

PERCOBAAN VII PENGUAT OPERASI (*OPERATIONAL AMPLIFIER*)

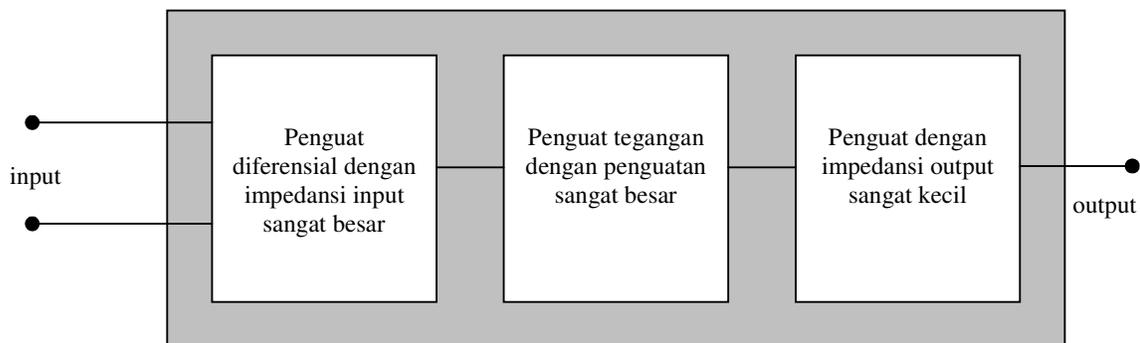
A. Tujuan

1. Menyelidiki penguatan penguat operasi
2. Menyelidiki beda fase antara tegangan input dan output

B. Dasar Teori

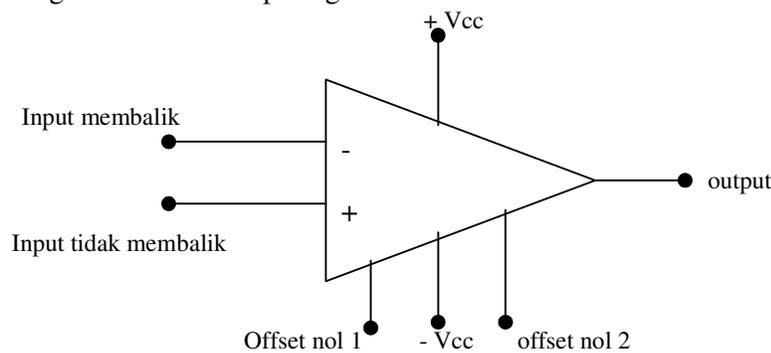
Penguat operasi (*operational amplifier = op amp*) adalah penguat yang dapat menanggapi dan memperkuat sinyal input dc maupun ac. Disebut penguat operasi (*operational amplifier*) karena penguat ini mula-mula digunakan untuk melaksanakan operasi-operasi matematika dalam komputer analog seperti perkalian pembagian, penjumlahan, pengurangan, diferensial, dan integral.

Dilihat dari luar penguat operasi tampak seperti alat tunggal, tetapi sebenarnya di dalamnya terdiri atas beberapa penguat yang dihubungkan berderet. Gambar 1 menunjukkan diagram blok dari penguat operasi. Tampak di dalamnya terdapat penguat diferensial dengan impedansi input sangat besar, penguat tegangan dengan penguatan sangat besar, dan penguat dengan impedansi output sangat kecil.



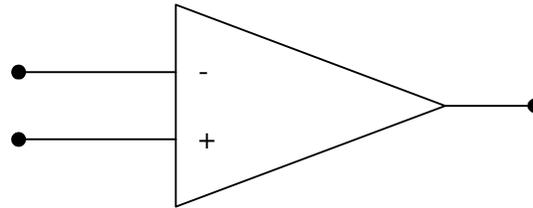
Gambar 1. Diagram blok penguat operasi

Penguat diferensial mempunyai dua input yakni input membalik (*inverting input*) dan input tidak membalik (*non inverting input*). Input membalik adalah input yang menghasilkan output berkebalikan fase dengan input, sedang input tak membalik adalah input yang menghasilkan output sefase dengan input. Jadi penguat operasi mempunyai dua input dan satu output sehingga sering diberi simbol seperti gambar 2.



