

## II. TEORI PENUNJANG

### 1. ROBOT

Robot pada kenyataannya, meskipun secara ideal dapat diprogram untuk melakukan pekerjaan apapun, biasanya pada perancangannya hanyalah untuk menangani jenis pekerjaan tertentu saja. Hal ini disebabkan keterbatasan jangkauannya, serta gerakan-gerakan yang dapat dilakukan. Juga kecepatan, ketepatan, dan kemampuan mengangkat beban.

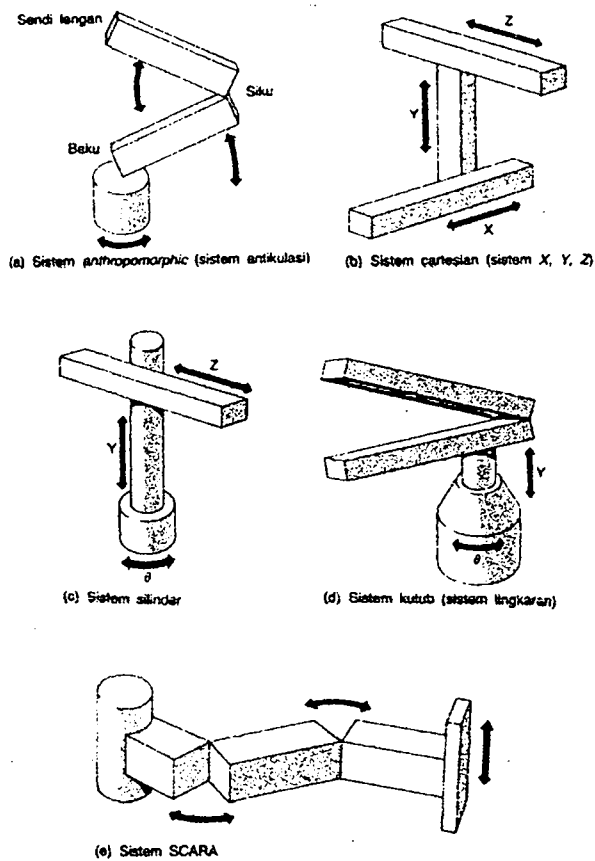
Pada gambar 2.1 diperlihatkan lima cara yang paling banyak digunakan dalam membuat sebuah lengan robot. Sistem-sistem ini dikenal sebagai *anthropomorphic* (artikulasi), *cartesian*, *silindris*, *kutub/polar*, dan *SCARA*. Masing-masing sistem memiliki kelebihan dan kelemahannya dalam hal kekuatan, kecepatan, dan kemampuan gerakan/manuver.

Pada tugas akhir ini, yang digunakan adalah jenis artikulasi. Sebutan "*anthropomorphic*" mengandung makna yang menunjukkan suatu kesamaan dengan lengan manusia. Seperti terlihat pada gambar 2.2.

#### 1.1 Konfigurasi Robot Artikulasi

Bentuk konfigurasi dari model robot artikulasi yang hendak dibuat pada tugas akhir ini adalah menyerupai gambar 2.2 namun tanpa jari penjepit.

Setiap sendi merupakan gerakan rotasi yang menghasilkan besar sudut, seperti pada contoh gambar adalah sudut  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ , dan  $\theta_3$ .



Gambar 2.1

## Sistem Koordinat Robot

1.2 Pendekatan Geometri dari <sup>1</sup> Inverse Kinematik

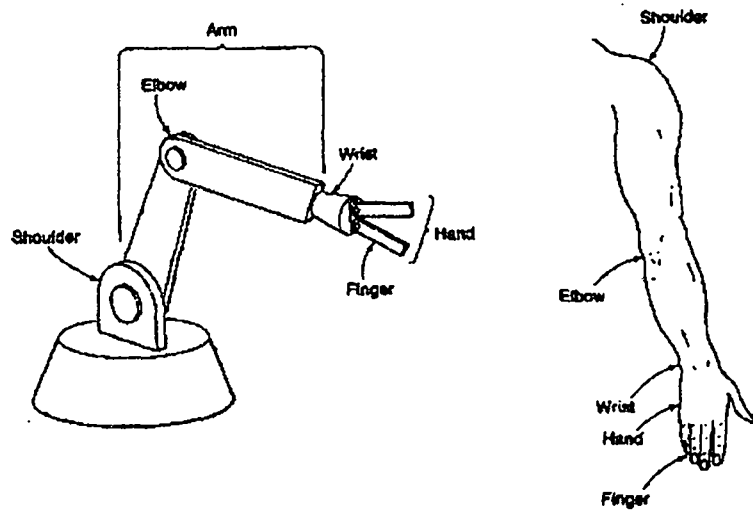
Dengan memperhatikan kedudukan manipulator pada gambar 2.3, dengan memisalkan posisi  $p_c$  dilambangkan oleh  $p_x, p_y, p_z$ , kita proyeksikan  $p_c$  dalam bidang  $x_0y_0$  seperti ditunjukkan dalam gambar 2.4.

