

PERCOBAAN 8

RANGKAIAN INVERTING DAN NON INVERTING OP-AMP

8.1 Tujuan :

- 1) Mendemonstrasikan prinsip kerja dari rangkaian penguat inverting dan non inverting dengan menggunakan op-amp 741.
- 2) Investigasi penguatan tegangan closed loop inverting dan non inverting.
- 3) Pergeseran fasa tegangan output dari rangkaian penguat closed loop inverting dan non inverting.

8.2 Dasar Teori :

8.2.1 Penguat Inverting

Rangkaian gambar 8.1 adalah salah satu dari rangkaian op-amp yang seringkali digunakan. Rangkaian tersebut adalah rangkaian penguat (*amplifier*) dengan penguatan loop-tertutup (*closed loop*) dari E_i ke V_o yang diberikan oleh hambatan input (R_i) dan hambatan umpan balik (R_f). Rangkaian penguat ini dapat menguatkan sinyal ac atau dc.

Pada gambar 8.1 tegangan E_i dicatu pada hambatan input (R_i) ke input (-) op-amp. Umpan-balik negatif diberikan oleh hambatan umpan balik (R_f). Tegangan antara input (-) dan (+) adalah sama dengan nol. Oleh karena itu tegangan terminal input (-) juga sama dengan nol. Sehingga potensial ground adalah pada input (-). Dengan alasan ini dikatakan bahwa input (-) adalah virtual ground.

Karena sisi kiri dari hambatan input (R_i) adalah E_i dan sisi sebelah kanannya adalah 0 Volt, maka drop tegangan pada R_i adalah E_i . Dengan menggunakan hukum Ohm, arus yang melalui R_i adalah :

$$I = \frac{E_i}{R_i}$$

Drop tegangan yang melalui R_f adalah :

$$V_{R_f} = I \times R_f = \frac{E_i}{R_i} R_f$$

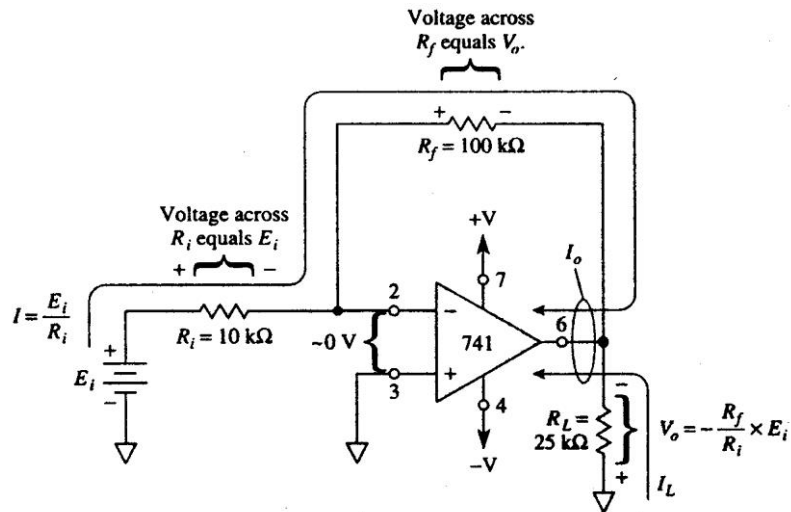
Dari gambar 8.1 terlihat bahwa tegangan output (tegangan yang melalui R_L) sama dengan tegangan yang melalui R_f , tetapi polaritasnya berlawanan, sehingga :

$$V_o = -V_{R_f} = -\frac{E_i}{R_i} R_f$$

Penguatan loop tertutup dari rangkaian penguat tersebut dapat dituliskan :

$$A_{CL} = \frac{V_o}{E_i} = \frac{-\frac{E_i}{R_i} R_f}{E_i} = -\frac{R_f}{R_i}$$

Tanda (-) menunjukkan bahwa polaritas tegangan output (V_o) berlawanan dengan polaritas tegangan input (E_i). Oleh karena itu rangkaian gambar 8.1 disebut rangkaian penguat inverting.



