

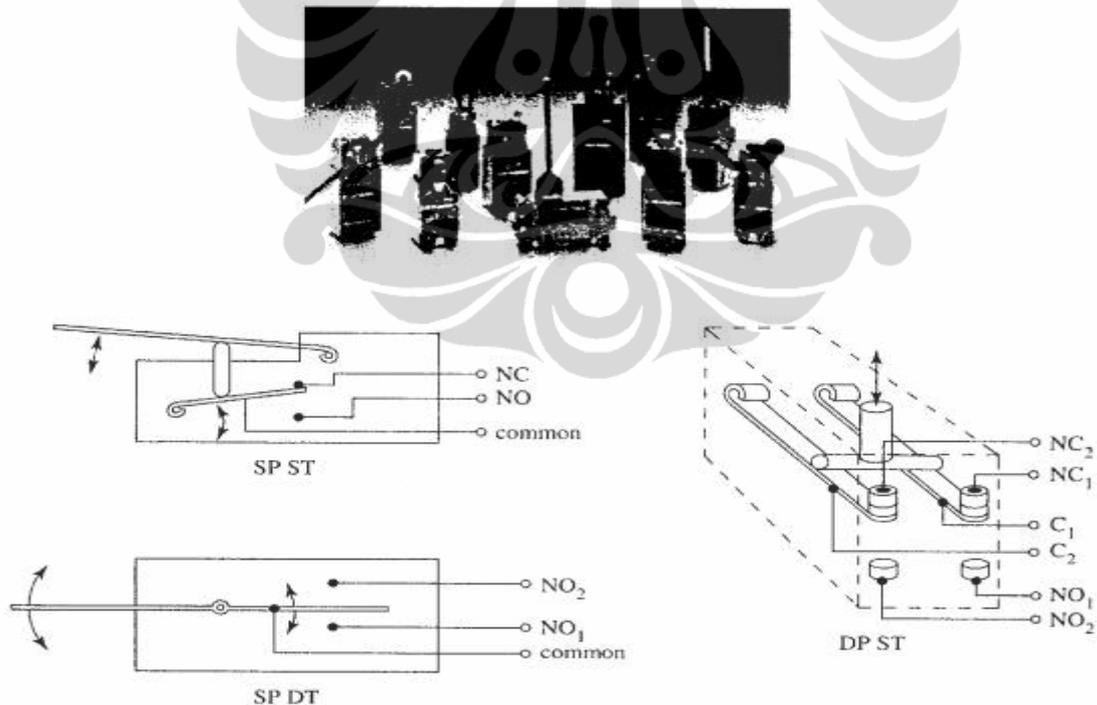
BAB 3

SENSOR DAN KENDALI ROBOT

3.1 Limit switch (saklar limit)

Saklar adalah alat pengendali industri yang sangat umum, ada yang dikendalikan secara manual atau secara mekanis. Dan juga terdapat berbagai tipe dan apabila batas yang sudah ditentukan sebelumnya sudah dicapai, dan saklar-saklar tersebut biasanya diaktifkan kontak dengan obyek. Alat tersebut mengganti operator manusia, Saklar-saklar tersebut sering digunakan pada rangkaian pengendali dari mesin yang memproses untuk pengaturan startling. Sloping atau pembalikan motor.

Dan yang paling praktis untuk digunakan adalah saklar mikro dikarenakan ukuran yang kecil dan tuas pengoperasian yang bermacam-macam membuat saklar mikro sangat bermanfaat. Saklar dapat bekerja dengan tekanan yang kecil pada pengoperasian tuas yang memungkinkan sensitifitas yang besar.



Gambar 3.1. Limit Switch

3.2 Motor Stepper

Motor stepper banyak digunakan untuk aplikasi-aplikasi yang biasanya cukup menggunakan torsi yang kecil, seperti untuk penggerak head piringan disket atau head

piringan CD (compact disk). Dalam hal kecepatan, kecepatan motor stepper cukup cepat jika dibandingkan dengan motor DC. Motor stepper merupakan motor DC yang tidak memiliki komutator. Pada umumnya motor stepper hanya mempunyai kumparan pada statornya sedangkan pada bagian rotornya merupakan magnet permanen. Dengan model motor seperti ini maka motor stepper dapat diatur posisinya pada posisi tertentu dan berputar ke arah yang diinginkan, searah jarum jam atau sebaliknya.

Kecepatan motor stepper pada dasarnya ditentukan oleh kecepatan pemberian data pada kumparannya. Semakin cepat data yang diberikan maka motor stepper akan semakin cepat pula berputarnya. Pada kebanyakan motor stepper kecepatannya dapat diatur.

3.2.1 Tipe motor stepper

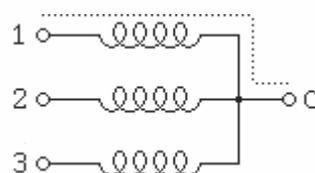
Motor stepper dibedakan menjadi dua macam berdasarkan magnet yang digunakan, yaitu tipe magnet permanen dan reluktansi variabel. Pada umumnya motor stepper saat ini yang digunakan adalah motor stepper yang bertipe reluktansi variabel. Cara yang paling mudah untuk membedakan antara tipe motor stepper di atas adalah dengan cara memutar rotor dengan tangan ketika tidak dihubungkan ke sumber tegangan.

Pada motor stepper yang bertipe magnet permanen maka ketika diputar dengan tangan akan terasa lebih tersendat karena adanya gaya yang ditimbulkan oleh magnet permanen. Tetapi ketika menggunakan motor stepper yang bertipe reluktansi variabel maka ketika diputar akan lebih halus karena sisa reluktansinya cukup kecil.

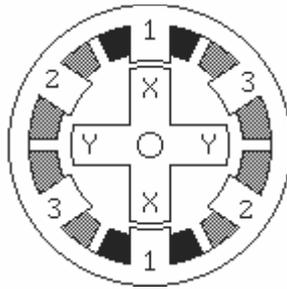
3.2.2 Motor stepper reluktansi variabel

Pada motor stepper yang bertipe reluktansi variabel terdapat 3 buah lilitan yang pada ujungnya dijadikan satu pada sebuah pin common. Untuk dapat menggerakkan motor ini maka aktivasi tiap-tiap lilitan harus sesuai urutannya.

Bentuk lilitan dan konstruksi motor stepper reluktansi variabel seperti tampak dalam gambar 3.1 dan 3.2. Dimana tiap langkahnya adalah 30° . Mempunyai 4 buah kutub pada rotor dan 6 buah kutub pada statornya yang terletak saling berseberangan.



Gambar 3.2. Bentuk Lilitan Motor Stepper Reluktansi Variabel



Gambar 3.3. Konstruksi Motor Stepper Reluktansi Variabel

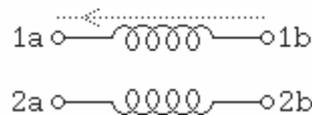
Jika lilitan 1 dilewati oleh arus, lilitan 2 mati dan lilitan 3 juga mati, maka kumparan 1 akan menghasilkan gaya tolak pada rotor dan rotor akan berputar sejauh 30° searah jarum jam sehingga kutub rotor dengan label Y sejajar dengan kutub dengan label 2. Jika kondisi seperti ini berulang terus menerus secara berurutan, lilitan 2 dilewati arus kemudian lilitan 3 maka motor akan berputar secara terus menerus. Maka agar dapat berputar sebanyak 21 langkah maka perlu diberikan data dengan urutan seperti pada Tabel 3.1, Angka 1 pada table 3.1 mengartikan bahwa lilitan tersebut dilewati arus sehingga menghasilkan gaya tolak untuk rotor. Sedangkan angka '0' mengartikan lilitan dalam kondisi off, tidak dilewati arus.

