

Gambar 1.6. Diagram Blok Sistem Pengaturan Digital

Bab II

Sensor

2.1. Pendahuluan

Sesuai dengan banyaknya jenis pengaturan, maka sensor jenisnya sangat banyak sesuai dengan besaran fisik yang diukurnya seperti temperatur, posisi, kecepatan, cahaya, suara, tekanan, kelembaban dan sebagainya serta sesuai dengan besaran keluarannya seperti sensor listrik dan pneumatik. Tetapi pada pembahasan ini lebih banyak ditekankan pada sensor listrik yang menghasilkan keluaran dalam bentuk tegangan listrik atau arus listrik.

Beberapa karakteristik sensor yang perlu diketahui dalam penentuan jenis sensor adalah :

a) Kepekaan (Sensitivitas)
   Kecepatan dari suatu sensor untuk meresponi terhadap perubahan inputnya.

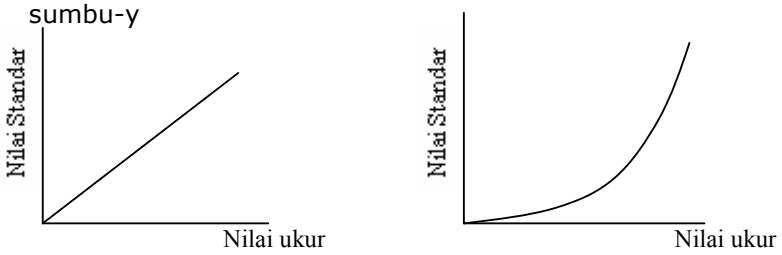
b) Waktu tanggap (respon waktu)
   Waktu yang diperlukan oleh sensor untuk mengeluarkan output yang stabil dan dapat dijadikan nilai pengukuran. Misalnya untuk mengukur termometer tidak dapat langsung tapi perlu ditunggu sebentar sampai outputnya stabil. Waktu tunggu adalah waktu tanggap dari termometer.

c) Akurasi (Ketepatan)
   Nilai ukur yang dibandingkan terhadap nilai benar (true value) yang diperoleh dengan mempergunakan alat ukur standar. Jika suatu alat ukur atau sensor akurasinya berubah dapat dikembalikan dengan cara kalibrasi atau peneraan.

d) Tahan terhadap noise
   Kemampuan untuk tahan terhadap besaran fisik pengganggu yang disebut dengan noise atau derau. Noise ini bisa berupa temperatur, gelombang EM atau besaran lain yang mempengaruhi sensor saat dipergunakan.

e) Harga
   Harga merupakan faktor ekonomis yang selalu dikompromikan dengan kriteria yang lain

f) Linieritas
   Sifat sensor yang menampilkan output yang berbanding lurus dengan penambahan input. Biasanya linieritas dapat diuji melalui kurva kalibrasi yang diperoleh dengan mencantumkan nilai pertambahan sensor pada sumbu-x dan memasangkannya dengan nilai ukur alat standar pada sumbu-y

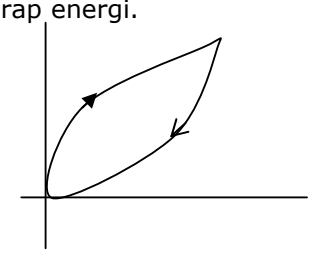


(a) (b)

Gambar 2.1.a) Linier b) Non linier

g) Bandwidth
   Lebar rentang frekuensi ukur dari sensor. Jika besaran fisik memiliki komponen frekuensi yang berada di luar rentang sensor maka komponen fisik tersebut tidak dapat terukur.

h) Histerisis
Kenaikan dan penurunan input dapat membuat kurva pengukuran yang berbeda pada sensor. Biasanya histerisis terjadi pada sensor-sensor yang bersifat menyerap energi.

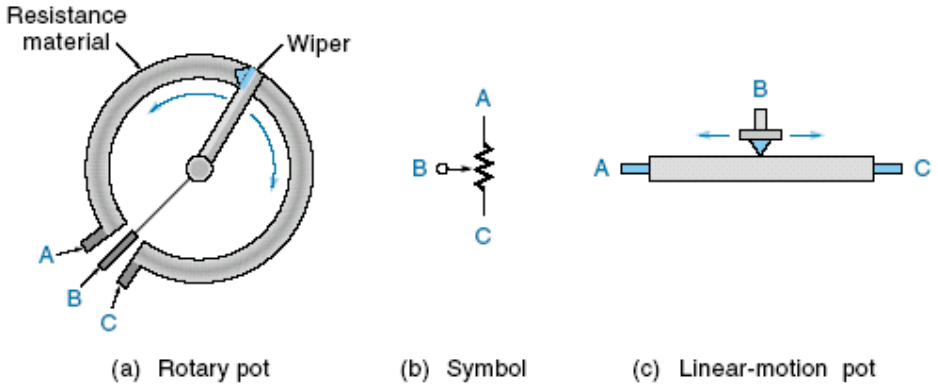


Gambar 2.2. Kurva histerisis

i) Resolusi
Resolusi adalah perubahan terkecil dari besaran fisik yang masih dapat terdeteksi oleh sensor

