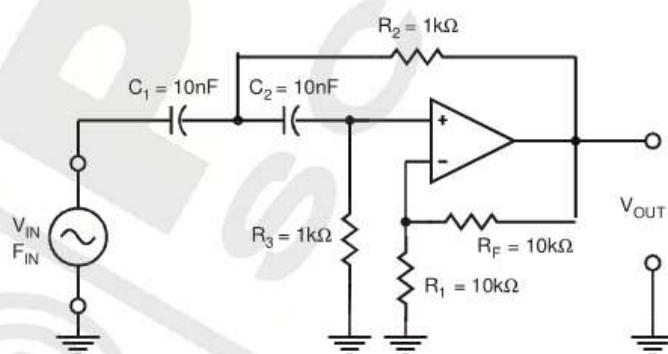
Grafik 13.1



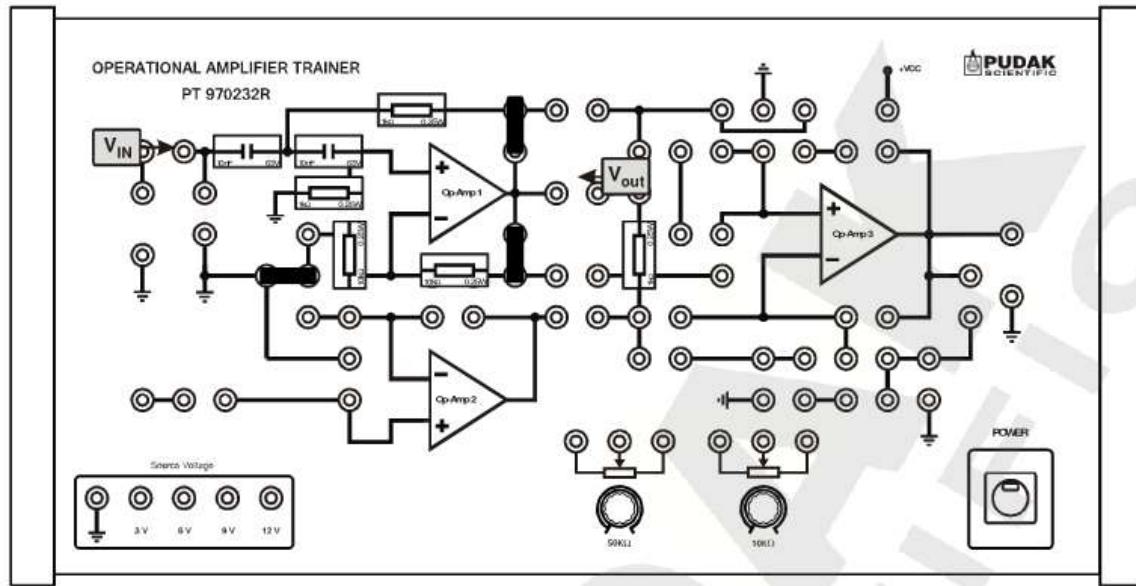
Grafik 13.2

2. Filter Lolos Atas

- Siapkan Op-Amp Trainer, generator fungsi, dan osiloskop.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti Gambar 13.3a pada Op-Amp Trainer.
- Hubungkan V_{in} dengan kanal 1 osiloskop dan V_{out} dengan kanal 2 osiloskop. Posisikan sinyal masukan yang merupakan tegangan V_{in} pada kanal 1 pada bagian atas layar osiloskop dan sinyal keluaran yang merupakan tegangan V_{out} pada kanal 2 di bagian bawah layar osiloskop.
- Hidupkan saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian sehingga pada frekuensi paling rendah yang ditunjukkan pada Tabel 13.3 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak V_{in} 1,5 Volt.



Gambar 13.3a

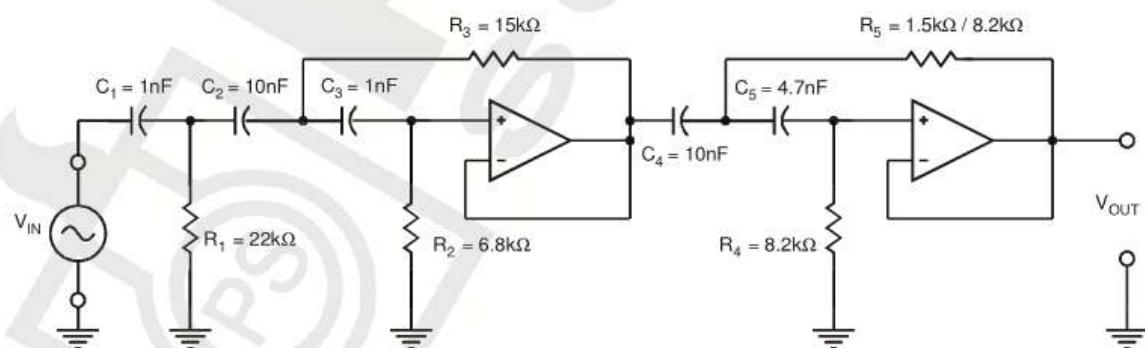


Gambar 13.3b

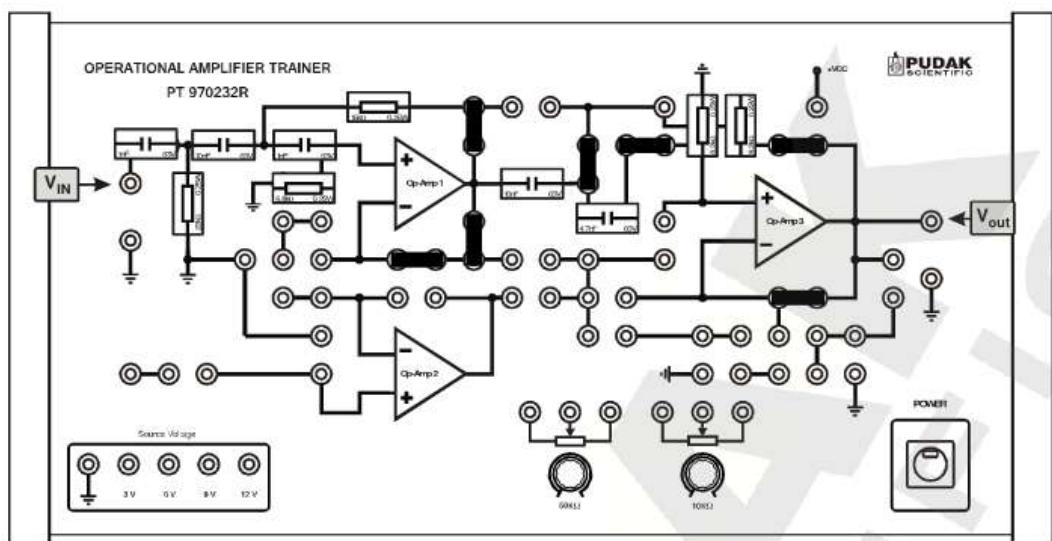
- e. Kemudian catat besarnya keluaran pada Tabel 13.2 pada beberapa frekuensi yang ditunjukkan pada tabel tersebut. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya, karena itu lakukan penyesuaian dahulu bila besarnya berubah.
- f. Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 13.3.

Ulangi percobaan seperti langkah diatas dengan mengganti rangkaian menjadi seperti rangkaian pada gambar 13.4a dibawah.

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 *filter lolos atas (HPF-High Pass Filter)*.