Tabel 3.1. Urutan Pemberian Data Motor Stepper Reluktansi Variabel

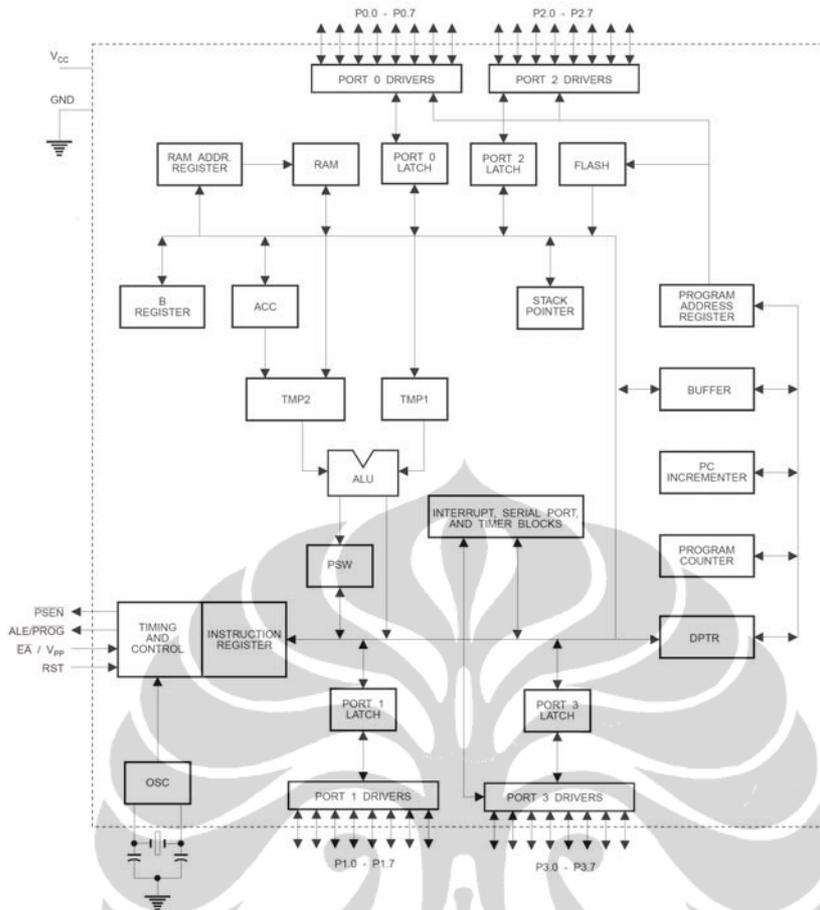
Lilitan	Data
1	1001001001001001001
2	0100100100100100100
3	0010010010010010010

3.2.3 Motor stepper bipolar

Motor dengan tipe bipolar ini mempunyai konstruksi yang hampir sama dengan motor stepper tipe unipolar namun tidak terdapat tap pada lilitannya, seperti tampak pada Gambar 3.4 dan Gambar 3.5.



Gambar 3.4. Bentuk Lilitan Motor Stepper Bipolar



Gambar 3.6. Blok Diagram Mikrokontroler AT89S52^[2]

P1.0	1	40	VCC
P1.1	2	39	P0.0 (AD0)
P1.2	3	38	P0.1 (AD1)
P1.3	4	37	P0.2 (AD2)
P1.4	5	36	P0.3 (AD3)
P1.5	6	35	P0.4 (AD4)
P1.6	7	34	P0.5 (AD5)
P1.7	8	33	P0.6 (AD6)
RST	9	32	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	10	31	EA/VPP
(TXD) P3.1	11	30	ALE/PROG
(INT0) P3.2	12	29	PSEN
(INT1) P3.3	13	28	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	14	27	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	15	26	P2.5 (A13)
(WR) P3.6	16	25	P2.4 (A12)
(RD) P3.7	17	24	P2.3 (A11)
XTAL2	18	23	P2.2 (A10)
XTAL1	19	22	P2.1 (A9)
GND	20	21	P2.0 (A8)

Gambar 3.7. Konfigurasi Mikrokontroler AT89S52

A. Pin 1 sampai 8

ini adalah port 1 yang merupakan saluran/bus I/O 8 bit dua arah. Dengan internal *pull-up* yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan. Pada port ini juga digunakan sebagai saluran alamat pada saat pemrograman dan verifikasi.

B. Pin 9

Merupakan masukan reset (aktif tinggi), pulsa transisi dari rendah ke tinggi akan me-reset Mikrokontroler ini.

C. Pin 10 sampai 17

Ini adalah port 3 merupakan saluran/bus I/O 8 bit dua arah dengan internal pull-ups yang memiliki fungsi pengganti. Bila fungsi pengganti tidak dipakai, maka – ini dapat digunakan sebagai port paralel 8 bit serbaguna. Selain itu sebagian dari port 3 dapat berfungsi sebagai sinyal kontrol pada saat proses pemrograman dan verifikasi. Adapun fungsi penggantinya seperti pada tabel 3.3.

D. Pin 18 dan 19

ini merupakan masukan ke penguat osilator berpenguat tinggi. Pada Mikrokontroler ini memiliki seluruh rangkaian osilator yang diperlukan pada serpih yang sama (*on chip*) kecuali rangkaian kristal yang mengendalikan frekuensi osilator. 18 dan 19 dihubungkan dengan kristal. Selain itu XTAL 1 dapat juga sebagai input untuk inverting oscillator amplifier dan input ke rangkaian internal clock sedangkan XTAL 2 merupakan *output* dari *inverting oscillator amplifier*

Tabel 3.3. Fungsi pengganti dari port 3..

Bit	Nama	Fungsi Alternatif
P3.0	RXD	Untuk menerima data port serial
P3.1	TXD	Untuk mengirim data port serial
P3.2	INT0	Interupsi eksternal 0
P3.3	INT1	Interupsi eksternal 1
P3.4	T0	<i>Input</i> Eksternal waktu/pencacah 0
P3.5	T1	<i>Input</i> Eksternal waktu/pencacah 1
P3.6	WR	Jalur menulis memori data eksternal
P3.7	RD	Jalur membaca memori data eksternal

E. pin 20

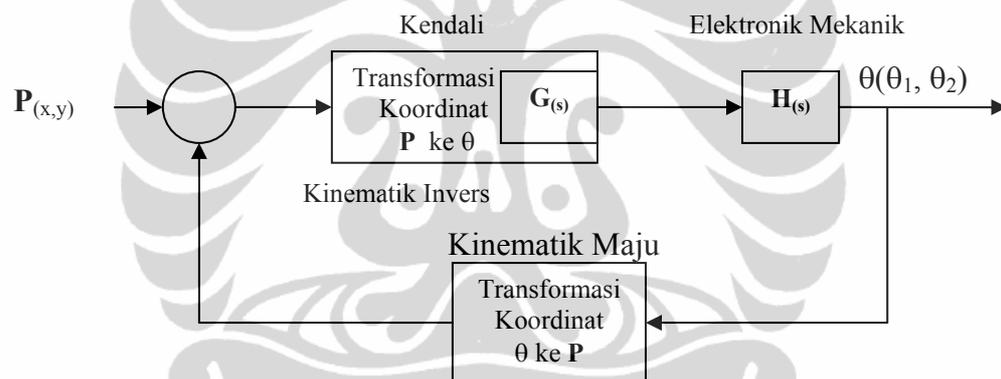
Merupakan *ground* sumber tegangan yang diberi simbol GND.

