

PERANCANGAN DAN PEMBUATAN PROTOTYPE ROBOT BERMAIN BOLA TAKRAW (SOFTWARE)

Ariefin, ST

Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

Bagian elektronik robot adalah hardware dan software yang mutlak harus ada agar robot lebih sederhana dan lebih mudah memodifikasinya. Software robot bermain bola takraw menggunakan hardware board DT51 dengan mikrokontroler AT89C51. Port 1 dari AT89C51 digunakan untuk menggerakkan motor, Port A untuk sensor limit switch dan sensor jahur, Port B untuk sensor posisi keranjang. Software-nya menggunakan bahasa assembly dirancang mampu memberikan respon kepada 4(empat) buah motor DC, 2(dua) motor untuk pergerakan maju, mundur, belok kiri, belok kanan dan berhenti. 2(dua) motor untuk penembak bola dan pengambil bola. Software dirancang untuk menunda 3 detik dan kemudian memberi respon terhadap penyimpangan jahur, agar robot tidak terlalu bergoyang saat kembali berbelok ke jahur yang benar. 9(sembilan) buah sensor photo transistor: 3(tiga) buah untuk sensor jahur dan 6(enam) buah untuk sensor posisi keranjang, 3(tiga) buah sensor limit switch: 2(dua) buah untuk tanda pengambilan bola dan 1(satu) buah untuk tanda bahwa bola sudah ditembakkan. Sebuah software pengendali robot yang dihasilkan dengan menggunakan bahasa pemrograman tingkat rendah (low level language) yaitu bahasa assembly di loading ke board DT51 dengan menggunakan software DT51L. Kemudian software dan board DT51 dioperasikan dalam model Stand Alone yang dapat menjalankan program secara otomatis jika power pada DT51 dihidupkan.

Kata Kunci : Program, port, motor dan sensor

PENDAHULUAN

Robot adalah sebuah mesin yang dapat bergerak dan melakukan satu atau lebih fungsi untuk meringankan sebagian beban tugas manusia ataupun untuk tontonan. Berbagai tugas robot yang telah ada saat ini seperti robot industri yang dapat mengangkat beban berat, robot yang dapat mengebor material PCB, meletakkan komponen elektronika pada tempat yang tepat dan menyoldernya. Adapula robot untuk permainan seperti robot bermain bola, robot pesumo, robot menari, robot yang dapat berbicara, dan lain sebagainya.

Untuk saat ini sebuah lembaga peneliti dan pemerhati robot yaitu ABU (Asia Pacific Broadcasting Union) sedang melakukan seleksi untuk kompetisi robot yang dapat bermain dengan bola takraw. Sebagai sebuah lembaga pendidikan tinggi, PNL diundang untuk ikut berkompetisi membuat robot bermain trakraw dan disisi lain pembuatan robot merupakan suatu perkembangan ilmu pengetahuan yang dapat dikembangkan menjadi sebuah daya tarik di bidang teknologi

khususnya bagian yang mengontrol robot agar dapat berfungsi seperti yang diharapkan yaitu dapat bermain dengan bola takraw.

Sebuah arena pertandingan yang berdiameter 14 meter dipersiapkan untuk bertanding antara robot yang satu dengan robot lawan lainnya. Arena tersebut dibagi dua yaitu arena untuk robot otomatis dan robot manual, dimana robot otomatis berjalan sesuai program dan robot manual dikendalikan operator dari sebuah kontrol boks. Arena robot otomatis berdiameter 8 meter berada pada bagian dalam dan sisanya untuk robot manual. Arena ini dibatasi oleh garis putih selebar 1 cm dan pada bagian atas arena tergantung keranjang basket pada 3 posisi yaitu posisi tengah, dalam dan luar. Setiap posisi ada 3 keranjang yang terpisah sejauh 120° dan diletakkan pada posisi vertical sehingga bola dapat ditembakkan dari samping.