Gambar 13.4a



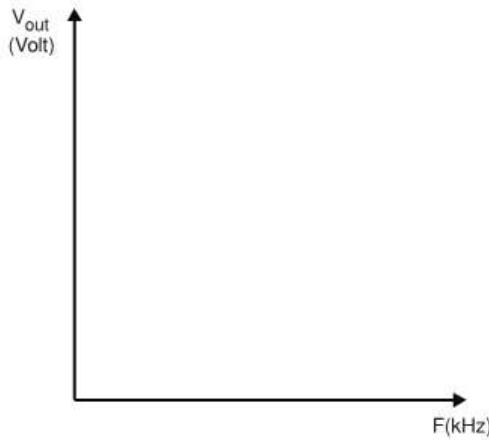
Gambar 13.4b

Tabel 13.3

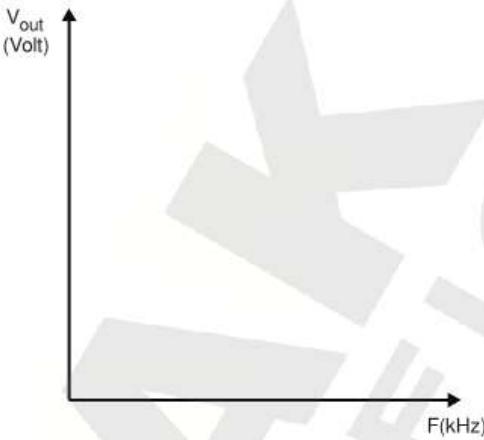
No.	Frekuensi (kHz)	V _{in} (volt)	V _{out} (volt)
1	1		
2	5		
3	10		
4	15		
5	20		
6	30		
7	40		
8	50		
9	60		
10	70		

Tabel 13.4

No.	Frekuensi (kHz)	V _{in} (volt)	V _{out} (volt)
1	1		
2	5		
3	10		
4	15		
5	20		
6	30		
7	40		
8	50		
9	60		
10	70		



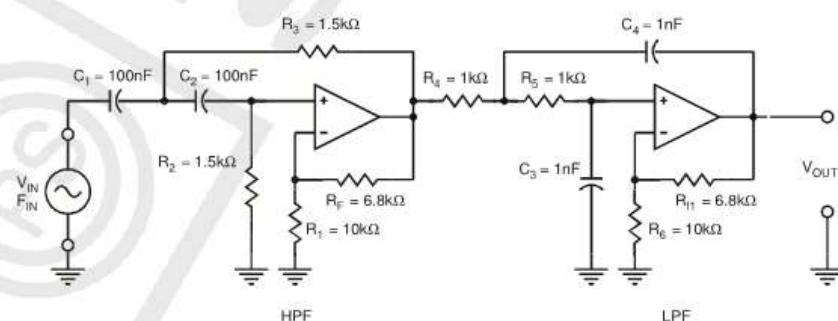
Grafik 13.3



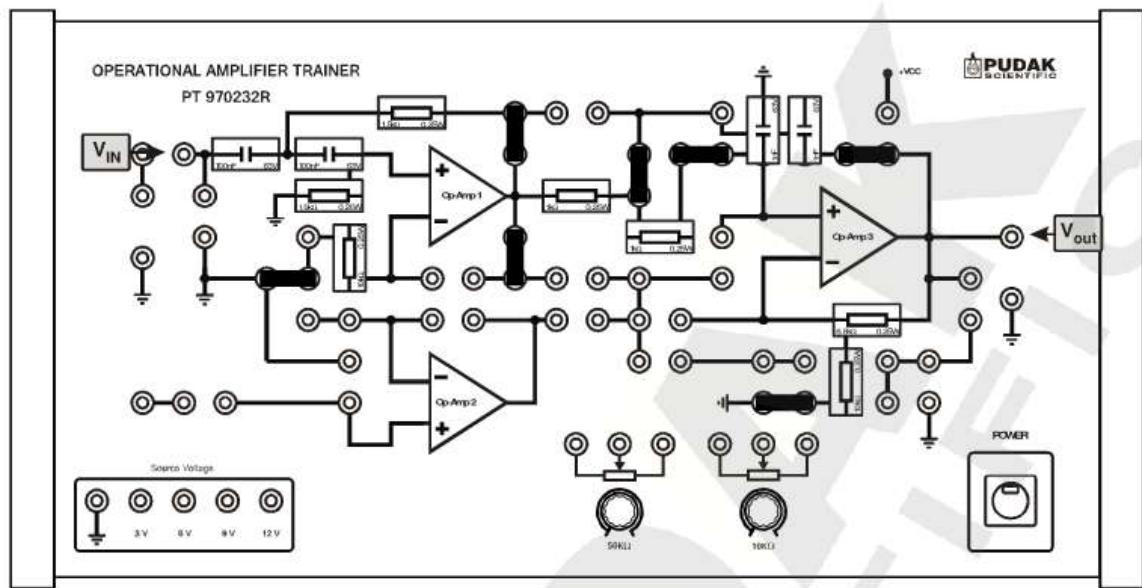
Grafik 13.4

3. Filter Lolos Tengah (Band Pass Filter)

- Op-Amp Trainer, generator fungsi, dan osiloskop.
- Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti Gambar 13.5a pada Op-Amp Trainer.
- Hubungkan V_{in} dengan kanal 1 osiloskop dan V_{out} dengan kanal 2 osiloskop. Posisikan sinyal masukan yang merupakan tegangan V_{in} pada kanal 1 pada bagian atas layar osiloskop dan sinyal keluaran yang merupakan tegangan V_{out} pada kanal 2 di bagian bawah layar osiloskop.
- Hidupkan saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian sehingga pada frekuensi paling rendah yang ditunjukkan pada Tabel 13.5 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak V_{in} 1,5 Volt.
- Kemudian catat besarnya keluaran pada Tabel 13.5 pada beberapa frekuensi yang ditunjukkan pada tabel tersebut. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya, karena itu lakukan penyesuaian dahulu bila besarnya berubah.
- Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 13.5.