F. Pin 21 sampai 28

ini adalah port 2 yang merupakan saluran/bus I/O 8 bit dua arah dengan internal *pull-ups*. Saat pengambilan data dari program memori eksternal atau selama mengakses data memori eksternal yang menggunakan alamat 16 bit (MOVX @ DPTR), port 2 berfungsi sebagai saluran/bus alamat tinggi (A8 – A15). Sedangkan pada saat mengakses ke data memori eksternal yang menggunakan alamat 8 bit (MOVX @ R1), port 2 mengeluarkan isi dari P2 pada Special Function Register.

3.4 Kendali Robot

Sistem robot secara garis besar terdiri dari sistem kontroler, elektronik dan mekanik. Dalam bentuk diagram dapat dinyatakan seperti dalam gambar 3.8



Gambar 3.8. Diagram sistem kendali robot

Input merupakan fungsi dari suatu koordinat vektor posisi berorientasi $P_{(x,y,z)}$ dan output adalah $\theta(\theta_1, \theta_2)$. Dengan demikian perlu dilakukan transformasi koordinat ruang kartesian dengan ruang sendi/sudut, dinyatakan sebagai kinematik invers dan kinematik maju.

3.4.1 Konsep Kinematik

Kinematik dalam robotik adalah suatu bentuk pernyataan tentang diskripsi matematik geometri dari suatu struktur robot. Dari persamaan kinematik dapat ditentukan input informasi kedudukan sudut yang harus diumpangkan ke setiap aktuatur agar robot dapat melakukan gerakan seluruh sendi untuk mencapai posisi yang dikehendaki. yaitu ujung lengan robot yang bergerak dalam koordinat ruang.

Persamaan kinematik maju untuk setiap sendi satu derajat kebebasan dinyatakan,

$$\mathbf{P}(x,y) = f(r,\theta) \quad (3.1)$$

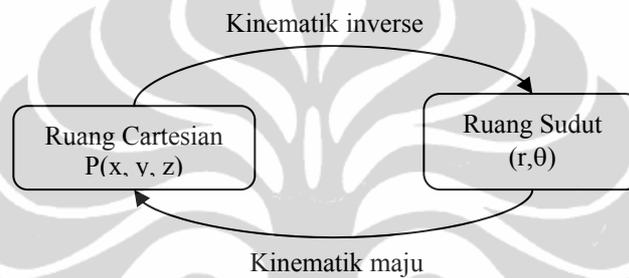
R = Panjang lengan

θ = sudut sendi

P = koordinat (x,y)

Persamaan kinematik inversnya dinyatakan sebagai

$$(r,\theta) = f(P) \quad (3.2)$$



Gambar 3.9. Transformasi kinematik maju dan kinematik invers

3.4.2 Matrik Jacobian

Matriks Jacobian adalah suatu matrik turunan pertama dari suatu fungsi vector. $F: \mathcal{R}^n \rightarrow \mathcal{R}^m$ dalam pemodelan robotic, matrik Jacobian dapat digunakan untuk memperoleh persamaan gerak. Bentuk dasarnya adalah sebagai berikut,

$$d\mathbf{x} = \mathbf{J}d\theta \quad (3.3)$$

dengan \mathbf{x} = matriks x pada koordinat Cartesian

θ = matriks θ pada koordinat ruang sendi/sudut

\mathbf{J} = matrik Jacobian

hingga

$$x = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) \quad (3.4)$$

$$y = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) \quad (3.5)$$

Dalam bentuk matriknya dapat ditulis,

$$\theta = \begin{pmatrix} \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \end{pmatrix} \text{ dan } x = \begin{pmatrix} \dot{x}_T \\ \dot{y}_T \end{pmatrix} \quad (3.6)$$

Maka matrik Jacobian dapat diperoleh,

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial x}{\partial \theta_1} & \frac{\partial x}{\partial \theta_2} \\ \frac{\partial y}{\partial \theta_1} & \frac{\partial y}{\partial \theta_2} \end{pmatrix} \quad (3.7)$$

dengan

$$J_{11} \frac{\partial x}{\partial \theta_2} = -l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) \quad (3.8)$$

$$J_{12} \frac{\partial y}{\partial \theta_1} = -l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) \quad (3.9)$$

$$J_{21} \frac{\partial y}{\partial \theta_1} = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) \text{ dan} \quad (3.10)$$

$$J_{22} \frac{\partial y}{\partial \theta_2} = l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) \quad (3.11)$$

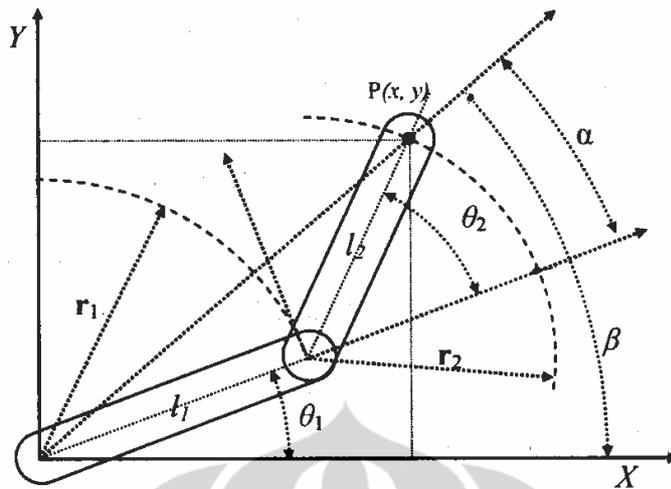
Secara lengkap dapat ditulis

$$J = \begin{pmatrix} l_1 \sin \theta_1 - l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) & -l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) \\ l_1 \cos \theta_1 - l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) & l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) \end{pmatrix} \quad (3.12)$$

3.4.3 PENGGUNAAN PERSAMAAN TRIGONOMETRI

Kinematik adalah bentuk pernyataan yang berisi tentang deskripsi matematik dan geometri dari suatu struktur robot. Analisa persamaan kinematik dapat diselesaikan dengan cara yang paling dasar yaitu menggunakan persamaan trigonometri. Setiap komponen dalam koordinat (x,y,z) dinyatakan sebagai transformasi dari tiap-tiap komponen ruang sendi (r,θ). Jari-jari r dalam persamaan ditulis sebagai panjang lengan atau l. Untuk bidang planar komponen z dapat tidak dituliskan.

Kinematik Lengan Robot Planar Dua Sendi



Gambar 3.10.. Konfigurasi lengan robot planar dua sendi
Kedudukan ujung lengan dinyatakan sebagai $P(x,y)$,

$$P(x, y) = f(\theta_1, \theta_2) \quad (3.13)$$

Jika P diasumsikan sebagai vektor penjumlahan yang terdiri dari vektor r_1 lengan 1 dan r_2 lengan 2,

$$r_1 = [l_1 \cos \theta_1, l_1 \sin \theta_1] \quad (3.14)$$

$$r_2 = [l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2), l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2)] \quad (3.15)$$

maka

$$x = l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 + \theta_2) \quad (3.16)$$

$$y = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 + \theta_2) \quad (3.17)$$

Kinematik invers dijabarkan sebagai berikut,

$$\cos (a + b) = \cos(a)\cos(b) - \sin(a)\sin(b) \quad (3.18)$$

$$\sin (a + b) = \sin(a)\cos(b) + \sin(b)\cos(a) \quad (3.19)$$

Persamaan (3.18) dan (3.19) dapat ditulis kembali,

$$x = l_1 \cos\theta_1 + l_2 \cos\theta_1 \cos\theta_2 - l_2 \sin\theta_1 \sin\theta_2 \quad (3.20)$$

$$y = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin\theta_1 \cos\theta_2 + l_2 \cos\theta_1 \sin\theta_2 \quad (3.21)$$