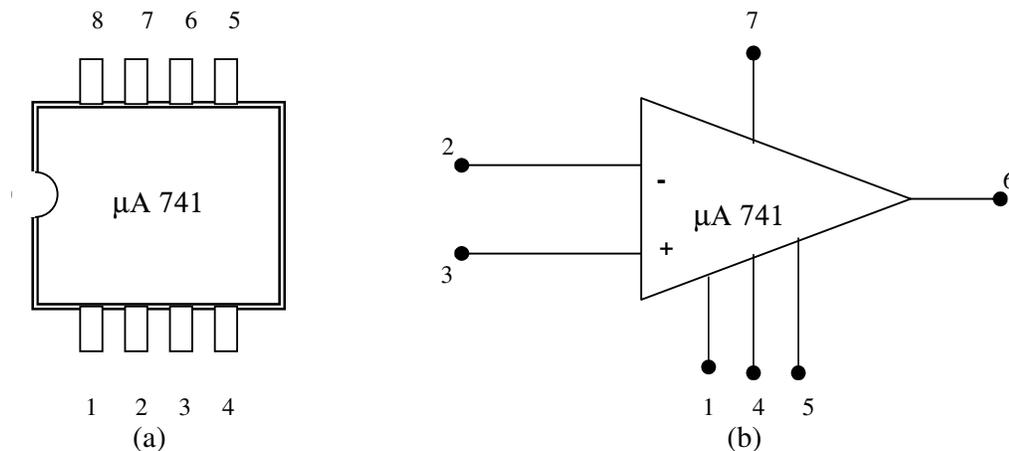
Gambar 2. Simbol lengkap penguat operasi

Biasanya kaki atau terminal + Vcc, - Vcc, offset nol 1, dan offset nol 2 tidak digambarkan, sehingga simbolnya secara umum seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Simbol umum penguat operasi

Pada saat ini sudah tersedia penguat operasi dalam bentuk IC, misalnya IC μA 741 yang mempunyai kaki (pin) seperti pada gambar 4(a). Perhatikan padanan kaki-kaki tersebut pada simbolnya pada gambar 4(b).



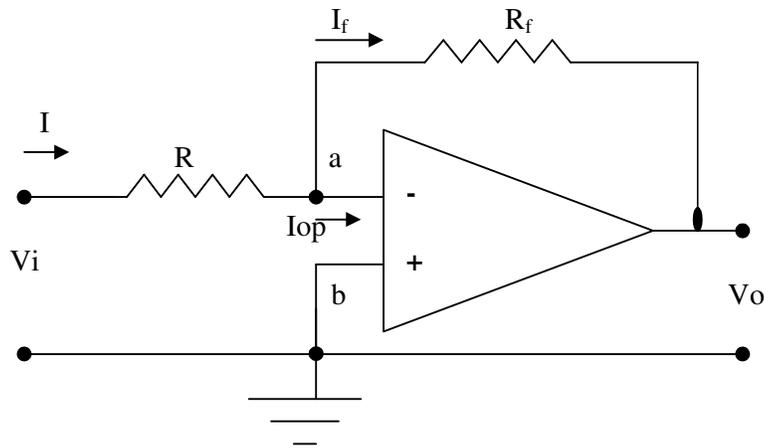
1. offset nol 1
2. input membalik
3. input tak membalik
4. - Vcc
5. offset nol 2
6. output
7. + Vcc
8. tak dihubungkan (no connection)

Gambar 4. Kaki-kaki penguat operasi μA 741, (a) pada IC, (b) pada simbol.

Aplikasi penguat operasi dilakukan dengan memasang rangkaian resistor dan atau kapasitor pada output yang diumpanbalikkan pada input seperti pada gambar 5. Penguatan tegangan dengan umpan balik sering disebut sebagai penguatan tegangan lingkaran tertutup (A_v, I_t), sedangkan penguatan tegangan tanpa umpan balik sering disebut penguatan tegangan lingkaran terbuka (A_v, I_b). Pada gambar 5 tersebut yang dimaksud dengan A_v, I_b dan A_v, I_t adalah :

$$A_{v, lb} = \frac{V_o}{V_{ab}}$$

$$A_{v, lt} = \frac{V_o}{V_i}$$



Gambar 5. Rangkaian penguat operasi dengan umpan balik (feed back)

Sifat sifat ideal penguat operasi antara lain penguatan tegangan lingkaran terbuka ∞ , resistansi input ∞ , resistansi output 0, bandwidth ∞ , seimbang sempurna, CMRR ∞ , karakteristik tidak bergantung suhu. Namun sifat ideal ini sulit diperoleh, yang ada di pasaran sifat-sifatnya adalah penguatan tegangan lingkaran terbuka 200.000, resistansi input 2 Mohm, resistansi output 75 ohm, bandwidth 1 MHz, seimbang tidak sempurna, CMRR 10.000, karakteristik bergantung suhu.