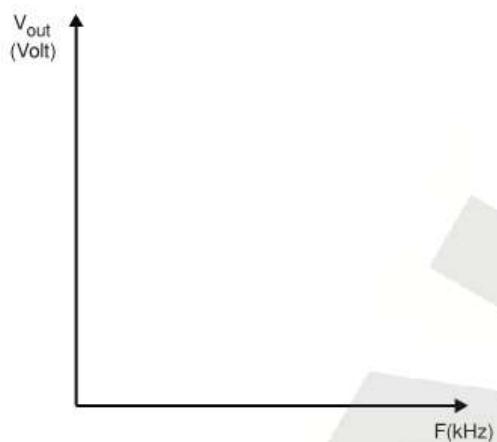
Gambar 13.5a Filter Lolos Tengah



Gambar 13.5b Pemasangan Filter Lolos Tengah

Tabel 13.5

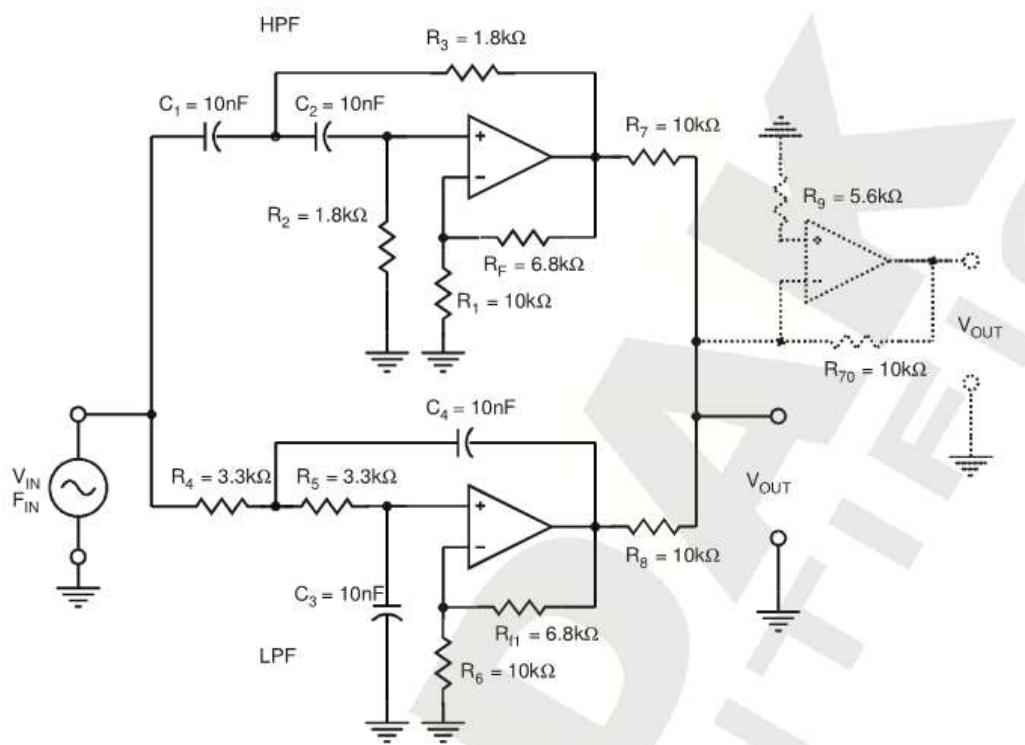
No.	Frekuensi (kHz)	V_{in} (volt)	V_{out} (volt)
1	0.5		
2	1		
3	5		
4	10		
5	15		
6	20		
7	25		
8	30		
9	35		
10	40		
11	45		



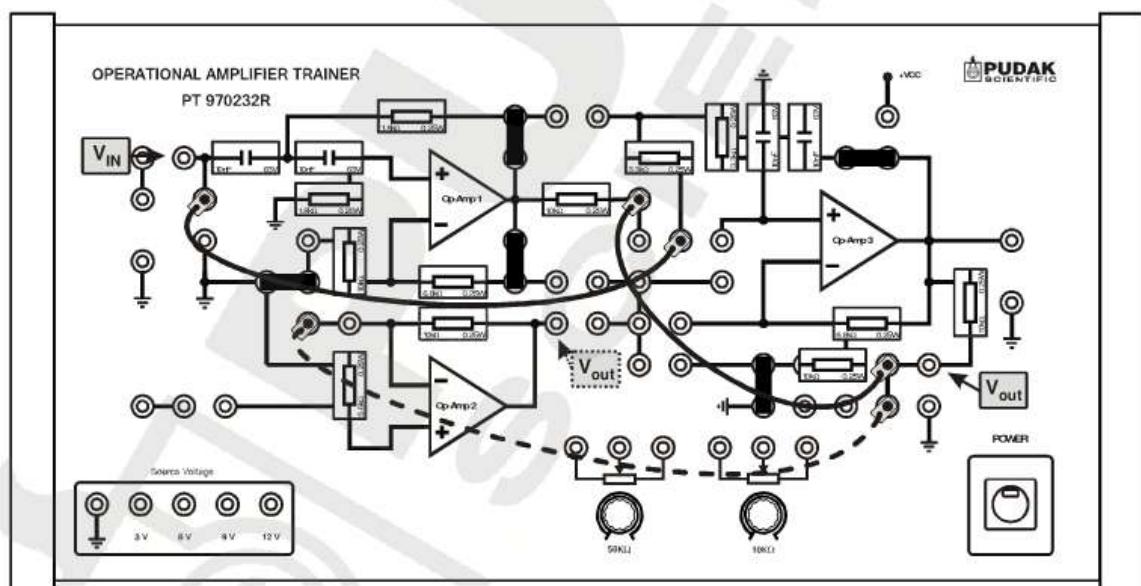
Grafik 13.5

4. Filter Stop Tengah (Band Stop Filter)

- g. Op-Amp Trainer, generator fungsi, dan osiloskop.
- h. Dalam keadaan catu-daya tegangan utama dan generator fungsi padam, buat rangkaian seperti Gambar 13.6a pada Op-Amp Trainer.
- i. Hubungkan V_{in} dengan kanal 1 osiloskop dan V_{out} dengan kanal 2 osiloskop. Posisikan sinyal masukan yang merupakan tegangan V_{in} pada kanal 1 pada bagian atas layar osiloskop dan sinyal keluaran yang merupakan tegangan V_{out} pada kanal 2 di bagian bawah layar osiloskop.
- j. Hidupkan saklar, kalibrasi generator sinyal sedemikian sehingga pada frekuensi paling rendah yang ditunjukkan pada Tabel 13.6 diperoleh sinyal sinus yang memberikan tegangan puncak V_{in} 1,5 Volt.
- k. Kemudian catat besarnya keluaran pada Tabel 13.6 pada beberapa frekuensi yang ditunjukkan pada tabel tersebut. Perhatikan bahwa pada setiap frekuensi tersebut masukan harus tetap besarnya, karena itu lakukan penyesuaian dahulu bila besarnya berubah.
- l. Gambarkan grafik keluaran terhadap frekuensi pada Grafik 13.6.



Gambar 13.6a Filter Lulus Tengah



Gambar 13.6b Pemasangan Filter Lulus Tengah

Tabel 13.6

No.	Frekuensi (kHz)	V_{in} (volt)	V_{out} (volt)
1	0.5		
2	1		
3	5		
4	10		
5	15		
6	20		
7	25		
8	30		
9	35		
10	40		
11	45		



Grafik 13.6

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 Potong (Cut-off Frequency) dari nilai-nilai R dan C rangkaian.
3. Filter lolos atas meloloskan sinyal yang memiliki frekuensi di atas frekuensi Potong (Cut-off Frequency) dari nilai-nilai R dan C rangkaian.
4. Filter Lolos Tengah (Band Pass Filter) meloloskan jalur frekuensi diantara batas potong frekuensi bawah dan frekuensi atas.
5. Filter Stop Tengah (Band Stop Filter) meredam jalur frekuensi diantara batas potong frekuensi bawah dan frekuensi atas. Atau dengan kata lain, meloloskan frekuensi dibawah batas bawah dan diatas batas atas yang ditentukan)

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami aplikasi Op-Amp tentang pembangkit gelombang jembatan wien.

II. Pendahuluan

Pembangkit gelombang Jembatan Wien adalah jenis osilator dengan komponen op-amp yang menghasilkan gelombang sinus. Susunan rangkaian osilator wien menggunakan rangkaian umpan balik yang terdiri dari RC dihubungkan seri, dan terhubung dengan RC paralel dengan nilai-nilai komponen yang sama, yang menghasilkan fase yang tertinggal atau fase yang mendahului, yang tergantung pada frekuensi. Disini R pada rangkaian seri dengan C, sama nilainya dengan R yang parallel dengan C, demikian pula nilai C.

