

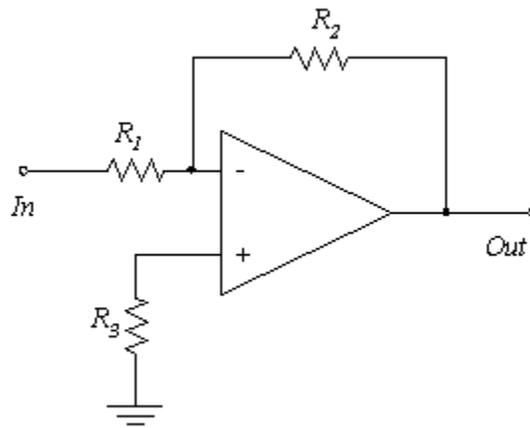
DAC (Digital to Analog Conversion)

TEORI DASAR

Rangkaian penjumlah op-amp (*summing amplifier*) dapat digunakan untuk menyusun suatu konverter D/A dengan memakai sejumlah hambatan masukan yang diberi bobot dalam deret biner.

PENGUAT INVERTING

Rangkaian untuk penguat inverting adalah seperti yang ditunjukkan Gambar 1. Penguat ini memiliki ciri khusus yaitu sinyal keluaran memiliki beda fasa sebesar 180° .



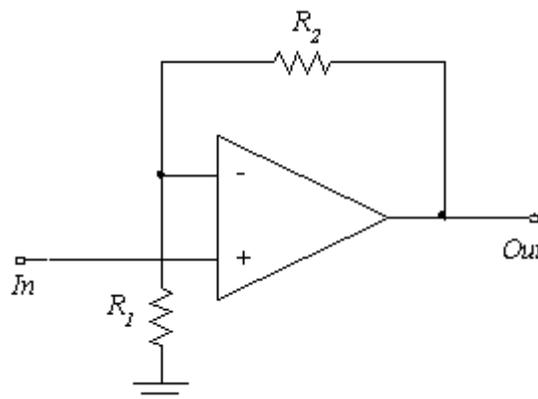
Gambar 1. Rangkaian Penguat Inverting

Penguatan rangkaian penguat inverting adalah berdasar pada persamaan berikut:

$$V_{out} = -V_{in}(R_2/R_1)$$

PENGUAT NON-INVERTING

Penguat noninverting memiliki ciri khusus yaitu sinyal output adalah sefasa dengan sinyal masukan. Rangkaian ini ditunjukkan oleh Gambar 2.



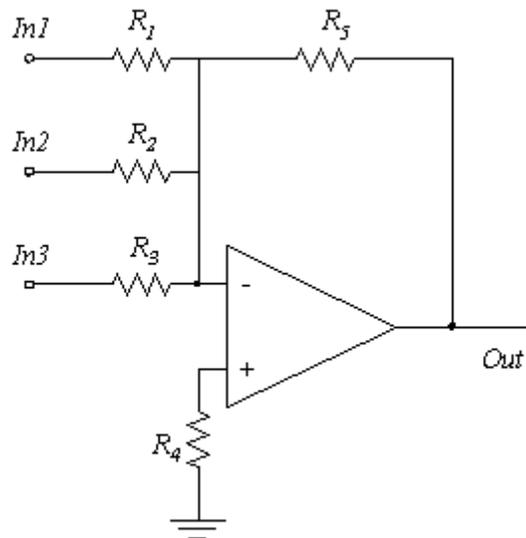
Gambar 2. Rangkaian Penguat Non-Inverting.

Penguatan dari rangkaian penguat jenis ini adalah berdasar pada persamaan berikut:

$$V_{out} = V_{in}((R_1+R_2)/R_1)$$

PENGUAT PENJUMLAH

Penguat penjumlah memiliki ciri khusus yaitu sinyal keluaran merupakan hasil penguatan dari penjumlahan sinyal masukannya. Pada bagian ini dicontohkan penguat penjumlah berdasarakan rangkaian penguat inverting. Sehingga sinyal keluaran adalah berbeda fasa sebesar 180° . Rangkaian ini ditunjukkan oleh Gambar 3.