Gambar 8.1 : Rangkaian Penguat Inverting

Sebagai contoh, apabila dari gambar rangkaian diatas diberikan : $R_i = 10 \text{ k}\Omega$, $R_f = 100 \text{ k}\Omega$, dan tegangan input $E_i = 1 \text{ Volt}$, maka arus input (I), tegangan output (V_o) dan penguatan tegangan loop tertutup (A_{CL}) adalah sebagai berikut :

$$I = \frac{E_i}{R_i} = \frac{1 \text{ Volt}}{10 \text{ k}\Omega} = 0,1 \text{ mA}$$

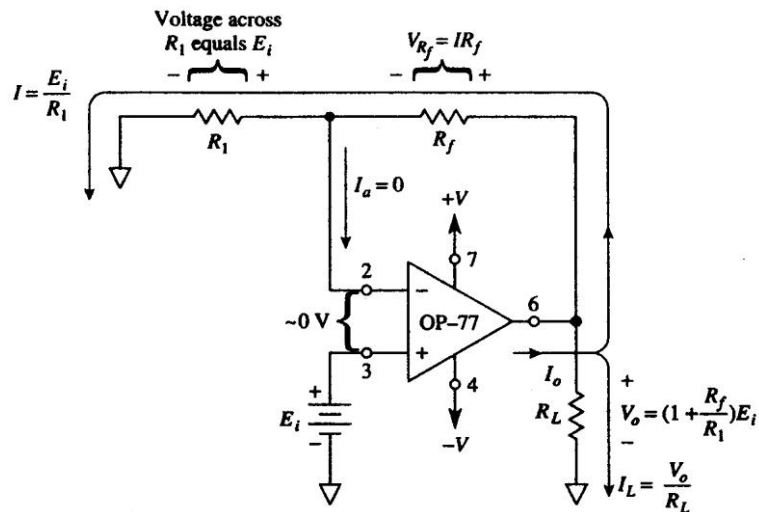
$$V_o = -\frac{R_f}{R_i} \times E_i = -\frac{100 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} (1 \text{ Volt}) = -10 \text{ Volt}$$

$$A_{CL} = -\frac{R_f}{R_i} = -\frac{100 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} = -10 \text{ kali} \quad \text{atau}$$

$$A_{CL} = \frac{V_o}{E_i} = -\frac{-10 \text{ Volt}}{1 \text{ Volt}} = -10 \text{ kali}$$

8.2.2 Penguat Non-Inverting

Gambar 8.2 adalah suatu rangkaian penguat non-inverting, sehingga polaritas tegangan output (V_o) sama dengan polaritas tegangan input (E_i).



Gambar 8.2 : Rangkaian Penguat Non-Inverting

Resistansi input dari penguat inverting adalah (R_i), sedangkan resistansi input dari penguat non-inverting adalah sangat besar, yaitu lebih dari 100 M Ω . Karena beda potensial antara pin (+) dan (-) dari op-amp adalah sama dengan nol, sehingga potensial pada kedua pin tersebut sama dengan E_i . oleh karena itu, tegangan yang melalui R_1 sama dengan E_i , yang menyebabkan arus mengalir :

$$I = \frac{E_i}{R_1}$$

Karena arus mengalir melalui R_f , maka drop tegangan pada R_f adalah :

$$V_{R_f} = I \times R_f = \frac{R_f}{R_1} E_i$$

Tegangan output V_o merupakan penjumlahan dari drop tegangan pada R_1 dan R_f , sehingga :

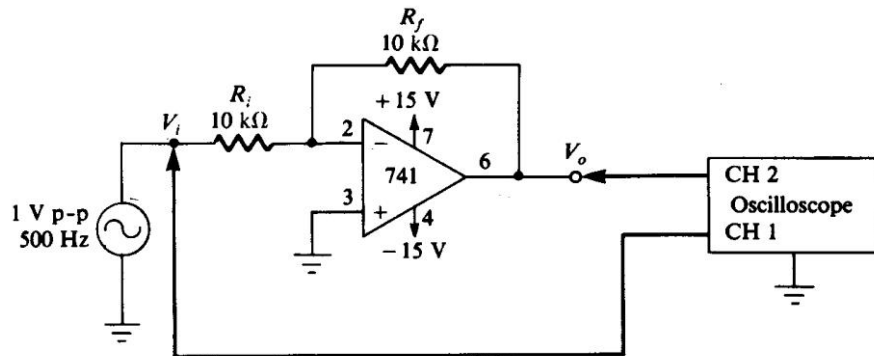
$$V_o = V_{R_1} + V_{R_f} = E_i + \frac{R_f}{R_1} E_i = \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) E_i$$

Penguatan loop tertutup dari rangkaian penguat tersebut dapat dituliskan :