2.2. Sensor Posisi

Posisi ini bisa berupa posisi secara linier atau berupa posisi sudut. Jenis sensor posisi berupa potensiometer diperlihatkan pada gambar 2.3. Potensiometer dapat digunakan untuk mengubah perpindahan rotasi atau perpindahan linier (lurus) menjadi tegangan. Sebenarnya potensiometer itu sendiri adalah sebuah resistor.

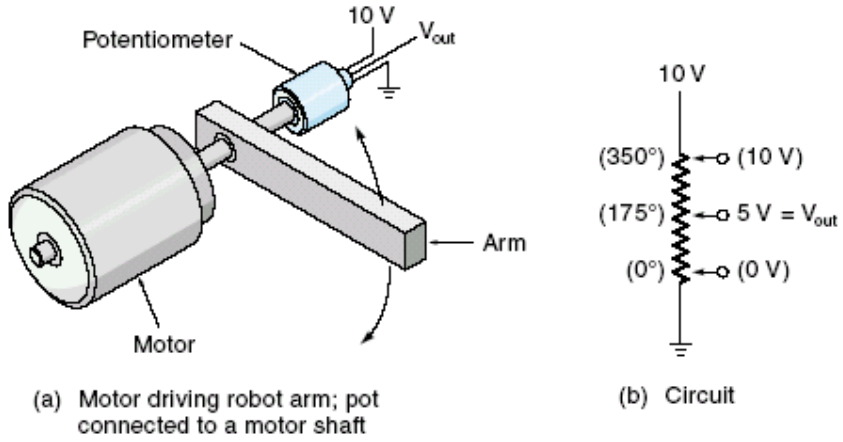


Gambar 2.3. Potensiometer

Pada gambar 2.3. ini diperlihatkan cara kerja potensiometer. Potensiometer terdiri dari bahan dengan tahanan yang uniform yaitu nilai ohm per incinya selalu konstan. Pada Rotary Potentiometer, Saat wiper berputar maka besar tahanan total akan ikut berubah. Poros dari wiper biasanya ditempelkan pada poros benda berputar.

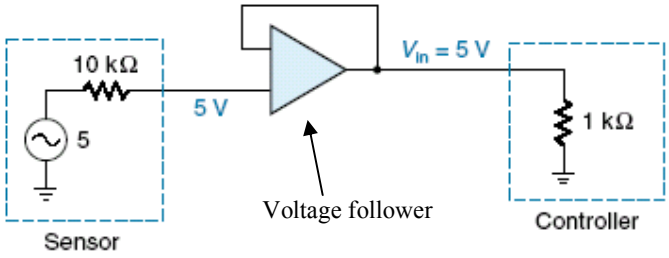
Contoh 2.1.
Misalkan saat wiper berada di atas output (gambar 2.4) yang dihasilkan 10V yaitu pada sudut 350°, sedangkan saat wiper ditengah menghasilkan output 5 V yaitu pada sudut 175°. Maka berapakah tegangan yang dihasilkan pada saat wiper menunjukkan sudut 82°
Jawab:

Tegangan yang dihasilkan pada sudut 82°=82° x (10 V/350°) = 2,34 Vdc



Gambar 2.3. Potensiometer sebagai alat ukur posisi

Potensiometer yang sedang dibicarakan sebenarnya adalah pembagi tegangan (voltage divider) dan akan bekerja baik jika arus listrik yang sama mengalir di seluruh tahanan potensiometer. Kesalahan pembebanan (loading error) terjadi saat wiper dari potensiometer dihubungkan dengan rangkaian yang memiliki tahanan input tidak terlalu besar dari tahanan potensiometer. Sehingga arus yang melewati wiper berkurang dan menyebabkan pembacaan tegangan menjadi berkurang. Hal ini dapat diatasi dengan rangkaian buffer impedansi tinggi misalnya menggunakan voltage follower yang dipasang diantara potensiometer dengan rangkaian yang diukur.