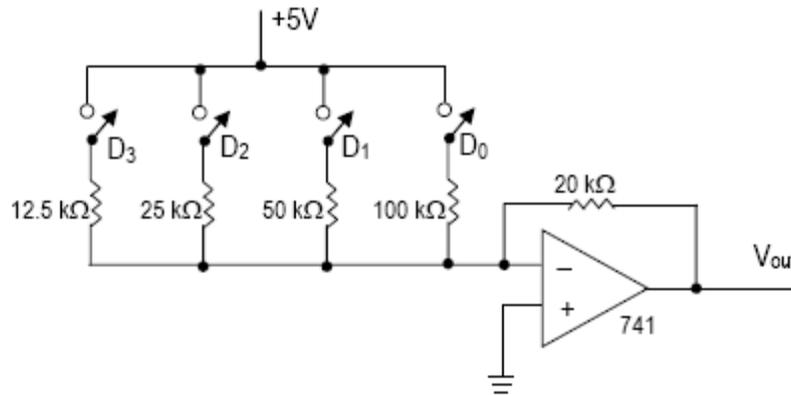
Gambar 3. Rangkaian Penguat Penjumlah

Penguatan dari rangkaian ini dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$V_{out} = (-V_{in1}(R_5/R_1)) + (-V_{in2}(R_5/R_2)) + (-V_{in3}(R_5/R_3))$$

BINARY WEIGHTED DAC

Sebuah rangkaian *Binary-weighted DAC* dapat disusun dari beberapa Resistor dan *Operational Amplifier* seperti gambar 4. Resistor $20\text{ k}\Omega$ menjumlahkan arus yang dihasilkan dari penutupan *switch-switch* D_0 sampai D_3 . Resistor-resistor ini diberi skala nilai sedemikian rupa sehingga memenuhi bobot biner (*binary-weighted*) dari arus yang selanjutnya akan dijumlahkan oleh resistor $20\text{ k}\Omega$. Dengan menutup D_0 menyebabkan arus $50\text{ }\mu\text{A}$ mengalir melalui resistor $20\text{ k}\Omega$, menghasilkan tegangan -1 V pada V_{out} . Penutupan masing-masing *switch* menyebabkan penggandaan nilai arus yang dihasilkan dari *switch* sebelumnya. Nilai konversi dari kombinasi penutupan *switch* ditunjukkan pada tabel 1.



Gambar 4. Rangkaian Binary Weighted DAC

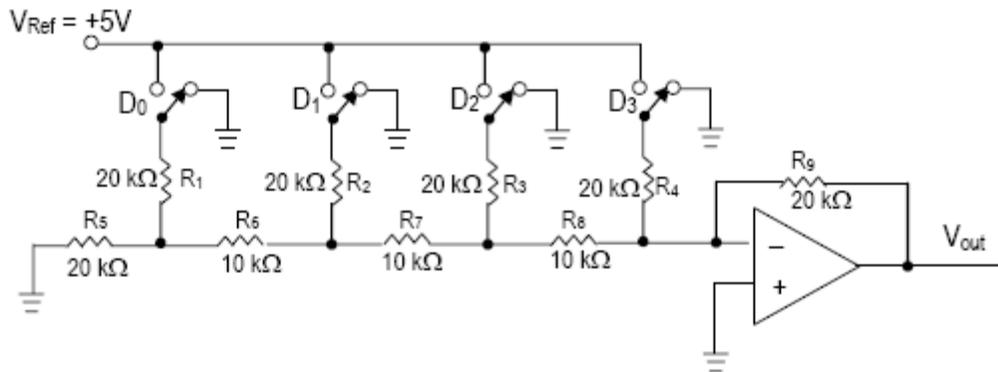
Keluaran V_{out} analog dari rangkaian Binary Weighted DAC diatas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang sama dengan persamaan untuk mencari V_{out} pada rangkaian penguat penjumlah.