Dari proyeksinya akan diperoleh:

$$\theta_1 = \text{Atan}(p_x, p_y)$$

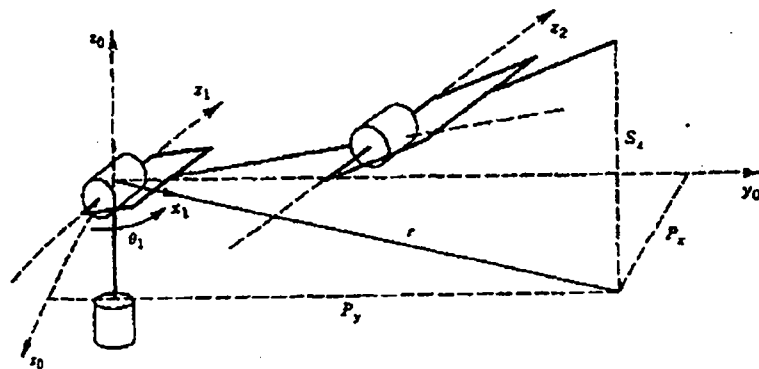
---

<sup>1</sup>Spong Mark W. *Robot Dynamics and Control*. (John Wiley & Sons, 1989). p. 97



Gambar 2.2

## Bagian Dari Lengan Robot Artikulasi

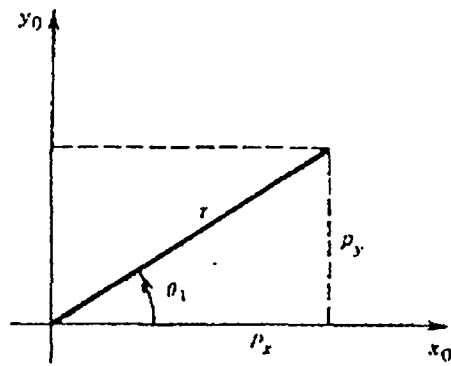


Gambar 2.3

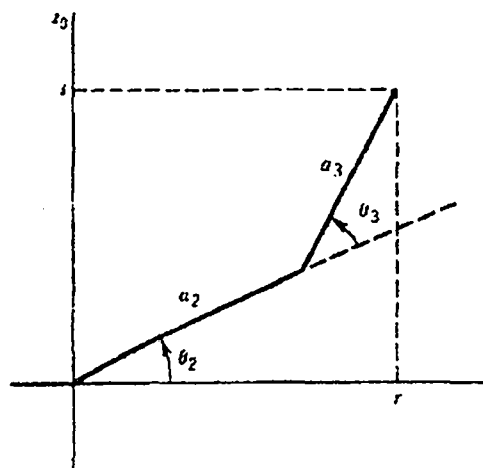
## Koordinat Tiga Sendi Lengan

Selanjutnya, untuk mendapatkan sudut  $\theta_2$ ,  $\theta_3$  dari lengan robot artikulasi, dengan membentuk lengan kedua dan ketiga seperti pada gambar 2.5 maka dengan menggunakan hukum sudut *cosines*:

$$\cos \theta_3 = \frac{p_x^2 + p_y^2 + p_z^2 - a_2^2 - a_3^2}{2a_2a_3} := D$$



Gambar 2.4  
Proyeksi Sumbu x dan y



Gambar 2.5  
Proyeksi Sudut  $\theta_2$  dan  $\theta_3$

maka:

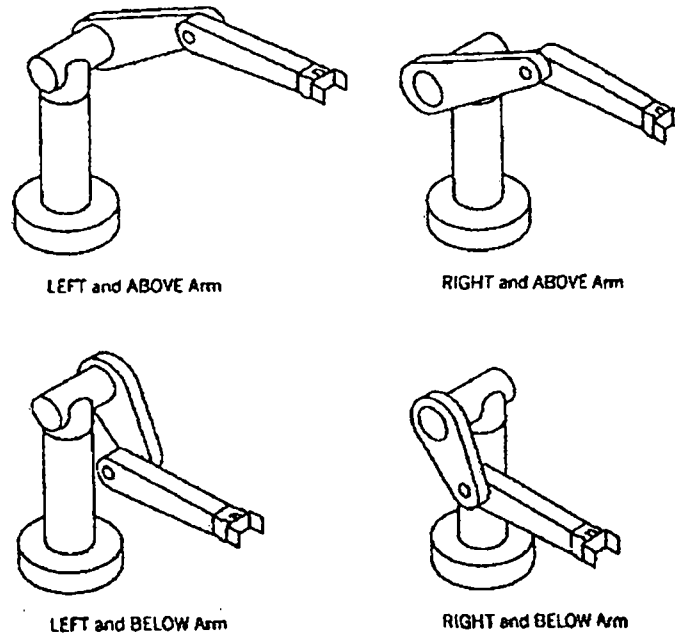
$$\theta_3 = \text{Atan}(D, \pm\sqrt{1-D^2})$$

Selanjutnya  $\theta_2$  diberikan sebagai:

$$\theta_2 = \text{Atan}(\sqrt{p_x^2 + p_y^2}, p_z) - \text{Atan}(a_2 + a_3 \cos \theta_3, a_3 \sin \theta_3)$$

Ada dua penyelesaian bagi  $\theta_3$  yang menunjukkan posisi *elbow-up* dan *elbow-down*.

Seperti pada contoh gambar 2.6 adalah empat posisi untuk posisi elbow-up dan elbow-down dari posisi inverse kinematik.

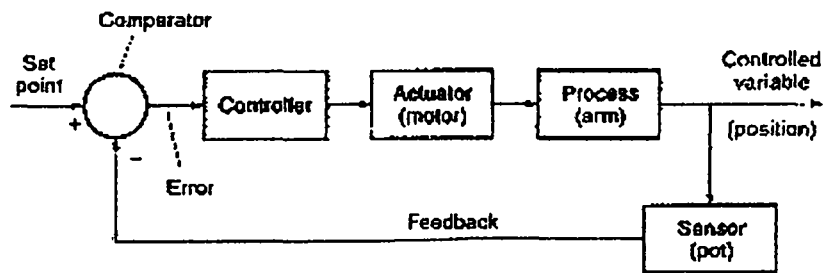


Gambar 2.6

Posisi Elbow-up dan Elbow-down

### 1.3 Penggambaran Sistem Kendali

Suatu pengendalian berkaitan erat dengan strategi yang memungkinkan sebuah komputer mengarahkan gerakan-gerakan dari sebuah robot, dan penyampaian respon robot tersebut ke komputer. Pada umumnya, sistem pengendalian di mana sebuah kesalahan diukur dan dipergunakan untuk membetulkan proses yang terjadi, digambarkan seperti pada gambar 2.7. Ini adalah contoh blok diagram sistem kendali tertutup untuk sistem kontrol posisi lengan (*arm*).



