

2010/009

PERPUSTAKAAN
POLITEKNIK MANUFaktur
BANDUNG

25 MAR 2010

FINAL REPORT

PERANCANGAN RANGKAIAN PENGUBAH ARUS 4 – 20 mA KE 0 – 10 V dc

Oleh
Wahyudi Purnomo

LABORATORIUM ELEKTRIK DAN MIKROELEKTRONIK
TEKNIK OTOMASI MANUFaktur DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFaktur BANDUNG

2009

PERANCANGAN RANGKAIAN PENGUBAH ARUS 4 – 20 mA KE 0 – 10 V dc

Oleh : Wahyudi Purnomo

Staff pengajar Elektronika di Teknik Mekatronika

Politeknik Manufaktur Bandung

Abstrak

Dalam peralatan-peralatan industri seperti PLC, pada masukan / keluaran analognya secara umum akan membutuhkan/ menghasilkan arus / tegangan berkisar antara 4-20 mA / 0 – 10 V dc.

Pada permasalahan disini, penulis mencoba untuk menyajikan perancangan pengubah arus khususnya untuk arus 4 – 20 mA ke tegangan 0 -10 Vdc, walaupun secara umum perhitungan-perhitungan yang digunakan dapat diterapkan untuk nilai yang berbeda.

1. Pendahuluan.

Pengubah arus ke tegangan adalah suatu rangkaian yang mengubah masukan arus dan menghasilkan keluaran yang berupa tegangan. Penggunaan rangkaian ini sangat luas dalam industri. Secara umum, dalam perangkat industri seperti PLC yang mungkin membutuhkan suatu rangkaian yang memjebatanni antara input/output plc tersebut dengan input/output sistem rangkaian luarnya

2. Perancangan

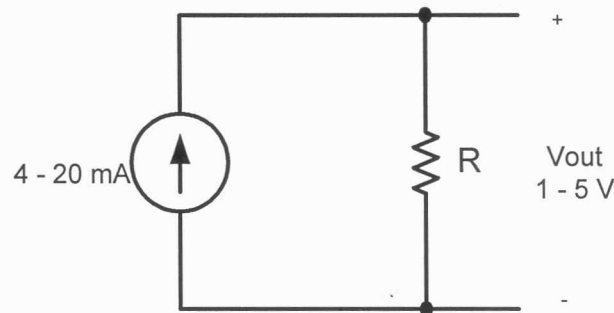
Dalam perancangan rangkaian ini, langkah-langkah yang digunakan adalah :

1. Mengubah arus masukan ke tegangan dimana tegangan yang dihasilkan diharapkan adalah nilai yang bulat sehingga akan mempermudah langkah berikutnya
2. Menentukan hubungan (persamaan matematis) antara tegangan masukan (hasil dari langkah 1) ke tegangan yang diinginkan (0 – 10 V).
3. Menganalisa persamaan di atas sehingga mudah untuk diterapkan pada rangkaian yang menggunakan aplikasi rangkaian operational amplifier.

2.1 Langkah 1.

Untuk mengubah arus ke tegangan, komponen pendeteksi (sensor) yang paling mudah adalah menggunakan resistor, dimana yang perlu diperhatikan pada resistor ini adalah kemampuan daya dan kualitas R yang di gunakan .

Dalam hal ini, nilai R yang dipilih adalah 250 W dengan rangkaian sb :



Gambar 1. Rangkaian pengubah arus ke tegangan

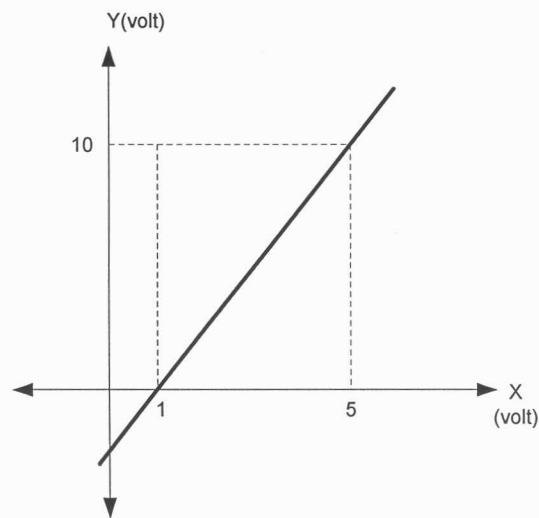
$$\begin{aligned} \text{Daya R} &= I_{\text{max}}^2 R \\ &= (20 \cdot 10^{-3})^2 \cdot 250 \\ &= 1 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Dipilih R dengan daya 0.5 watt / 1%

2.2 Langkah 2

Diketahui bahwa tegangan hasil langkah 1 adalah 1 – 5 Volt. Tegangan ini merupakan masukan untuk rangkaian pengolah data sehingga akan menghasilkan tegangan keluaran 0 – 10 Volt.

Jika masukan adalah x, sedang keluaran adalah y. Dengan menggunakan grafik berikut akan ditentukan hubungan antara Y dan X.