Tujuan robot pada pertandingan ini adalah untuk memasukkan bola sebanyak-banyaknya ke dalam keranjang khususnya keranjang bagian dalam (center) karena keranjang tengah mempunyai nilai

yang lebih tinggi dan mempunyai tanda yang dapat disensor secara otomatis (nilai 5 untuk satu bola) dibandingkan dengan keranjang dalam yang bernilai 3 (tiga) dan bagian luar yang bernilai 1 (satu).

Dari uraian di atas maka dapat disimpulkan permasalahan yang timbul yaitu bagaimana membuat rangkaian pengontrol khususnya software agar :

- robot mengetahui dimana posisi keranjang
- robot dapat memasukkan bola takraw ke keranjang bagian tengah
- robot dapat mendeteksi jalur sehingga tidak ke luar.
- robot dapat mengambil bola kemudian menembakkannya ke arah keranjang tengah.

TEORI DASAR

Sejarah Robot

Untuk pertama kalinya istilah robot diperkenalkan ke dalam bahasa Inggris. Kata ini berasal dari Robota yang dalam bahasa Rusia artinya tenaga kerja wajib atau paksa [1].

Pada tahun 1939, sebuah robot berjalan bernama Electro dan anjingnya Sparko diperkenalkan pada New-York World Fair. Kemudian seorang pengarang yang bernama Asimov mulai menulis cerita fiksi-ilmiah mengenai robot yang selanjutnya memberikan ide pada J.Engelberg seorang mahasiswa fisika di Universitas Columbia. Ia menghubungi George C. Devol seorang penemu "alat transfer artikulasi terprogram". Selanjutnya Engelberg membentuk Unimation Inc. yang membeli hak dan membuat alat-alat hasil pengembangan versi Devol, alat tersebut diberi nama Robot.

Pada tahun 1960 George C. Devol dan J. Engelberg menghasilkan robot industri pertama. Ide dasarnya adalah untuk membuat mesin yang cukup fleksibel yang dapat melakukan pekerjaan secara otomatis dan dapat dengan mudah diajar atau diprogram kembali sehingga bila proses pekerjaan yang harus dilakukan berubah, robot dapat menyesuaikan diri tanpa biaya yang mahal dibandingkan dengan menggunakan peralatan hard automation.

Penggunaan komputer, sensor dan actuator mekanik ataupun manipulator sebagai suatu system yang terkoordinasi telah menjadi objek studi bagi pengembangan dunia robot. Untuk meningkatkan produktivitas yang ekonomis telah dibuat robot-robot yang mengkombinasikan komputer cerdas (intelligent), sensor-sensor modern dan lengan-lengan manipulator dimana berfungsi sebagai alat-alat yang fleksibel [2].

Sebuah robot yang ditempatkan dalam sebuah ruang tiga dimensi sesungguhnya akan mempunyai enam derajat kebebasan (Degree Of Freedom - DOF). Keenam DOF tersebut terdiri dari 3 DOF untuk pergeseran (movement) dan 3 DOF untuk orientasi. Untuk sebuah orthonormal trihedral yang berpusat pada pusat gravitasi suatu benda padat. Keenam DOF dapat dinyatakan oleh tiga sumbu trihedral yang menyatakan pergerakan, dan tiga DOF lainnya dapat digunakan untuk orientasi [7].

Mikrokontroler AT89C51

Mikrokontroler AT89C51 adalah suatu rangkaian terintegrasi yang terdiri dari CPU (Central Processing Unit), Memori dan unit Input/Output. Mikrokontroler ini termasuk dalam keluarga mikrokontroler MCS-51 yang diproduksi oleh Intel Corp. Mikrokontroler biasa digunakan untuk membentuk suatu system yang memerlukan hardware dan software dalam pengoperasiannya. Mikrokontroler juga digunakan untuk pengolahan data-data digital baik yang diterima dari rangkaian luar maupun pengolahan data di dalam CPU mikrokontroler itu sendiri.

Central Processing Unit (CPU)

Unit pengolah pusat (CPU) terdiri dari dua bagian, yaitu pengendali (Control Unit - CU) serta unit aritmatika dan logika (Arithmetic Logic Unit - ALU). Fungsi utama penendali adalah mengambil, mengkode, dan melaksanakan urutan instruksi sebuah program yang tersimpan dalam memori. Unit pengendali mengatur urutan operasi seluruh system. Unit ini juga menghasilkan dan mengatur sinyal pengendali yang diperlukan untuk menyerempakkan operasi serta aliran dan instruksi program.