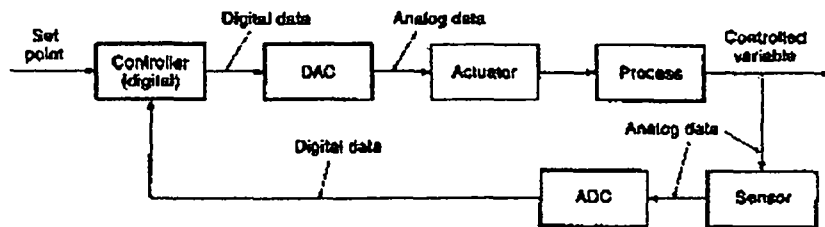
Gambar 2.7

### Sistem Kendali Tertutup

Sinyal input memberikan posisi *setting point* yang diinginkan. Hasil umpan balik (*feedback signal*) akan mengidentifikasi bagaimana sistem membawa perintah, dengan memperhatikan posisi, kecepatan atau apapun dari suatu alat (motor).

Pembandingan (*comparator*) akan membandingkan sinyal input dan sinyal feedback. Pada kontrol posisi maka untuk sensornya dapat menggunakan potensiometer. Jika sama, komparator mengeluarkan no signal ke kontroler, dan output akan berhenti bergerak. Bila keduanya berbeda, komparator akan mengirimkan sinyal berbeda dan diteruskan ke variabel yang dikontrol (motor).

Pada gambar 2.8 berikut ini adalah blok diagram sistem kontrol digital closed-loop. Data yang masuk dan keluar dari kontroler adalah berupa data digital. Karena itu diperlukan DAC dan ADC sebagai penerjemah besaran analog yang terjadi.



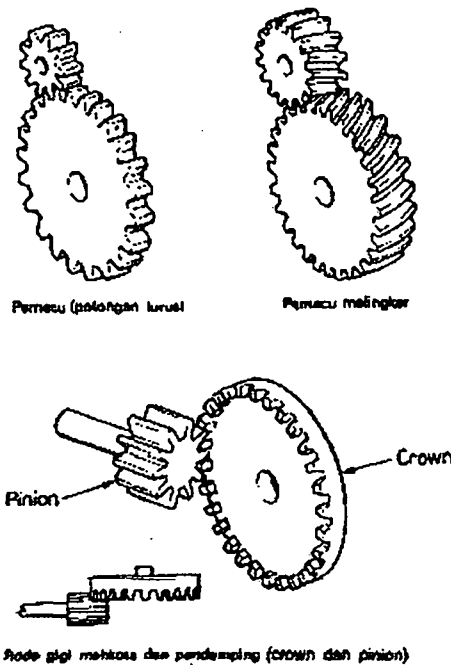
Gambar 2.8

Blok Diagram Closed-Loop Control System.

## 2. KOMPONEN SISTEM PENGGERAK

### 2.1 Roda Gigi

Piranti mekanik yang digunakan untuk mengirimkan daya dari penggerak ke persendian robot yang paling umum adalah roda gigi (gear). Gambar berikut adalah beberapa bentuk yang umum dipakai.



Gambar 2.9

Jenis Penggerak Gigi

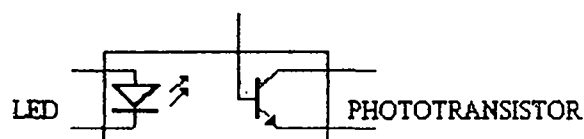
## 2.2 Alat Penggerak

Penggerak adalah istilah yang digunakan untuk mekanisme yang menggerakkan lengan robot. Dapat berupa motor listrik, yang menghasilkan gerakan linear secara langsung. Meskipun demikian, terdapat beragam mekanisme roda gigi yang dapat digunakan untuk mengalihkan gerakan linear menjadi rotasi dan sebaliknya.

## 2.3 Motor Driver

Untuk menggerakkan motor DC seri diperlukan tegangan searah dengan tegangan nominal 24 V dan 12 V pada bagian *base* (dasar), *shoulder* (bahu) dan *elbow* (siku).

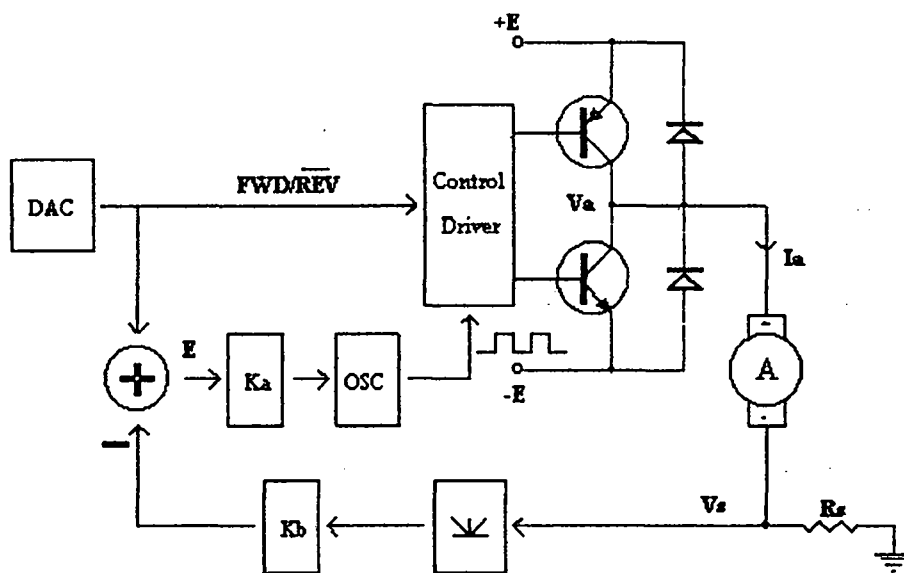
Mikrokontroler beroperasi pada tegangan relatif kecil (5 Volt) dan arus dalam orde miliampere. Sementara rangkaian yang akan dikontrol adalah rangkaian dengan tegangan 24 Volt dan arus kerja max 1 Ampere. Oleh karena itu mikrokontroler harus diisolasi dari rangkaian yang akan dikontrol. Dan ini didapatkan dengan menggunakan rangkaian optocoupler. Gambar 2.10 memperlihatkan *optical isolator* yang memisahkan ground antara rangkaian sebelah kiri (pengendali) dan kanan (yang dikendalikan).



