



**UNIVERSITAS INDONESIA**

**RANCANG BANGUN ROBOT BERODA  
PENGHINDAR HALANGAN**

**SKRIPSI**

**NAURIANA**

**0706199716**

**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

**DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO**

**DEPOK**

**DESEMBER 2009**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk  
telah saya nyatakan dengan benar.**

**Nama : Nauriana**

**NPM : 0706199716**

**Tanda Tangan :**

**Tanggal : 23 Desember 2009**

## HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :  
Nama : Nauriana  
NPM : 0706199716  
Program Studi : S1 Ekstensi Teknik Elektro  
Judul Skripsi : Rancang Bangun Robot Beroda Penghindar Halangan

**Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.**

### DEWAN PENGUJI

Pembimbing I : Dr. Ir. Ridwan Gunawan (.....)

Pembimbing II: Dr.Ir. Abdul Muis (.....)

Penguji : Dr.Ir. Feri Yusivar (.....)

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 Desember 2009

## **KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH**

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan skripsi ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Dr. Ir. Ridwan Gunawan, MT selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan saya dalam penyusunan skripsi ini;
- 2) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 3) Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 23 Desember 2009

Nauriana

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

---

---

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nauriana  
NPM : 0706199716  
Program Studi : S1 Ekstensi Teknik Elektro  
Departemen : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Rancang Bangun Robot Beroda Penghindar Halangan

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Jakarta

Pada tanggal : 23 Desember 2009

Yang menyatakan

(Nauriana)

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS .....	ii
LEMBAR PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMAKASIH.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	v
ABSTRAK .....	vi
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	x
<b>BAB I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penulisan.....	2
1.4 Batasan Masalah .....	2
1.5 Metodologi Penulisan.....	2
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II. LANDASAN TEORI .....</b>	<b>4</b>
2.1 Sistem kendali .....	4
2.2 Robot .....	4
2.2.1 <i>Mobile Robot</i> .....	6
2.2.2 <i>Manipulator Robot</i> .....	7
2.3 Sensor.....	8
2.3.1 Sensor Ultrasonik .....	9
2.4. Mikrokontroler AT89S51 .....	10
2.5. Antarmuka Serial .....	11
2.6. Motor DC.....	12
<b>BAB III. PERANCANGAN SISTEM.....</b>	<b>16</b>
3.1 Perancangan Perangkat Keras .....	17
3.1.1 Sistem Sensor Ultrasonik .....	17
3.1.2 Perancangan Pengendali Motor DC.....	18
3.1.3 Rangkaian Komunikasi Serial .....	28
3.1.4 Rangkaian Sistem Minimum AT89S51 .....	29
3.1.5 Rangkaian Catu Daya .....	30
3.1.6 Konstruksi Fisik Robot .....	31
3.2 Perancangan Perangkat Lunak .....	36
<b>BAB IV. PENGUJIAN DAN ANALISA.....</b>	<b>38</b>
4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik .....	38
4.2 Pengujian Antarmuka Serial.....	40
4.3 Pengujian Gerakan Motor .....	42
4.4 Pengujian Robot Secara Keseluruhan.....	43
<b>BAB V. KESIMPULAN.....</b>	<b>63</b>
<b>DAFTAR ACUAN .....</b>	<b>65</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>66</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Blok Diagram Sistem Kendali Tertutup.....	4
Gambar 2.2. Jenis kemudi <i>mobile robot</i> .....	7
Gambar 2.3. Bentuk – bentuk konfigurasi manipulator robot .....	8
Gambar 2.4. Prinsip kerja sensor ultrasonik .....	9
Gambar 2.5. Konfigurasi pin mikrokontroler A 89S51.....	11
Gambar 2.6. Struktur Motor DC .....	12
Gambar 2.7. Arah gaya Lorentz dengan kaidah tangan kiri.....	13
Gambar 2.8. Arah gaya Lorentz pada kawat penghantar sepanjang L.....	14
Gambar 3.1. Diagram blok sistem.....	16
Gambar 3.2. Perancangan pemancar dan penerima yang diletakkan sejajar	17
Gambar 3.3. Sensor ultrasonik DT- sense USIRR.....	18
Gambar 3.4. Rangkaian <i>H- Bridge</i> Transistor.....	19
Gambar 3.5. Diagram blok dalam IC L 293D sebagai fungsi - <i>H Bridge</i> Transistor .....	20
Gambar 3.6. Penyangga 3 keadaan IC 74LS125. ....	21
Gambar 3.7. Rangkaian pengendali motor dc .....	26
Gambar 3.8. Mekanik roda .....	27
Gambar 3.9. Realisasi rangkaian pengendali mikrokontroler AT89S51 ....	27
Gambar 3.10. Sistem komunikasi serial.....	28
Gambar 3.11. Sistem minimum AT89S51.....	30
Gambar 3.12. Catu daya (baterai).....	31
Gambar 3.13. Perancangan penyangga roda diferensial belakang.....	32
Gambar 3.14. Realisasi perancangan penyangga roda diferensial belakang	33
Gambar 3.15. Penyangga roda bebas.....	33
Gambar 3.16. Plat aluminium bagian tengah badan robot.....	34
Gambar 3.17. Konstruksi bagian bawah robot beroda.....	35
Gambar 3.18. Perancangan penempatan rangkaian.....	35
Gambar 3.19. Perancangan sistem secara keseluruhan.....	36
Gambar 3.20. Konstruksi fisik robot beroda.....	36
Gambar 3.21. Flowchart program.....	37
Gambar 4.1. Pengujian sensor ultrasonik.....	38
Gambar 4.2. Contoh Tampilan hasil pengujian sensor ultrasonik pada <i>hyperterminal</i> dengan jarak ukur 6 cm .....	39
Gambar 4.3. Pengujian sistem komunikasi serial.....	41
Gambar 4.4. Tampilan hasil komunikasi serial pada <i>hyperterminal</i> .....	42
Gambar 4.5. Tampilan pengujian gerak robot tanpa ada penghalang.....	45
Gambar 4.6. Grafik hasil pengujian gerak robot tanpa ada penghalang.....	46
Gambar 4.7. Pengujian gerak robot dengan penghalang bagian depan.....	47
Gambar 4.8. Tampilan Pengujian gerak robot dengan penghalang bagian depan .....	47
Gambar 4.9. Grafik hasil Pengujian gerak robot menghindari halangan bagian depan .....	48
Gambar 4.10. Pengujian gerak robot dengan penghalang bagian kiri dan depan.....	49

Gambar 4.11. Tampilan Pengujian gerak robot dengan penghalang bagian kiri dan depan .....	50
Gambar 4.12. Grafik hasil Pengujian gerak robot menghindari halangan bagian kiri dan depan .....	51
Gambar 4.13. Pengujian gerak robot dengan penghalang bagian kanan dan depan.....	52
Gambar 4.14. Tampilan Pengujian gerak robot dengan penghalang bagian kanan dan depan .....	53
Gambar 4.15. Grafik hasil Pengujian gerak robot menghindari halangan bagian kanan dan depan .....	54
Gambar 4.16. Perubahan perletakkan posisi sensor pada badan robot.....	55
Gambar 4.17. Tampilan Pengujian gerak robot setelah dilakukan perubahan posisi sensor .....	57
Gambar 4.18. Grafik hasil Pengujian gerak robot menghindari halangan bagian kanan dan depan setelah perubahan perletakkan sensor. ....	58
Gambar 4.19. Grafik hasil Pengujian gerak robot menghindari halangan bagian kanan, kiri - depan setelah perubahan perletakkan sensor. ....	59
Gambar 4.20. Berbagai posisi penghalang untuk pengujian gerak robot ...	61

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Tabel kebenaran IC L293D.....	20
Tabel 3.2. Tabel kebenaran IC 74LS125.....	21
Tabel 3.3. Logika untuk arah putaran motor dan gerak robot .....	22
Tabel 4.1. Jarak deteksi sensor ultrasonik ke objek penghalang.....	39
Tabel 4.2. Logika untuk arah putaran motor dan hasil gerak putaran motor serta gerak robot .....	43
Tabel 4.3. Data pengujian gerak robot tanpa ada penghalang.....	45
Tabel 4.4. Data pengujian gerak menghindari penghalang bagian depan..	48
Tabel 4.5. Data pengujian gerak menghindari penghalang bagian kiri dan depan.. .....	50
Tabel 4.6. Data pengujian gerak menghindari penghalang bagian kanan dan depan.. .....	50
Tabel 4.7. Data pengujian gerak menghindari penghalang bagian kanan dan depan setelah perubahan perletakkan sensor.....	57
Tabel 4.8. Data pengujian gerak menghindari penghalang bagian depan, serta kiri – depan setelah perubahan perletakkan sensor.....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Data sheet mikrokontroler AT89S51
- Lampiran 2. Data sheet IC 74LS125
- Lampiran 3. Data sheet IC L293D



## **ABSTRAK**

Nama : Nauriana  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul : Rancang Bangun Robot Beroda Penghindar Halangan

Robot penghindar halangan adalah robot yang sengaja dirancang untuk dapat menghindari penghalang yang berada disekitarnya. Robot penghindar halangan ini dibuat dengan tiga bagian utama yaitu masukan dengan menggunakan sensor ultrasonik, sistem pengendali dengan menggunakan mikrokontroler AT89S51 dan sistem aktuator dengan menggunakan motor dc. Robot ini dirancang dengan sistem kemudi roda diferensial yaitu masing-masing motor untuk kemudi roda kanan dan roda kiri. Penempatan sensor ultrasonik adalah pada bagian depan, kanan dan kiri agar robot dapat berjalan untuk menghindari halangan yang berada di sekitarnya. Antarmuka serial yang digunakan pada robot berfungsi untuk menampilkan jarak antara robot dengan objek penghalang disekitarnya. Pengujian robot dilakukan dengan menempatkan robot pada suatu kondisi dengan posisi penghalang yang berbeda-beda. Dari hasil pengujian yang dilakukan terhadap robot tersebut, melalui analisa data dan grafik, robot mampu menghindari setiap halangan yang ada.

Kata kunci :  
Robot, sensor ultrasonik, mikrokontroler

## **ABSTRACT**

Name : Nauriana  
Study Program : Teknik Elektro  
Title : Practical Application of Avoider Wheeled Robot

Avoider robot is mean robot who is designed to avoid the block in around. This robot is made with three part; input from ultrasonic sensor, system controller using microcontroller AT89S51 and actuator using dc motor. This robot designed with differential wheel drive, that is used independently motor for each left motor and right motor. The placed of ultrasonic sensors on the front of robot, on the left side and on the right side used for make robot can walk avoid the block around. Serial interfacing that used on the robot is for showing the distance between robot and the object around the robot. To look at the function of the robot, the robot placed on the situation that have different blocking position. From the result of the test, the data analysis and the chart from the data, we know that robot be able to avoid the block in around.

Key words :  
Robot, ultrasonic sensors, microcontroller

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Kemajuan teknologi telah berkembang cepat dalam dasawarsa terakhir, termasuk dalam bidang elektronika. Perkembangan berbagai disiplin ilmu dalam bidang elektronika seperti teknik kontrol, instrumentasi (sensor dan aktuator), teknik telekomunikasi, piranti elektronik (*devices*), piranti nano (*nano devices*) membuat para ilmuwan banyak melakukan penelitian baru.

Salah satu penelitian yang amat diminati adalah dalam bidang robotika yang merupakan perpaduan dari berbagai aplikasi praktis disiplin ilmu elektronika beserta ilmu lainnya dalam bidang mekanikal (permesinan), otomotif modern, teknologi kelautan dan teknologi penerbangan. Dalam dua dekade terakhir ini telah dilaksanakan berbagai ajang kontes robot sebagai media untuk memfasilitasi praktisi pendidikan dari tingkat pemula sampai dengan mahasiswa untuk mengembangkan minatnya dalam bidang robotika.

Salah satu jenis robot yang menjadi objek penelitian dan menarik banyak minat adalah *mobile robot*. Yang menjadi fokus penelitian pada *mobile robot* adalah dalam hal gerakan perpindahan robot berupa analisa kinematik atau analisa dinamik atau kedua-duanya. Analisa kinematik yaitu dalam hal persamaan matematis dan kontrol dasar dari konfigurasi robot untuk menjaga kestabilan gerak robot. Sedangkan analisa dinamik berupa pemodelan matematik sistem robot untuk meningkatkan kekokohan robot terhadap gangguan yang terjadi karena sifat fisik alami seperti poros aktuator, *backlash* pada *gearbox*, *noise* pada sensor dan juga kondisi lingkungan yang harus dihadapi oleh *mobile robot*. Perpaduan hasil penelitian dari keduanya menghasilkan kontrol gerakan robot yang baik yang merupakan tujuan utama dari rancang bangun sebuah *mobile robot*.

Dalam perkembangannya *mobile robot* dibedakan menjadi robot beroda dan robot berkaki. Fungsi pergerakan *mobile robot* yang dibuat tergantung dari sistem kontrol yang dirancang dengan menggunakan *input* tertentu dan gerakan aktuator tertentu agar *mobile robot* dapat melakukan gerak berpindah tempat.

Berkaitan dengan hal tersebut, dalam penelitian ini dibuat sebuah rancang bangun *mobile robot* jenis robot beroda yang dapat melakukan fungsi gerakan menghindari halangan dengan *input* sensor tertentu.

### **1.2 Perumusan Masalah**

Dari berbagai latar belakang yang telah diuraikan, maka untuk penelitian yang dilakukan terdapat masalah yang harus dirumuskan yaitu tentang sistem kontrol yang digunakan berdasarkan *input* yang diterima dari sensor untuk menentukan pengendalian terhadap *output* aktuator yang merupakan penentu gerak robot beroda sehingga dapat menghindari halangan yang terdapat di sekitarnya.

### **1.3 Tujuan Penulisan**

Tujuan dari penelitian dan penulisan skripsi ini adalah untuk membuat suatu rancang bangun robot beroda penghindar halangan yang juga dapat melakukan pengiriman data jarak ke komputer dengan menggunakan antar muka serial.

### **1.4 Batasan Masalah**

Dalam skripsi ini diberikan pembatasan masalah yang harus diselesaikan dalam perancangan robot beroda yang dibuat yaitu :

1. Jenis pengendali yang digunakan untuk robot beroda adalah mikrokontroler AT89S51.
2. Bahasa pemrograman yang dituliskan kedalam mikroprocessor pengendali adalah bahasa *assembly*.
3. Sensor ultrasonik digunakan sebagai *input* pengendali yang berfungsi sebagai pendeteksi halangan disekitar robot beroda, sekaligus sebagai umpan balik sistem.
4. Aktuator menggunakan motor DC dengan menggunakan sistem pengendali aktuator IC L293D.
5. Pengiriman data jarak ke komputer melalui saluran serial.

### **1.5 Metodologi Penulisan**

Langkah – langkah penulisan dan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Penelitian pustaka ; dengan mengumpulkan dan mempelajari teori dasar yang dapat dijadikan penunjang penelitian yang didapat dari berbagai sumber, seperti buku, jurnal, artikel dan sebagainya.
2. Penelitian Laboratorium ; yaitu dengan melakukan perancangan software program, perancangan hardware dan pengujian robot.