Tabel 1. Konversi dari nilai digital ke nilai analog berdasarkan rangkaian gambar 1

D_3	D_2	D_1	D_0	$V_{out} (-V)$
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	10
1	0	1	1	11
1	1	0	0	12
1	1	0	1	13
1	1	1	0	14
1	1	1	1	15

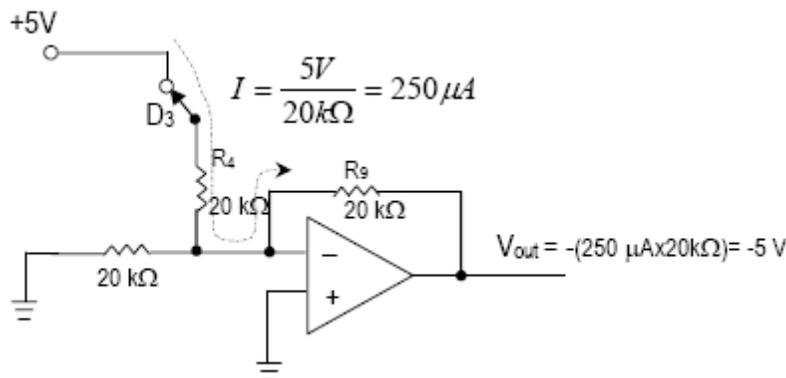
R/2R LADDER DAC

Metode lain dari konversi Digital to Analog adalah *R/2R Ladder*. Metode ini banyak digunakan dalam IC-IC DAC. Pada rangkaian *R/2R Ladder*, hanya dua nilai resistor yang diperlukan, yang dapat diaplikasikan untuk IC DAC dengan resolusi 8,10 atau 12 bit. Rangkaian *R/2R Ladder* ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian R/2R Ladder DAC

Prinsip kerja dari rangkaian *R/2R Ladder* adalah sebagai berikut : informasi digital 4 bit masuk ke *switch* D_0 sampai D_3 . *Switch* ini mempunyai kondisi "1" (sekitar 5 V) atau "0" (sekitar 0 V). Dengan pengaturan *switch* akan menyebabkan perubahan arus yang mengalir melalui R_9 sesuai dengan nilai ekivalen biner-nya. Sebagai contoh, jika $D_0 = 0$, $D_1 = 0$, $D_2 = 0$ dan $D_3 = 1$, maka R_1 akan paralel dengan R_5 menghasilkan 10 kΩ. Selanjutnya 10 kΩ ini seri dengan $R_6 = 10$ kΩ menghasilkan 20 kΩ. 20 kΩ ini paralel dengan R_2 menghasilkan 10 kΩ, dan seterusnya sampai R_7 , R_3 dan R_8 . Rangkaian ekuivalennya ditunjukkan pada gambar 6. V_{out} yang dihasilkan dari kombinasi *switch* ini adalah -5V. Nilai kombinasi dan hasil konversinya ditunjukkan pada tabel 2.



Gambar 6. Rangkaian Ekuivalen R/2R Ladder

Untuk mendapatkan V_{out} analog dari rangkaian R/2R Ladder DAC diatas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$V_{out} = (-V_{ref}(R_9/R)) * ((D_0/16) + (D_1/8) + (D_2/4) + (D_3/2))$$

Tabel 2. Konversi dari nilai digital ke nilai analog berdasarkan rangkaian gambar 2

D₃	D₂	D₁	D₀	V_{out} (-V)
0	0	0	0	0.000
0	0	0	1	0.625
0	0	1	0	1.250
0	0	1	1	1.875
0	1	0	0	2.500
0	1	0	1	3.125
0	1	1	0	3.750
0	1	1	1	4.375
1	0	0	0	5.000
1	0	0	1	5.625
1	0	1	0	6.250
1	0	1	1	6.875
1	1	0	0	7.500
1	1	0	1	8.125
1	1	1	0	8.750
1	1	1	1	9.375