θ_2 didapat dengan mengeluarkan $\cos\theta_2$ dari kedua persamaan

$$\cos\theta_2 = \frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2} \quad (3.22)$$

Sehingga

$$\theta_2 = \arccos \left(\frac{x^2 + y^2 - l_1^2 - l_2^2}{2l_1l_2} \right) \quad (3.23)$$

θ_2 didapat

$$\tan\alpha = \frac{l_2 \sin\theta_2}{l_2 \cos\theta_2 + l_1} \quad \text{dan} \quad \tan\beta = \frac{y}{x} \quad (3.24)(3.25)$$

sedangkan

$$\theta_1 = \beta_1 - \alpha \quad (3.26)$$

Dengan menggunakan hukum identitas trigonometri,

$$\tan(a - b) = \frac{\tan(a) - \tan(b)}{1 + \tan(a)\tan(b)} \quad (3.27)$$

didapat

$$\tan\theta_1 = \frac{y(l_1 + l_2 \cos\theta_2) - xl_2 \sin\theta_2}{x(l_1 + l_2 \cos\theta_2) - yl_2 \sin\theta_2} \quad (3.28)$$

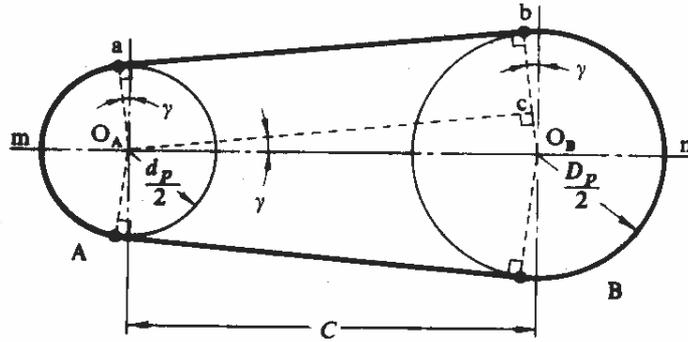
θ_1 dapat dihitung,

$$\theta_1 = \arctan \left(\frac{y(l_1 + l_2 \cos\theta_2) - xl_2 \sin\theta_2}{x(l_1 + l_2 \cos\theta_2) - yl_2 \sin\theta_2} \right) \quad (3.29)$$

3.5. Transmisi

Jarak yang jauh antara motor dan poros tidak memungkinkan transmisi langsung dengan roda gigi. Untuk mengatasi kekurangan tersebut digunakan sabuk gilir. Persamaan untuk menghitung panjang sabuk gilir yaitu jarak sumbu poros dibagi dengan jarak bagi gigi dinyatakan dengan C_p jadi,

$$C_p = \frac{C}{P} \quad (3.30)$$



Gambar 3.11. Perhitungan panjang keliling belt

Dimana C_p dapat berupa pecahan, maka panjang sabuk dalam jumlah jarak bagi L_p adalah

$$L_p = \frac{Z_1 + Z_2}{2} + 2C_p + \frac{[(Z_1 - Z_2)/6,28]^2}{C_p} \quad (3.31)$$

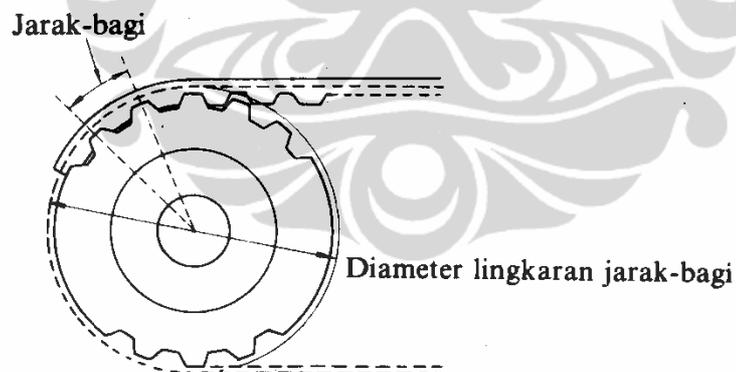
di mana

Z_1 = Jumlah gigi puli kecil

Z_2 = Jumlah gigi puli besar

Putaran masing-masing puli dinyatakan dengan n_1 dan n_2 , maka

$$Z_2 = \left(\frac{n_1}{n_2} \right) \cdot z_1 \quad (3.32)$$



Gambar 3.12. Gir - belt

BAB 4

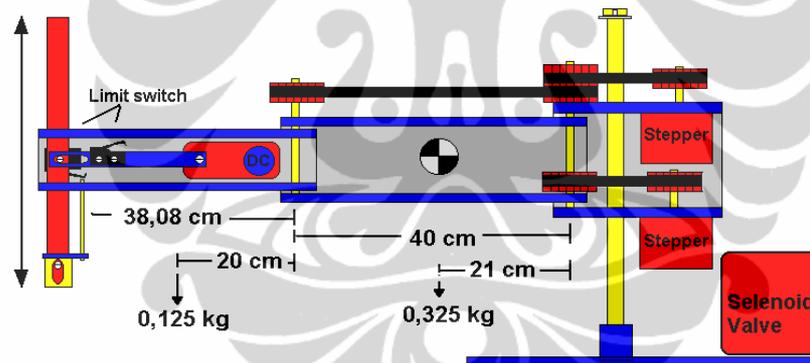
PERANCANGAN ROBOT

Dalam penulisan tentang perancangan robot planar dua sendi ini pembahasan akan dibagi dalam dua bagian utama yaitu perancangan perangkat keras sistem dan perangkat lunak (pemrograman) sistem. Dalam perancangan perangkat keras sistem pembahasan akan mencakup tentang perancangan modul elektronika dan modul mekanik.

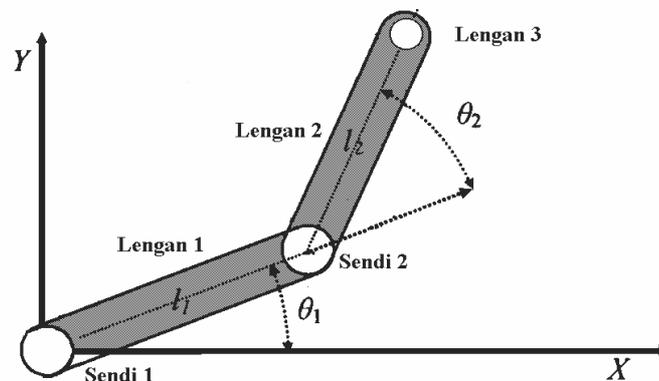
4.1. Perancangan Perangkat Keras

4.1.1. Modul mekanik

Jenis robot yang dirancang adalah robot dengan konfigurasi mekanik berbentuk planar terdiri dari dua sendi yang berputar horizontal dengan tambahan satu sendi yang bergerak vertikal.