Unit pengontrol mengendalikan aliran informasi pada bus data dan bus alamat, dilanjutkan dengan

menafsirkan dan mengatur sinyal yang terdapat pada bus pengendali.

Memori (Memory)

Suatu sistem mikrokontroler maupun komputer memerlukan memori untuk menyimpan data. Pada mikrokontroler tempat menyimpan program adalah pada ROM/EPROM (Read Only Memory/Eraseable Programmable Read Only Memory). Sedangkan pada PC (Personal Computer) program disimpan pada disket atau hard disk. Ada beberapa tingkatan memori, diantaranya adalah register internal, memori utama, dan memori masal (mass memory). Register internal adalah memori di dalam ALU. Waktu akses register sangat cepat, umumnya kurang dari 100 ns.

Memori utama adalah memori suatu system, ukurannya berkisar antara 4 Kbyte sampai 64 Kbyte. Waktu aksesnya lebih lambat dibandingkan register internal, yaitu antara 200 sampai 1000 ns.

Unit Input/Output

Unit input/output pada sistem mikrokontroler berguna sebagai *interface* antara prosesor dengan rangkaian eksternal, misalnya *sensor* dan *actuator*. Pada Mikrokontroler 89C51 unit input/output terdiri dari 4 (empat) port yang dinamai dengan Port 0, Port 1, Port 2 dan port 3 yang masing-masing port terdiri dari 8-bit. Masing-masing port dapat diakses secara perbit (*bit addressable*) maupun secara parallel (sekaligus 8-bit).

Alamat (Address)

Setiap mikroprosesor/mikrokontroler memerlukan alamat agar setiap data dan memori dapat dikenali. Sebuah peralatan apabila dihubungkan dengan mikrokontroler harus ditetapkan terlebih dahulu alamat (*address*) dari alat tersebut. Hal ini bertujuan untuk menghindari terjadinya dua alat yang bekerja secara bersamaan yang mungkin dapat menyebabkan kesalahan bahkan kerusakan. RAM atau ROM sebagai alat penyimpan data juga mempunyai alamat, ataupun *Programmable Peripheral Interface (PPI)* sebagai *input/output* harus mempunyai alamat.

TUJUAN PENELITIAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan sebuah perangkat lunak (software) pengendali robot otomatis yang dapat digunakan untuk mengontrol robot bermain bola takraw dengan tujuan robot dapat memasukkan bola ke keranjang (basket).

Dari hasil penelitian ini akan diperoleh sebuah software pengendali protipe robot yang dapat digunakan untuk bermain bola takraw dan protipe ini akan menjadi embrio bagi pengembangan robotika di Politeknik Negeri Lhokseumawe.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode perancangan dan percobaan di Laboratorium Mikroprosesor dan Laboratorium Teknologi Elektronika, meliputi :

1. Menentukan sensor dan port-port yang digunakan sebagai input dan sebagai output.
2. Membuat flowchart
3. Merancang program
4. Mendownload program
5. Melakukan test/uji coba
6. Membuat program (software)
7. Melakukan uji coba program

Sensor

Sensor yang digunakan ada 2 (dua) jenis yaitu : limit switch dan photo transistor. Limit switch ditempatkan pada posisi penembakan bola dan pengangkat bola. Sedangkan photo transistor digunakan untuk sensor jalur agar robot tidak keluar jalur dan posisi keranjang yang menandakan bahwa di atas robot ada keranjang.

Penggunaan Port Input/Output

Mikrokontroler AT89C51 mempunyai 4 (empat) buah port input/output masing-masing 8-bit. Keempat port itu diberi nama Port 0 (P0), Port 1 (P1), Port 2 (P2) dan Port 3 (P3). Untuk menghubungkan memori eksternal digunakan tiga buah port yaitu P0, P2 dan P3. Ke-3 (tiga) buah port digunakan untuk menghubungkan mikrokontroler dengan memori EPROM dan unit input/output tambahan yaitu Programmable Peripheral Interface 8255 (PPI

8255). Dengan demikian port yang tersisa pada AT89C51 hanya Port 1, dimana ketiga port yang digunakan tadi digantikan oleh port-port pada PPI 8255, yaitu diberi nama Port A, Port B dan Port C.