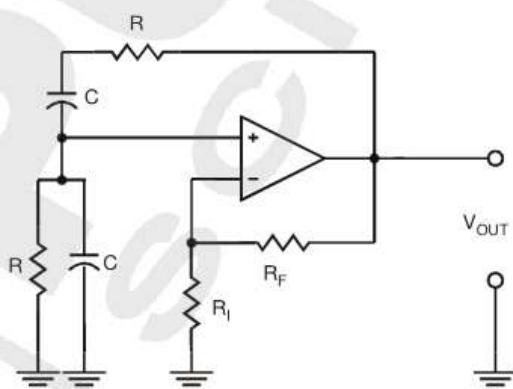
Rangkaian osilator jembatan Wien dapat dilihat pada gambar 14.1

Pada frekuensi resonansi f_r pergeseran fasa adalah 0 derajat.

Untuk terjadi osilasi, maka penguatan tegangan dari penguat sekurang-kurangnya harus 3 kali.

Besar frekuensi osilasi dapat ditentukan sesuai rumus:

$$f_r = \frac{1}{2\pi RC}$$



Gambar 14.1

III. Buku Bacaan

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

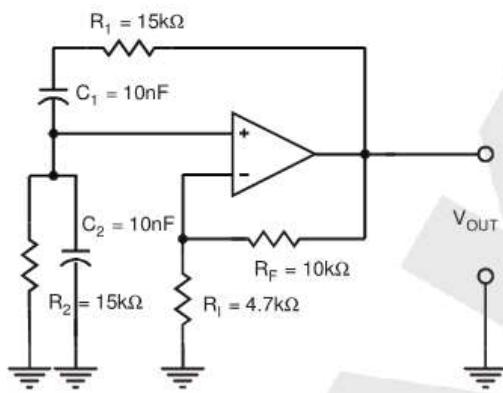
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.
4. Smith, J. Ralph, "*Circuit Device And System*", Third Edition, JOHN Wiley & Son, Inc., Newyork-Sydney-Toronto, 1976.

IV. Peralatan

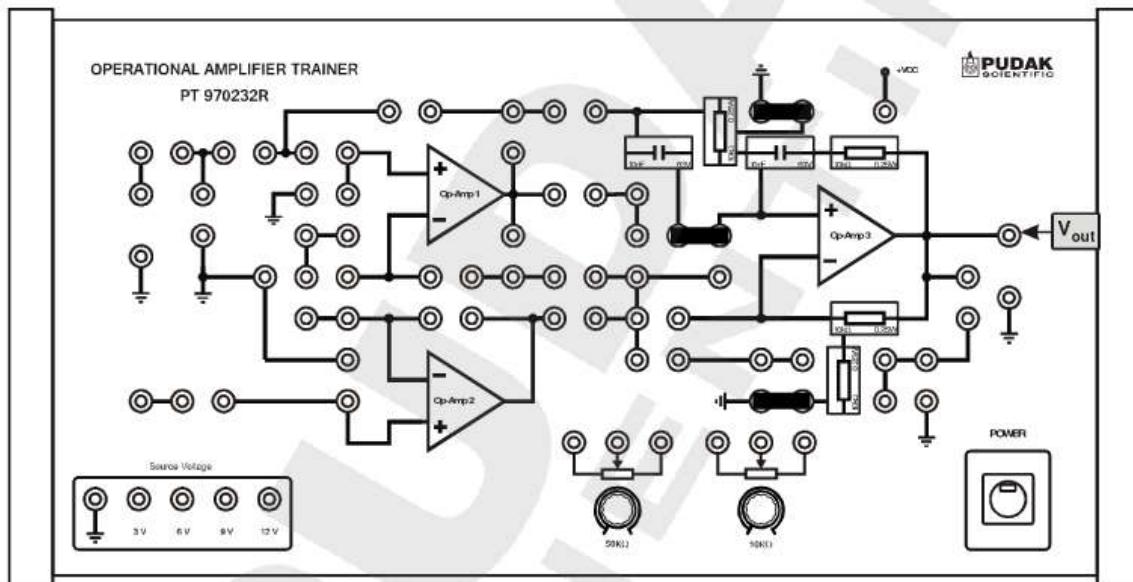
- Utama : Op-Amp Trainer
- 1 Penghambat $3.3\text{K}\Omega$
 - 1 Penghambat $4.7\text{K}\Omega$
 - 1 Penghambat $6.8\text{K}\Omega$
 - 1 Penghambat $10\text{K}\Omega$
 - 2 Penghambat $15\text{K}\Omega$
 - 1 Penghambat $100\text{K}\Omega$
 - 2 Kapasitor 10nF
 - 3 Jembatan Penghubung
- Pendukung : Osiloskop

V. Langkah Kerja

1. Sumber Tegangan
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer, penghambat $10\text{k}\Omega$, $15\text{k}\Omega \times 2$, $4.70\text{k}\Omega$, $6.8\text{k}\Omega$, $3.3\text{k}\Omega \times 2$, Kapasitor $10\text{nf} \times 2$ dan Jembatan Penghubung $\times 3$.
 - b. Dalam keadaan catu daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 14.2.

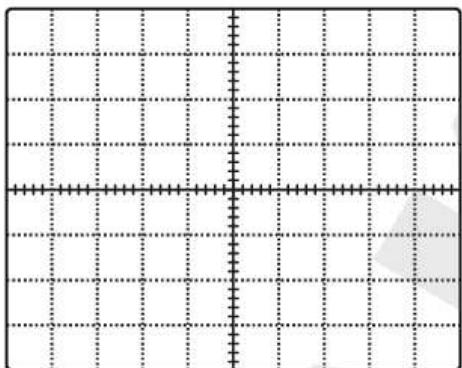


Gambar 14.2



Gambar 14.3

- c. Set dan kalibrasi osiloskop yang akan digunakan untuk mengamati sinyal. Lalu hubungkan probe kanal 1 ke output dan Ground.
- d. Hidupkan catu daya tegangan utama, amati tegangan pada terminal keluaran.
- e. Gambarkan hasil pengamatan pada grafik 14.1 dibawah ini.
- f. Ulangi percobaan dengan mengganti $R_{4.7k\Omega}$ dengan $6.8k\Omega$, amati apa yang terjadi? Dan ulangi dengan mengganti $R_{4.7k\Omega}$ tadi dengan $R_{3.3k\Omega}$



Grafik 14.1

VI. Kesimpulan

Rangkaian osilator jembatan Wien akan berosilasi dengan baik dengan ketentuan penguatan dari op-Amp ~ 3 kali.

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami aplikasi Op-Amp tentang pembangkit gelombang dengan metoda phase Shift.

II. Pendahuluan

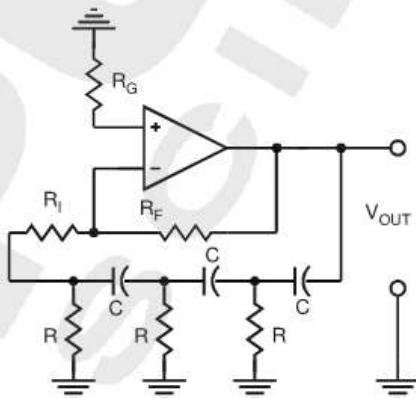
Osilator phase shift merupakan rangkaian osilator sederhana yang menggunakan penguat membalik (inverting amplifier) dan filter yang menggeser fasa dari output penguat sebesar 180 derajat pada frekuensi osilasi. Output dari filter tersebut diumpan balik ke input pembalik, disini sekilas seperti rangkaian umpan balik negatif, tetapi karena fasa dari sinyal yang diumpulkan telah digeser sebesar 180 derajat, maka menghasilkan umpan balik positif, yang akan menghasilkan osilasi.