Gambar 2.10

Optical Isolator

Kunci elemen dalam rangkaian kontrol pengendalian pada sistem feedback adalah terletak di PWM, karena pulsa-pulsa ini yang menggerakkan kontrol driver motor. Signal PWM men-switch transistor driver  $Q_1$  dan  $Q_2$  untuk on dan off. Untuk menganalisa besar arus  $I_a$  yang mengalir motor maka dapat diberikan resistor  $R_s$  sebagai pendeteksi besar tegangan yang terjadi yaitu  $V_s$ .



Gambar 2.11

### Blok Rangkaian Driver Motor DC

Tegangan  $V_s$  ini diteruskan ke rangkaian full wave rectifier dan diubah ke suatu besaran dengan konstanta  $K_b$ . Hasil ini akan mengurangi dengan harga tegangan dari DAC. Sehingga tegangan hasil pengurangan dengan konstanta  $K_a$  yang masuk ke PWM dapat diatur untuk mendapatkan suatu besaran torsi dengan cara mengatur arus  $I_a$  yang melewati resistor  $R_s$  tadi.

Bila diinginkan saat awal mulainya pergerakan motor memiliki torsi yang kuat maka arus  $I_a$  dapat diberikan cukup besar untuk menggerakkan lengan robot.

Cara untuk membesarkan torsi awal seperti ini cukup sulit karena untuk mendapatkan harga konstanta  $K_a$  dan  $K_b$  membutuhkan perhitungan matematika yang rumit. Pengendalian dengan cara PWM biasa, hanya mengatur besar tegangan pulsa namun untuk besar arusnya harus menggunakan komponen dari luar. Karenanya dalam tugas akhir ini belum diberikan pendeteksi dan pengaturan besar arus yang mengalir motor lengan.

### 3. PWM (PULSE-WIDTH MODULATION)

Pengaturan kontrol speed dan posisi dari motor DC bila menggunakan metode PWM (*pulse-width modulation/modulasi lebar pulsa*), akan menghemat energi dibandingkan dengan pemberian tegangan kepada motor secara variasi kontinyu (dalam mode linier). Pengaturan tegangan lewat metode PWM ini lebih modern karena tidak banyak energi yang hilang di transistor yang membutuhkan *heat sink* besar.

Pada gambar 2.12 ditunjukkan saat transistor (switch) menutup,  $T_{on}$ , dan saat transistor membuka,  $T_{off}$  dalam orde kHz.

Harga tegangan rata-rata yang melewati terminal motor adalah:

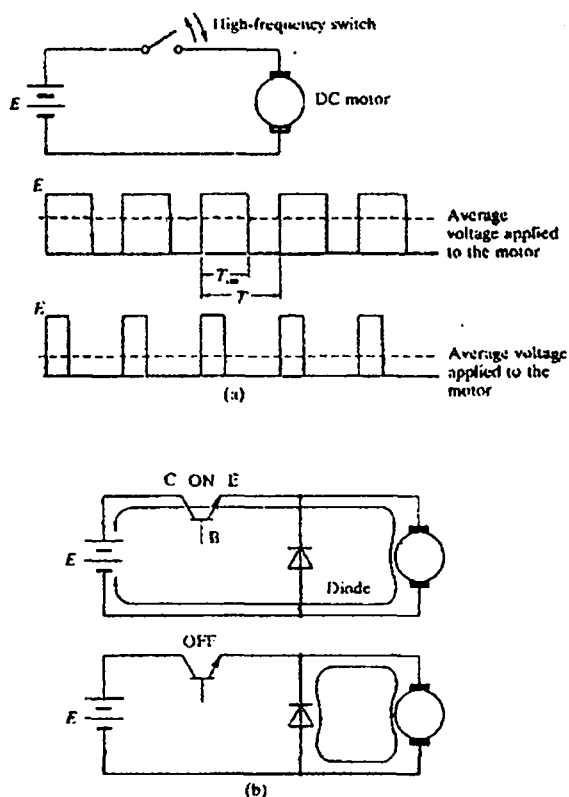
$$\langle V \rangle = E \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}}$$

Dioda pengaman diberikan paralel dengan motor untuk mencegah kerusakan transistor penggerak akibat pemutusan aliran arus secara tiba-tiba (*back emf*).

#### 4. MIKROKONTROLER 8031

Mikrokontroler 8031 memiliki sejumlah keistimewaan sebagai berikut:

- Sebuah CPU 8 bit yang termasuk keluarga MCS-51.
- Osilator internal dan rangkaian pewaktu.
- RAM internal 128 byte (on chip).
- Empat buah programmable port I/O, masing-masing terdiri atas 8 buah jalur I/O.



Gambar 2.12

Prinsip PWM

- e. Dua buah timer/counter 16 bit.
- f. Lima buah jalur interupsi (2 buah interupsi eksternal dan 3 buah interupsi internal).
- g. Sebuah port serial dengan kontrol serial full duplex UART.
- h. Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi boelean (bit).
- i. Kecepatan pelaksanaan instruksi per siklus 1 mikrodetik pada frekuensi clock 12 MHz.