Port-port ini akan terhubung dengan driver (pendorong) motor dan sensor-sensor yang terpasang pada robot.

Hubungan port-port dengan driver dan sensor seperti tabel di bawah ini :

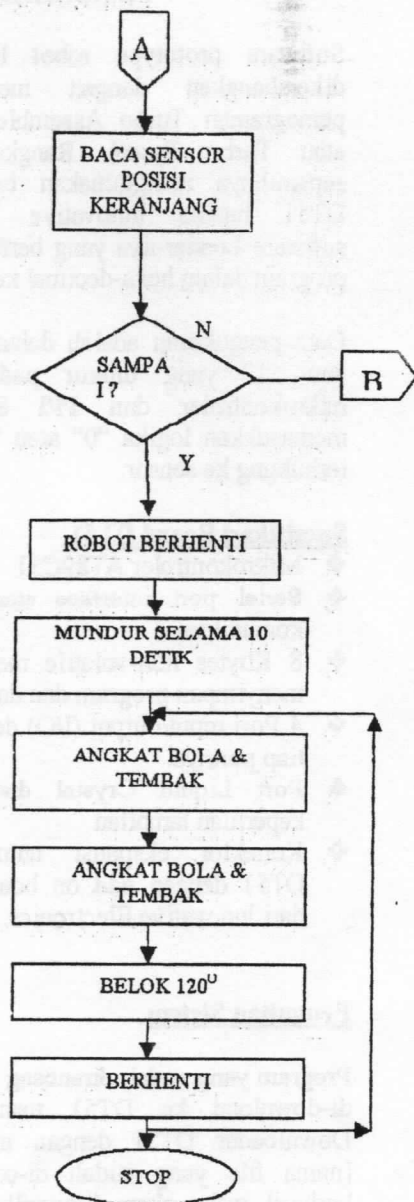
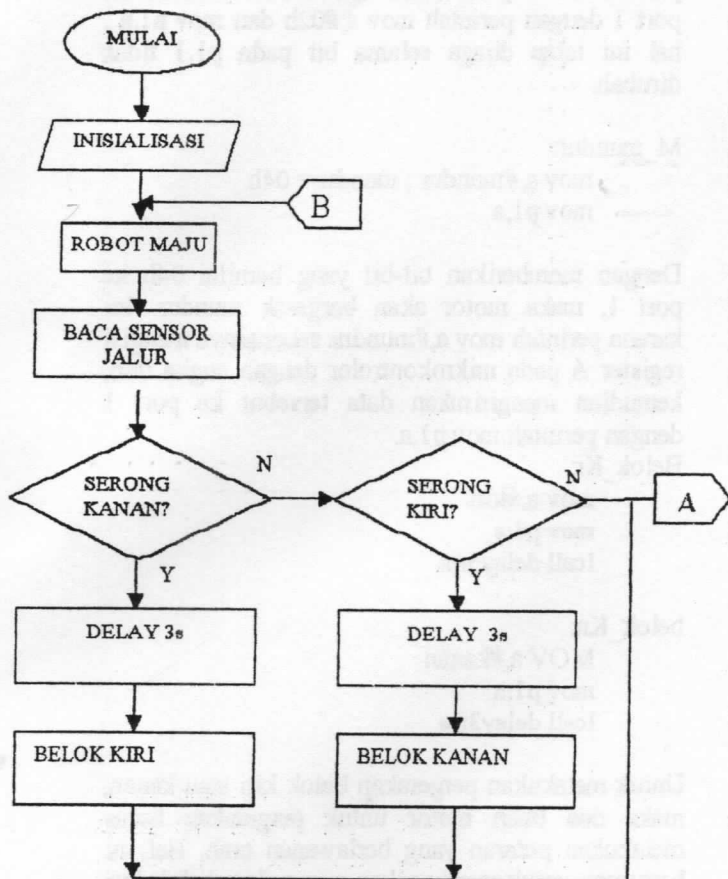
Tabel 1. Hubungan port-port dengan pendorong motor