Pada osilator dengan metoda penggeser fasa, disini ketentuan yang berlaku adalah besar C pada rangkaian RC besarnya sama, dan nilai R juga sama.

Penguatan dari penguat membalik yang ditentukan oleh $RF/R1$ harus lebih besar dari 29 kali.

Frekuensi osilasi sesuai dengan rumus:

$$f = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$



Gambar 15 Rangkaian osilator RC Phase Shift

III. Buku Bacaan

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

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.
4. Smith, J. Ralph, "Circuit Device And System", Third Edition, JOHN Wiley & Son, Inc., Newyork-Sydney-Toronto, 1976.

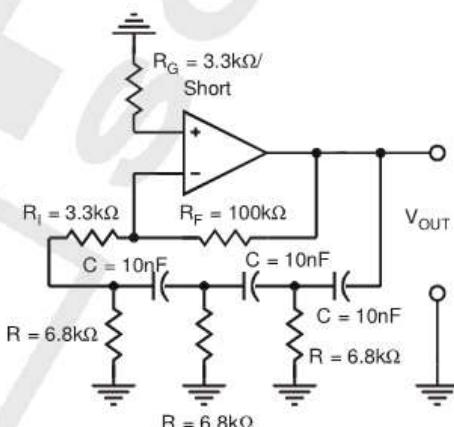
IV. Peralatan

Utama : Op-Amp Trainer
2 Penghambat $3.3\text{k}\Omega$
1 Penghambat $4.7\text{k}\Omega$
3 Penghambat $6.8\text{k}\Omega$
1 Penghambat $100\text{k}\Omega$
3 Kapasitor 10nF
3 Jembatan Penghubung

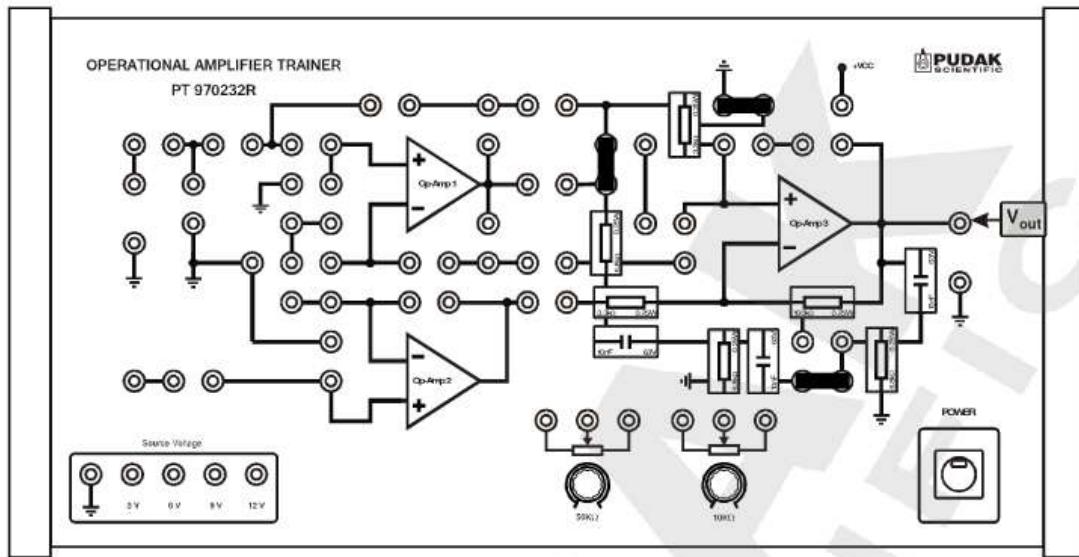
Pendukung : Osiloskop

V. Langkah Kerja

- a. Siapkan Op-Ampt Trainer, osiloskop, penghambat $3.3\text{k}\Omega \times 2$, $4.7\text{k}\Omega \times 1$, $6.8\text{k}\Omega \times 3$, $R 100\text{k}\Omega \times 1$, $R 10\text{k}\Omega \times 1$ dan kapasitor $10\text{nF} \times 3$.
- b. Dalam keadaan catu daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 15.1.

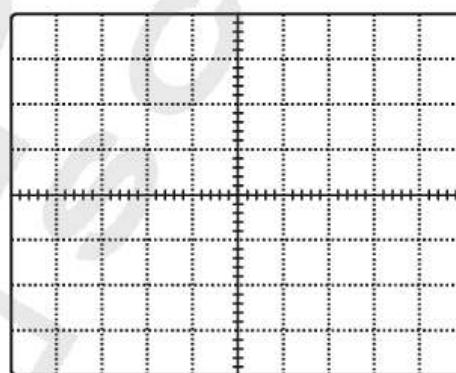


Gambar15.1



Gambar 15.2

- c. Set dan kalibrasi osiloskop, lalu hubungkan probe kanal 1 ke output dari rangkaian dan ground.
- d. Hidupkan catu daya tegangan utama, amati bentuk gelombang keluaran.
- e. Buat grafik dari hasil pengamatan pada Grafik 15.1 dibawah ini.
- f. Matikan Catu daya, kemudian ubah R 3.3k dengan penghambat 4.7kΩ.
- g. Nyalakan kembali Catu daya, lalu amati apa yang terjadi? Ulangi dengan mengganti kembali R 4.7KΩ dengan R 3.3KΩ dan Ganti R 100KΩ dengan R 10KΩ; Apa yang terjadi?
- h. Gambarkan hasil pengamatan Gelombang yang ditampilkan osiloskop pada Grafik 15.2 dibawah ini.



Grafik 15.1

VI. Kesimpulan

Pada Rangkaian Pembangkit Gelombang dengan metoda Phase Shift, maka perbandingan $RF = >29 Ri$

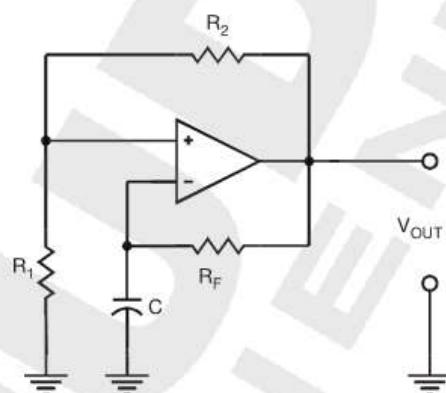
I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami aplikasi Op-Amp tentang pembangkit gelombang Persegi.

II. Pendahuluan

Suatu rangkaian op-amp dapat difungsikan juga sebagai pembangkit gelombang persegi. Pada rangkaian ini difungsikan prinsip dasar dari Schmitt trigger, jadi pada saat output naik, maka dengan cepat akan menuju titik saturasinya. Demikian pula halnya saat output turun.

Agar supaya proses naik dan turun dapat berulang-ulang, maka ditambahkan rangkaian umpan balik negatif dan kapasitor. Rangkaian dapat dilihat pada gambar 16.1 dibawah.



Gambar 16.1

Prinsip kerja dari rangkaian diatas adalah pada awalnya tegangan kapasitor C akan nol dan output dari opamp akan tinggi. Akibatnya kapasitor C mulai diisi tegangan positif melalui RF .Pada saat tegangan di C mencapai titik melewati tegangan di input op-amp tidak membalik, maka output dari IC akan berayun ke negative, kapasitor cepat dibuang melalui RF dan kemudian mulai pengisian tegangan negatif. Ketika C terisi tegangan negatif hingga tegangan pada input membalik lebih negatif dari input tak membalik, output op-amp kembali berayun ke tegangan positif. Sehingga proses tersebut berulang-ulang, yang mana d ioutput terjadi gelombang perseri .