### **1.6 Sistematika Penulisan**

Penulisan makalah seminar ini dibagi dalam empat bab bahasan yang terdiri dari ; Bab Satu yang berisikan tentang latar belakang, perumusan masalah, tujuan penulisan, batasan masalah, metodologi penelitian dan sistematika penulisan, Bab Dua yang memuat teori berkaitan dengan perancangan robot, Bab Tiga yang membahas tentang langkah – langkah perancangan sistem yang dilakukan dan Bab Empat yang merupakan kesimpulan dari keseluruhan penelitian dan penulisan.

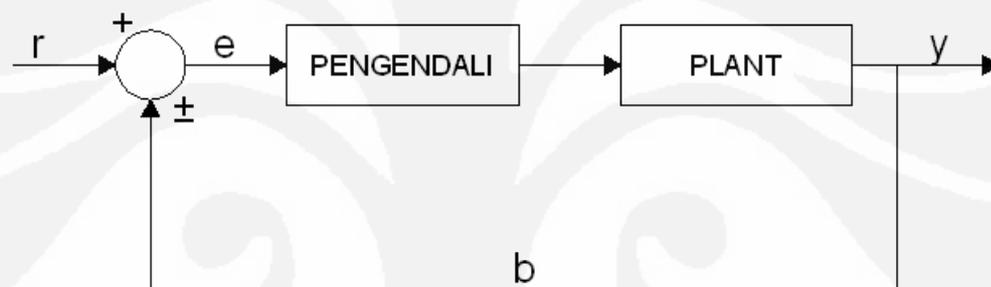
## BAB II LANDASAN TEORI

### 2.1. Sistem Kendali

Pada umumnya sistem kendali dibagi menjadi dua kelompok :

1. Sistem kendali lingkaran terbuka (*open loop control system*)
2. Sistem kendali lingkaran tertutup (*closed loop control system*)

Sistem kendali lingkaran tertutup adalah sistem kendali dimana keluaran dari sistem akan mempengaruhi aksi pengendalian. Jadi keluarannya diumpanbalik untuk dibandingkan dengan masukan. Diagram blok sistem kendali lingkaran tertutup diperlihatkan oleh gambar 2.1.



Gambar 2.1. Blok diagram sistem kendali lingkaran tertutup

Sistem kendali lingkaran tertutup merupakan perbaikan sistem kendali lingkaran terbuka. Perbedaannya adalah pada sistem kendali terbuka tidak ada elemen umpan balik dari variabel yang dikendalikan dan diperbandingkan dengan masukan. Pada sistem kendali lingkaran tertutup, sinyal umpan balik  $b$  dibandingkan dengan sinyal masukan  $r$  pada pembanding dan didapat sinyal kesalahan yang terjadi yaitu  $e$  yang dimasukkan ke pengendali sehingga akan mengeluarkan sinyal penggerak yang proporsional terhadap selisih masukan dan keluaran untuk memperbaiki kesalahan yang terjadi hingga mencapai nol.

### 2.2. Robot

Robot adalah salah satu aplikasi ilmu pengetahuan modern yang fungsinya secara umum dikontrol dari peralatan yang terprogram.

Kata robot berasal dari bahasa Czech (Ceko) “robota“ yang berarti pekerja yang diperkenalkan pertama kali oleh Karel Capek seorang penulis drama yang berkebangsaan Czech (Ceko), yang membuat sebuah pertunjukkan komedi pada tahun 1921 yang berjudul Rossum’s Universal Robots (RUR)[1]. Ia bercerita tentang mesin yang menyerupai manusia yang mampu bekerja terus menerus tanpa lelah. Kemudian pada tahun 1926 dibuat sebuah film robot Jerman yang berjudul Metropolis yang mengisahkan tentang robot berjalan mirip manusia beserta hewan peliharaannya.

Menurut Fu dalam bukunya tentang robotik[2], penelitian dan pengembangan pertama yang menghasilkan produk robotik dimulai pada tahun 1940-an yaitu oleh sebuah laboratorium di Amerika (Argonne National Laboratories) memperkenalkan sebuah mekanisme robotik yang dinamai *master slave manipulator* yang digunakan untuk menangani material radioaktif. Lalu pada tahun 1950-an diperkenalkan robot komersial pertama oleh Unimation Cooperated Amerika. Selanjutnya pada tahun 1960-an robot berkembang di seluruh dunia untuk mengikuti kebutuhan dunia industri. Dan pada tahun 1980-an teknologi *mobile robot* mulai dikembangkan secara meluas.

Penggunaan istilah robot sendiri biasanya digunakan untuk menjelaskan berbagai jenis mesin yang memiliki kemampuan untuk bergerak dan dapat digunakan untuk melakukan pekerjaan fisik. Model gerak yang dapat dilakukan oleh robot dibedakan menjadi *holonomic* dan *non holonomic*. Gerak *holonomic* yaitu posisi badan robot dibuat di atas penyangga tetap (tidak berpindah tempat) diletakkan planar sejajar permukaan bumi, badan robot dan bagian ujung robot tersebut dapat bergerak secara bebas untuk menjangkau daerah kerja robot. Sedangkan yang dimaksud dengan gerak *non holonomic* adalah robot tidak dapat langsung bebas bergerak ke segala arah, tetapi harus melakukan gerakan tertentu agar dapat menuju arah yang dituju.

Dan berdasarkan struktur dan fungsi fisiknya robot diklasifikasikan menjadi *Mobile Robot* dan *Non Mobile Robot (Manipulator Robot)*, yang akan dijelaskan berikut ini.

### 2.2.1 *Mobile Robot*

*Mobile robot* merupakan robot yang dapat melakukan gerakan berpindah tempat. Struktur *mobile robot* yang bergerak dan dapat berpindah tempat terdiri dari :

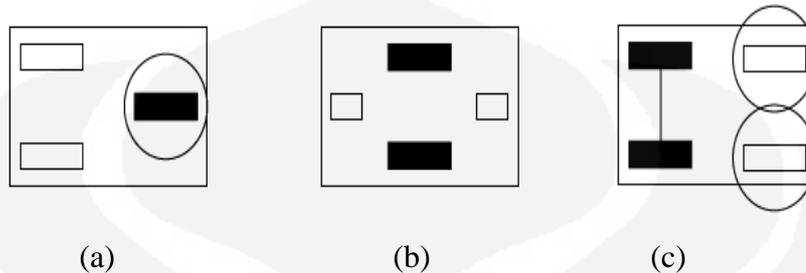
- a. Sistem pengendali pergerakan merupakan gabungan antara algoritma program dan peralatan mekanik yang dibuat yang secara langsung memberi perintah kepada robot untuk bergerak sesuai dengan kondisi masukan dan umpan balik yang diterima.
- b. Sistem sensor yang merupakan bagian yang berfungsi untuk mengenali kondisi lingkungan yang akan menjadi informasi umpan balik pada pengendali robot.
- c. Sistem aktuator yang terhubung ke peralatan mekanik yang menjadi alat gerak robot dan membentuk konstruksi fisik robot.

*Mobile robot* diklasifikasikan menjadi robot beroda dan robot berkaki. Perbedaan keduanya adalah pada sistem pergerakannya, yaitu di bagian mekanik robot yang terhubung langsung dengan aktuator yang terkontrol. Pada robot beroda aktuator langsung terhubung ke mekanik roda dan pada robot berkaki aktuator terhubung ke alat gerak yang bentuk mekaniknya didesain menyerupai kaki. Dalam hal perancangan *mobile robot* jenis robot beroda maka struktur tersebut dan bentuk fisiknya disesuaikan dengan alat gerak *mobile robot* berupa roda. Gerak berpindah tempat yang dapat dilakukan oleh robot beroda adalah termasuk ke dalam jenis gerak *non holonomic*.

Terdapat beberapa model pengemudian robot beroda seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2, yaitu:

- a. *Single wheel drive* adalah sistem kemudi roda robot dengan menggunakan dua buah roda bebas pada bagian belakang badan robot dan satu roda yang terhubung dengan motor dc sebagai kontrol kemudi gerak robot yang tepat diposisikan pada bagian depan tengah badan robot.
- b. *Differential drive* adalah sistem kemudi roda robot dengan menggunakan dua buah roda yang masing-masing terhubung dengan motor dc sebagai kontrol kemudi gerak robot dan dua buah roda bebas.

- c. *Ackerman steering* adalah sistem kemudi roda robot dengan menggunakan dua buah roda yang masing-masing terhubung dengan motor dc sebagai kontrol kemudi gerak robot dan dua buah roda yang saling terhubung yang terletak pada bagian belakang badan robot.



Gambar 2.2. Jenis kemudi *mobile robot* :

(a) *single wheel drive* (b) *differential drive* (c) *ackerman steering*

Sumber : *Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems*. Springer

### 2.2.2 Manipulator Robot

*Manipulator robot* adalah robot yang dibuat dengan desain khusus untuk melakukan fungsi tertentu, sehingga dapat memanipulasi objek. *Manipulator robot* biasa digunakan dalam aplikasi industri, pertanian dan kesehatan.

Struktur *manipulator robot* terdiri dari :

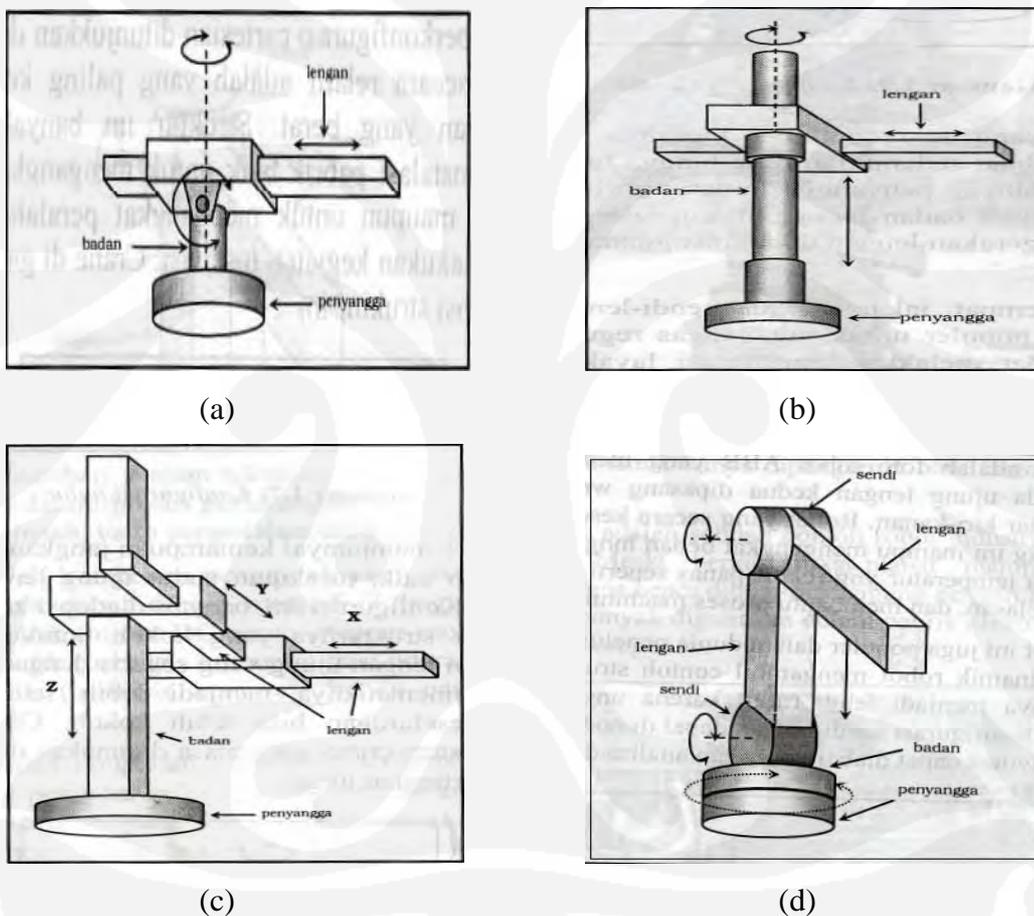
- Sistem pengontrol sebagai pengendali pergerakan merupakan gabungan antara algoritma program dan rangkaian elektronik berbasis mikroprosesor yang berfungsi secara langsung memberi perintah kepada robot untuk bergerak sesuai dengan kondisi masukan dan umpan balik yang diterima dalam melakukan fungsi kerja tertentu.
- Manipulator adalah bagian mekanik yang dapat digunakan untuk memindah, mengangkat dan memanipulasi benda kerja
- Sistem sensor yang berfungsi untuk memberikan informasi tentang berbagai keadaan atau kedudukan dari bagian-bagian manipulator.
- Sistem aktuator yang menjadi komponen penggerak fisik robot.

Seperti ditunjukkan pada gambar 2.3, berdasarkan konfigurasi fisiknya *manipulator robot* diklasifikasikan menjadi :

- Konfigurasi polar : badan robot dapat berputar ke kiri dan ke kanan, sendi pada badan dapat mengangkat atau menurunkan pangkal lengan secara polar, lengan ujung dapat digerakan maju dan mundur secara translasi.

- b. Konfigurasi silinder : mempunyai kemampuan jangkauan berbentuk silinder yang lebih baik. Lengan ujung dipasang segaris lengan badan.
- c. Konfigurasi cartesian : strukturnya dibuat agar robot dapat bergerak sesuai dengan koordinat cartesian tertentu.
- d. Konfigurasi sendi-lengan : strukturnya terdiri dari badan robot yang dapat berputar ke kiri dan ke kanan, sendi yang terhubung dengan lengan dan pada ujung lengan dipasang pergelangan yang juga dapat berputar ke kiri dan kanan.

Berbagai jenis gerakan *manipulator robot* yang terdiri dari berbagai konfigurasi tersebut termasuk ke dalam jenis gerak robot *holonomic*.



Gambar 2.3. Bentuk – bentuk konfigurasi manipulator robot

(a) konfigurasi polar (b) konfigurasi silinder

(c) konfigurasi cartesian (d) konfigurasi sendi lengan

Sumber : Robotika : Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan. Penerbit Andi Yogyakarta

### 2.3. Sensor

Sensor adalah alat untuk mengukur kondisi fisik tertentu untuk kemudian menjadi sinyal yang dapat dibaca oleh sistem pada robot. Terdapat beberapa

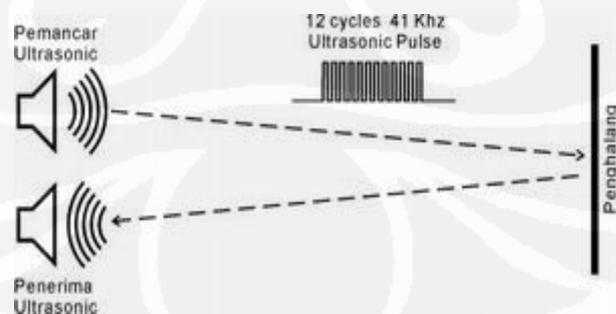
klasifikasi sensor berdasarkan tipe output yang dihasilkan yaitu sensor biner yang menghasilkan output 1 (on) atau 0 (off) saja, sensor analog yang outputnya adalah berbentuk analog dan sensor yang outputnya menghasilkan pulsa seperti *gyroscope*.