Gambar 4.1. Rancangan Mekanik Lengan Robot Planar Dua Sendi



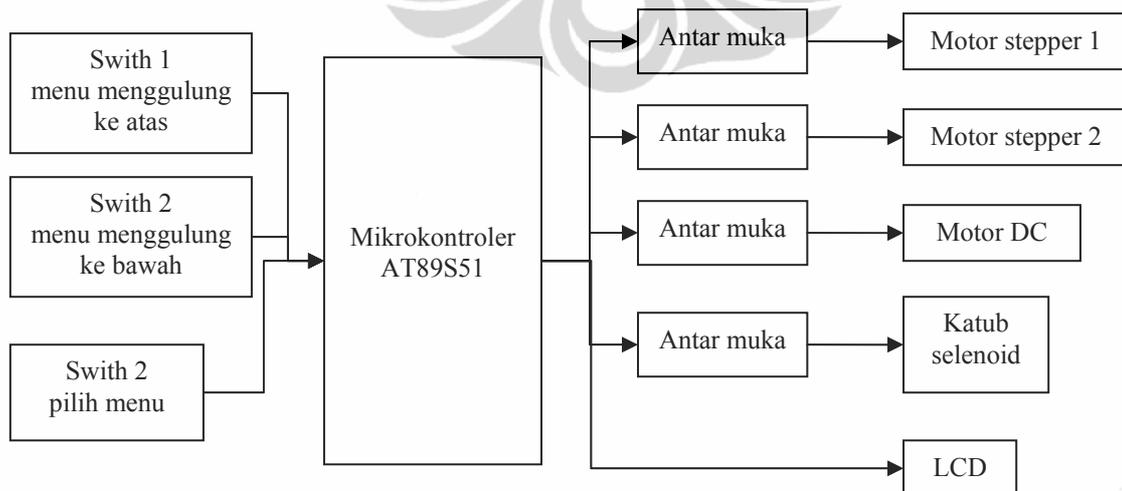
Gambar 4.2. Diagram lengan robot planar dua sendi

Nama komponen	Keterangan	Jumlah komponen
Motor Stepper	1 A, 5 V, 1,8°/langkah	2 buah
Motor DC	25 mA, 12 V	1 buah
Lengan Horisontal	Plat Alumunium 10x10 cm	2 buah
Lengan Vertikal	Pipa Alumunium d 14 mm	1 buah
Puli	Jumlah Gigi 25	5 buah
Sabuk Gilir	Tipe XL Jumlah gigi 210	1 buah
Sabuk Gilir	Tipe XL Jumlah gigi 110	2 buah
Katup Selenoid	25 mA, 12 V	1 buah

Tabel 4.1. Daftar Komponen Mekanik Yang Digunakan

4.1.2. Perancangan Modul Elektronika.

Dalam perancangan perancangan lengan robot planar dua sendi, perancangan modul elektronika pada *sistem* ini sebenarnya hanya terdiri dari satu modul rangkaian, yang di dalamnya telah mencakup rangkaian utama dan rangkaian pendukung. Namun dalam penulisan ini, penulis membagi dan membahas rancangan rangkaian tersebut dalam beberapa modul antara lain yaitu perancangan modul rangkaian sistem minimum Mikrokontroler AT89S52, perancangan modul rangkaian motor stepper, dan perancangan modul sensor. Gambar keseluruhan rangkaian *sistem* secara umum dapat dilihat pada lampiran A



Gambar 4.3. Diagram blok sistem elektronik lengan robot planar dua sendi

4.1.2.1. Rangkaian Liquid Crytal Display (LCD)

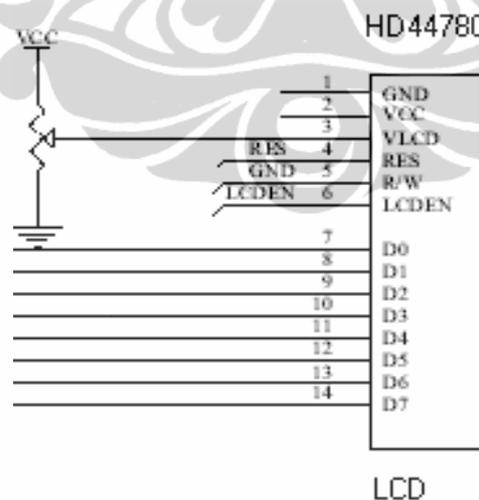
LCD pada perancangan alat ini digunakan sebagai penampil informasi pemakaian alat dan informasi yang mendukung pemakaian alat.

Modul LCD dapat dihubungkan langsung ke pin Mikrokontroller tanpa membutuhkan IC perantara lainnya sehingga antarmuka komponen menjadi lebih sederhana. Proses transfer data tampilan diatur oleh Mikrokontroller AT89S51. Pada saat alat tidak digunakan, LCD akan memberikan tampilan yang berupa menu. Untuk rangkaian lengkap LCD dapat ditunjukkan gambar 4.5.

LCD ini mempunyai 14 pin, data yang dikirim melalui jalur data ke LCD dan diatur dengan pulsa kendali yang sesuai. Adapun pin kendali kendali yang terdapat pada rangkaian LCD adalah sebagai berikut:

1. Pin R/W berfungsi sebagai pengendalai data yang menyatakan apakah data tersebut akan ditulis atau dibaca.
2. Pin Res berfungsi sebagai penentu jenis data yang dikirim ke Modul LCD.
3. Pin LCDEN berfungsi sebagai pin yang mengaktifkan pulsa kendali pada kontroler LCD agar menerima data yang dikirim.

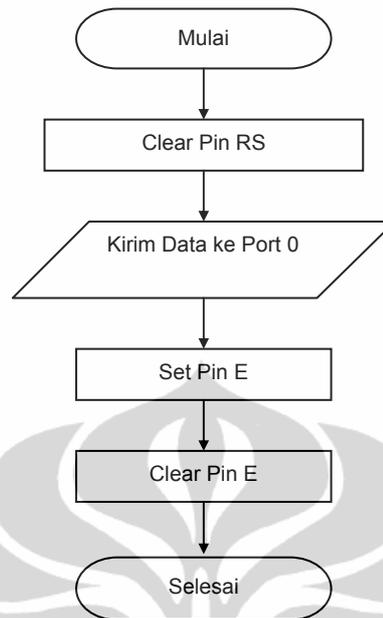
Kontras tampilan LCD dapat diubah dengan mengatur trimpot agar didapat pembacaan yang cukup jelas. Tegangan untuk mengatru kontras layar ini diarahkan ke pin V_{CC} .



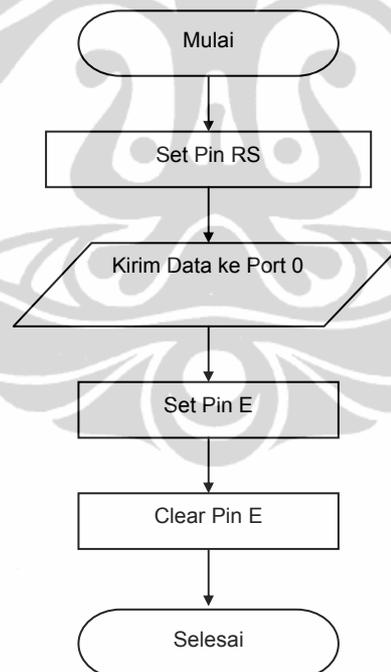
Gambar 4.4. Rangkaian Liquid Crystal Display

Data yang dikirim ke jalur data LCD dapat berupa kode karakter maupun kode instruksi. Kedua jenis data tersebut dapat dibedakan dari cara pengirimannya. Hal ini tampak dari perbedaan kondisi pada pin RS., Dimana pin RS harus diberi tegangan

berlogika 0 saat pengiriman data berupa kode karakter. Untuk diagram alir pengiriman data sebagai karakter diperlihatkan seperti Gambar 4.5.



Gambar 4.5. Diagram Alir Pengiriman Data Sebagai Kode Karakter



Gambar 4.6. Diagram Alir Pengiriman Data Sebagai Kode Instruksi

Begitu juga sebaliknya, pin RS diberi tegangan berlogika 1 apabila data yang dikirim berupa kode instruksi. Untuk gambar diagram alir pengiriman data berupa kode instruksi diperlihatkan seperti gambar 4.6.