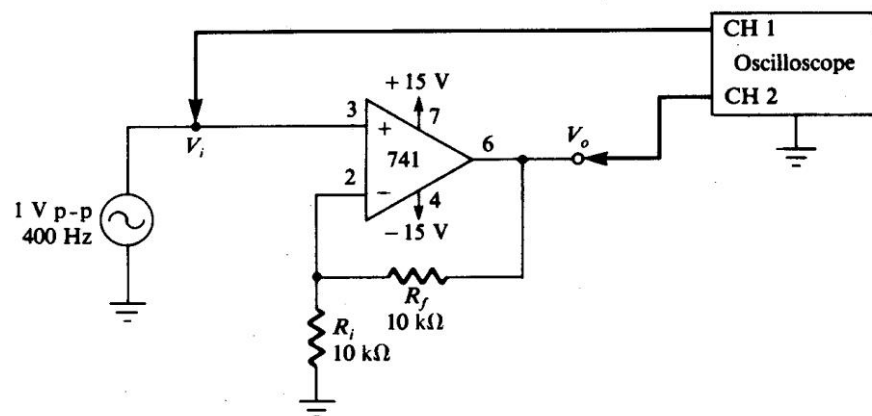
$$A_{CL} = \frac{V_o}{E_i} = 1 + \frac{R_f}{R_1} = \frac{R_f + R_1}{R_1}$$

Persamaan diatas menunjukkan bahwa penguatan tegangan dari suatu penguat non-inverting adalah selalu lebih besar satu.

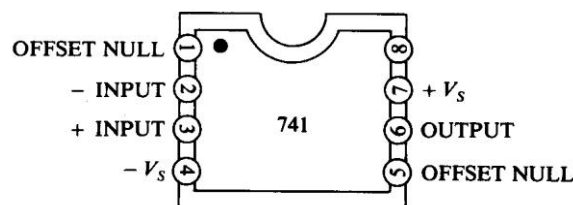
8.3 Rangkaian Percobaan :



Gambar 8.3 : Rangkaian percobaan penguat inverting



Gambar 8.4 : Rangkaian percobaan penguat non-inverting



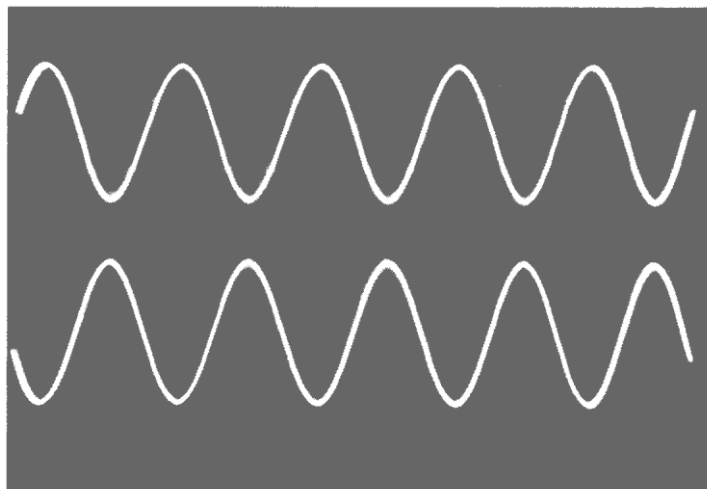
Gambar 8.5 : Pin diagram dari op-amp 741

8.4 Peralatan yang digunakan :

- 1) Modul praktikum, breadboard dan komponennya
- 2) Voltmeter dc
- 3) Oscilloscope
- 4) DC power supply
- 5) Function Generator

8.5 Prosedur Percobaan dan Tugas :

- 1) Rangkakan seperti pada gambar 8.3 yang bersesuaian dengan modul praktikum atau dengan menggunakan breadboard.
- 2) Setelah di cek semua hubungan rangkaian dengan benar, hubungkan tegangan supply sebesar +15 Volt dan -15 Volt.
- 3) Dengan menggunakan oscilloscope, hubungkan channel 1 ke input (v_{in}) dan channel 2 ke output (v_o).
- 4) Hubungkan rangkaian percobaan dengan sinyal generator, seperti pada gambar 8.3, pilihlah gelombang sinus dan aturlah besarnya level tegangan output sebesar 1 Volt peak-to-peak, pada frekuensi 500 Hz.
- 5) Gambarkan bentuk gelombang v_{in} dan v_{out} dari display oscilloscope pada kertas grafik. Yakinkan bahwa magnitudo gelombang tegangan v_{in} dan v_{out} mendekati sama dan sinyal output berlawanan atau *inverted* terhadap sinyal input, sehingga phasenya berlawanan (berbeda phase 180°).
- 6) Dari display oscilloscope ukurlah tegangan output peak-to-peak, kemudian catatlah hasilnya pada tabel 8.1.