Pada perancangan robot beroda, sebagai parameter untuk menentukan gerakan perpindahan robot selanjutnya adalah deteksi terhadap objek penghalang yang terdapat di sekitar robot. Sehingga sensor yang digunakan adalah jenis sensor biner, dimana sensor akan memberikan logika tertentu kepada prosesor pengontrol yaitu memberikan logika 1 (satu) dalam kondisi tidak terdeteksi adanya penghalang dan logika 0 (nol) jika dideteksi terdapat objek penghalang.

### 2.3.1 Sensor Ultrasonik

Gelombang ultrasonik adalah gelombang longitudinal dengan frekuensi diatas 20 KHz yang dapat merambat dalam medium padat, cair dan gas. Sensor ultrasonik adalah sensor yang memancarkan gelombang ultrasonik yang bekerja dengan prinsip pemantulan gelombang suara.

Sensor ini akan memancarkan gelombang ultrasonik dan menangkapnya kembali dengan perbedaan waktu sebagai dasar pengindraanya. Perbandingan waktu antara gelombang ultrasonik yang dipancarkan dan yang diterima kembali adalah berbanding lurus dengan jarak sensor dengan objek yang memantulkannya. Untuk dapat melakukan fungsinya tersebut, sensor ultrasonik harus memancarkan gelombang ultrasonik sebesar 40 KHz.



Gambar 2.4. Prinsip kerja sensor ultrasonik

Dengan menggunakan sensor tersebut, robot beroda dapat melakukan deteksi objek penghalang yang ada disekitarnya sehingga dapat melakukan gerakan menghindar menjauhi objek.

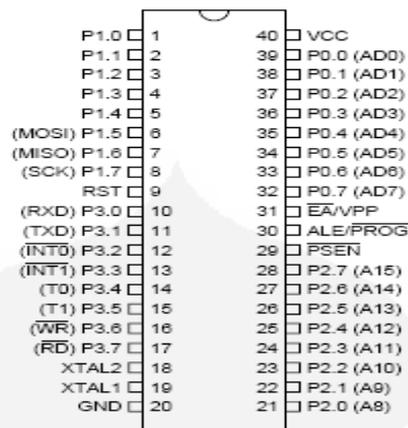
#### 2.4. Mikrokontroler AT89S51

Mikrokontroler AT89S51 adalah mikrokontroler yang memiliki daya rendah, performansi yang tinggi dan merupakan jenis IC CMOS 8 bit *microcomputer* dengan 4K *bytes Flash* memori (PEROM). Pada *chip Flash* program memori diperkenankan untuk kembali di program ulang didalam sistem yang telah diprogram.

Tipe mikrokontroler AT89S51 buatan Atmel memiliki karakteristik berikut :

- 4K *bytes Flash* memori
- Daya tahan : 1000 kali tulis/hapus
- 128 *bytes* RAM
- 4 buah 8 bit *I/O (input/output)* port
- 2 buah 16 bit timer
- Antarmuka (*interface*) komunikasi serial
- 64K pengalamatan code (program) memori
- 64K pengalamatan data memori
- Prosesor Boolean (satu bit-satu bit)
- 210 lokasi *bit-adresseble*
- 4 bus operasi pengalihan/pembagian

Dalam konfigurasinya AT89S51 memiliki empat buah port yaitu port 0,1,2 dan 3 yang memiliki kegunaan sebagai *dual purpose port* yaitu dapat digunakan sebagai masukan atau keluaran (*Port I/O*). Dan seperti halnya IC terprogram lainnya AT89S51 memiliki memori yang dibedakan menjadi memori program yaitu PEROM yang dapat diprogram ulang dan memori data (RAM) yang berfungsi melakukan penyimpanan data, melakukan eksekusi maupun hasil eksekusi yang dapat diakses secara langsung melalui mode pengalamatan secara langsung maupun tidak langsung pada program.



Gambar 2.5. Konfigurasi pin Mikrokontroler AT89S51

Sumber : <http://www.keil.com>

## 2.5. Antarmuka Serial

Mikrokontroler AT89S51 dapat melakukan pengiriman dan penerimaan data secara serial. Penerimaan dan pengiriman data port serial tersebut adalah dengan melalui port 3.0 (RXD) dan port 3.1 (TXD).

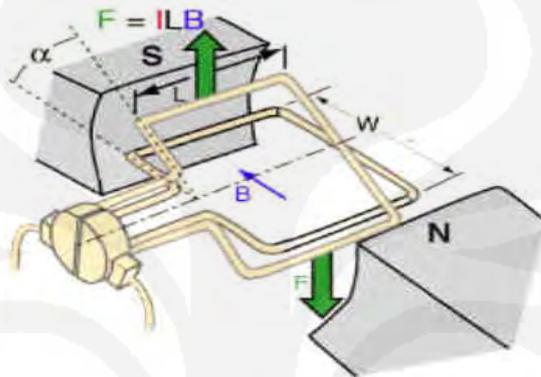
Port serial tersebut dapat digunakan dalam 4 mode kerja yang berbeda, pemilihan mode ini ditentukan dengan mengatur bit-bit dalam register kontrol dan status untuk port serial yang disebut *SCON (Serial Port Control Register)*. Pengaturan komunikasi serial pada *SCON* ini dilakukan bersamaan dengan pengaturan register Timer dan pengaturan *baud rate* (kecepatan pengiriman data).

Untuk mode 0 data dikirim/diterima 8 bit sekaligus dengan kecepatan pengiriman/ penerimaan data adalah 1/12 dari frekuensi kristal yang digunakan. Untuk mode 1 data dikirim/diterima 10 bit sekaligus, yaitu 8 bit data, 1 bit start dan 1 bit stop dan kecepatan pengiriman/penerimaan data dapat diatur sesuai dengan keperluan. Untuk mode 2 data dikirim/diterima 11 bit sekaligus dengan kecepatan pengiriman/penerimaan data 1/32 atau 1/64 dari frekuensi kristal yang digunakan. Untuk mode 3 perlakuan pengiriman/penerimaan data sama dengan mode 2 namun kecepatan pengiriman/penerimaan datanya dapat diatur sesuai dengan keperluan.

Sedangkan pada komputer, komunikasi serial ini ditunjukkan melalui program *hyperterminal*. Pada layar komputer akan ditampilkan nilai jarak robot terhadap objek penghalang apabila ditemukan ada penghalang pada bagian depan, kanan atau kiri robot saat robot sedang bergerak.

## 2.6. Motor DC

Motor DC adalah suatu mesin listrik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (putar). Arus searah dialirkan pada kumparan medan (stator) dan kumparan jangkar (rotor). Pada kumparan, arus searah dialirkan untuk membangkitkan fluks magnet. Bagian yang berputar sebagai jangkar, bagian yang diam sebagai stator yang berisi lilitan medan seri dan parallel.



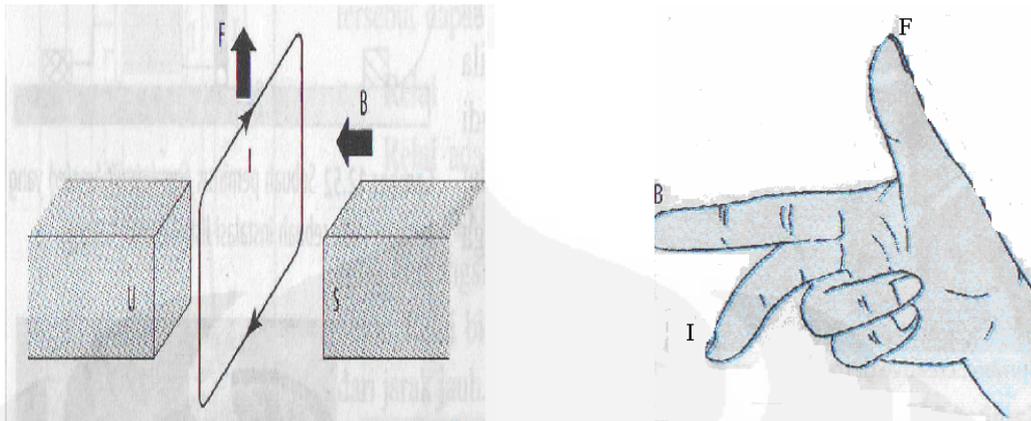
Gambar 2.6. Struktur motor DC

Sumber : [http://www.ncert.nic.in/html/learning\\_basket/electricity/machines/motor.1.jpg](http://www.ncert.nic.in/html/learning_basket/electricity/machines/motor.1.jpg)

Prinsip kerja motor dc adalah pada saat arus mengalir melalui kawat penghantar pada rotor yang berada dalam medan magnet yang homogen yang akan menimbulkan gaya Lorentz yang timbul pada setiap sisi yang tegak lurus terhadap medan magnet. Arah putaran motor DC magnet permanen ditentukan oleh arah arus yang mengalir pada penghantar.

Arah gaya Lorentz yang terjadi ditentukan dengan kaidah tangan kiri:

1. Ibu jari menunjukkan arah gaya
2. Jari telunjuk menunjukkan arah medan (dari kutub utara ke kutub selatan)
3. Jari tengah menunjukkan arah tegangan atau arus



Gambar 2.7. Arah gaya Lorentz dengan kaidah tangan kiri

Sumber : <http://fat.net76.net/Fisika/GayaLorentz/materi2.html>

Karena gaya Lorentz ( $F$ ), arus listrik ( $I$ ) dan medan magnet ( $B$ ) adalah besaran vektor maka peninjauan secara matematik besar dan arah gaya Lorentz ini adalah hasil perkalian vector (cross-product) dari  $I$  dan  $B$ .

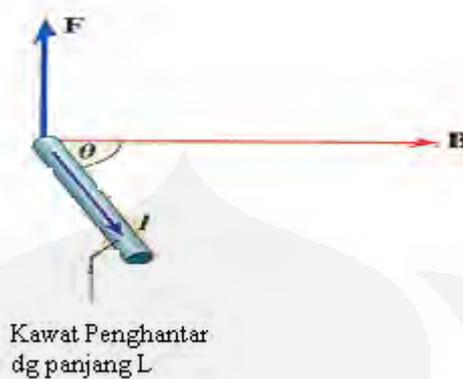
$$\mathbf{F} = \mathbf{I} \times \mathbf{B}$$

Dan besarnya gaya Lorentz untuk kawat penghantar pada setiap satuan panjang  $L$  adalah :

$$|F| = B.I.L \sin \theta \quad (2.1)$$

Dengan :

- $F$  = Gaya Lorentz (Newton)
- $B$  = Kuat medan magnet (Weber/m<sup>2</sup> atau Tesla)
- $I$  = Arus listrik (Ampere)
- $L$  = Panjang kawat penghantar (Meter)
- $\sin \theta$  = Sudut antara arah arus dan medan magnet (°)



Gambar 2.8. Arah gaya Lorentz pada kawat penghantar sepanjang L  
Sumber : <http://fat.net76.net/Fisika/GayaLorentz/materi2.html>

Pada saat motor berputar, maka akan terjadi gaya gerak listrik (ggl) pada penghantar yang ada dalam jangkar. Ggl yang timbul ini dikarenakan kawat yang berputar dalam medan magnet menyebabkan perubahan fluks magnetik yang dinyatakan dengan rumus :

$$\Phi = B A \cos \theta \quad (2.2)$$

Dengan :

- $\Phi$  = fluks magnetik yang melalui suatu bidang
- $B$  = komponen medan magnet yang tegak lurus bidang
- $A$  = luas bidang yang dilalui medan magnetis
- $\cos \theta$  = sudut antara arah medan magnet dan normal bidang

Oleh karena adanya perubahan magnet, berdasarkan hukum Faraday akan timbul ggl imbas yang berbanding lurus dengan cepat perubahan fluks magnetis yang melalui kawat penghantar tersebut. Besar ggl imbas ditentukan dengan rumus :

$$\varepsilon = - N d\Phi/dt \quad (2.3)$$

Dengan :

- $N$  = jumlah lilitan kawat
- $d\Phi$  = perubahan fluks magnetis terhadap waktu

Tanda minus yang dinyatakan dalam hukum Faraday sesuai dengan hukum Lenz yaitu : ggl imbas yang timbul akan menyebabkan arus induksi yang melawan penyebab timbulnya ggl imbas itu sendiri.

Untuk dapat menggerakkan Motor DC tersebut dibutuhkan *driver* motor yang berfungsi untuk mengatur arah putaran motor atau membalik putaran dari motor.

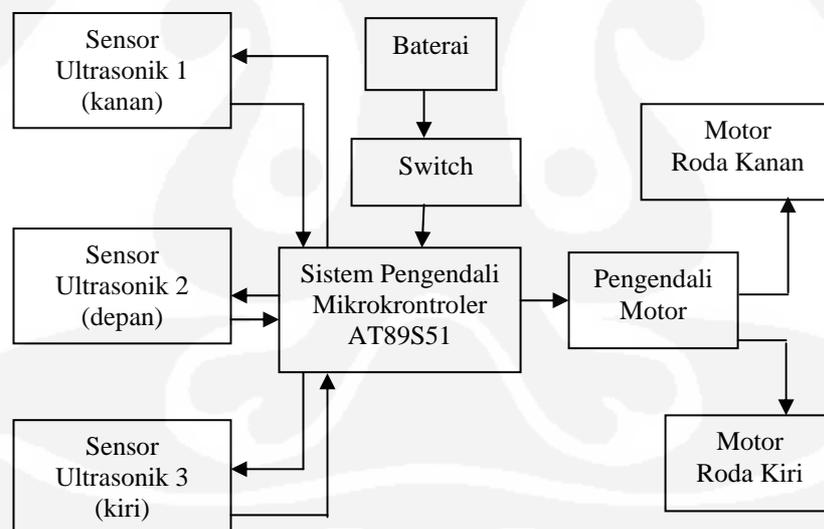


### BAB III PERANCANGAN SISTEM

Berdasarkan berbagai permasalahan yang telah disebutkan dalam bab sebelumnya, maka dibuat suatu perancangan sistem dari robot beroda yang mampu menghindari halangan di sekitarnya yang terdiri dari tiga bagian utama yaitu :

1. Input berupa sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi kondisi di sekitar robot apakah terdapat objek penghalang atau tidak yang juga akan menjadi umpan balik sistem.
2. Pengendali dari keseluruhan sistem berupa mikrokontroler AT89S51 yang diprogram sesuai dengan informasi masukan untuk diolah dan kemudian mengambil keputusan pergerakan aktuator.
3. Aktuator dan pengendali aktuator yang merupakan alat gerak robot beroda yaitu dengan menggunakan motor DC.

Perancangan sistem tersebut digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1. Diagram blok sistem

Sistem rancang bangun robot beroda secara umum terdiri dari 2 (dua) bagian yaitu :

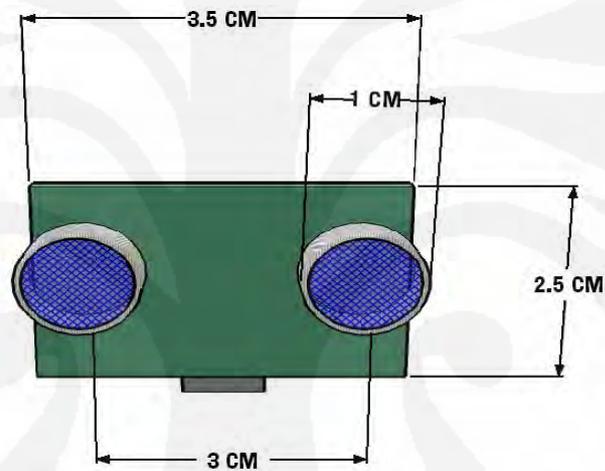
1. Perancangan perangkat keras
2. Perancangan perangkat lunak

### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Perancangan perangkat keras untuk rancang bangun robot beroda adalah dengan membuat rangkaian masing – masing dari bagian sistem dan rancangan konstruksi fisik.