Waktu perioda dari output dapat diekspresikan dengan persamaan:

$$T = 2 \times 2.0303 R_F C \log_{10} \left(\frac{2R_1 + R_2}{R_2} \right) \text{ detik}$$

Pada pemakaian praktis rumus yang digunakan adalah:

$$T = 2.1976 R_F C$$

III. Buku Bacaan

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

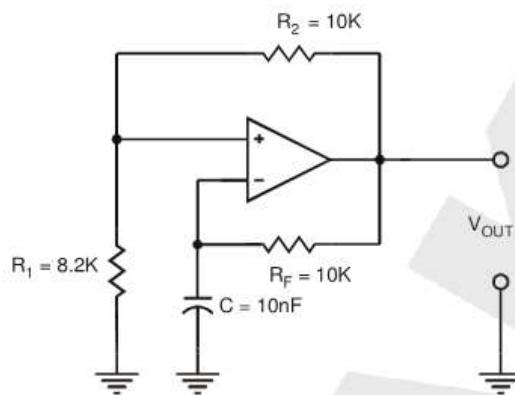
1. Boylestad, R., and L. Nashelsky, "*Electronic Devices and Circuit Theory*", Prentice-Hall of India, New Delhi, 1991.
2. Millman, J., and C.C. Halkias, "*Integrated Electronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1972.
3. Millman, J., and A. Grabel, "*Microelectronics*", McGraw-Hill Book Company, Singapore, 1987.
4. Smith, J. Ralph, "*Circuit Device And System*", Third Edition, JOHN Wiley & Son, Inc., Newyork-Sydney-Toronto, 1976.

IV. Peralatan

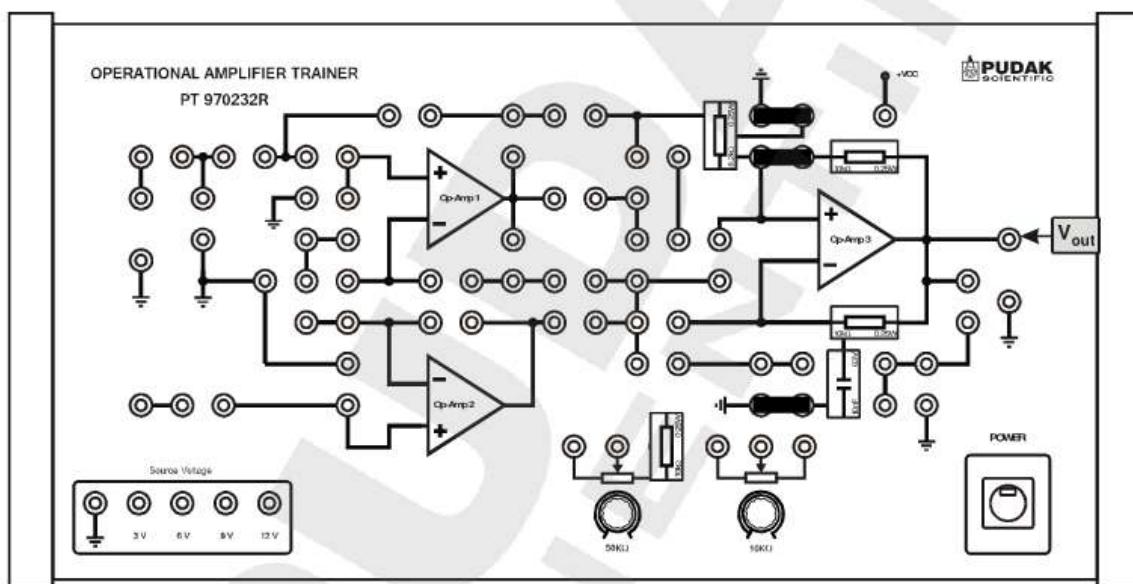
- Utama : Op-Amp Trainer
- 1 Penghambat $3.3\text{K}\Omega$
 - 1 Penghambat $4.7\text{K}\Omega$
 - 1 Penghambat $6.8\text{K}\Omega$
 - 2 Penghambat $10\text{K}\Omega$
 - 1 Penghambat $15\text{K}\Omega$
 - 1 Kapasitor 10nF
 - 1 Kapasitor 100nF
 - 3 Jembatan Penghubung
- Pendukung : Osiloskop

V. Langkah Kerja

- a. Siapkan Op-Amp Trainer, osilosko, penghambat $8.2\text{k}\Omega \times 1$, $10\text{k}\Omega \times 2$, dan kapasitor $10\text{nF} \times 1$.
- b. Dalam keadaan catu daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 16.2.

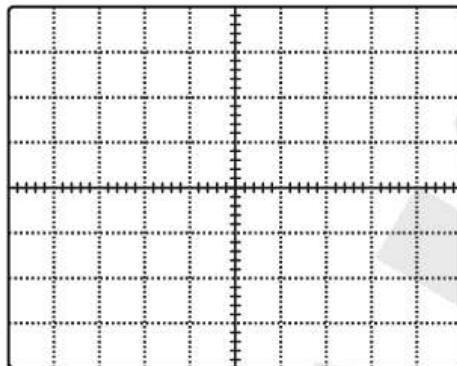


Gambar 16.2



Gambar 16.3

- Set dan kalibrasi osiloskop, lalu hubungkan probe kanal 1 ke output dari rangkaian dan ground.
- Hidupkan catu daya tegangan utama, amati bentuk gelombang keluaran.
- Buat grafik dari hasil pengamatan pada Grafik 16.1 dibawah ini.
- Gambarkan hasil pengamatan Gelombang yang ditampilkan osiloskop pada Grafik 16.1 dibawah ini.
- Ulangi dengan beberapa perubahan R dan C, catat dalam table 16.1



Grafik 16.1

Tabel 1612

RF (Ohm)	C (nF)	R1 (Ohm)	R2 (Ohm)	$F = \frac{1}{2.1976RFC}$ Hz
10kΩ	10nF	8.2kΩ	10kΩ
15kΩ	10nF	8.2kΩ	10kΩ
10kΩ	100nF	8.2kΩ	10kΩ
dst				

VI. Kesimpulan

1. Sumber tegangan yang disusun dari sebuah Op-Amp dipengaruhi oleh perbandingan R_2/R_1 . Jika penguatan dari Op-Amp bernilai satu maka tegangan akan berubah sesuai dengan tegangan input.

I. Tujuan

Setelah melaksanakan percobaan ini Anda diharapkan dapat memahami aplikasi Op-Amp tentang sumber tegangan.

II. Pendahuluan

Salah satu aplikasi penguat operasional adalah sumber tegangan. Sebuah sumber tegangan yang ideal mampu menyediakan tegangan pada terminal keluaran berapapun arus yang diperlukan. Begitu juga dengan sumber arus ideal, harus dapat menyediakan arus berapapun tegangan yang diperlukan dari terminal keluaran. Artinya sumber tersebut mampu menyediakan daya yang tak terhingga selama waktu yang tak terbatas.

III. Buku Bacaan

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

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.
4. Smith, J. Ralph, "*Circuit Device And System*", Third Edition, JOHN Wiley & Son, Inc., Newyork-Sydney-Toronto, 1976.