4.1.2.2. Perancangan rangkaian modul motor stepper.

Pada perancangan ini dipilih motor stepper sebagai penggerak dari alat yang dirancang. Mengapa dipilih motor stepper, karena dalam mengendalikannya lebih mudah bila dibandingkan dengan jenis motor lainnya.. Selain itu ada lagi kelebihanannya yaitu motor stepper memiliki hubungan antara torsi dan kecepatan yang lebih baik dimana dalam kondisi kecepatan yang rendah motor stepper memiliki torsi yang besar.

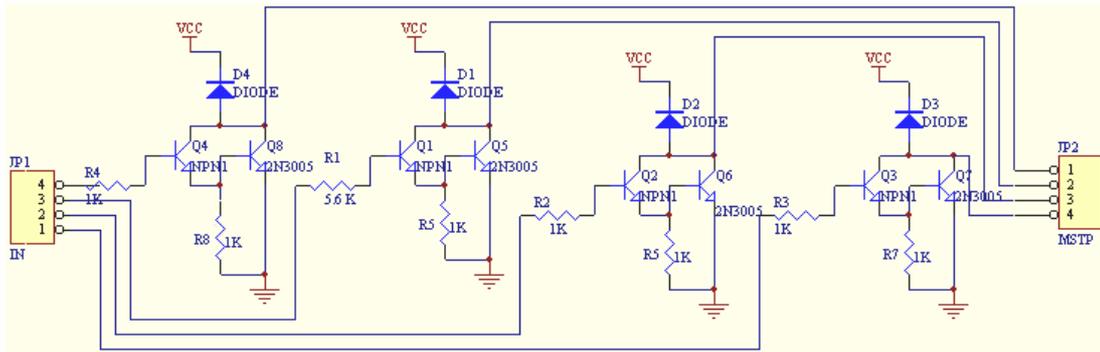
Dalam perancangan ini kecepatan yang dihasilkan sangat rendah sedangkan torsi yang dibutuhkan cukup besar, sehingga dapat disimpulkan bahwa motor stepper ini memiliki karakteristik yang sesuai untuk perancangan ini. Keunggulan lain dari motor stepper adalah adanya karakteristik torsi penahan (holding torque) dimana dalam karakteristik tersebut akan dapat menahan alat pada posisi tertentu sesuai dengan kebutuhan meskipun alat tersebut memiliki beban yang cukup berat.

Pada saat motor stepper bekerja terjadi kondisi dimana motor stepper akan berputar dan berhenti secara berulang – ulang dan ini tidak dimiliki oleh jenis motor yang lain.

Dalam pemilihannya harus pula diketahui karakteristik dari motor stepper, baik dari besaran putaran yang dimiliki, power yang dibutuhkan, jumlah bit yang dimiliki serta banyaknya step yang bisa dihasilkan dalam satu putaran karena semua karakteristik tersebut mempengaruhi jalannya alat yang akan dirancang.

Dalam perancangan ini motor tidak langsung dihubungkan dengan mikrokontroler AT 89S52. Modul motor stepper dihubungkan dengan rangkaian driver yang berfungsi untuk menguatkan arus yang dibutuhkan sehingga motor mendapatkan input data atau informasi agar motor dapat berputar, berupa gerakan rotasi kekiri dan kekanan ataupun keatas dan kebawah. Port yang digunakan pada rangkaian driver untuk mengirim data ke motor stepper adalah Port (Q1...Q8). Dimana dalam perancangan sistem ini motor stepper yang digunakan sebanyak dua buah dengan rincian kedua motor tersebut digunakan untuk memutar ke kiri dan ke kanan tiap sendi lengan robot planar.

Selain dihubungkan ke sistem minimum mikrokontroler, maka untuk dapat menggerakkan modul – modul mekanik ke dua motor stepper tersebut mendapatkan daya dari power supply sebesar 12 volt DC. Motor stepper yang digunakan ini memiliki 4 bit data dan 1 common.

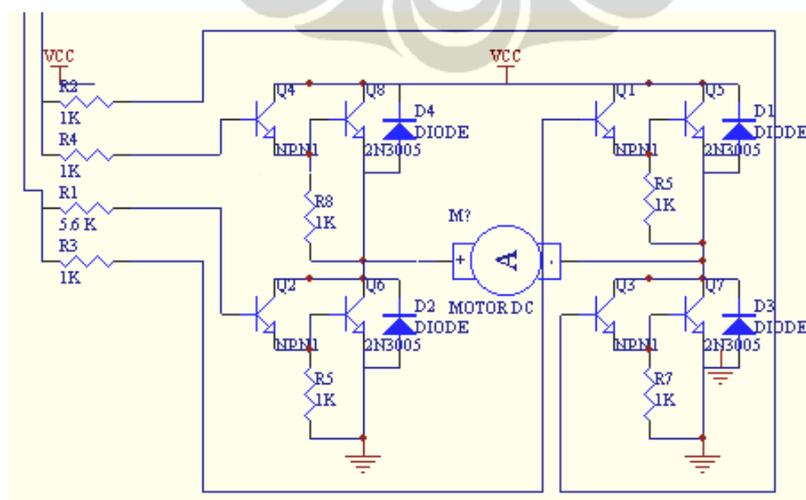


Gambar 4.7. Rangkaian Driver Motor stepper

4.1.2.3. Perancangan rangkaian modul motor DC.

Untuk mengontrol agar motor DC memutar kiri-kanan dapat dilakukan dengan membalik arah polaritas dari titik catu dayanya, oleh karena itu diperlukan suatu rangkaian yang dapat membalik titik polaritas pada motor DC, yang rangkaiannya dapat dilihat pada gambar.

Rangkaian ini dikendalikan oleh kondisi 2 bit inputnya, bila kombinasi adalah '0' dan '0' atau '1' dan '1', motor DC tidak dapat bekerja karena salah satu jalur arus dari Vcc terputus. Dan apabila kombinasi '0' dan '1', maka motor akan berputar ke arah kanan menggerakkan lengan keatas, dan bila kombinasi adalah '1' dan '0', maka motor akan berputar ke arah kiri yang menggerakkan lengan kebawah. Penjelasan untuk yang diaplikasikan untuk menggerakkan posisi keatas atau kebawah menggunakan motor DC sama seperti dengan penjelasan diatas.

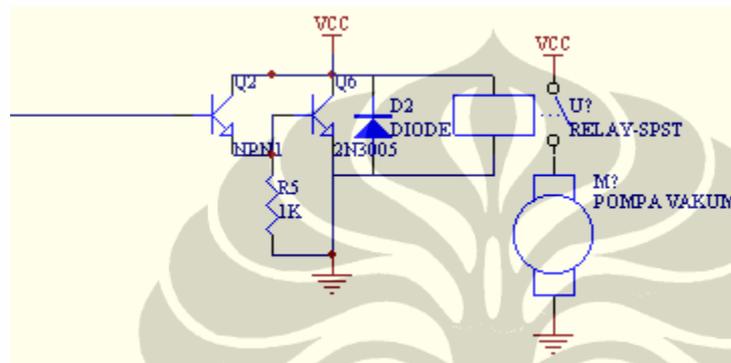


Gambar 4.8 Rangkaian Pembalik Putaran Motor DC

4.1.2.4. Perancangan Rangkaian Modul Pompa Vakum.

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, bahwa pompa vakum akan langsung dihubungkan dengan mikrokontroler melalui Port 3 (P3.0) yang sebelumnya dirangkai dengan sebuah relay dan rangkaian driver.

Pompa ini akan menghisap udara melalui selang kecil dari wadah yang berada di ujung lengan kedua sehingga dapat memungut butiran pil satu-persatu. Pompa yang digunakan merupakan pompa penghisap yang biasa digunakan diindustri dengan daya sebesar 24 volt DC.