#### 3.1.1 Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik terdiri dari pemancar dan penerima. Pemancar dan penerima dirancang diletakkan pada posisi sejajar dengan jarak 3 cm. Rangkaian sensor ultrasonik dirancang untuk dapat mendeteksi sebuah objek penghalang hingga 10 cm dari robot dengan sudut pancar sebesar  $50^\circ$  [3].

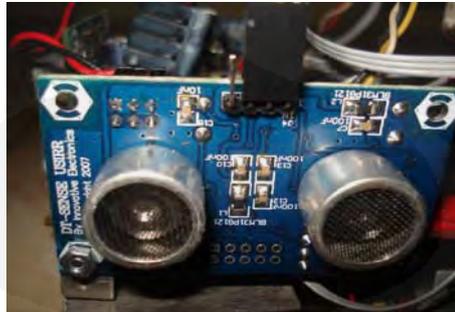


Gambar 3.2. Perancangan pemancar dan penerima yang diletakkan sejajar

Sensor ultrasonik ini diletakkan pada bagian sisi kiri, sisi depan dan sisi kanan badan robot untuk mendeteksi penghalang yang berada pada bagian depan, kanan dan kiri robot pada saat robot sedang bergerak. Sensor terhubung dengan port 2.0, port 2.2 dan port 2.4 rangkaian pengendali AT89S51. Sensor akan memberikan logika tertentu ke *input* pengendali yaitu apabila sensor mendeteksi adanya halangan di bagian depan, kanan atau kiri robot pada hingga jarak 10 cm, maka robot akan memberikan logika 0 (nol) ke pengendali, tetapi jika tidak terdeteksi adanya halangan di bagian depan, kanan atau kiri robot maka logika 1 (satu) diberikan ke pengendali.

Sensor ultrasonik yang digunakan adalah paket modul sensor DT Sense USIRR, untuk mengaktifkan sensor diberikan pulsa *low* selama 20  $\mu$ s melalui

program mikrokontroler AT89S51. Realisasi dari sensor ultrasonik tersebut ditunjukkan pada gambar 3.3 berikut :



Gambar 3.3. Sensor ultrasonik DT-Sense USIRR

### 3.1.2 Perancangan Pengendali Motor DC

Perancangan pengendali motor DC terdiri dari rangkaian sistem penggerak dan penyangga tiga kondisi.

Motor DC dapat bekerja saat diberi tegangan, pada perancangan robot beroda tegangan yang didapatkan oleh motor DC berasal dari sinyal yang berupa logika yang dihasilkan oleh mikrokontroler AT89S51 yang diberikan ke pengendali motor.

Rangkaian sistem penggerak motor DC adalah dengan menghubungkan mikrokontroler dengan rangkaian *H-bridge* agar motor DC dapat bergerak ke dua arah yang berlawanan. Motor DC ini dihubungkan langsung ke roda penggerak.

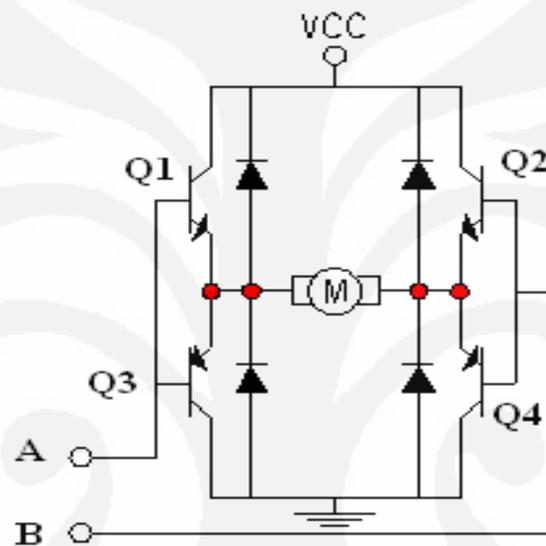
Prinsip dasar dari *H-bridge* adalah dengan menghubungkan motor dengan empat *switch*. *H-bridge* sederhana dibuat dengan menggunakan dua buah transistor NPN dan dua buah transistor PNP sebagai *switch*. Dengan mengubah keadaan dari empat *switch* tersebut didapatkan aliran arus ke motor yang berbeda arah, sehingga akan membuat motor berputar searah jarum jam atau sebaliknya.

Seperti diperlihatkan pada gambar 3.4 aliran arus pada rangkaian *H-Bridge* adalah sebagai berikut :

1. Apabila diberikan logika *Low* (0) atau sama dengan diberikan tegangan dengan nilai 0 Volt pada titik A dan diberikan logika *High* (1) atau sama dengan diberikan tegangan dengan nilai 5 Volt pada titik B maka transistor Q2

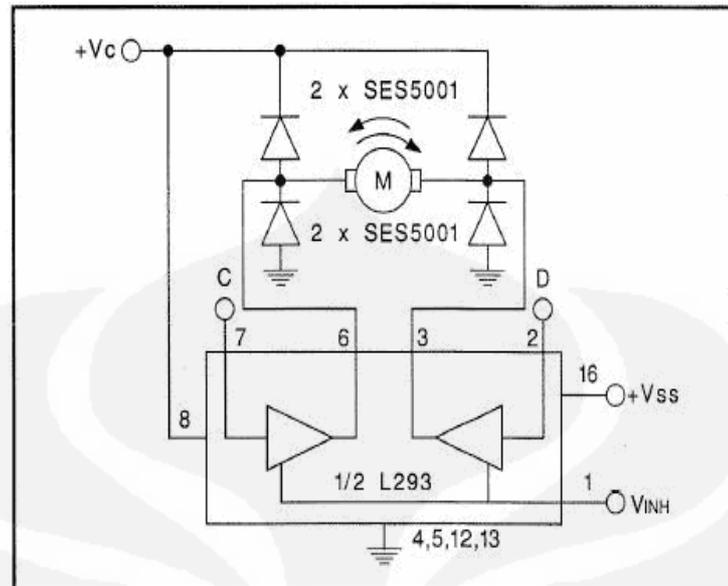
dan Q3 akan bekerja sehingga motor listrik akan dialiri arus dengan arah ke kanan.

- Sebaliknya apabila diberikan logika *Low* (0) atau sama dengan diberikan tegangan dengan nilai 0 Volt pada titik B dan diberikan logika *High* (1) atau sama dengan diberikan tegangan dengan nilai 5 Volt pada titik A maka transistor Q1 dan Q4 akan bekerja, maka motor listrik akan dialiri arus ke kiri. Dengan demikian maka arah putaran motor juga akan berlawanan arah dengan sebelumnya.



Gambar 3.4. Rangkaian *H bridge* transistor

Untuk memudahkan perancangan, rangkaian *H bridge* dengan transistor ini digantikan fungsinya oleh IC L293D yang bekerja dengan prinsip dasar yang sama. IC L293D adalah rangkaian terintegrasi yang merupakan *dual full bridge driver* yang dapat digunakan untuk mengendalikan beban induktif salah satunya adalah pengendalian motor DC.



Gambar 3.5. Diagram blok dalam IC L293D sebagai fungsi *H-bridge*

Sumber : <http://www.datasheetcatalog.com>

Tabel 3.1. Tabel kebenaran IC L293 D

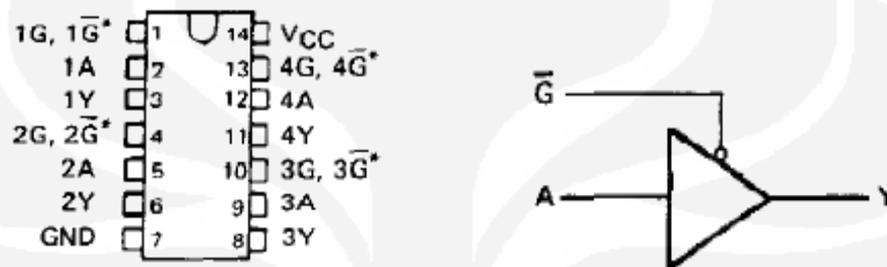
Sumber : Data sheet book IC linear, TTL dan CMOS. PT. Elex Media Komputindo

Enable	In1	In2	Gerak Putar Motor
1	1	0	Putar searah jarum jam (CW)
1	0	1	Putar berlawanan arah jarum jam (CCW)
1	=	=	Berhenti berputar (melakukan rem)
0	X	X	Hi-Z (berhenti berputar, dalam keadaan bebas)

Berdasarkan tabel 3.1 yang merupakan tabel kebenaran IC L293D, agar dapat berfungsi sebagai driver motor *input enable* pada IC L293D diberi input logika 1 (satu). Dan untuk mendapatkan *output* yang dapat sesuai dengan arah putaran motor yang diinginkan setiap *input* yang berjumlah dua buah diberi nilai logika tertentu sesuai dengan tabel kebenaran IC L293D. Jika nilai logika *input1* adalah "1" dan nilai logika *input2* adalah "0" maka motor akan berputar searah jarum jam, sedangkan jika nilai logika *input1* adalah "0" dan nilai logika *input2* adalah "1" motor akan berputar berlawanan arah jarum jam. Jika nilai logika kedua *input* sama, maka motor akan berhenti berputar (motor yang semula berputar direm).

Jika *input enable* pada IC L293D diberi logika 0 bagaimanapun kondisi pada kedua *input* yang diberikan kondisi *outputnya* akan menjadi Hi-Z yang menyebabkan motor berhenti berputar (roda motor dalam keadaan bebas).

Sedangkan untuk IC 74LS125 logika dari mikrokontroler AT89S51 diberikan ke IC 74LS125 melalui port 1.0 sampai dengan port 1.7, kemudian logika *output* IC 74LS125 diberikan ke 4 *input* IC L293D untuk pengendalian gerak putar motor.



Gambar 3.6. Penyangga tiga keadaan IC74LS125

Sumber : [http:// www. DatasheetCatalog.com](http://www.DatasheetCatalog.com)

IC 74LS125 adalah IC penyangga tiga keadaan yang dibutuhkan untuk dihubungkan antara pengendali motor dengan mikrokontroler AT89S51 karena pada mikrokontroler AT89S51 port I/O yang berfungsi sebagai masukan atau keluaran juga berfungsi sebagai bus data. Agar bus data dapat bekerja dengan benar maka setiap piranti yang terhubung dengan mikroprocessor tersebut harus diisolasi dengan menggunakan penyangga tiga kondisi (*three state buffer*)[4].

Penyangga tiga keadaan tersebut bekerja sesuai dengan tabel kebenaran 3.2. berikut :

Tabel 3.2 Tabel kebenaran IC 74LS125

Sumber : Data sheet book IC linear, TTL dan CMOS. PT. Elex Media Komputindo

G (Control)	A (input)	Y (output)
0	1	1
0	0	0
1	0	Hi-Z
1	1	Hi-Z

Dari tabel 3.2 dapat diketahui bahwa IC 74LS125 hanya akan berfungsi saat logika 0 (nol) selalu diberikan pada *input* kontrol (G). Nilai logika *output* (Y) akan sama dengan logika *input* (A) yang diberikan.

Untuk mendapatkan arah putar motor yang diinginkan diberikan logika *output* dari mikrokontroler AT89S51 pada port 1.0 sampai 1.7 ke *input* IC 74LS125, yang kemudian menghasilkan logika *output* sesuai tabel kebenaran IC 74LS125 seperti yang tercantum pada tabel 3.2. Logika *output* dari IC 74LS125 ini menjadi logika *input* untuk IC L293D sehingga menghasilkan logika *output* sesuai tabel kebenaran IC L293D seperti yang tercantum pada tabel 3.1.

Tabel 3.3. Logika untuk arah putaran motor dan gerak robot

1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	Arah Putaran motor		Gerak Robot
								Motor Kiri	Motor Kanan	
0	0	1	0	0	0	1	0	CCW	CW	Maju
1	0	0	0	1	0	0	0	CW	CCW	Mundur
1	0	0	0	0	0	1	0	CCW	Berhenti	Belok Kanan
0	0	1	0	1	0	0	0	Berhenti	CW	Belok kiri
1	0	1	0	0	0	0	0	Berhenti	Berhenti	Berhenti

Nilai logika yang diberikan untuk gerakan robot ditunjukkan pada tabel 3.3. dengan penjelasan sebagai berikut :

Agar robot beroda dapat bergerak maju, dibutuhkan kombinasi arah putar motor searah jarum jam untuk motor kanan dan berlawanan arah jarum jam motor kiri, dengan nilai logika yang diberikan adalah :

1. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.1 dan 1.0 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input1* pada IC L293D.
2. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.3 dan 1.2 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" yang kemudian menjadi logika *input2* pada IC L293D.
3. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 1 dan 2 diatas maka didapatkan nilai logika *input2* dan *input1* untuk IC L293D adalah "0" dan "1" yang menghasilkan arah putar motor searah jarum jam untuk motor kanan.

4. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.5 dan 1.4 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input3* pada IC L293D.
5. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.7 dan 1.6 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" yang kemudian menjadi logika *input4* pada IC L293D.
6. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 4 dan 5 diatas maka didapatkan nilai logika *input4* dan *input3* untuk IC L293D adalah "0" dan "1" yang menghasilkan arah putar motor berlawanan arah jarum jam untuk motor kiri.

Untuk dapat membuat robot bergerak mundur, maka dibutuhkan kombinasi arah putar motor berlawanan arah jarum jam pada motor kanan dan searah jarum jam pada motor kiri, dengan nilai logika yang diberikan adalah :

1. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.1 dan 1.0 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input1* pada IC L293D.
2. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.3 dan 1.2 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" yang kemudian menjadi logika *input2* pada IC L293D.
3. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 8 dan 9 diatas maka didapatkan nilai logika *input2* dan *input1* untuk IC L293D adalah "1" dan "0" yang menghasilkan arah putar motor berlawanan arah jarum jam untuk motor kanan.
4. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.5 dan 1.4 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input3* pada IC L293D.
5. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.7 dan 1.6 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" yang kemudian menjadi logika *input4* pada IC L293D.
6. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 11 dan 12 diatas maka didapatkan nilai logika *input4* dan *input3* untuk IC L293D adalah "1" dan "0" yang menghasilkan arah putar motor searah jarum jam untuk motor kiri.