PERGERAKAN MOTOR	JENIS MOTOR	Port 1								Hex Num
		P1.7	P1.6	P1.5	P1.4	P1.3	P1.2	P1.1	P1.0	
BERHENTI	2 (DUA) BUAH MOTOR DC 12 VOLT	0	0	0	0	0	0	0	1	01
MAJU		0	0	0	0	0	0	0	0	00
MUNDUR		0	0	0	0	0	0	1	0	02
BELOK KIRI		0	0	0	0	0	1	0	0	04
BELOK KANAN		0	0	0	0	0	1	1	0	06
TEMBAK BOLA	MOTOR DC 12 VOLT	0	0	0	0	1	0	0	1	09
AMBIL BOLA	MOTOR DC 12 VOLT	0	0	0	1	0	0	0	1	11
ANGKAT BOLA		0	0	0	1	1	0	0	1	19

Tabel 2. hubungan port-port dengan sensor

NAMA SENSOR	JENIS SENSOR	DESKRIPSI	CONNECTION	HEX NUM
SENSOR PENEMBAK BOLA	LIMIT SWITCH	INDIKATOR 1 KALI TEMBAKAN BOLA	PORT A BIT 0	01H
SENSOR JALUR TENGAH	PHOTO TRANSISTOR	JALUR TENGAH	PORT A BIT 1	02H
SENSOR JALUR KIRI	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR ROBOT SERONG KIRI	PORT A BIT 2	06H
SENSOR JALUR KANAN	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR ROBOT SERONG KANAN	PORT A BIT 3	0CH
SENSOR POSISI KERANJANG	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR POSISI KERANJANG	PORT B BIT 0	01H
SENSOR POSISI KERANJANG	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR POSISI KERANJANG	PORT B BIT 1	03H
SENSOR POSISI KERANJANG	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR POSISI KERANJANG	PORT B BIT 2	07H
SENSOR POSISI KERANJANG	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR POSISI KERANJANG	PORT B BIT 3	0f H
SENSOR POSISI KERANJANG	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR POSISI KERANJANG	PORT B BIT 4	1f H
SENSOR POSISI KERANJANG	PHOTO TRANSISTOR	INDIKATOR POSISI KERANJANG	PORT B BIT 5	3f H

Flowchart Kontrol Robot Otomatis



PEMBAHASAN

Software prototype robot bermain takraw ini dikembangkan dengan menggunakan bahasa pemrograman Turbo Assembler/ Cross Assembler atau Turbo Pascal. Rangkaian mikrokontroler sepenuhnya menggunakan board mikrokontroler DT51 buatan Innovative Electronics beserta software Loader-nya yang berfungsi men-download program dalam hexa-decimal ke dalam board DT51.

Data pengukuran adalah dalam bentuk logika "0" dan "1" yang diukur pada port-port output mikrokontroler dan PPI 8255 dengan cara memasukkan logika "0" atau "1" pada input yang terhubung ke sensor.

Spesifikasi Board DT51

- ❖ Mikrokontroler AT89C51
- ❖ Serial port interface standar RS-232 untuk komunikasi
- ❖ 8 Kbytes non-volatile memory (EEPROM) ; menyimpan program dan data.
- ❖ 4 Port input/output (I/O) dengan kapasitas 8-bit tiap portnya.
- ❖ Port Liquid Crystal display (LCD) untuk keperluan tampilan
- ❖ Konektor ekspansi untuk menghubungkan DT51 dengan add on board yang kompatibel dari Innovative Electronics.

Pengujian Sistem

Program yang sudah dirancang di-compile kemudian di-download ke DT51 menggunakan software Downloader DT51 dengan mengetikkan DT51L [nama file yang sudah di-compile] Enter, bila berhasil maka akan ditampilkan teks "Download Success".