Dari sifat penguat penguatan tegangan lingkaran terbuka sangat besar (yang ideal ∞) tersebut maka dapat dianalisis hubungan sbb.

$$A_{v, lb} = \frac{V_o}{V_{ab}} = \infty$$

$$V_{ab} = \frac{V_o}{\infty} = 0$$

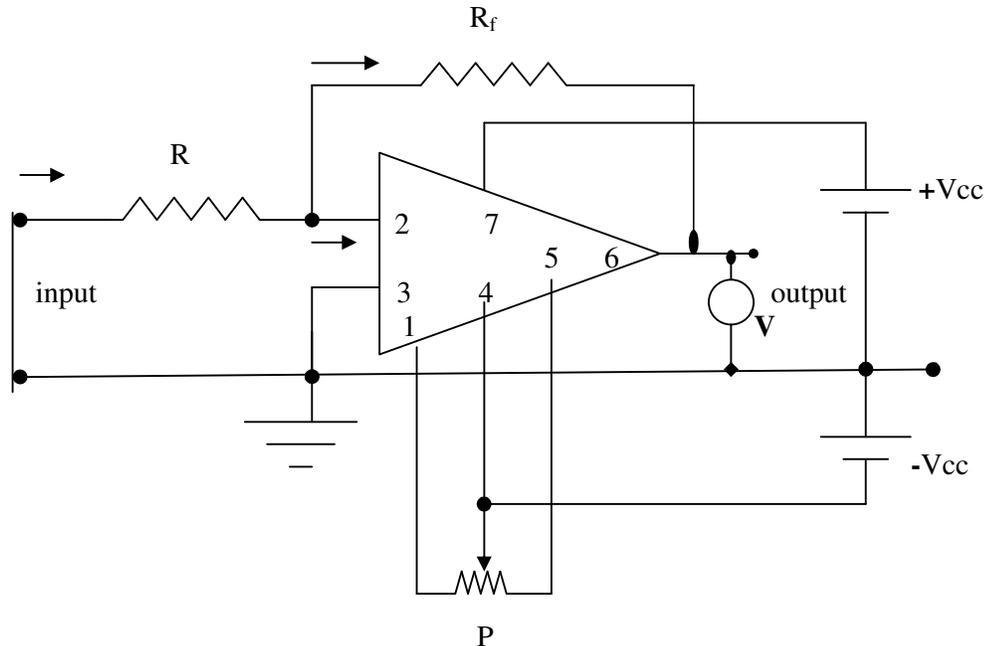
$$V_a - V_b = 0$$

$$V_a = V_b$$

Karena $V_a = V_b$ maka a dan b terhubung singkat. Namun karena resistansi antara a dan b yakni resistansi input penguat operasi sangat besar (idealnya ∞), maka a dan b disebut terhubung singkat maya, dan karena b terbumi maka $V_a = V_b = 0$, dan a disebut terbumi

maya. Selanjutnya karena resistansi antara a dan b besar ∞ , maka tidak ada arus yang mengalir antara a dan b (tak ada arus yang masuk/keluar antara a dan b) atau $I_{op} = 0$. Dari hasil $V_a = V_b$ dan $I_{op} = 0$ ini maka dapat diturunkan hubungan-hubungan antara tegangan input dan output untuk berbagai rangkaian.

Oleh karena sifat seimbang tidak sempurna dari penguat operasi $\mu A 741$, maka perbedaan keadaan sedikit saja antara input membalik dan input tidak membalik, akan mengakibatkan terdapat tegangan output V_o walaupun kedua input belum diberi tegangan. Oleh karena itu pada IC $\mu A 741$ disediakan offset nol 1 dan 2, yakni untuk membuat $V_o = 0$ pada saat kedua tegangan input nol. Cara melakukan offset nol adalah seperti pada gambar 6



Gambar 6. Rangkaian penguat membalik lengkap dengan offset nol

Setelah rangkaian dipasang, potensio P diputar-putar sehingga tegangan output yang terbaca pada voltmeter V menunjuk nol.

C. Alat-Alat

1. AFG
2. CRO
3. Multimeter
4. DC power supply
5. Resistor 1 kohm, 5 kohm, 10 kohm, 20 kohm, 50 kohm, 100 kohm
6. Breadboard dan kabel tusuk

D. Prosedur

1. Susun rangkaian seperti gambar 6. Gunakan $R = 1 \text{ kohm}$, $R_f = 5 \text{ kohm}$.
2. Lakukan offset nol dengan memutar potensio sehingga tegangan output yang terbaca pada voltmeter $V = 0$. Setelah offset nol ini maka percobaan siap dimulai.
3. Berikan tegangan 1 mV_{pp} dan $f = 1 \text{ khz}$ pada input, ukur tegangan outputnya dengan CRO
4. Ukur beda fase antara tegangan input dan output dengan metode Lissajouss
5. Ulangi langkah 1 s.d. 4 untuk $R_f = 10 \text{ kohm}$, 20 kohm , 50 kohm , 100 kohm

E. Lembar Data

$V_i = 1 \text{ mV}_{pp}$, $f = 1 \text{ kHz}$, $R = 1 \text{ kohm}$

Rf = 5 kohm		Rf = 10 kohm		Rf = 20 kohm		Rf = 50 kohm		Rf = 100 kohm	
Vo	Sin θ	Vo	Sin θ	Vo	Sin θ	Sin θ	Vo	Vo	Sin θ