Gambar 4.9. Rangkaian modul Pompa

4.1.2.5. Perancangan Modul Rangkaian Sistem Minimum Mikrokontroler AT89S52

Rangkaian sistem *minimum* ini terdiri dari Mikrokontroler AT 89S52 yang merupakan pusat pengendali keseluruhan pergerakan *sistem*. Rangkaian *sistem minimum* mempunyai tugas yang sangat penting, yaitu mengolah *data* yang masuk dari rangkaian pendukung lainnya untuk kemudian di terjemahkan dan selanjutnya dikirim kembali untuk menggerakkan rangkaian lainnya.

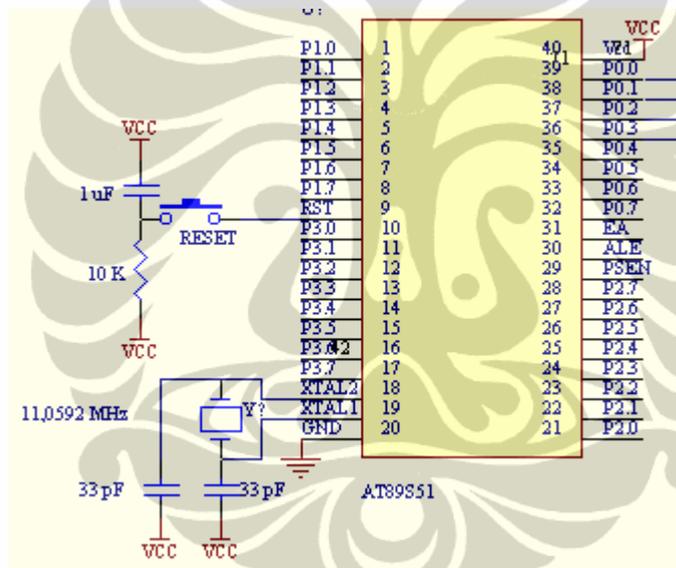
Sebagai pusat pengelola *data* dalam *sistem* rangkaian ini, terdapat pada Mikrokontroler AT 89S52 dimana semua data yang diterima dari rangkaian *sensor* limit switch berfungsi sebagai *input* atau masukan dari seluruh *sistem*. Untuk mengaktifkan mikrokontroler AT 89S52 ini maka diberikan tegangan sebesar 5 volt DC melalui pin 20 yang diberikan oleh power supply. Selanjutnya mikrokontroler akan memproses semua data atau informasi yang telah diprogram sebelumnya untuk kemudian dikirimkan ke rangkaian driver dari motor stepper.

Dalam menstransmisikan *data* yang ada, *port* yang digunakan pada mikrokontroler adalah Port 3 (P0.0...P0.4). Untuk Port 3 (P3.0) digunakan menerima *data* dari rangkaian sehingga mikrokontroler dapat memproses dan menghasilkan *output* berupa bekerjanya motor stepper sesuai dengan *program* yang telah dibuat. Sedangkan Port 3 (P3.1...P3.4)

menerima *data* dari rangkaian *sensor switch* sehingga mikrokontroler mendapatkan *input* yang kemudian diproses menjadi *output* yang selanjutnya akan dikirimkan melalui Port 1 (P2.0...P2.7), Port ini akan berfungsi sebagai jalur data dan address yang dihubungkan ke jalur data pada rangkaian driver (D0...D7).

Pada sistem ini juga diaktifkan Pin reset dan Pin ini dihubungkan dengan saklar untuk mengaktifkannya. Pin reset ini berguna untuk mengulang program ke awal proses.

Data yang telah diproses pada mikrokontroler selanjutnya dikirim ke rangkaian driver. didalam rangkaian driver yang merupakan interface antar device, data akan diproses dan dipilih sesuai dengan fungsi dan jenisnya. Selanjutnya data yang telah terpilih tersebut dikirim ke masing – masing motor stepper. Port yang digunakan pada rangkaian driver untuk mengirim data ke motor stepper adalah Port (Q...Q8).



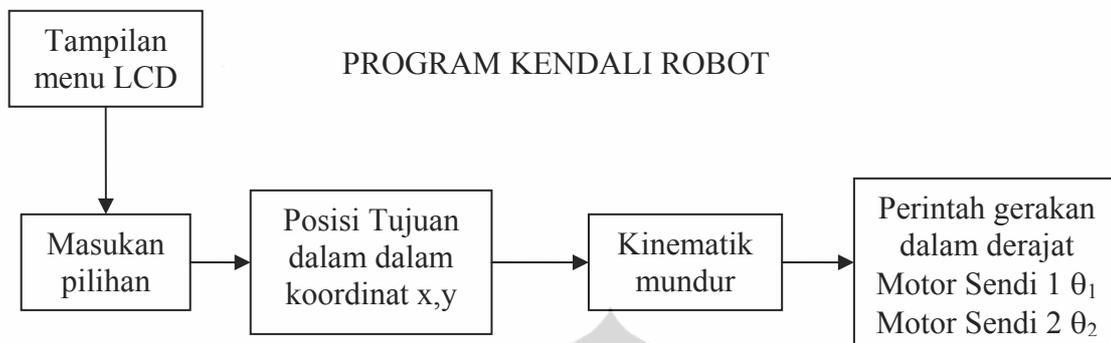
Gambar 4.10. Rangkaian sistim minimum

4.2. Perancangan Modul Perangkat Lunak.

Perancangan perangkat lunak atau pemrograman sistem menggunakan bahasa assembly dan C untuk mikrokontroler AT 89S52. Tugas robot adalah mengambil butiran obat dari kordinat X_1, Y_1 menuju X_2, Y_2 . Program akan dibagi menjadi tiga rutin utama yaitu :

1. Menampilkan pilihan menu LCD dan menentukan posisi tiap jenis obat di koordinat X,Y
2. Menghitung besar sudut tiap lengan yaitu θ_1, θ_2 untuk mencapai koordinat tersebut dengan pemodelan invers kinematik.

3. Mengendalikan motor stepper lengan satu, motor stepper lengan kedua dan menggerakkan motor DC batang penghisap.



Gambar 4.11 Diagram blok program kendali lengan robot planar dua sendi

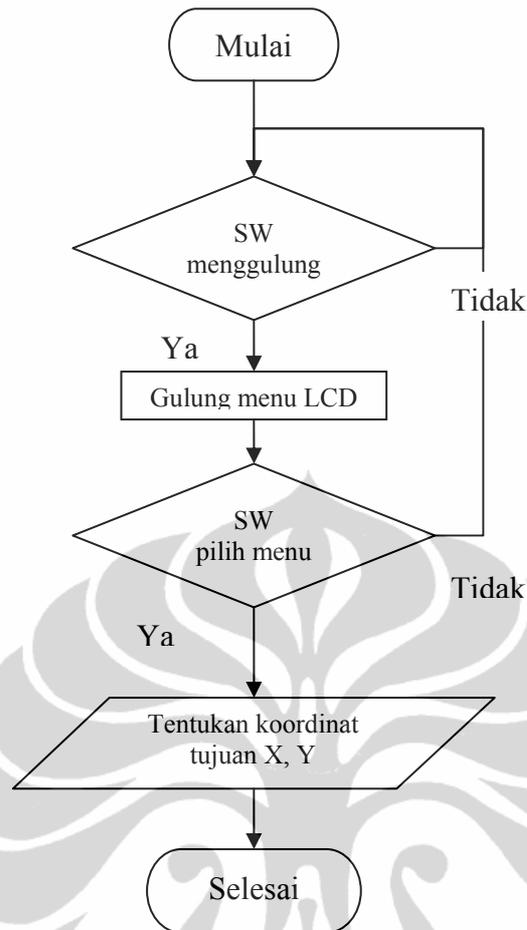
4.2.1 Alur diagram dari program utama pergerakan lengan robot planar dua sendi.