Sedangkan kombinasi berhenti bergerak untuk motor kanan dan arah putar motor berlawanan arah jarum jam pada motor kiri menyebabkan robot bergerak belok ke arah kanan, untuk itu maka diberikan logika berikut :

1. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.1 dan 1.0 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input1* pada IC L293D
2. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.3 dan 1.2 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input2* pada IC L293D.
3. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 15 dan 16 diatas maka didapatkan nilai logika *input2* dan *input1* untuk IC L293D adalah "1" dan "0" yang menghasilkan putaran motor berhenti untuk motor kanan.
4. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.5 dan 1.4 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input3* pada IC L293D.
5. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.7 dan 1.6 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input4* pada IC L293D
6. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 18 dan 19 diatas maka didapatkan nilai logika *input4* dan *input3* untuk IC L293D adalah "1" dan "0" yang menghasilkan arah putar motor berlawanan arah jarum jam untuk motor kiri.

Kombinasi arah putar motor searah jarum jam pada motor kanan dan berhenti berputar pada motor kiri menyebabkan robot bergerak belok ke arah kiri, untuk itu diberikan logika berikut :

1. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.1 dan 1.0 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input1* pada IC L293D

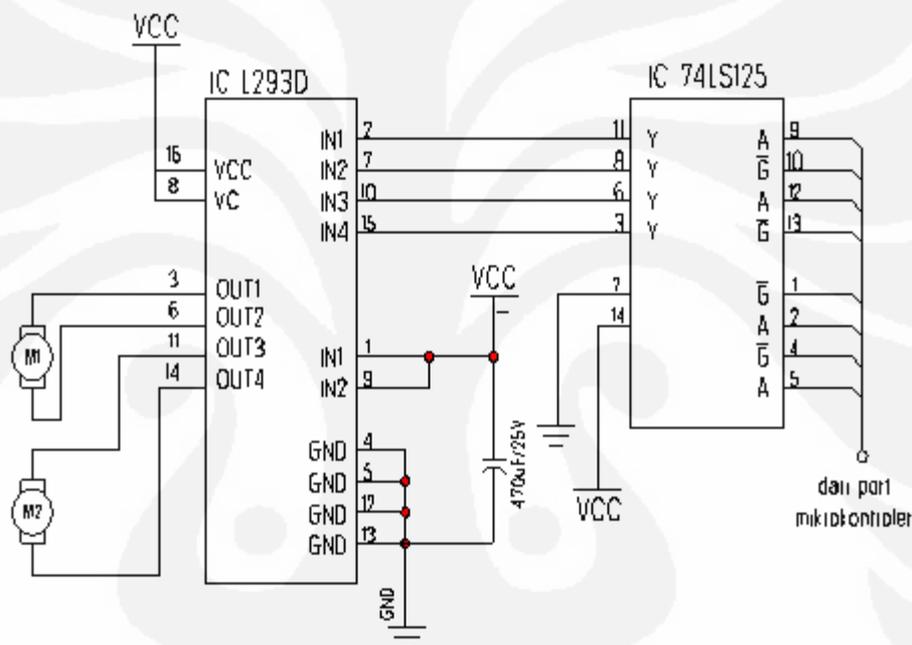
2. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.3 dan 1.2 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input2* pada IC L293D
3. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 22 dan 23 diatas maka didapatkan nilai logika *input2* dan *input1* untuk IC L293D adalah "1" dan "0" yang menghasilkan arah putar motor searah jarum jam untuk motor kanan.
4. Logika "1" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.5 dan 1.4 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "1" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input3* pada IC L293D
5. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.7 dan 1.6 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input4* pada IC L293D
6. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 25 dan 26 diatas maka didapatkan nilai logika *input4* dan *input3* untuk IC L293D adalah "0" dan "1" yang menyebabkan berhenti berputar untuk motor kiri.

Sedangkan untuk beberapa nilai logika berikut menyebabkan motor kanan dan motor kiri berhenti berputar sehingga menyebabkan robot berhenti bergerak.

1. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.1 dan 1.0 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input1* pada IC L293D
2. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.3 dan 1.2 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input2* pada IC L293D
3. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 29 dan 30 diatas maka didapatkan nilai logika *input2* dan *input1* untuk IC L293D adalah "0" dan "0" yang menghasilkan motor kanan berhenti berputar.
4. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.5 dan 1.4 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input3* pada IC L293D

5. Logika "0" dan "0" yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 melalui port 1.7 dan 1.6 pada *input* IC 74LS125 menghasilkan logika *output* "0" pada IC 74LS125 yang kemudian menjadi logika *input4* pada IC L293D
6. Dari nilai logika yang disebutkan pada nomor 29 dan 30 diatas maka didapatkan nilai logika *input4* dan *input3* untuk IC L293D adalah "0" dan "0" yang menghasilkan motor kiri berhenti berputar.

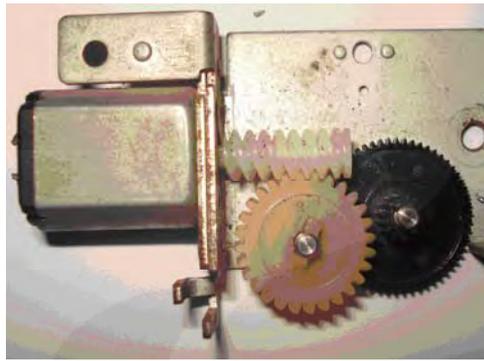
Perancangan rangkaian pengendalian motor dengan menggunakan IC 74LS125 dan IC L293D ditunjukkan oleh gambar 3.7 berikut :



Gambar 3.7. Rangkaian pengendali motor dc

Agar robot dapat bergerak sesuai dengan program, maka perlu dirancang pula sistem mekanik yang presisi untuk menghubungkan motor dengan roda. Pada perancangan ini digunakan dua buah roda bebas pada bagian depan dan dua buah roda diferensial pada bagian belakang yang terhubung dengan motor dan susunan mekanik penggerak.

Susunan mekanik penggerak roda diferensial menggunakan *worm gear* yang terhubung dengan poros motor dan dihubungkan dengan dua buah *gear* lainnya yang terhubung dengan *gear* pada roda.



(a)



(b)



(c)

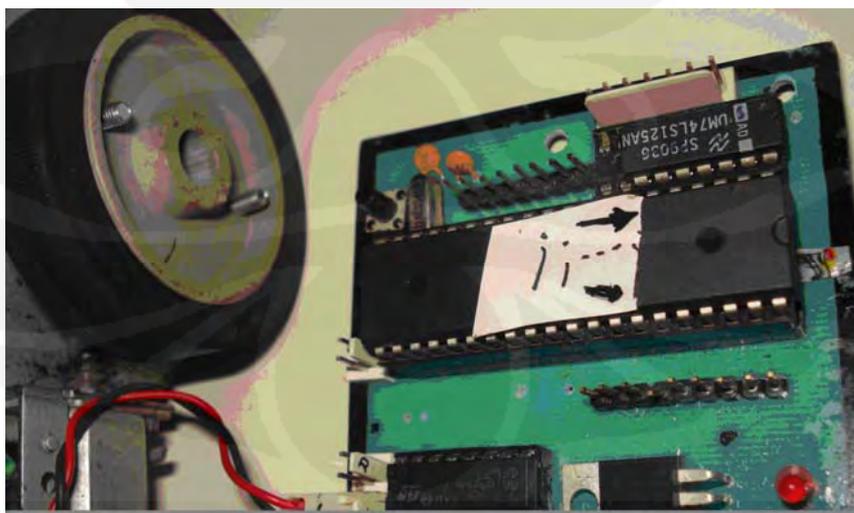


(d)

Gambar 3.8. Mekanik roda

- (a) *worm gear* pada poros motor dan dua *gear* penghubung  
 (b) *gear* pada roda (c) hasil penggabungan mekanik roda (d) roda bebas

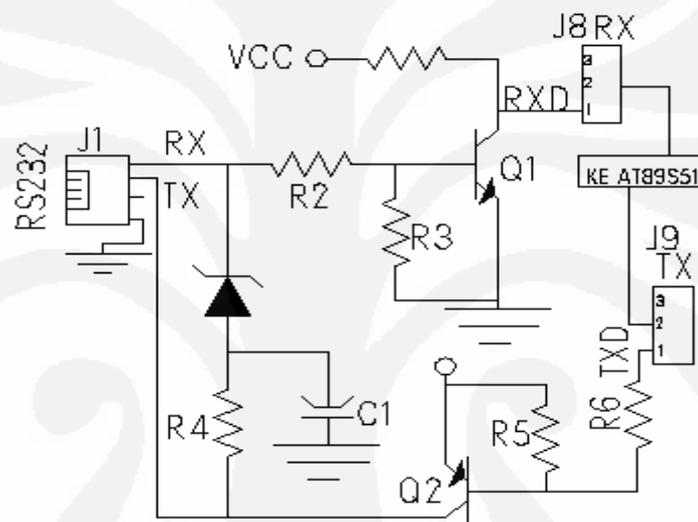
Seluruh rancangan untuk pengendalian roda penggerak tersebut kemudian digabungkan menjadi satu, seperti ditunjukkan pada gambar 3.9.



Gambar 3.9. Realisasi rangkaian pengendali mikrokontroler AT89S51 terhubung dengan rangkaian pengendali motor ICL293D dan IC 74LS125 dan mekanik roda

### 3.1.3 Rangkaian Antarmuka Serial

Komunikasi serial yang dibuat adalah dengan menggunakan dua buah transistor yang masing – masing terhubung dengan kaki penerima/pengirim data mikrokontroler AT89S1 yaitu port 3.0 (RXD) dan 3.1 (TXD) yang juga kemudian dihubungkan dengan jalur komunikasi serial COM port computer melalui *jack* RJ11. Pada perancangannya, rangkaian komunikasi serial ini terintegrasi dengan sistem minimum mikrokontroler. Rangkaian dan realisasinya untuk sistem komunikasi serial ditunjukkan oleh gambar 3.10 berikut :



(a)



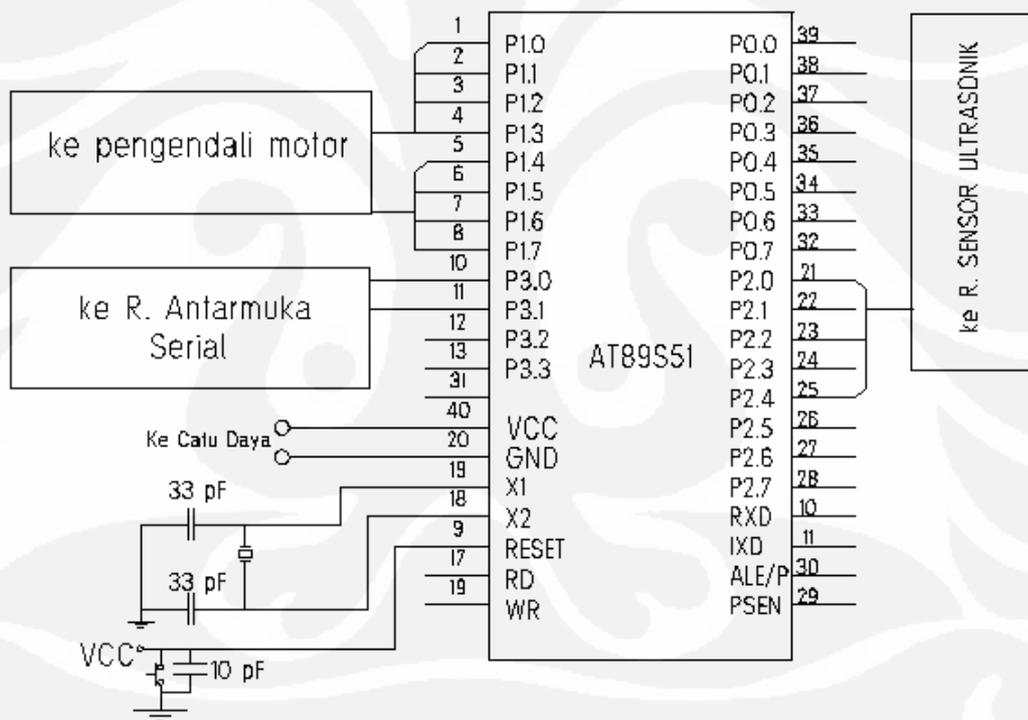
(b)

Gambar 3.10. Sistem komunikasi serial  
(a) Gambar rangkaian (b) Realisasi rangkaian

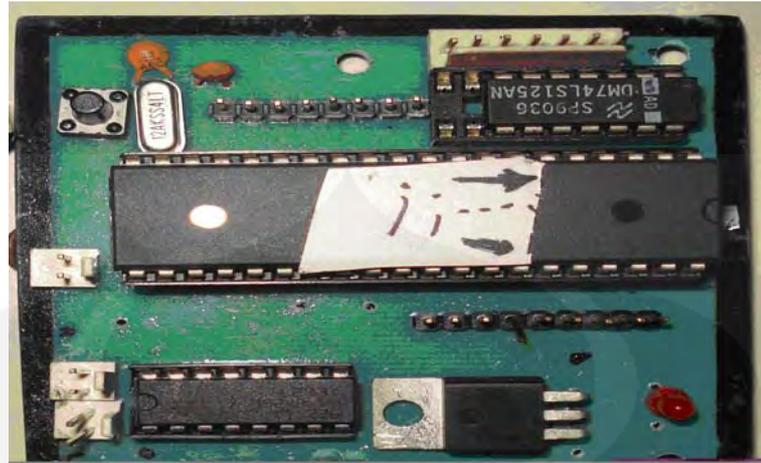
### 3.1.4 Rangkaian Sistem Minimum AT89S51

Agar dapat melaksanakan fungsinya sebagai pengendali maka mikrokontroler AT89S51 dibuat dalam suatu rangkaian tertentu yang disebut dengan sistem minimum mikrokontroler AT89S51 seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.12. Rangkaian sistem minimum tersebut terdiri dari :

1. Rangkaian osilator kristal 12 MHz melalui kapasitor 30 pF pada kaki 18 (XTAL1) dan kaki 19 (XTAL2) yang memacu frekuensi sebesar 12 MHz pada mikrokontroler, sehingga setiap 1 instruksi dalam program dilaksanakan dalam waktu 1  $\mu$ s.
2. Rangkaian reset yang terhubung dengan kaki 9 mikrokontroler, resistor 10 k $\Omega$  ke ground dan kapasitor 10  $\mu$ F ke Vcc.