Dengan keistimewaan di atas, pembuatan alat menggunakan 8031 menjadi lebih sederhana dan tidak memerlukan IC pendukung yang banyak. Boleh dikatakan mikrokontroler 8031 ini mempunyai keistimewaan dari segi perangkat keras.

## 5. MEMORI

Suatu sistem mikroprosesor/mikrokontroler maupun komputer memerlukan memori untuk tempat menyimpan program/data.

### 5.1 RAM 6264

RAM (*random access memory*) adalah memori yang dapat dibaca atau ditulisi. Data dalam RAM akan terhapus (bersifat *volatile*) bila catu daya dihilangkan. Jadi RAM hanya digunakan untuk menyimpan data sementara, yaitu data yang tidak begitu vital bisa hilang akibat aliran daya terputus. RAM statik 6264 ini berkapasitas 8 kbyte.

## 5.2 EPROM 2764

EPROM (*erasable programmable read only memory*) yaitu PROM yang dapat diprogram ulang. PROM adalah ROM (*read only memory*) yang dapat diprogram oleh pemakai, tetapi sekali diprogram tidak dapat diprogram ulang. Jadi menggunakan EPROM menguntungkan karena isinya bisa dihapus dengan sinar ultra violet (UV) selama 5 sampai 10 menit. EPROM jenis 2764 ini berkapasitas 8 kbyte.

## 6. INTERFACE

Untuk melakukan hubungan dengan piranti di luar sistem, dibutuhkan alat I/O (input/output). Sesuai dengan namanya, alat I/O dapat menerima data dari mikroprosesor/mikrokontroler dan dapat pula memberi data ke mikroprosesor/mikrokontroler.

### 6.1 PPI 8255

PPI 8255 dirancang untuk digunakan dengan mikroprosesor/mikrokontroler buatan Intel. PPI 8255 memiliki keluaran yang kompatibel TTL sehingga mudah dipakai. Selain itu, PPI 8255 memiliki fasilitas bit set/reset untuk memudahkan pengontrolan suatu alat.

PPI 8255 dibuat dalam kemasan DIP 40 pena dengan 3 port paralel 8 saluran yang dapat diprogram sendiri-sendiri dalam 3 mode utama, yaitu mode 0 (*basic input/output*), mode 1 (*strobed input/output*), dan mode 2

(*bi-directional bus*). Dengan memberikan logika rendah pada pena CS, antarmuka 8255 telah diaktifkan untuk berhubungan dengan mikroprosesor/mikrokontroler.

PPI 8255 memiliki tiga buah port paralel yang masing-masing diberi nama port A, port B, dan port C. Di samping itu PPI 8255 memiliki satu register kontrol. Alamat ketiga port tersebut berturut-turut adalah 00H, 01H, dan 02H. Sedangkan alamat register kontrol adalah 03H.

Dalam suatu program, alamat port A adalah 00H ditambah dengan alamat chip aktif. Alamat port B adalah 01H ditambah alamat chip aktif. Demikian pula untuk port C dan register kontrol. Misalnya, jika PPI 8255 dirancang untuk aktif pada alamat 200H, alamat ketiga port berturut-turut adalah 200H, 201H, dan 202H. Sementara register kontrol ada di 203H.

Definisi bit-bit pada register kontrol adalah sebagai berikut:

D0	Port C (bawah)	1 = input 0 = output
D1	Port B	1 = input 0 = output
D2	Pemilih mode	0 = mode 0 1 = mode 1
D3	Port C (atas)	1 = input 0 = output
D4	Port A	1 = input 0 = output
D5 dan D6		00 = mode 0 01 = mode 1 1x = mode 2
D7	Mode set flag diisi 1	

## 6.2 ADC 8088

Rangkaian ini diperlukan untuk mengambil sinyal analog dari potensiometer yang terdapat pada posisi lengan.

ADC (*Analog to Digital Converter*) adalah rangkaian yang dapat mengubah besaran analog menjadi besaran digital.

Hal-hal yang diperlukan dalam pemilihan sebuah ADC adalah:

### 1. Resolusi (*Resolution*).

Resolusi dari sebuah ADC ditentukan oleh jumlah bit dari ADC tersebut.

### 2. Akurasi (*Accuracy*).

Kebanyakan konverter ADC dibuat dengan lebih memperhatikan resolusi daripada akurasi. Sehingga data spesifikasi dari ADC diperlukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa dengan ukuran akurasi yang dimaksudkan maka ADC tersebut dapat dipakai pada sistem yang dibutuhkan.

### 3. Kecepatan (*Speed*)

Kecepatan konversi merupakan faktor pilihan lain yang penting. Kecepatan konversi yang terlalu rendah akan memperlambat kerja sistem. Sedang kecepatan konversi yang terlalu tinggi (lebih tinggi dari kecepatan prosesor yang digunakan) membuat data konversi yang dikirim oleh DAC tidak dapat dibaca sempurna oleh prosesor.

### 4. Daya yang dibutuhkan (*Power requirements*).

Daya yang dibutuhkan oleh sebuah ADC harus cukup kecil sehingga disipasi daya yang dihasilkan sangat kecil untuk membatasi panas yang dihasilkan.

#### 5. Referensi (*Reference*)

Untuk aplikasi-aplikasi yang menggunakan sebuah ADC maka dapat dicari ADC dengan referensi internal. Sedangkan apabila diinginkan referensi yang variabel, atau referensi yang dapat diatur secara rasiometrik, atau bila pada sistem utama tersedia referensi, maka penggunaan referensi di luar ADC memberi keuntungan.

#### 6. Interfacing

Kemudahan untuk menghubungkan ADC dengan Mikrokontroler juga merupakan faktor penting.

#### 7. Harga (*Cost*).

#### 8. Ukuran (*Size*).

#### 9. Kemampuan (*Avaibility*)

ADC 0808 merupakan *Successive Aproximation Register* (SAR) ADC.