Contoh kasus :

Jika apoteker menginginkan vitamin C cukup dengan menekan tombol pilihan pada menu maka lengan robot tersebut akan mengambil satu butir tablet vitamin C dari tempatnya.

1. Pertama LCD akan menampilkan menu berupa pilihan berbagai macam obat yang tersedia.
2. Setiap tombol scroll ditekan menu akan terus berganti menampilkan macam obat yang tersedia.
3. Begitu tombol pilih ditekan motor stepper berputar menggerakkan lengan robot ke titik koordinat posisi obat yang dipilih.
4. Lengan yang ketiga bergerak vertical ke bawah sampai menyentuh obat yang hendak diambil.
5. Pompa vakum menghisap butiran pil satu persatu.
6. Lengan robot kembali bergerak ketitik semula
7. Butiran obat diletakan pada wadah untuk dikumpulkan
8. Siap untuk menerima perintah pengambilan kembali.

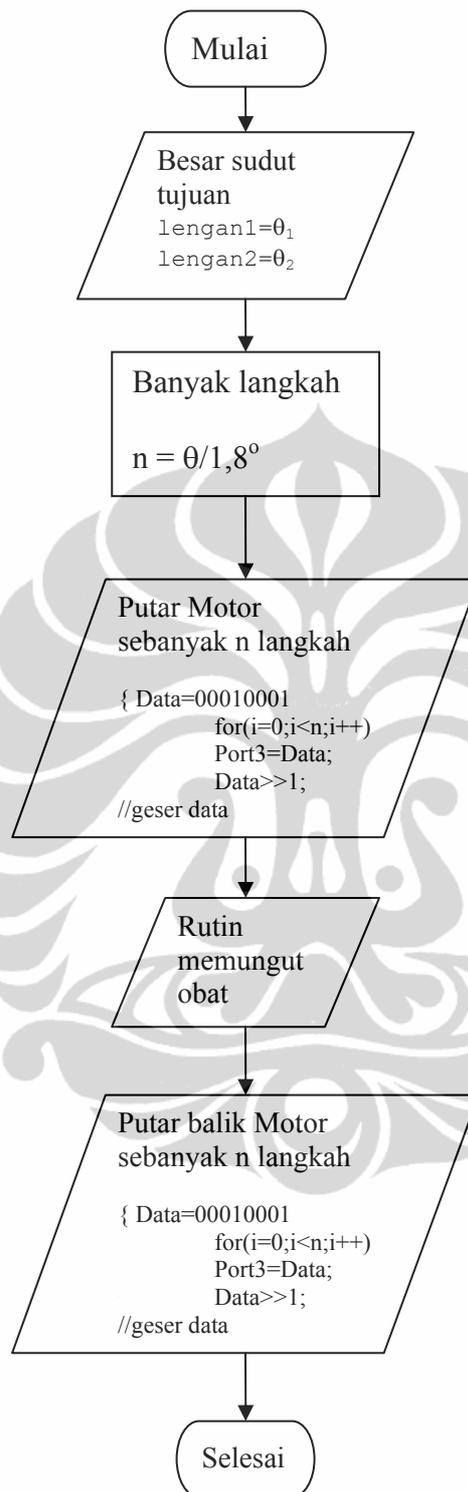
Untuk gambar diagram alir pergerakan lengan diperlihatkan seperti gambar 4.13



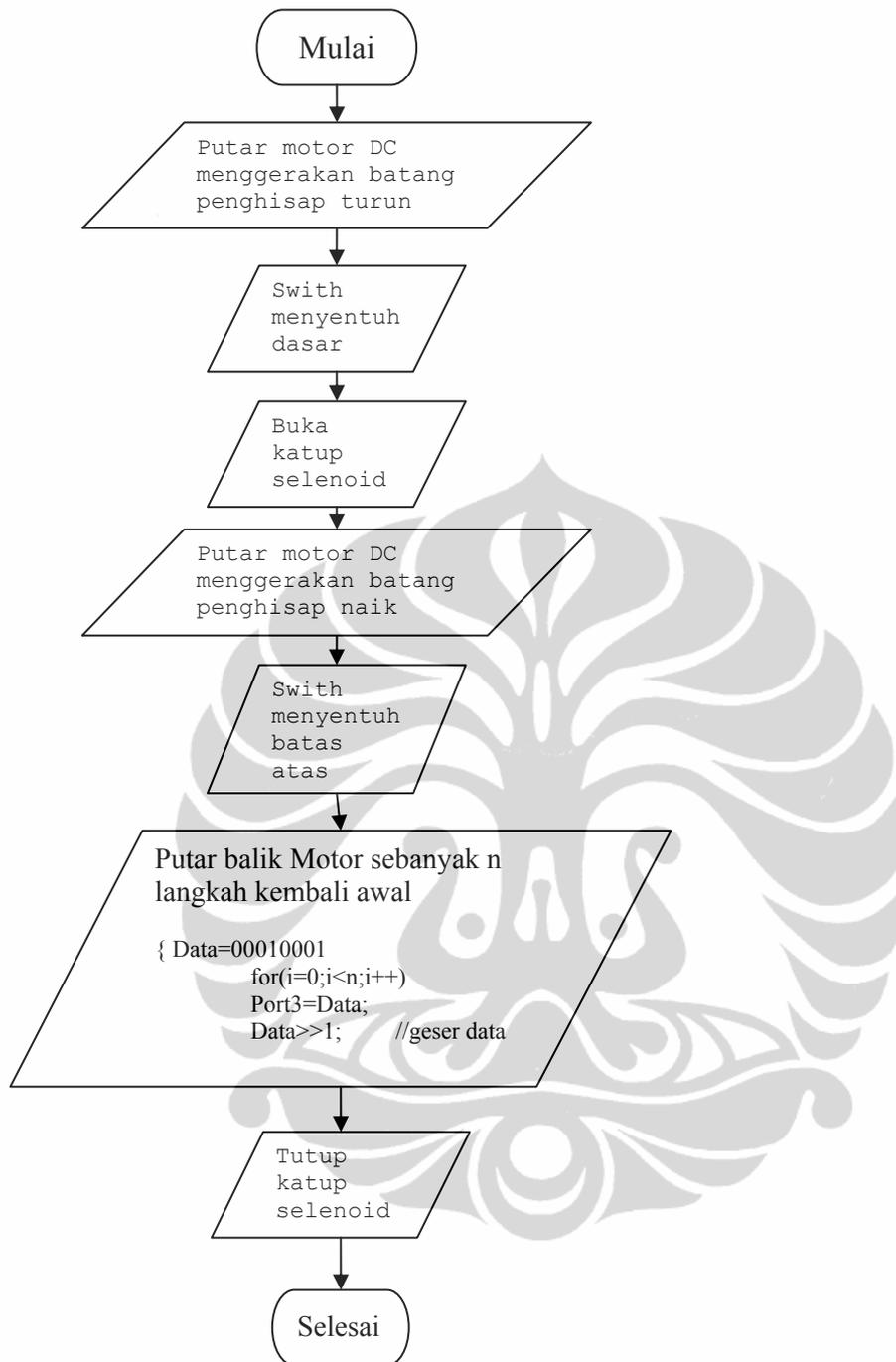
Gambar 4.12. Diagram Alir penentuan koordinat tujuan

4.2.5. Program Pengendali Motor

Nilai sudut yang didapat digunakan rutin program penggerak motor stepper untuk berputar sebanyak berapa langkah yang perlu. kemudian batang penghisap bergerak turun untuk memungut pil.



Gambar 4.13. Diagram alir program penggerak lengan robot



Gambar 4.14. Diagram Alir program penggerak batang penghisap