Kemudian pada modus stand-alone, program diuji coba dengan memberikan tegangan pada input port yang terhubung ke sensor, kemudian mengukur tegangan pada port-port output sebagai driver ke motor.

Pergerakan robot

Robot bergerak maju atau mundur atau mengangkat bola dan melakukan rotasi ke kiri atau ke kanan atau berhenti, semuanya dikontrol menggunakan software yang menggerakkan driver motor.

M_maju:

```
SetB p1.1 ;robot maju
```

Motor maju dapat langsung dilakukan dengan memberikan logika "1" pada port P1.1 dengan perintah SetB p1.1 atau memberikan nilai 02h ke port 1 dengan perintah mov a,#02h dan mov p1,a , hal ini tetap dijaga selama bit pada p1.1 tidak dirubah.

M_mundur:

```
mov a,#mundur ; mundur= 04h  
mov p1,a
```

Dengan memberikan bit-bit yang bernilai 04h ke port 1, maka motor akan bergerak mundur. Ini karena perintah mov a,#mundur sebenarnya mengisi register A pada mikrokontroler dengan angka 04h, kemudian mengirimkan data tersebut ke port 1 dengan perintah mov p1,a.

Belok_Kr:

```
mov a,#kiri  
mov p1,a  
lcall delay3ms
```

belok_Kn:

```
MOV a,#kanan  
mov p1,a  
lcall delay3ms
```

Untuk melakukan pergerakan belok kiri atau kanan, maka dua buah motor untuk pergerakan harus melakukan putaran yang berlawanan arah. Hal ini bertujuan untuk meringankan pergerakan belok kiri atau kanan. Dapat juga dilakukan untuk belok, salah satu motor dibuat mati dan yang lainnya bergerak, tetapi hal ini membuat gaya tahan motor yang mati menjadi suatu gaya lawan yang membuat robot berbelok dengan lambat.

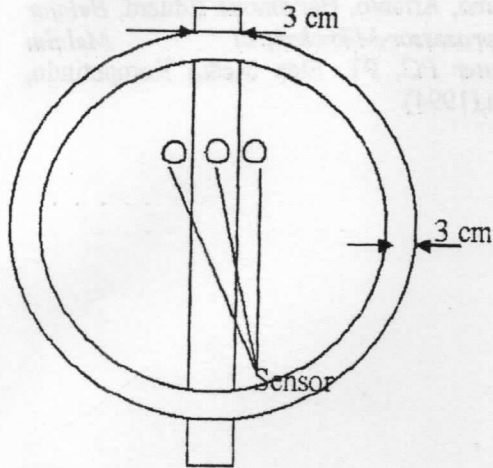
Mov a,#kiri kemudian mov p1,a adalah membuat motor kiri berputar ke belakang dan motor kanan berputar ke depan, sebaliknya Mov a,#kanan kemudian mov p1,a membuat motor kanan berputar ke belakang dan motor kiri berputar ke depan. Lcall delay3ms adalah perintah untuk menunda waktu belok yang berlawanan dengan arah penyimpangan jalur selama waktu 3 detik agar robot tidak terlalu bergoyang bila merespon penyimpangan jalur tersebut.

```
mov a,#berhenti  
Mov P1,a
```

Robot berhenti bila pada port p1.0 diset ke logika "1" atau mengirim dat 01 h ke port1 dengan perintah setB p1.0 atau mov a,#berhenti kemudian mov p1,a.

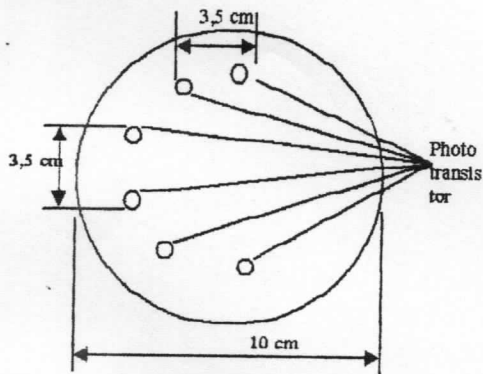
Sensor Jalur dan Sensor Keranjang

Sensor jalur menggunakan 3 (tiga) buah sensor photo transistor yang ditempatkan ditengah garis, sisi luar sebelah kiri dan sisi luar sebelah kanan. Hal ini dilakukan agar bila robot menyimpang ke kanan, maka photo transistor tengah dan kiri akan berlogika "1" dan sebaliknya bila menyimpang ke kiri, maka sensor tengah dan kanan yang akan berlogika "1". Sensor diletakkan terpisah ± 2 cm agar dapat mendeteksi jalur selebar 3 cm.