ADC ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Resolution : 8 bit
- Total unjusted error :  $\pm \frac{1}{2}$  LSB
- Single supply : 5 VDC
- Low power : 15 mW
- Conversion time : 100  $\mu$ s
- Mudah untuk dihubungkan dengan semua mikroprosesor.

- Dioperasikan rasiometrik atau dengan 5 VDC atau dengan pengaturan tegangan referensi analog.
- Tidak memerlukan pengaturan nol atau pengaturan full scale.
- Memiliki 8 channel multiplexer.
- Tegangan range input dengan supply 5V adalah 0V sampai 5V.
- Outputnya berlevel tegangan TTL.
- Dikemas dalam 28 pin.

6.2.1 Multiplexer ADC 0808. ADC 0808 memiliki 8 buah channel multiplexer. Channel input dipilih (ditentukan) dengan menggunakan *address decoder*. Tabel menunjukkan hubungan antara address input dengan channel yang dipilih.

Tabel 2.1

Multiplexer ADC 0808

SELECTED ANALOG CHANNEL	ADDRESS LINE		
	C	B	A
IN0	L	L	L
IN1	L	L	H
IN2	L	H	L
IN3	L	H	H
IN4	H	L	L
IN5	H	L	H
IN6	H	H	L
IN7	H	H	H

Address yang dipilih dilatch ke dekoder saat terjadi transisi low ke high saat signal enable address latch diaktifkan.

6.2.2 Converter ADC 0808 Bagian terpenting dari chip ini adalah converter analog to digital 8 bit. Converter dirancang untuk memberikan kecepatan, akurat dan pengulangan konversi pada range yang lebar. Converter dibagi menjadi 3 bagian utama:

- 256R ladder network
- Successive approximation register
- Comparator

Persamaan konversi antara tegangan input analog dan tegangan output digital pada ADC ini adalah:

$$\text{Data} = 255 \frac{V_{in}}{V_{ref(+)} - V_{ref(-)}}$$

### 6.3 Rangkaian DAC 0808

DAC (*Digital to Analog Converter*) adalah rangkaian yang dapat mengubah besaran digital menjadi besaran analog. DAC yang digunakan dalam sistem ini adalah DAC 0808 yang mempunyai kecepatan dan ketelitian yang tinggi. DAC 0808 merupakan DAC 8 bit, DAC ini sering dipakai karena memiliki kesederhanaan dan harga yang murah. DAC 0808 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Relatif akurasi:  $\pm 0.19\%$  error maksimum.
- Full scale current match:  $\pm 1$  LSB typical.

- Fast settling time: 150 ns typical
- Input digital noninverting adalah kompatibel dengan TTL dan CMOS.
- High speed multiplying input slew rate: 8 mA/ $\mu$ s.
- Range tegangan power supply:  $\pm 4,5$  Volt sampai  $\pm 18$  Volt.
- Konsumsi daya yang rendah: 33 mW.

Persamaan output DAC terhadap inputnya adalah:

$$I_{out} = I_{ref} \times \frac{\text{binary input}}{256}$$

## 7. KOMPARATOR (DETECTOR)

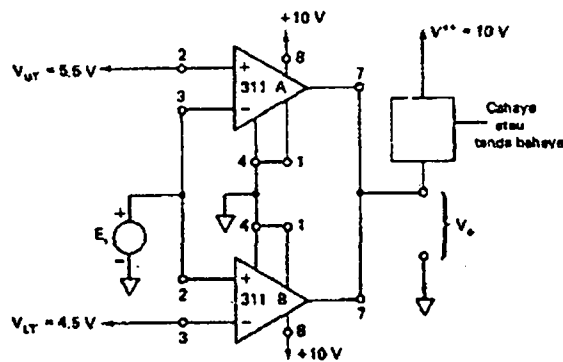
Rangkaian komparator berguna untuk membandingkan tegangan isyarat pada satu masukan dengan suatu tegangan acuan pada masukan lainnya. Karena yang hendak digunakan dalam rangkaian adalah *window comparator* (detektor jendela) maka hanya diperlihatkan rangkaian komparator jenis detektor jendela saja. Sebagai contoh pada gambar 2.13:

Misalkan bahwa  $E_i = 5$  V. Karena  $E_i$  lebih besar dari  $V_{LT}$  dan lebih kecil dari  $V_{UT}$ , maka tegangan keluaran dari dua pembanding itu besarnya  $V^{++}$  sebab kedua saklar keluarannya terbuka. Lampu/tanda bahayanya mati. Kemudian misalkan bahwa  $E_i = 6,0$  V atau  $E_i > V_{UT}$ . Masukan pada pin 3 dari A lebih positif dari yang di pin 2, sehingga keluaran A ada pada potensial pin 1 atau ground. Ground ini menyalakan lampunya, dan  $V_O = 0$  V. Sekarang misalkan bahwa  $E_i$  turun ke 4,0 V atau  $E_i < V_{LT}$ . Masukan (+) dari

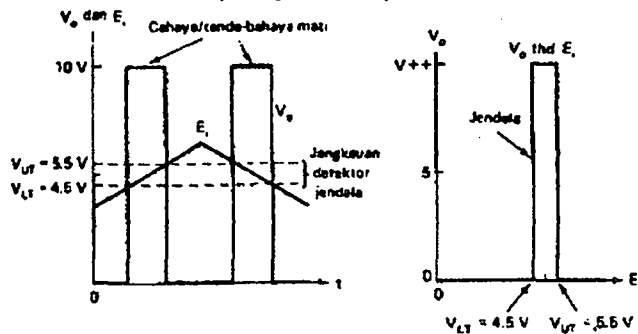
B lebih kecil dari masukan (-) nya, sehingga keluaran B menjadi 0 V, dan menyebabkan lampu/tanda bahaya menyala.