(a)



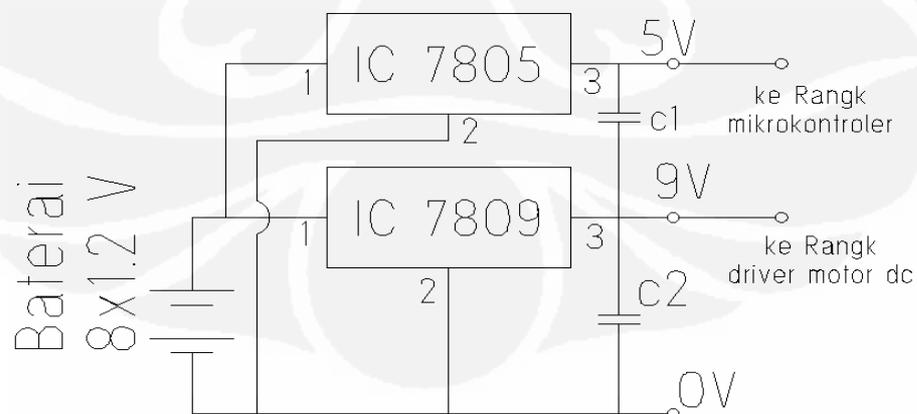
(b)

Gambar 3.11 Sistem minimum mikrokontroler AT89S51  
(a) Gambar Rangkaian (b) Realisasi rangkaian

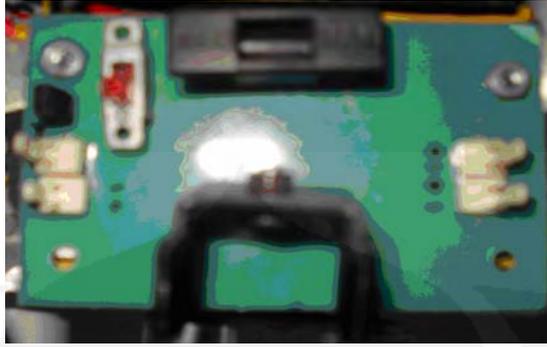
### 3.1.5 Rangkaian Catu Daya (Baterai)

Baterai merupakan sumber daya untuk seluruh rangkaian pada robot beroda penghindar halangan, baterai yang digunakan adalah baterai berukuran AAA dengan tegangan kerja 1,2 V dengan arus kerja 700mA. Baterai tersebut disusun secara seri sebanyak 8 buah, sehingga didapatkan sumber daya sebesar 9,6 V.

Sumber daya ini kemudian dibagi menjadi dua bagian dengan menggunakan IC regulator tiga terminal yaitu IC LM7809 untuk mendapatkan sumber daya sebesar 9 V yang digunakan untuk rangkaian pengendali motor dc. IC LM7805 untuk mendapatkan sumber daya sebesar 5 V yang digunakan untuk rangkaian sistem minimum mikrokontroler serta rangkaian pengendali motor.



(a)



(b)

Gambar 3.12 catu daya (baterai)  
 (a) Gambar rangkaian (b) Realisasi rangkaian

### 3.1.6 Konstruksi Fisik Robot

Konstruksi fisik robot beroda penghindar halangan menjadi dasar tumpuan dari rangkaian elektronik dan *softwarena*. Konstruksi utama robot adalah bagian bawah robot yang dibuat dengan menggunakan plat alumunium. Yang terdiri dari beberapa bagian berikut :

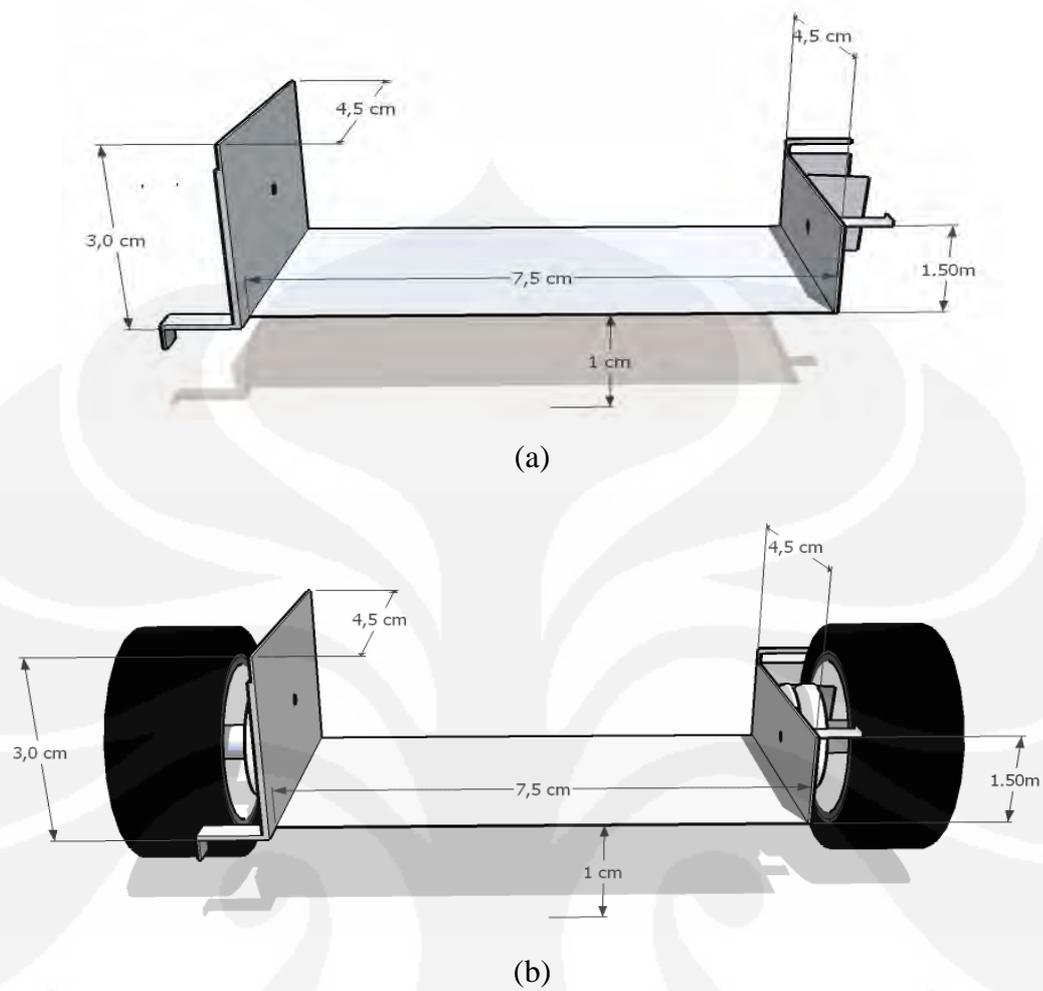
#### 1. Bagian konstruksi roda diferensial belakang.

Konstruksi roda diferensial dibuat dengan menggunakan plat berukuran 7,5 cm x 4,5 cm, pada bagian kanan dan kirinya ditekuk dengan tinggi yang berbeda yang berfungsi sebagai penyangga mekanik roda kanan dan roda kiri, dimana ukurannya disesuaikan dengan kebutuhan penempatan mekanik roda. Jarak antara roda dengan lantai dirancang 1 cm.

Penyangga bagian kiri roda berukuran tinggi 3 cm dan lebar 4,5 cm. Lubang untuk tempat mur dan baut sebagai penghubung antara penyangga dan mekanik roda diletakkan dengan ukuran 0,5 cm dari tepi atas dan 2,25 cm dari tepi pinggir.

Penyangga bagian kanan roda berukuran tinggi 1,5 cm dan lebar 4,5 cm. Lubang untuk tempat mur dan baut sebagai penghubung antara penyangga dan mekanik roda diletakkan dengan ukuran 0,5 cm dari tepi bawah dan 2,25 cm dari tepi pinggir.

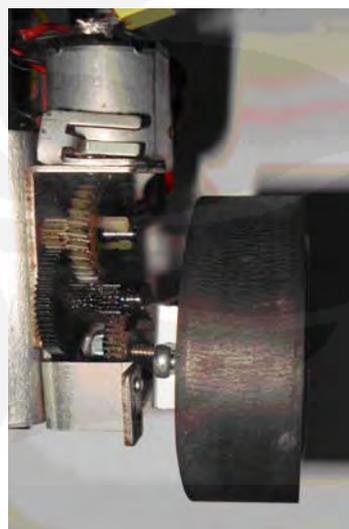
Perancangan dan realisasi untuk konstruksi roda diferensial belakang ditunjukkan pada gambar 3.13 dan 3.14 berikut :



Gambar 3.13. Perancangan penyangga roda diferensial belakang  
 (a) Perancangan plat alumunium penyangga roda  
 (b) Perancangan plat alumunium untuk dibaut dengan mekanik roda



(a)



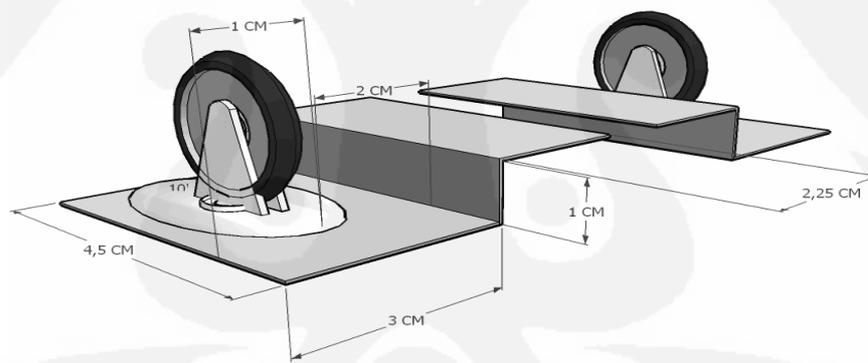
(b)



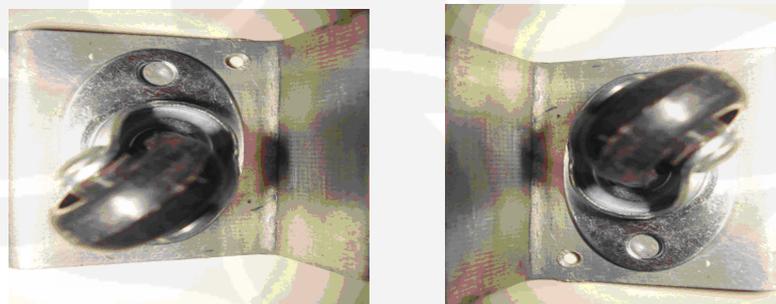
Gambar 3.14. Realisasi perancangan penyangga roda diferensial belakang  
 (a) Mekanik roda kiri (b) mekanik roda kanan  
 (c) Plat alumunium penyangga mekanik roda (d) Realisasi keseluruhan

## 2. Bagian konstruksi roda bebas kanan dan kiri.

Konstruksi untuk roda bebas bagian kanan dan kiri dibuat dengan dimensi yang ditunjukkan pada gambar 3.15. Penyangga roda bebas ini diletakkan pada bagian depan badan robot. Gerakan roda bebas ini akan mengimbangi gerak roda diferensial.



(a)



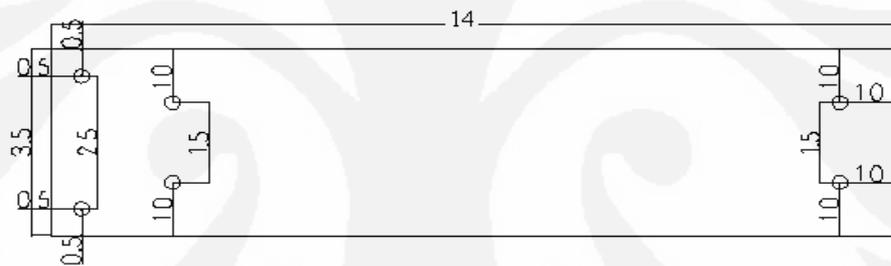
(b)

Gambar 3.15. Penyangga roda bebas  
 (a) Gambar perancangan (b) Realisasi dari perancangan

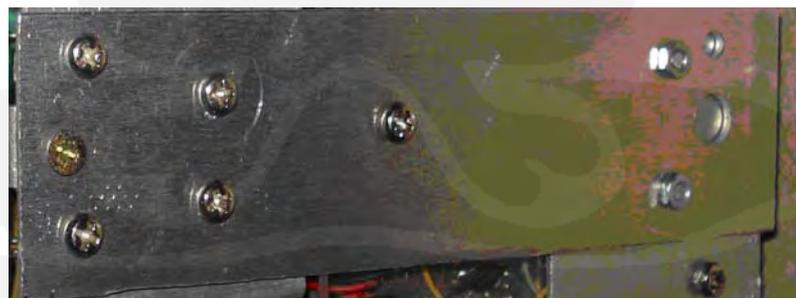
### 3. Konstruksi bagian tengah

Plat aluminium pada bagian tengah merupakan penghubung antara konstruksi roda diferensial belakang dengan konstruksi roda bebas di bagian depan. Plat ini berukuran 14 cm x 3.5 cm. Lubang tempat mur dan baut untuk menghubungkan plat bagian tengah dengan konstruksi roda diferensial belakang diletakkan pada jarak masing-masing 1 cm dari sisi plat dan jarak antara mur 1,5 cm serta 2,25 cm dari tepi konstruksi roda diferensial belakang.

Dibuat empat lubang tempat mur dan baut untuk menghubungkan plat ini dengan konstruksi roda bebas dengan spesifikasi jarak untuk dua buah mur masing-masing 1 cm dari sisi plat dan jarak antara mur 1,5 cm, lubang dua buah mur lainnya berjarak masing masing-masing 0,5 cm dari sisi plat dan jarak antara mur 2 cm. Jarak antara dua mur sejajar dan dua mur sejajar lainnya 1,5 cm.



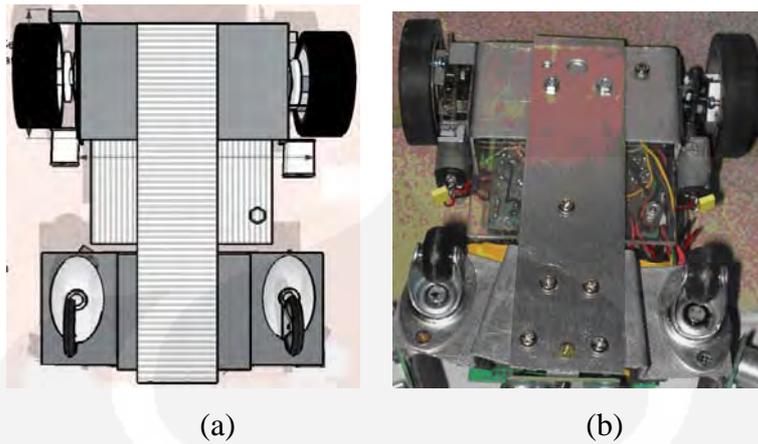
(a)



(b)

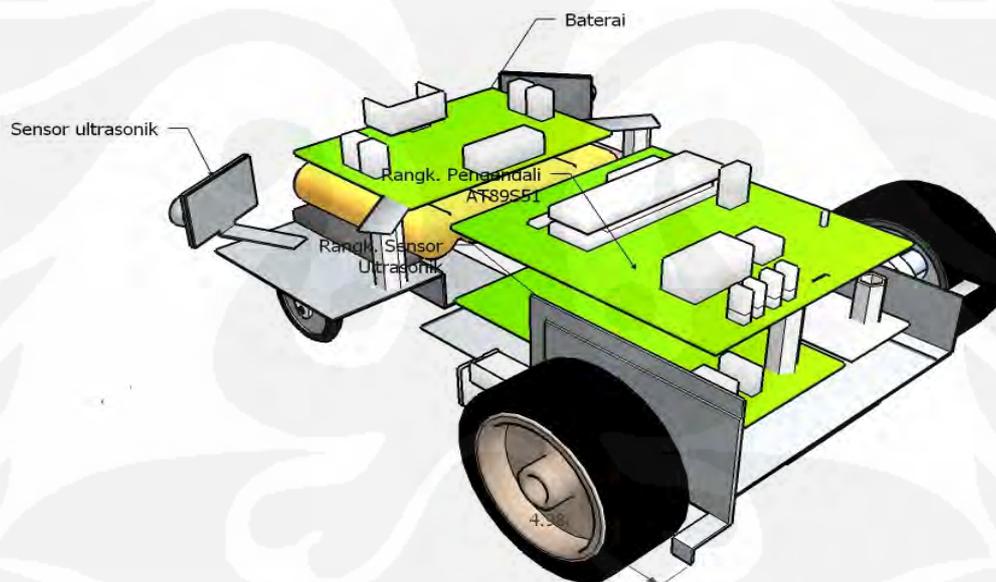
Gambar 3.16. Plat aluminium untuk bagian tengah badan robot  
(a) Gambar perancangan (b) Realisasi dari perancangan

Ketiga bagian konstruksi tersebut kemudian digabungkan membentuk konstruksi bagian bawah robot dengan gambar perancangan dan realisasi ditunjukkan oleh gambar 3.17.