Gambar 2. Posisi jalur dan sensor

Sensor keranjang dilakukan oleh 6 (enam) buah photo transistor yang diletakkan berputar setengah lingkaran dengan jarak 3,5 cm (lebih besar dari lebar jalur)



Gambar 3. Posisi sensor keranjang

Hal ini dirancang agar sensor keranjang dapat membedakan antara posisi keranjang dan jalur serta persimpangan jalur lurus dengan jalur lingkaran. Semua sensor ini dihubungkan dengan port B pada PPI 8255 yang dimaksudkan untuk memberi respon pada motor agar berhenti bila sensor keranjang minimal 4 buah yang mendeteksi atau keseluruhan (6 buah) sensor mendeteksi posisi keranjang yang berdiameter 10 cm.

J_kiri:

```
Movx a,@dptr
ANL a,#08h
CJNE a,#08h,J_kanan
```

Ulang1:

```
lcall Delay3s
MOV P1,#kiri
lcall delay1s
mov P1,#kanan
sjmp Sensor_keranjangMin
```

J_kanan:

```
Movx a,@dptr
CJNE A,#10H,sensor_keranjang
```

Ulang2:

```
lcall Delay3s
setb p1.4
sjmp sensor_keranjangMin
```

Sensor_keranjangMin:

```
MOV DPTR,#PB
MOVX A,@DPTR
CJNE A,#0fh, Sensor_keranjangMax
Mov a,#Berhenti
Mov p1,a
```

Sensor_keranjangMax:

```
CJNE A,#3fh,J_kiri
Mov a,#Berhenti
Mov p1,a
```

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan :

- Software pengontrol robot ini dapat dimodifikasi untuk penggunaan robot yang lain hanya dengan merubah port yang sesuai dengan sensor dan motor yang diperlukan.
- Sensor jalur akan direspon setelah 3 detik agar robot tidak terlalu bergoyang ketika berjalan mengikuti jalur.
- Sensor keranjang dibuat 6 buah agar dapat membedakan jalur dan posisi keranjang ketika robot berada pada arah melintang sejajar dan ditengah-tengah garis jalur.
- Untuk mempermudah robot berbelok, maka kedua motor penggerak harus dibuat berputar berlawanan arah.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sudrajat, Dani, *Kilas Sejarah Robot*, Tabloid Caltron nomor 9, (2003).
2. Depdikbud, *Robotika*, PEDC-Bandung, (1986).
3. Millman, Jacob, Christos C. Halkias, *Elektronika Terpadu*, Erlangga, Jakarta, (1993).
4. Malik, Muh. Ibnu, *Bereksperimen dengan Mikrokontroler 8031*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, (1997).
5. Partoharsodjo, Hartono, *Tutunan Praktis Pemrograman Bahasa Assembly*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, (1990).
6. Rodney Zaks, Austin Lesea, Sofyan H Nasution, MSc, *Teknik Perantaraan Mikroprocessor*, Erlangga, (1988).
7. Stadler, Wolfram, *Analytical Robotics and Mechatronics*, McGraw-Hill International Editions, New York, 1995.
8. Tinder, Richard F, *Digital Engineering Design: A Modern Approach*, Prentice-Hall International Editions, USA, (1991).
9. User's Guide, *89C51 Development Tools*, DT51 Version 3, Innovative Electronics.
10. User's Guide, *The ISSI IS89C51*, Integrated Silicon Solution, Inc, Edition November (1998).
11. Widyatmo, Arianto, Haryonono Eduard, *Belajar Mikroprocessor-Mikrokontrol Melalui Komputer PC*, PT. Elex Media Komputindo, Jakarta, (1994).