Gambar 2. Grafik hubungan antara masukan dan keluaran

$$Y = mX + C$$

$$M = Y/X = 10/4 = 2.5$$

Saat $X = 1$, dan $Y = 0$ maka :

$$0 = 2.5 + C$$

$$C = -2,5$$

Sehingga :

$$Y = 2.5X - 2.5$$

2.3 Langkah 3

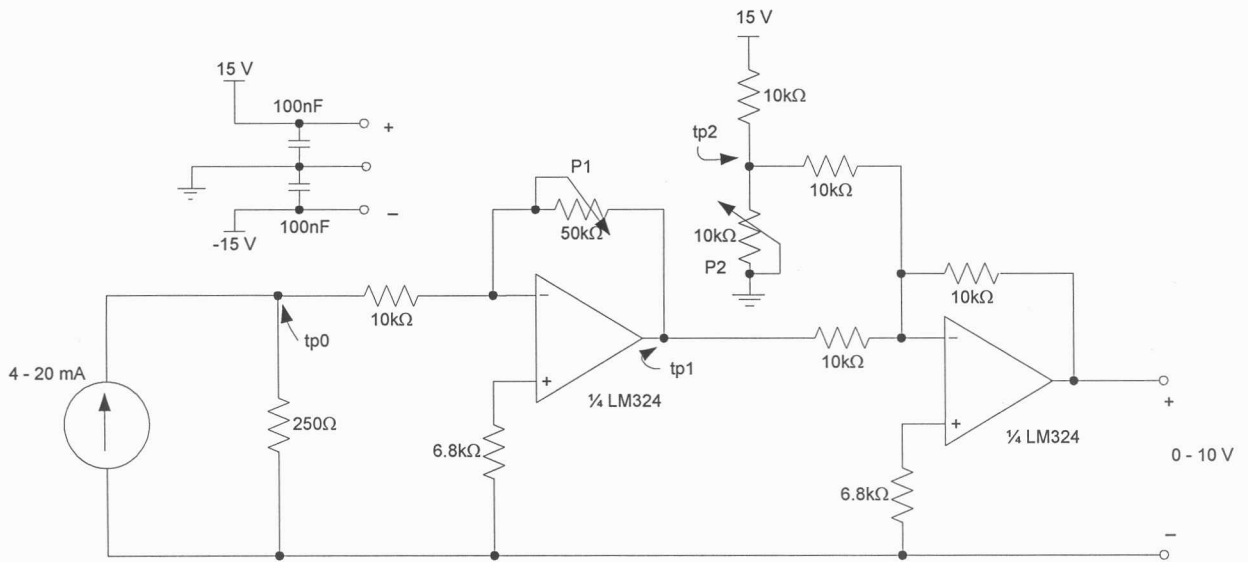
Diketahui persamaan yang dihasilkan : $Y = 2.5X - 2.5$

Modifikasi persamaan agar sesuai dengan rangkaian penguat menggunakan OP-Amp, sehingga :

$$Y = - (\underline{-2.5X} + \underline{2.5})$$

$(- 2.5X)$ merupakan rangkaian penguat inverting dengan penguatan $-2.5 X$, sedang 2.5 adalah nilai konstanta yang ditambahkan.

Hasil Rancangan



Gambar 3. Rangkaian hasil

2.4 Penyetelan :

1. Atur P1 sehingga Penguat 1 memiliki penguatan $-2.5 X$ atau tegangan $tp1 = -2.5$ tegangan $tp0$.
2. Atur P2 sehingga tegangan pada $tp2 = 2.5$ volt.
3. Dengan masukan 4 mA , tegangan keluaran harus $= 0 \text{ V}$.
4. Dengan masukan 20 mA , tegangan keluaran harus $= 10 \text{ V}$.
5. Jika masih ada kesalahan, dapat dilakukan penyetelan ulang (P1 dan P2) hingga didapat nilai yang diinginkan.

3. Pengujian Rangkaian

Dalam pengujian ini digunakan alat-alat sbb :

1. 1 Regulated DC power Supply sebagai sumber arus
2. 2 Regulated DC power supply sebagai tegangan catu daya rangkaian
3. 1 mili ampere meter
4. 1 digital AVO meter

Hasil :

ARUS INPUT (mA)	V out Perhitungan (V)	Vout Pengukuran (V)	% Kesalahan
4	0.00	0.00	0
6	1.25	1.26	0.80
8	2.50	2.50	0.00
10	3.75	3.76	0.00
12	5.00	5.02	0.20
14	6.25	6.25	0.00
16	7.50	7.50	0.00
18	8.75	8.77	0.23
20	10.00	10.1	0.30
Rata - Rata			0.17

Analisis hasil

Masih terjadi kesalahan pada titik - titik tertentu, walaupun tidak terlalu mencolok. Ada beberapa hal yang memungkinkan kejadian tersebut :

1. perubahan nilai R sensor pada arus tertentu, sehingga terjadi perubahan tegangan pada tp_0
2. kualitas R pendukung
3. kualitas Op-Amp yang digunakan
4. kualitas alat ukur.

Kesimpulan

1. Dalam merancang rangkaian pengubah arus ke tegangan perlu diperhatikan kualitas dari komponen-komponen yang digunakan.
2. Untuk mempermudah perancangan, perlu dirumuskan dahulu hubungan antara masukan dan keluaran
3. Kemampuan Operational Amplifier sangat cocok untuk digunakan dalam rangkaian yang memanfaatkan operasi matematika sederhana