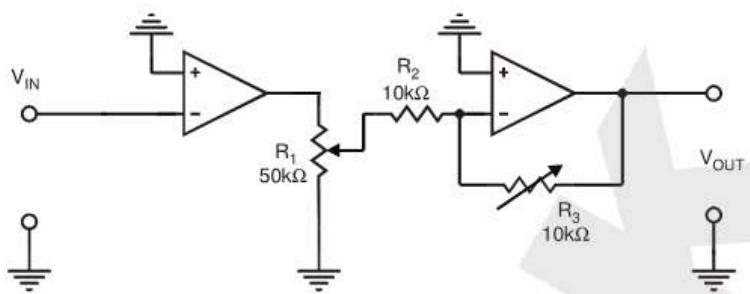
IV. Peralatan

Utama : Op-Amp Trainer
Penghambat $10\text{K}\Omega$, 470Ω
1 Dioda zener 5,6 volt
3 Jembatan Penghubung

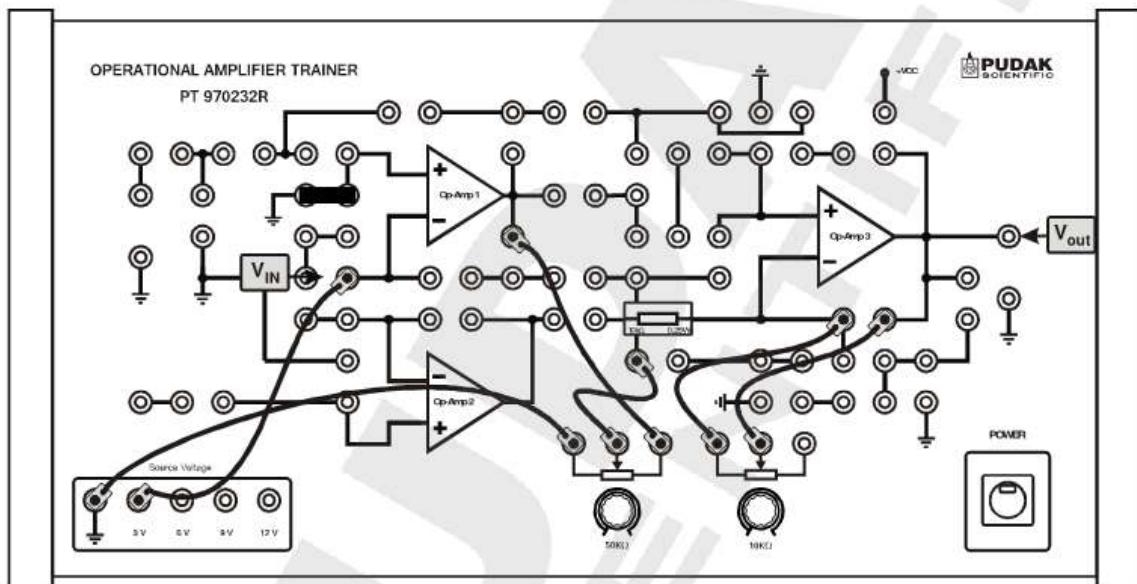
Pendukung : Multimeter

V. Langkah Kerja

1. Sumber Tegangan
 - a. Siapkan Op-Amp Trainer, penghambat $10\text{k}\Omega$.
 - b. Dalam keadaan catu daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 17.1.



Gambar 17.1



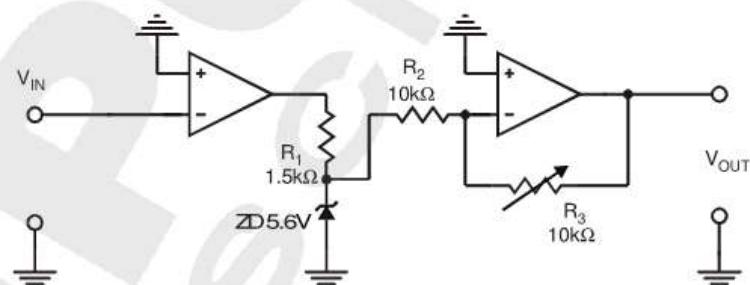
Gambar 17.2

- c. Hidupkan catu daya tegangan utama, ukur tegangan pada terminal keluaran.
- d. Atur R_1 dan R_3 pada posisi tengah, kemudian nyalakan catu daya.
- e. Ukur tegangan terminal keluaran dengan voltmeter dan beban dengan penghambat yang bervariasi antara 470Ω sampai $10k\Omega$.

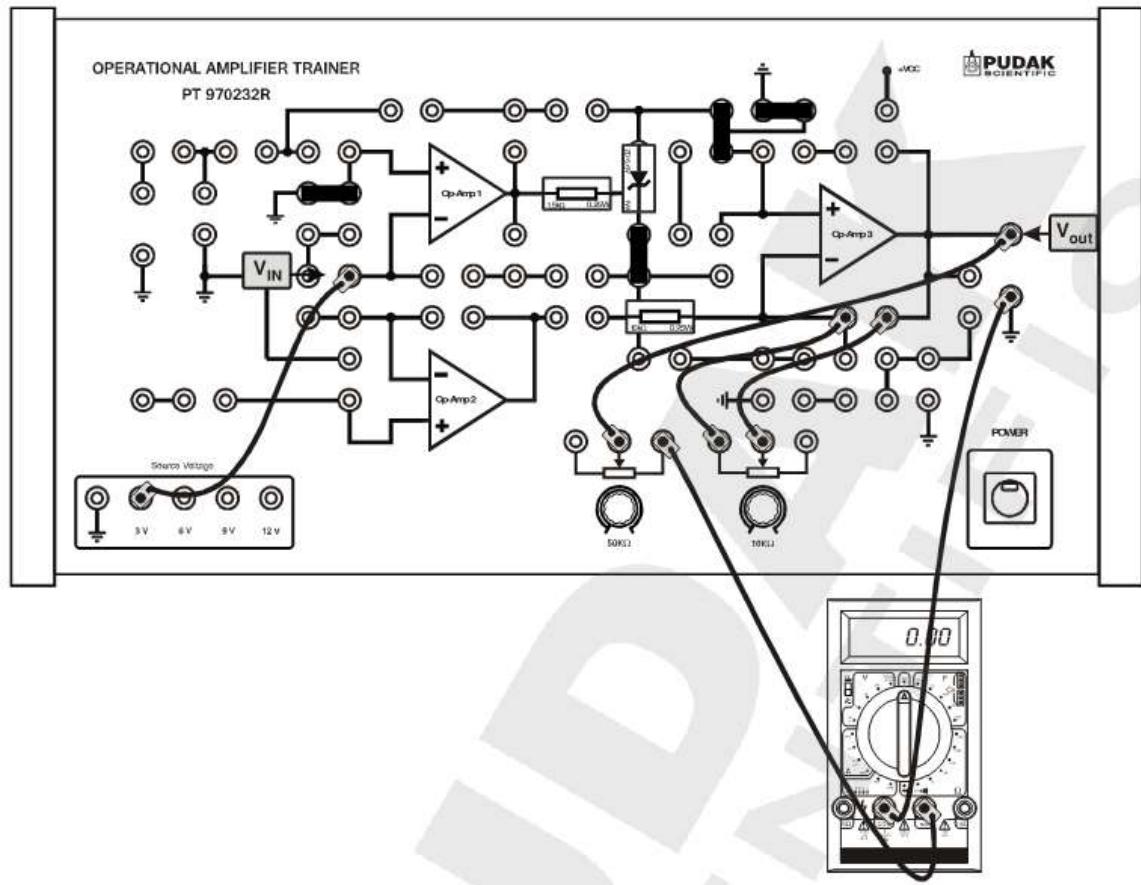
Tabel 15.1

No.	Beban (Ω)	V_{out} (Volt)	I (mA)
1	470k		
2	100k		
3	33k		
4	22k		
5	18k		
6	10k		
7	8.2k		
8	6.8k		
9	1.5k		
10	470		

- f. Amati perubahan tegangan pada terminal keluaran yang berhubungan dengan beban.
- g. Hubungkan beban R_L $1.5\text{k}\Omega$ pada terminal output dan atur perlahan R_2 kearah maksimum dan minimum, amati perubahan voltmeter dan amperemeter.
- h. Pada papan percobaan buat rangkaian seperti Gambar 17.3.