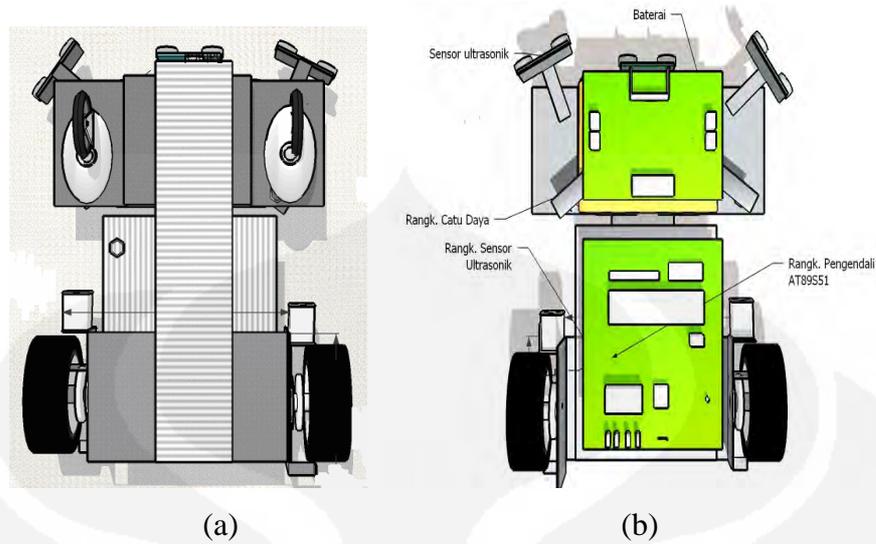
Gambar 3.17. Konstruksi bagian bawah robot beroda  
(a) Gambar perancangan (b) Realisasi dari perancangan

Kemudian di bagian atas dari badan robot dirancang untuk penempatan rangkaian sensor ultrasonik, rangkaian pengendali sistem, rangkaian pengendali motor, baterai dan rangkaian catu daya seperti ditunjukkan pada gambar 3.18.

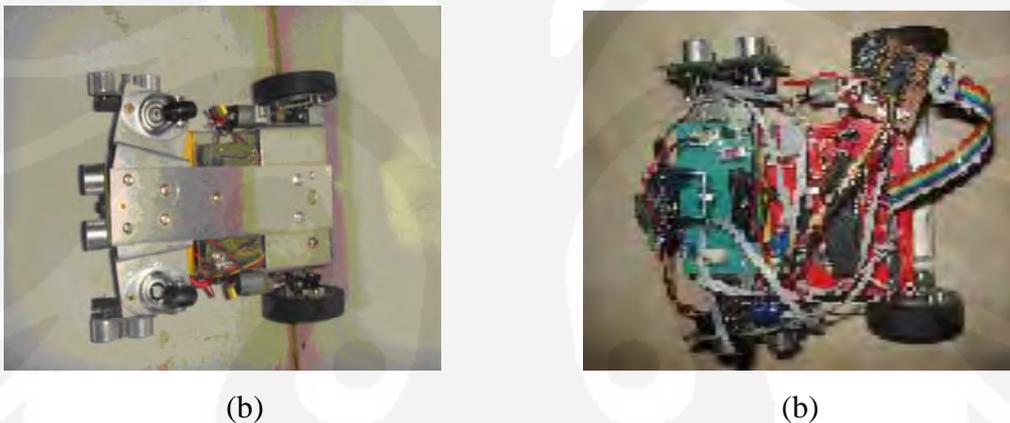


Gambar 3.18. Perancangan penempatan rangkaian

Penggabungan dari seluruh bagian perancangan tersebut serta realisasinya ditunjukkan oleh gambar 3.19 dan 3.20.



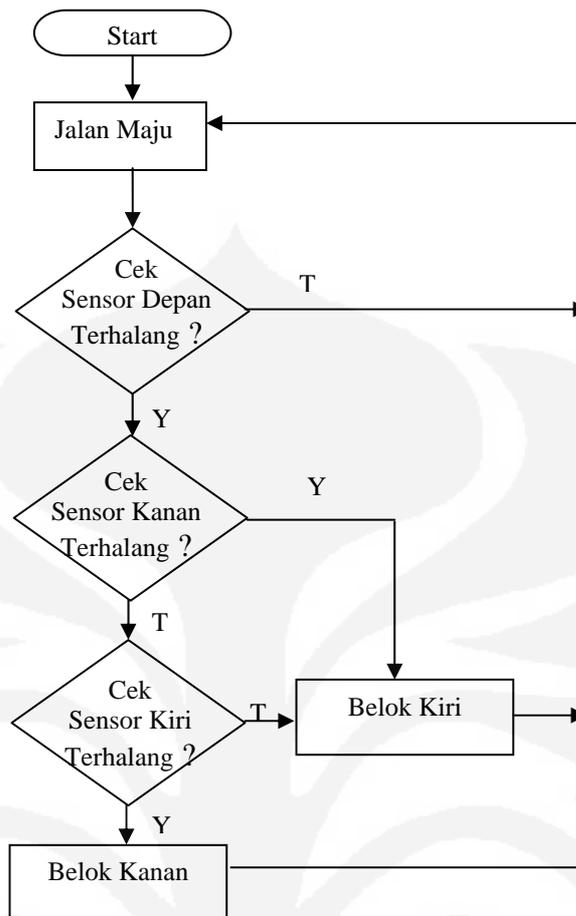
Gambar 3.19. Perancangan sistem secara keseluruhan  
(a) Tampak bawah (b) Tampak atas



Gambar 3.20 Konstruksi fisik robot beroda  
(a) Tampak bawah (b) Tampak atas

### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Bahasa pemrograman yang digunakan dalam mikrokontroler AT89S51 adalah dengan menggunakan *BASCOM* (berekstensi.BAS). Program dibuat berdasarkan *flowchart* pada gambar 3.21 berikut :



Gambar 3.21. Flowchart program

Program yang dibuat terdiri dari dua bagian yaitu program utama dan subrutin. Program utama berisi inialisai awal, pengaturan timer yang digunakan untuk memberikan pulsa pada sensor ultrasonik, pengaturan mode komunikasi serial, instruksi untuk membaca *input* ultrasonik pada port I/O yaitu port 2.0, 2.2 dan 2.4, instruksi untuk gerakkan motor dan tampilan jarak sensor dengan objek penghalang. Subrutin program untuk memfungsikan sensor ultrasonik sekaligus perhitungan jarak sensor dengan objek penghalang.

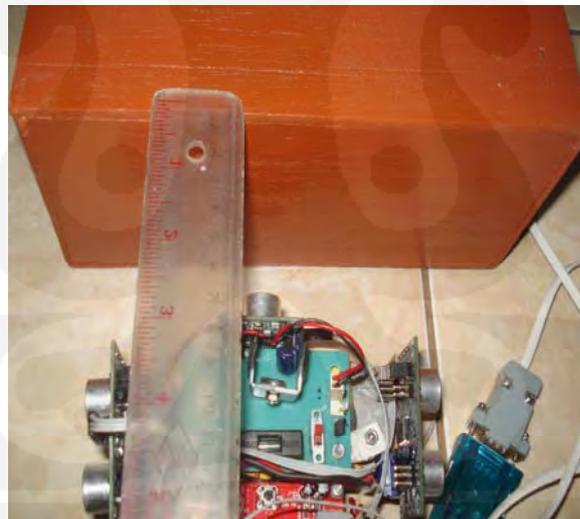
## BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

Berdasarkan beberapa rancangan rangkaian yang telah direalisasikan dalam rancang bangun robot beroda penghindar halangan, maka dilakukan pengujian dan analisa terhadap masing-masing rangkaian tersebut yaitu :

### 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik

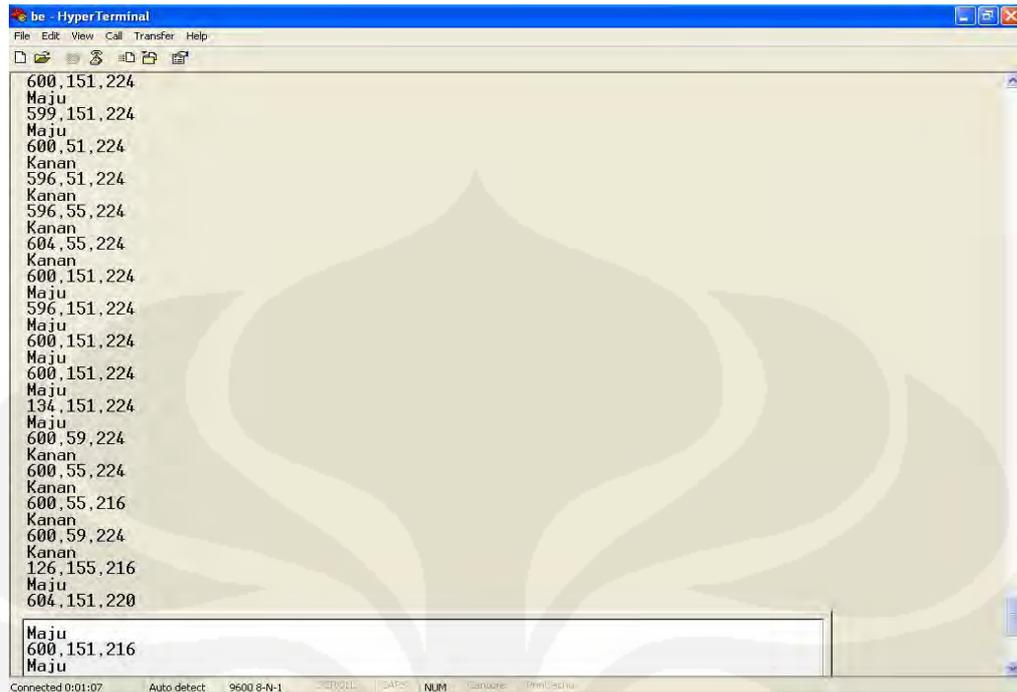
Pengujian sensor ultrasonik adalah dengan menghubungkan pin SIG sensor ultrasonik yang digunakan dengan pin mikrokontroler, pin VCC sensor diberi tegangan sebesar 5 V. Dengan jarak pengujian antara sensor ultrasonik dengan objek penghalang sejauh 6 cm sampai dengan 15 cm.

Pengujian untuk mendapatkan nilai jarak ini dilakukan dengan mendekati dan menjauhkan posisi objek yang ada di depan sensor, untuk mengetahui kepekaan ketika diberikan objek penghalang, masing – masing dilakukan uji sebanyak lima kali untuk jarak yang sama.



Gambar 4.1 Pengujian sensor ultrasonik

Nilai jarak yang dihasilkan dilihat melalui tampilan komputer melalui *hyperterminal* seperti yang terlihat pada gambar 4.2.



600,51,224  
Kanan  
596,51,224  
Kanan  
596,55,224  
Kanan  
604,55,224  
Kanan

600,59,224  
Kanan  
600,55,224  
Kanan  
600,55,216  
Kanan  
600,59,224  
Kanan

Gambar 4.2 Contoh tampilan hasil pengujian sensor ultrasonik pada *hyperterminal* dengan jarak ukur 6 cm untuk sensor depan

Berdasarkan tampilan hasil pengujian sensor ultrasonik pada *hyperterminal* didapatkan data seperti ditunjukkan oleh tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jarak deteksi sensor ultrasonik ke objek penghalang

Pengujian	Jarak (dalam cm)					
	6	8	10	12	14	16
1	5.5	7.7	9.6	11.5	13.5	16.1
2	5.7	7.7	9.5	11.7	13.6	15.7
3	5.9	7.6	9.9	11.7	13.5	15.5
4	6.3	7.9	10.2	11.9	13.6	16.3
5	5.7	7.7	9.6	11.5	13.7	15.5

### **Analisa Hasil Pengujian sensor Ultrasonik**

Dari hasil pengujian atas pengukuran jarak yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik berdasarkan tabel 4.1 didapatkan hasil pengukuran jarak rata – rata sebagai berikut :

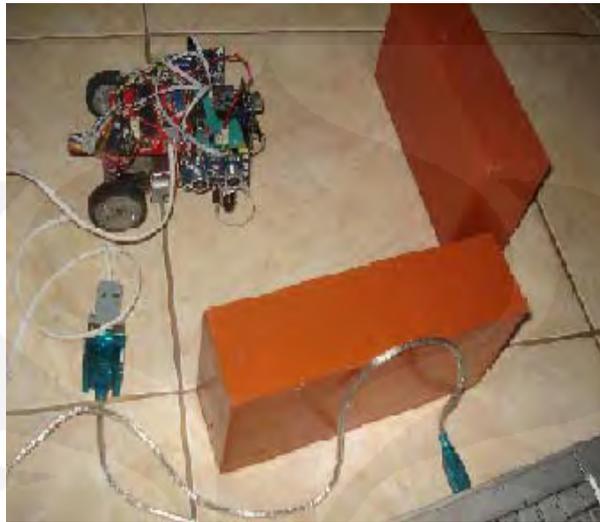
1. 5,82 cm untuk pengukuran jarak sebenarnya antara objek penghalang dengan sensor sejauh 6 cm. Besar presentasi kesalahan untuk pengukuran jarak 3 %.
2. Untuk jarak sebenarnya 8 cm didapatkan hasil pengukuran jarak rata – rata sensor ultrasonik 7,72 cm. Besar presentasi kesalahan untuk pengukuran jarak 3,5 %.
3. Untuk jarak sebenarnya 10 cm didapatkan hasil pengukuran jarak rata – rata sensor ultrasonik 9,76 cm. Besar presentasi kesalahan untuk pengukuran jarak 2,4 %.
4. Untuk jarak sebenarnya 12 cm didapatkan hasil pengukuran jarak rata – rata sensor ultrasonik 11,66 cm. Besar presentasi kesalahan untuk pengukuran jarak 2,84 %.
5. Untuk jarak sebenarnya 14 cm didapatkan hasil pengukuran jarak rata – rata sensor ultrasonik 13,6 cm. Besar presentasi kesalahan untuk pengukuran jarak 2,86 %.
6. 15,84 cm untuk pengukuran jarak sebenarnya antara objek penghalang dengan sensor sejauh 16 cm. Besar presentasi kesalahan untuk pengukuran jarak 1,13 %.

Sehingga dengan demikian sensor ultrasonik dapat melakukan pengukuran jarak antara posisi robot dengan objek penghalang yang terdapat disekitarnya dengan presentasi kesalahan pengukuran sebesar 2,62 %.