8. VOLTAGE FOLLOWER

Voltage follower disebut juga sebagai rangkaian pengikut tegangan, pengikut sumber, penguat gain-satu, penguat penyangga (*buffer*) atau penguat isolasi.



(a) Rangkaian detektor jendela

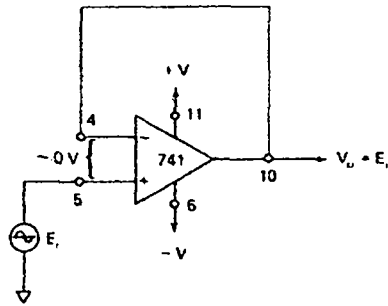


(b) Bentuk gelombang untuk detektor jendela

Gambar 2.13

Rangkaian dan Bentuk Gelombang Detektor Jendela

Tegangan keluaran nya mengikuti tegangan masukan atau sumbernya.



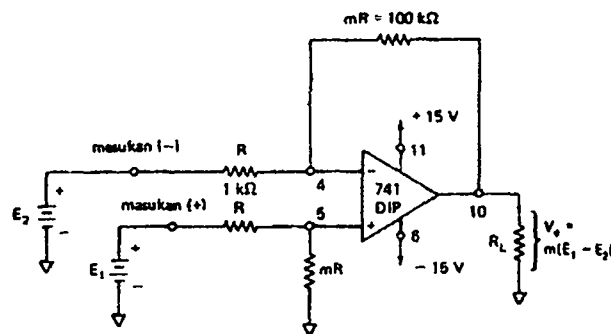
Gambar 2.14

## Rangkaian Voltage Follower

## 9. SUBTRACTOR

Pada gambar 2.15 ditunjukkan pemakaian Op-amp sebagai rangkaian subtractor.

Persamaan  $V_o = m(E_1 - E_2)$  memperlihatkan bahwa tegangan keluaran dari subtractor,  $V_o$  sebanding dengan perbedaan tegangan yang diterapkan ke masukan (+) dan masukan (-). Pengali  $m$  disebut *gain* (penguat) dan ditentukan oleh perbandingan tahanannya.

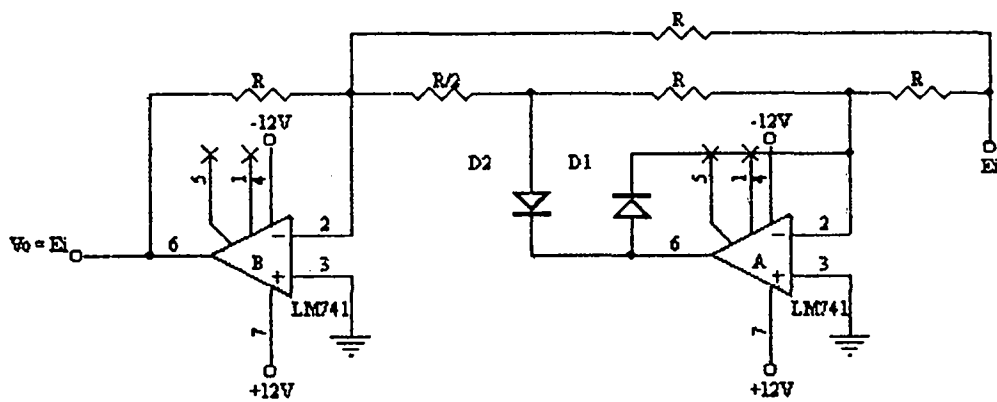


Gambar 2.15

## Rangkaian Subtractor

## 10. FULL WAVE RECTIFIER

Bila masukan dalam gambar 2.16 positif, Op-amp A akan membalik  $E_i$ . Op-amp B menjumlahkan keluaran dari A dan  $E_i$ , sehingga menghasilkan keluaran rangkaian sebesar  $V_o = E_i$ . Untuk masukan negatif, Op-amp B membalik  $-E_i$  dan keluaran rangkaian  $V_o$  menjadi  $+E_i$ .



Gambar 2.16

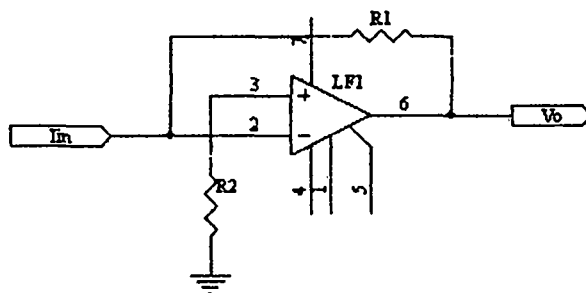
Rangkaian Full Wave Rectifier

## 11. I TO V CONVERTER

Dalam peralatan elektronika seringkali dibutuhkan untuk mengubah besaran arus (I) menjadi tegangan (V). Dengan menggunakan Op-amp akan dapat dibuat sebuah rangkaian I to V converter, seperti ditunjukkan pada gambar 2.17.

Di mana:  $V_{out} = I_{in} \cdot R_1$

Dan:  $R_2 = R_1$ ; untuk menghasilkan error minimum.



Gambar 2.17

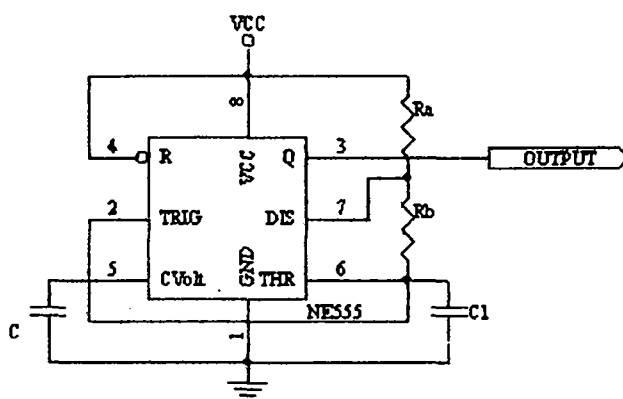
## Rangkaian I To V Converter

## 12. ASTABLE MULTIVIBRATOR DENGAN IC 555

Rangkaian astable multivibrator merupakan rangkaian yang tidak memiliki suatu kondisi stabil pada outputnya, tetapi selalu berubah-ubah secara periodik. Contoh penerapan astable multivibrator adalah pembangkit pulsa (rangkaian clock), dan penggetar (osilator).