Gambar 17.3



Gambar 17.4

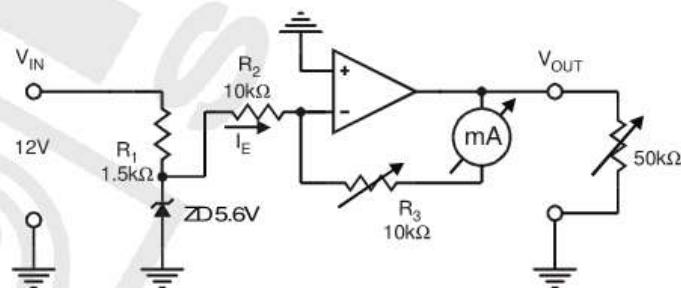
- i. Atur posisi potensiometer pada posisi maksimum. Ukur tegangan pada terminal keluaran.
- j. Berapa tegangan maksimum yang dapat diperoleh dari rangkaian ini dan jelaskan mengapa demikian, apakah tegangan ini dapat ditambah?
- k. Isi dan lengkapi Tabel 17.2!

Tabel 17.2

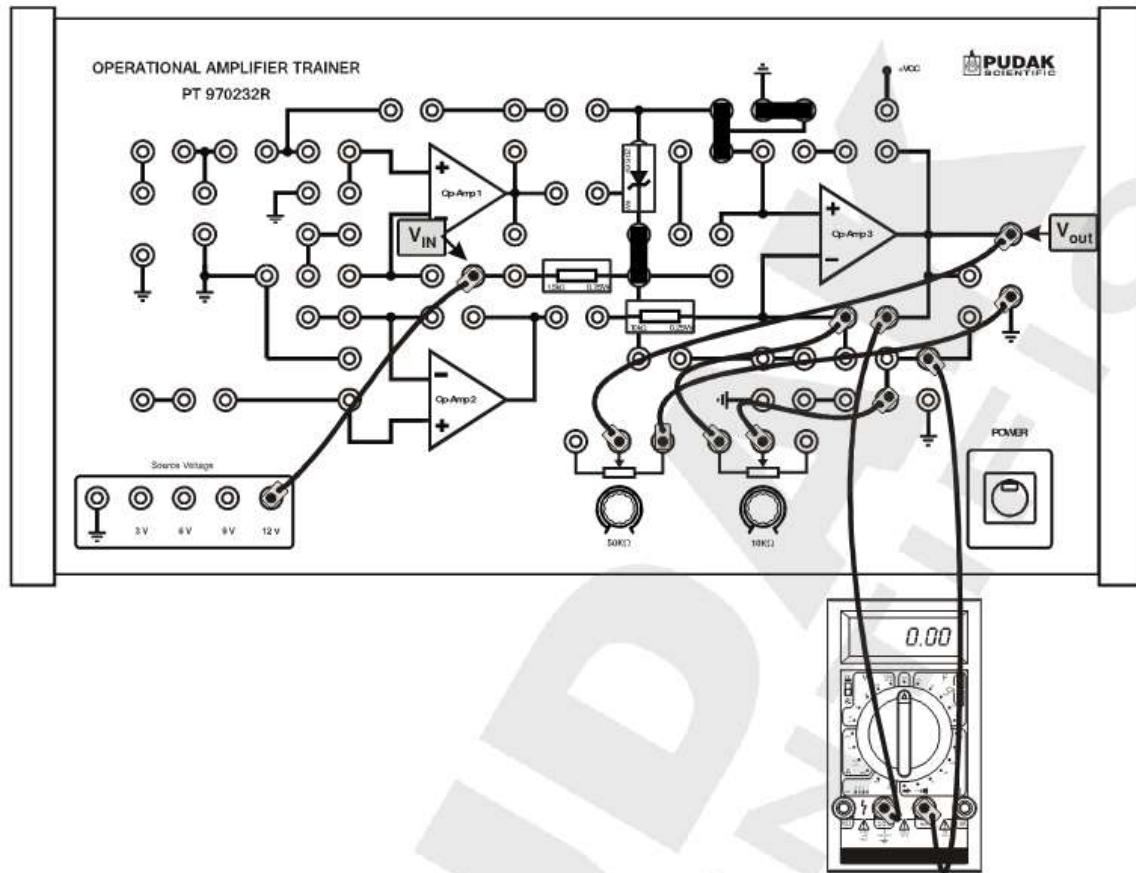
No.	V_{out} (Volt)	Beban (Ohm)	I (mA)
1	5	50k	
2	5	10k	
3	5	5k	
4	5	1k	
5	5	500	
6	3	50k	
7	3	10k	
8	3	5k	
9	3	1k	
10	3	500	
11	1	50k	
12	1	10k	
13	1	5k	
14	1	1k	
15	1	500	

2. Sumber Arus Konstan

- Siapkan papan percobaan penguat operasional, penghambat $10k\Omega$, $1.5k\Omega$ dan dioda zener 5,6 Volt.
- Dalam keadaan catu daya tegangan utama padam, buat rangkaian seperti pada Gambar 17.5.



Gambar 17.5



Gambar 17.6

- c. Atur R_3 sehingga menghasilkan hambatan sebesar $3,3\text{ k}\Omega$
- d. Nyalakan catu daya dan ukur tegangan pada R_2 , tegangan R_2 sama dengan tegangan dioda zener.
- e. Hitung arus I_E dengan cara $I_E = \frac{V_{R2}}{R_2}$.
- f. Ukur tegangan pada R_3 , bandingkan dengan tegangan pada terminal keluaran.
- g. Ulangi percobaan tadi dengan nilai R_3 yang berlainan.

Tabel 17.3

No.	R_3 (Ohm)	V_{out} (Volt)	I (mA)
1	10k		
2	5k		
3	3k		
4	2k		
5	1k		
6	700		
7	500		
8	300		
9	200		
10	100		

- h. Jelaskan hubungan antara tegangan keluaran dan arus.
- i. Ganti R_2 dengan penghambat $2,2\text{k}\Omega$, ulangi percobaan tadi.
- j. Ambil kesimpulan dari percobaan tadi.

VI. Kesimpulan

1. Sumber tegangan yang disusun dari sebuah Op-Amp dipengaruhi oleh perbandingan R_2/R_1 . Jika penguatan dari Op-Amp bernilai satu maka tegangan akan berubah sesuai dengan tegangan input.
2. Untuk mendapatkan tegangan input yang konstan dapat diperoleh dengan cara menghubungkan seri dioda zener dengan penghambat.
3. Selama tegangan keluaran sebesar 12 Volt, arus tetap terpengaruh oleh R_3 . Jika tegangan keluaran kurang dari 12 Volt, maka arus akan konstan.
4. Arus masukan hanya bergantung pada tegangan pada dioda zener dan R_2 . Karena tidak ada pembagian arus pada masukan membalik pada Op-Amp.
5. Arus masukan pasti sama dengan arus keluaran dan ini didapat dari pembagian tegangan dioda zener dengan R_2 , sesuai dengan hukum Ohm.