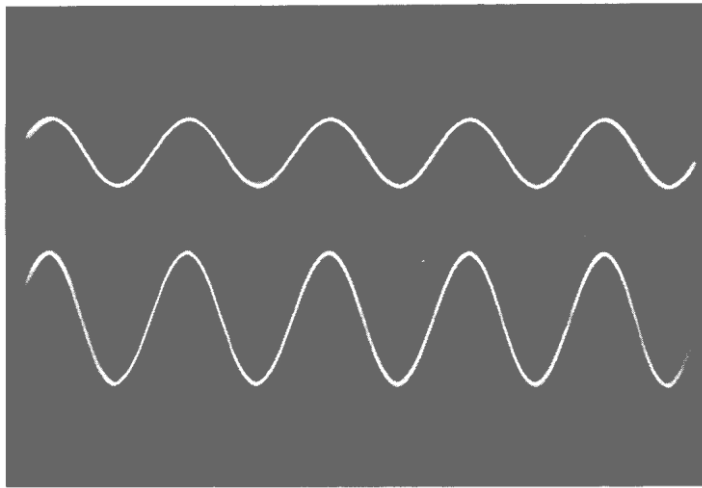
- 7) Tentukan penguatan tegangan yang terjadi, dengan cara membagi tegangan output peak-to-peak (v_{out}) dengan tegangan input peak-to-peak (v_{in}) dari display oscilloscope, dan catatlah hasilnya pada tabel 8.1.
- 8) Hitunglah secara teori penguatan tegangan yang diharapkan, dan catatlah hasilnya pada tabel 8.1.
- 9) Bandingkan hasil penguatan tegangan yang didapat secara teori dan praktek, kemudian hitunglah errornya dan catatlah hasilnya pada tabel 8.1.

- 10) Dengan tegangan sinyal input yang tetap, ulangi langkah (1) sampai dengan (9) dengan mengganti hambatan umpan balik R_f , berturut-turut 22 k Ω , 47 k Ω , 100 k Ω , 4,7 k Ω , dan 1 k Ω , kemudian catatlah hasilnya kedalam tabel 1.1. (catatan : setiap mengganti R_f matikan dan lepaskan terlebih dahulu power supply DC dan sinyal generatornya)

Tabel 8.1 : Data pengukuran dan perhitungan untuk penguat inverting

R_f	V_o terukur	Penguatan terukur	Penguatan yang diharapkan	% error
10 k Ω				
22 k Ω				
47 k Ω				
100 k Ω				
4,7 k Ω				
1k Ω				

- 11) Rangkakan seperti pada gambar 8.4 yang bersesuaian dengan modul praktikum atau dengan menggunakan breadboard.
- 12) Setelah di cek semua hubungan rangkaian dengan benar, hubungkan tegangan supply sebesar +15 Volt dan -15 Volt.
- 13) Dengan menggunakan oscilloscope, hubungkan channel 1 ke input (v_{in}) dan channel 2 ke output (v_o).
- 14) Hubungkan rangkaian percobaan dengan sinyal generator, seperti pada gambar 8.4, pilihlah gelombang sinus dan aturlah besarnya level tegangan input sebesar 1 Volt peak-to-peak, pada frekuensi 400 Hz.
- 15) Gambarkan bentuk gelombang v_{in} dan v_{out} dari display oscilloscope pada kertas grafik. Yakinkan bahwa magnitudo gelombang tegangan output (v_{out}) lebih besar daripada gelombang tegangan input (v_{in}) dan mempunyai phase yang sama (*in-phase*).



- 16) Dari display oscilloscope ukurlah tegangan output peak-to-peak, kemudian catatlah hasilnya pada tabel 8.2.
- 17) Tentukan penguatan tegangan yang terjadi, dengan cara membagi tegangan output peak-to-peak (V_{out}) dengan tegangan input peak-to-peak (V_{in}) dari display oscilloscope, dan catatlah hasilnya pada tabel 8.2.
- 18) Hitunglah secara teori penguatan tegangan yang diharapkan, dan catatlah hasilnya pada tabel 8.2.
- 19) Bandingkan hasil penguatan tegangan yang didapat secara teori dan praktek, kemudian hitunglah errornya dan catatlah hasilnya pada tabel 8.2.
- 20) Dengan tegangan sinyal input yang tetap, ulangi langkah (11) sampai dengan (19) dengan mengganti hambatan umpan balik R_f , berturut-turut 22 k Ω , 47 k Ω , 100 k Ω , 4,7 k Ω , dan 1 k Ω , kemudian catatlah hasilnya kedalam tabel 8.2. (catatan : setiap mengganti R_f matikan dan lepaskan terlebih dahulu power supply DC dan sinyal generatormya)

Tabel 8.2 : Data pengukuran dan perhitungan untuk penguat non-inverting

R_f	V_o terukur	Penguatan terukur	Penguatan yang diharapkan	% error
10 k Ω				
22 k Ω				
47 k Ω				
100 k Ω				
4,7 k Ω				
1k Ω				

- 21) Dari hasil pengukuran dan perhitungan pada tabel 8.1, dan 8.2, berikan kesimpulan yang didapat dari percobaan ini.