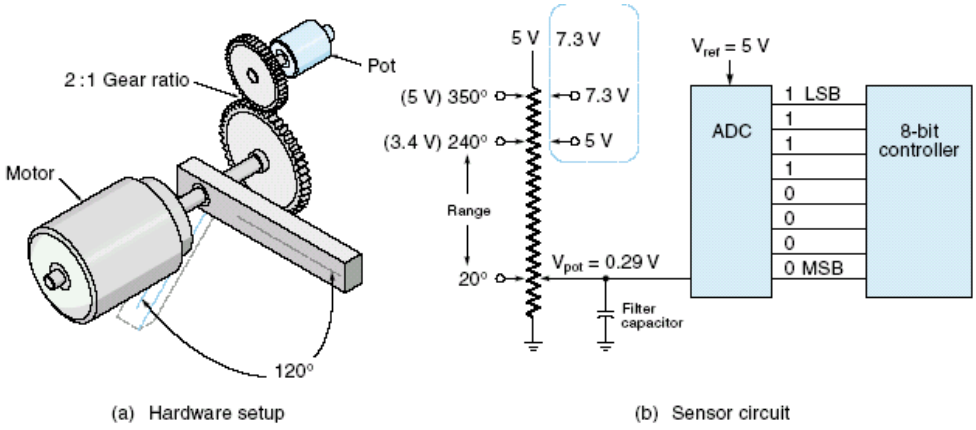
Gambar 2.4 Voltage follower untuk mengurangi pembebanan

Contoh 2.2.

Lengan robot pada gambar 2.5. berputar 120° stop to stop dan potensiometer digunakan sebagai sensor posisi. Pengontrol adalah sistem digital 8 bit dan perlu mengetahui posisi saat itu dengan resolusi 0,5°.

Jawaban:

Untuk memperoleh resolusi 0,5° berarti seluruh 120° harus dibagi menjadi 240 kenaikan dan setiap kenaikan bernilai 0,5°. Bilangan 8 bit memiliki 255 tingkat (dari 0000 0000 sampai 1111 1111) jadi cukup untuk pekerjaan ini. Potensiometer disuplai dengan tegangan 5V sehingga output dari potensiometer adalah 5V untuk sudut maksimum 350° (jika diasumsikan potensiometer dapat berotasi penuh). Tegangan acuan dari ADC (analog to digital converter) juga 5 V sehingga jika tegangan keluaran potensiometer 5V berarti output digitalnya adalah 255 ($1111\ 1111_{bin}$). Potensiometer berputar 350° tetapi lengan robot hanya berputar 120° sehingga perbandingan roda gigi 2:1. Dengan pengaturan ini potensiometer berputar 240° saat lengan robot berputar 120°.



Gambar 2.5. Potensiometer sebagai sensor putaran pada lengan robot

Misal saat lengan robot berputar 10° maka potensiometer akan berputar 20°. Dan tegangan potensiometer adalah : 20° x (5 V/350°) = 0,29 V. Tegangan ini akan diubah oleh ADC menjadi besaran digital :
0,29 V x (255/5V) = 14,8 ≈ 15 = 0000 1111_{bin}

Kembali ke masalah resolusi dari pengukuran ini adalah :

$$\underbrace{\frac{1^\circ_{arm}}{2^\circ_{pot}}}_{\text{Gears}} \times \underbrace{\frac{350^\circ_{pot}}{5\text{ V}}}_{\text{Pot}} \times \underbrace{\frac{5\text{ V}}{255\text{ states}}}_{\text{ADC}} = \frac{0.686^\circ_{arm}}{\text{state}}$$

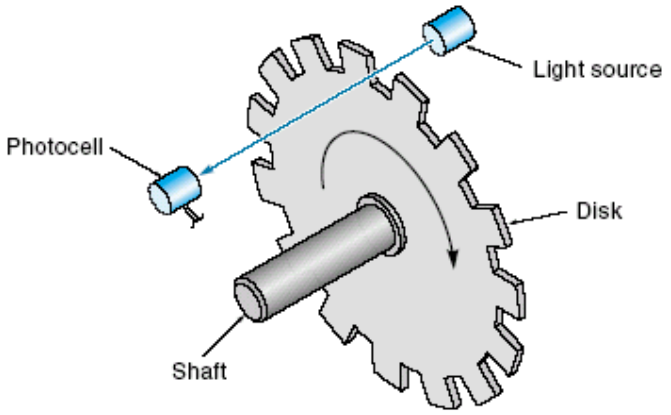
Ternyata resolusinya 0,686° sedangkan yang diminta adalah 0,5° untuk mengatasi hal ini. Untuk meningkatkan resolusi ini kita lihat kembali. Persamaan ini kita hitung dengan asumsi potensiometer mengeluarkan 5V pada 350° tetapi potensiometer sebenarnya hanya menggunakan 240° saja. Oleh karena itu untuk meningkatkan resolusi dapat diatur dengan meningkatkan tegangan 7,3 V (5 V x 350°/240°). Sehingga resolusinya sekarang:

$$\frac{1^\circ_{arm}}{2^\circ_{pot}} \times \frac{350^\circ}{7.3\text{ V}} \times \frac{5\text{ V}}{255\text{ states}} = 0.470^\circ/\text{state}$$

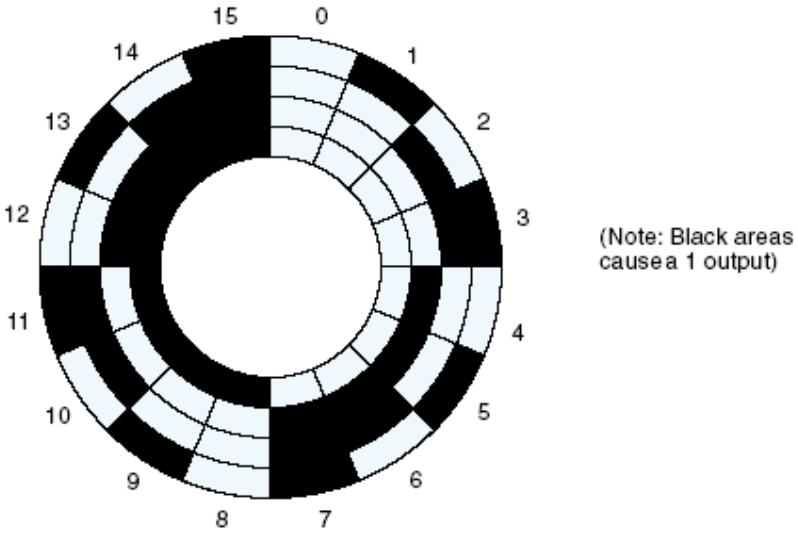
Resolusi ini masih dalam jangkauan 0,5° sesuai spesifikasi

Optical Rotary Recorder

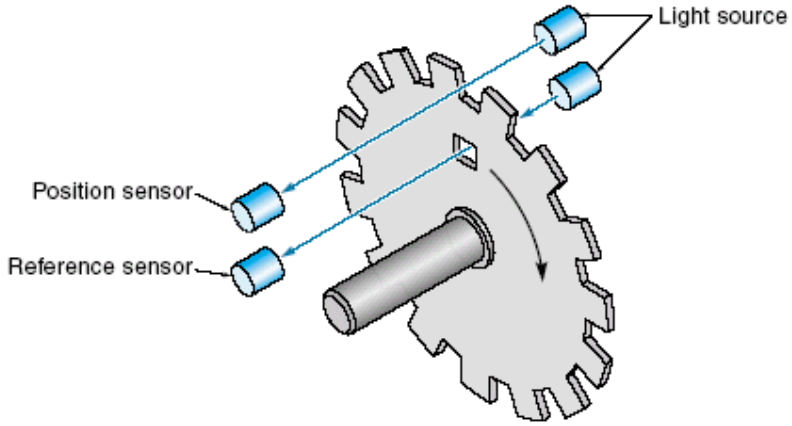
Optical Rotary Recorder menghasilkan output sudah dalam bentuk data digital sehingga tidakmemerlukan ADC. Konsepnya dapat dilihat pada gambar 2.6. Sebuah piringan dipasang pada batang berputar, sumber cahaya dan sebuah sensor photosel dipasang sedemikian rupa sehingga slot pada piringan akan melewatkan berkas cahaya saat piringan berputar. Terdapat dua jenis optical rotary encoder yaitu absolute encoder dan incremental encoder. Absolute encoder terbuat dari piringan gelas yang diberi penanda pada traknya konsentriknya. Cahaya yang lewat akan merepresentasikan bilangan digital yang berbeda. Sedangkan incremental encoder hanya terdiri dari satu lubang, keluaran dari incremental encoder hanya jumlah pulsa.



Gambar 2.6. Optical Rotary Encoder



Gambar 2.7. Absolute Optical Rotary Encoder



Gambar 2.8. Incremental Optical Rotary Encoder