Rangkaian astable multivibrator dapat dibentuk dengan menggunakan IC 555.

Rangkaian dasarnya ditunjukkan oleh gambar 2.18.



Gambar 2.18

## Astable Multivibrator dengan IC 555

Prinsip kerjanya adalah: kapasitor C diisi melalui Ra dan Rb dan dikosongkan melalui Rb saja. Akibatnya kapasitor ini akan memiliki tegangan antara 1/3 Vcc dan 2/3 Vcc.

Waktu pengisian (charge/keluaran level tinggi) ditentukan sebagai:

$$t_1 = 0.693 (R_a + R_b) C_1 \text{ (detik)}$$

Waktu pengosongan (discharge/keluaran level rendah) ditentukan sebagai:

$$t_2 = 0.693 (R_b) C_2 \text{ (detik)}$$

Sehingga periode total dapat ditulis sebagai:

$$T = t_1 + t_2$$

$$T = 0.693 (R_a + 2R_b) C_1$$

Frekuensi osilasi adalah:

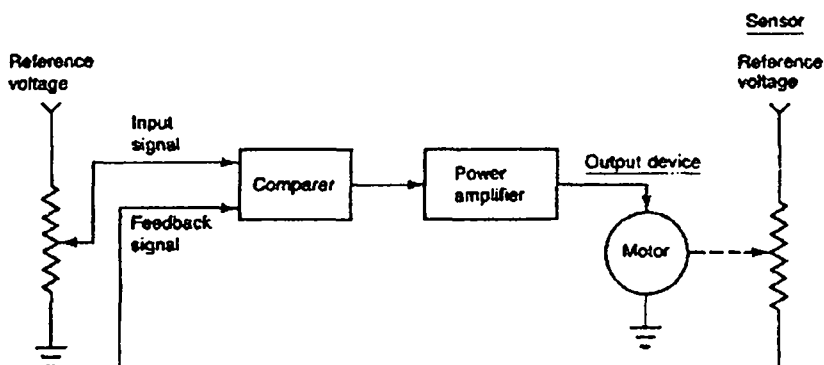
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C_1}$$

Sedangkan duty cycle ditentukan sebagai:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

### 13. SENSOR POSISI (POTENSIOMETER)

Potensiometer berfungsi sebagai sensor posisi dari gerakan poros sendi. Dari gerakan mekanik yang terjadi dialihkan menjadi besaran listrik, yang selanjutnya nanti diteruskan ke masukan ADC. Sebagai contoh gambar 2.19:



Gambar 2.19

## Potensiometer Sebagai Sensor Posisi

## 14. INTERFACE PC DENGAN uC 8031

Minimum sistem diperlukan bagi penghubung PC dan rangkaian pengendali. Melalui mikrokontroler 8031 akan terjadi jalur komunikasi ke PC lewat kabel serial. Hasil perhitungan matematika untuk menentukan besarnya gerakan yang harus dibuat akan dikirimkan ke mikrokontroler 8031, yang selanjutnya memerintahkan rangkaian pengendali melakukan gerakan. Hasil pergerakan akan di-*feedback*-kan ke PC.

Port serial dalam mikrokontroler 8031 memiliki sifat full duplex, yang berarti dapat mengirim dan menerima data secara bersamaan. Register penerima dan pengirim pada port serial diakses pada SBUF (*serial buffer*). Register pengontrol kerja port serial ini adalah SCON (*serial control*).

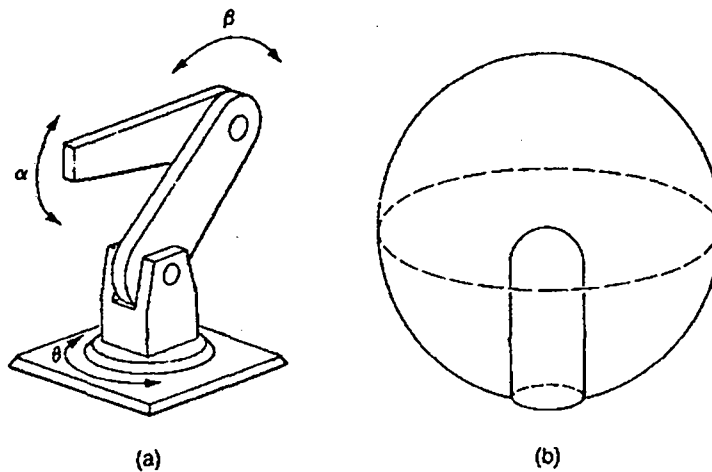
## 15. SISTEM MEKANIK

Sistem mekanik yang dibuat berdasarkan pergerakan yang terjadi seperti pada gambar 2.20 berikut ini, yang memiliki tiga poros pergerakan dan tiga derajat kebebasan tanpa dilengkapi dengan grippernya.

Semua dari ketiga sumbunya adalah gerakan rotasi, menghasilkan besar sudut  $\theta$  untuk *base*-nya,  $\alpha$  untuk *shoulder*-nya, dan  $\beta$  untuk *elbow*-nya. Sedangkan area pergerakannya pada *base* membentuk lingkaran.

Untuk selanjutnya, lambang sudut yang digunakan adalah masing-masing sendi lengan adalah:

Base =  $\theta_1$ , Shoulder =  $\theta_2$ , dan Elbow =  $\theta_3$ .



Gambar 2.20

Pergerakan Lengan dan Revolusi Koordinat Robot