### **4.2 Pengujian Antarmuka Serial**

Pengujian sistem komunikasi serial dilakukan bersama dengan sensor ultrasonik, dimana *hyperterminal* akan menampilkan nilai – nilai jarak yang dihasilkan oleh sensor ultrasonik. Rangkaian untuk komunikasi serial dihubungkan dan terintegrasi dengan sistem minimum AT89S51 dan kemudian

agar dapat terlihat tampilan pada *hyperterminal* komputer rangkaian dihubungkan dengan COM 4 pada komputer.



Gambar 4.3 Pengujian sistem komunikasi serial

tampilan yang dihasilkan secara berurutan adalah:

1. Jarak1 untuk jarak yang terukur dari sensor ultrasonik yang diletakkan pada bagian kiri badan robot jika terkena objek penghalang dalam satuan mm.
2. Jarak2 untuk jarak yang terukur dari sensor ultrasonik yang diletakkan pada bagian depan badan robot jika terkena objek penghalang dalam satuan mm.
3. Jarak3 untuk jarak yang terukur dari sensor ultrasonik yang diletakkan pada bagian kanan badan robot jika terkena objek penghalang dalam satuan mm.
4. Tampilan gerak yang akan dilakukan oleh robot.

*“Jarak1” ; “Jarak2” ; “Jarak3”  
Maju / Kanan / Kiri / Mundur*

Adapun hasil tampilan pada *hyperterminal* adalah ditunjukkan oleh gambar 4.3 berikut :

```

be - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
System Ready
603,150,590
Maju
603,150,590
Maju
599,150,590
Maju
599,150,590
Maju
595,150,590
Maju
603,150,590
Maju
603,151,590
Maju
599,151,590
Maju
603,150,590
Maju
603,151,590
Maju
599,155,590
Maju
603,151,590
Maju
611,151,590
Maju
599,150,590
Maju
611,151,594
Maju
599,151,590
Maju
67,99,590
Kanan
63,63,590
Kanan
Connected 0:14:13
Auto detect 9600 8-N-1

```

Gambar 4.4 Tampilan hasil komunikasi serial pada *hyperterminal*

### 4.3 Pengujian Gerakan Motor

Pengujian gerak motor adalah dengan menghubungkan *driver motor* yang menggunakan IC 74LS125 dan IC L293D ke pin mikrokontroler port 1.0 sampai dengan port 1.7. Melalui program diberikan nilai logika tertentu ke *driver motor* sehingga motor dapat bergerak searah jarum jam (*Clock Wise = CW*) maupun berlawanan arah jarum jam (*Contra Clock Wise = CCW*). Kombinasi gerakan putaran motor kanan dan motor kiri berdasarkan logika yang diberikan menyebabkan robot bergerak maju, mundur atau berbelok.

Hasil gerakan motor sesuai dengan logika yang diberikan ditunjukkan oleh tabel 4.2 berikut :

Tabel 4.2. Logika untuk arah putaran motor dan hasil gerak putaran motor serta gerak robot

1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	Arah Putaran motor	
								Motor Kiri	Motor Kanan
0	0	1	0	0	0	1	0	CCW	CW
1	0	0	0	1	0	0	0	CW	CCW
1	0	0	0	0	0	1	0	CCW	Berhenti
0	0	1	0	1	0	0	0	Berhenti	CW
1	0	1	0	0	0	0	0	Berhenti	Berhenti

Dari hasil pengujian atas gerakan robot berdasarkan tabel 4.2 dapat dianalisa sebagai berikut :

1. Logika biner 00100010 akan menyebabkan motor kiri dan motor kanan berputar searah jarum jam dan motor kiri berlawanan arah jarum jam.
2. Logika biner 10001000 akan menyebabkan motor kiri searah jarum jam dan motor kanan berputar berlawanan jarum jam.
3. Logika biner 10000010 akan menyebabkan motor kiri berputar berlawanan jarum jam dan motor kanan berhenti berputar.
4. Logika biner 00101000 akan menyebabkan motor kanan berputar searah jarum jam dan motor kiri berhenti bergerak.
5. Logika biner 10100000 akan menyebabkan motor kanan dan motor kiri berhenti bergerak setelah robot melakukan manuver gerak tertentu.

#### 4.4 Pengujian Robot Secara Keseluruhan

Pada kondisi awal robot difungsikan, kedua motor penggerak robot akan bergerak searah jarum jam sehingga robot akan terus bergerak maju apabila tidak ada halangan pada bagian depan, kanan atau kiri robot. Dan selanjutnya pada saat robot bergerak, robot juga akan melakukan pengukuran jarak dengan objek yang ada di sekitar robot dengan menggunakan sensor ultrasonik yang terletak pada bagian depan, kanan dan kiri badan robot. Dan kemudian jarak yang terdeteksi ini akan ditampilkan pada program *hyperterminal* komputer melalui komunikasi serial.

Pada saat bergerak ini, robot akan memutuskan untuk melakukan manuver berikutnya jika terdeteksi objek di sekitarnya dengan jarak sampai dengan 10 cm.

Manuver yang akan dilakukan robot adalah :

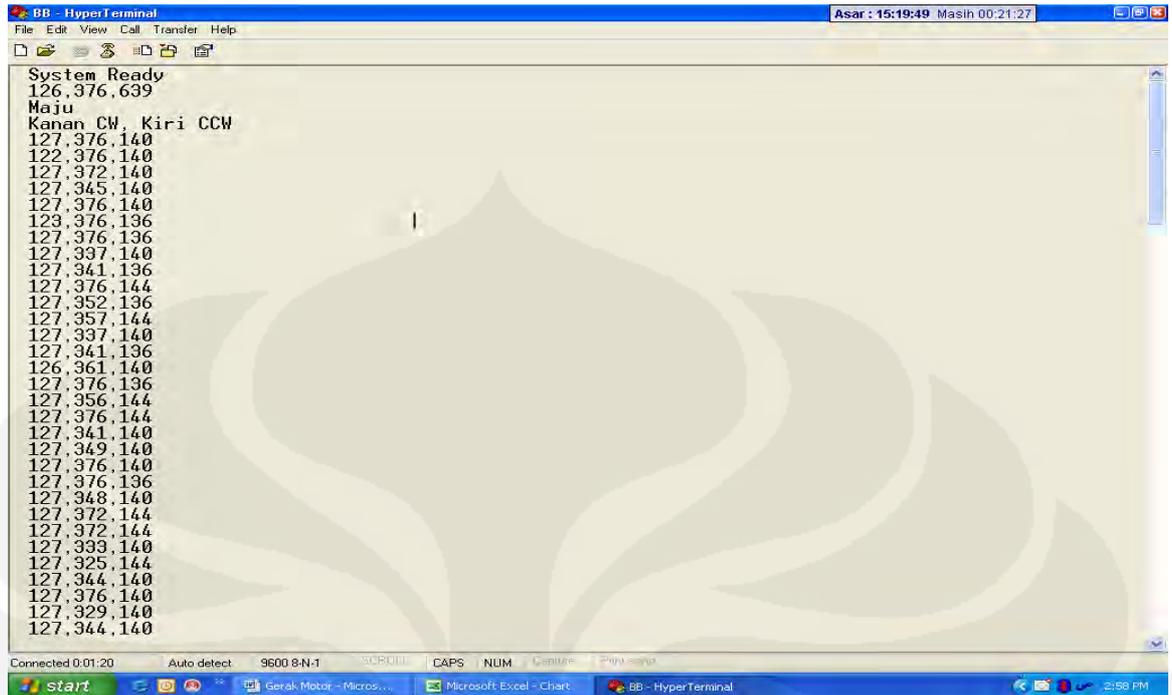
1. Jika pada bagian depan robot terdeteksi objek yang menghalangi robot bergerak maju, maka robot akan melakukan manuver berbelok ke kanan dan kemudian bergerak maju kembali.
2. Jika objek penghalang berada pada bagian depan dan kanan robot, maka robot akan melakukan manuver berbelok ke kiri dan kemudian bergerak maju kembali.
3. Jika objek penghalang berada pada bagian depan dan kiri robot, maka robot akan melakukan manuver berbelok ke kiri dan kemudian bergerak maju kembali.
4. Jika objek penghalang berada pada bagian depan, kanan dan kiri robot, maka robot akan bergerak mundur.

Dimulai saat pertama berfungsi, maka robot akan terus menerus membaca keadaan disekitarnya melalui sensor ultrasonik dan melakukan manuver seperti tersebut diatas sampai kemudian dihentikan secara manual.

Beberapa pengujian yang dilakukan terhadap manuver gerakan robot adalah :

### **1. Robot tidak menghadapi halangan**

Pengujian dilakukan dengan memposisikan robot pada daerah yang tidak terdapat objek penghalang. Dari pengujian yang dilakukan, jarak yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada *hyperterminal* komputer adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4.5 berikut :



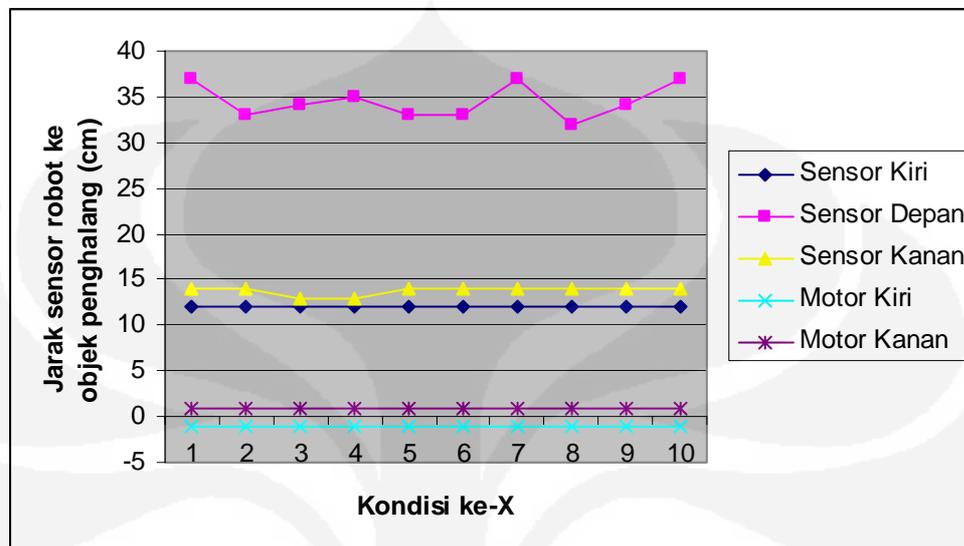
Gambar 4.5 Tampilan pengujian gerak robot tanpa ada penghalang

Dari tampilan yang dihasilkan didapatkan data pada tabel 4.3 sebagai berikut (dengan asumsi 1= gerak motor CW/searah jarum jam, -1 = CCW berlawanan arah jarum jam, 0 = diam) :

Tabel 4.3. Data pengujian gerak robot tanpa ada penghalang

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek penghalang (cm)			Gerak motor		Gerak Robot
	Sensor Kiri	Sensor Depan	Sensor Kanan	Motor kiri	Motor kanan	
1	12	37	14	-1	1	Maju
2	12	33	14	-1	1	Maju
3	12	34	13	-1	1	Maju
4	12	35	13	-1	1	Maju
5	12	33	14	-1	1	Maju
6	12	33	14	-1	1	Maju
7	12	37	14	-1	1	Maju
8	12	32	14	-1	1	Maju
9	12	34	14	-1	1	Maju
10	12	37	14	-1	1	Maju

Dari data yang didapatkan maka melalui gambar 4.6 didapat hubungan antara kondisi lingkungan yang dihadapi robot, jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik dan manuver robot.



Gambar 4.6 Grafik hasil pengujian gerak robot tanpa menghadapi penghalang

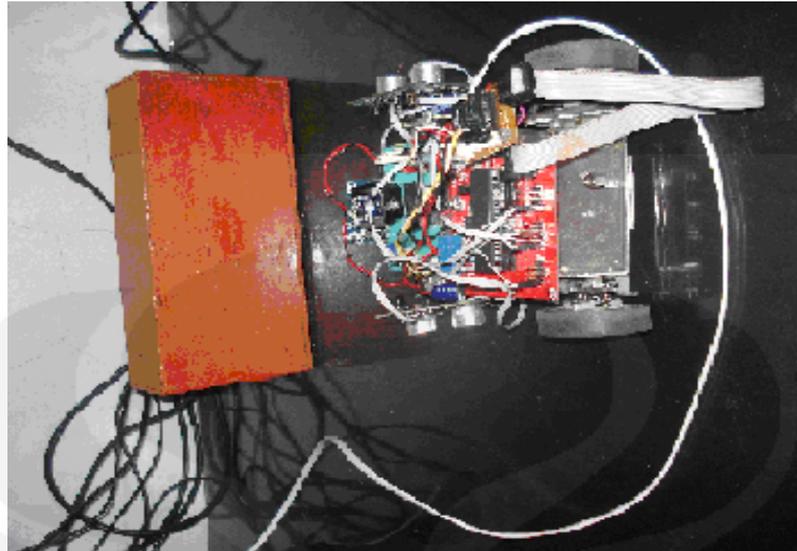
#### Analisa Pengujian Robot Tanpa Menghadapi Halangan

Dari tampilan pada *hyperterminal*, data yang didapat dan grafik yang dibuat berdasarkan data tersebut, maka terlihat bahwa sejak kondisi awal tempat lingkungan robot bergerak sampai dengan kondisi ke-10 robot bergerak tidak terbaca adanya halangan pada jarak sampai dengan 10 cm pada masing-masing sensor kiri, kanan dan depan.

Jarak rata-rata yang terbaca oleh sensor kiri adalah 12 cm, jarak rata-rata yang terbaca oleh sensor depan adalah 35 cm dan jarak rata-rata yang terbaca oleh sensor kanan adalah 14 cm. Dengan demikian pada grafik juga terlihat bahwa sejak kondisi awal sampai dengan kondisi ke-10 motor kanan terus berputar searah jarum jam dan motor kiri yang terus berputar berlawanan jarum jam sehingga robot tetap bergerak maju.

## **2. Robot menghindari halangan pada bagian depan**

Pengujian dilakukan dengan memposisikan robot pada daerah yang semula tidak terdapat objek penghalang kemudian mendapati penghalang pada bagian depan.



Gambar 4.7 Pengujian gerak dengan penghalang pada bagian depan

Dari pengujian yang dilakukan, jarak yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada *hyperterminal* komputer adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4.8 berikut :

```

BB - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
Asar : 15:19:49 Masih 00:18:34
126.376.140
127.75.144
Putar Kanan
Kanan CCW, Kiri CCW
127.75.140
127.71.631
127.67.144
127.67.136
127.63.140
127.63.140
127.63.140
127.63.140
127.63.140
127.63.596
127.67.136
127.75.136
127.91.136
127.154.140
Maju
Kanan CW, Kiri CCW
127.376.140
127.325.1289
127.372.140
127.337.140
127.352.140
127.372.140
127.344.140
127.321.140
127.372.140
127.372.144
127.352.140
127.341.144
127.337.140
127.357.140
Connected 0:04:13 Auto detect 9600 8-N-1
start Gerak Motor - Micros... Microsoft Excel - Chart BB - HyperTerminal 3:01 PM

```

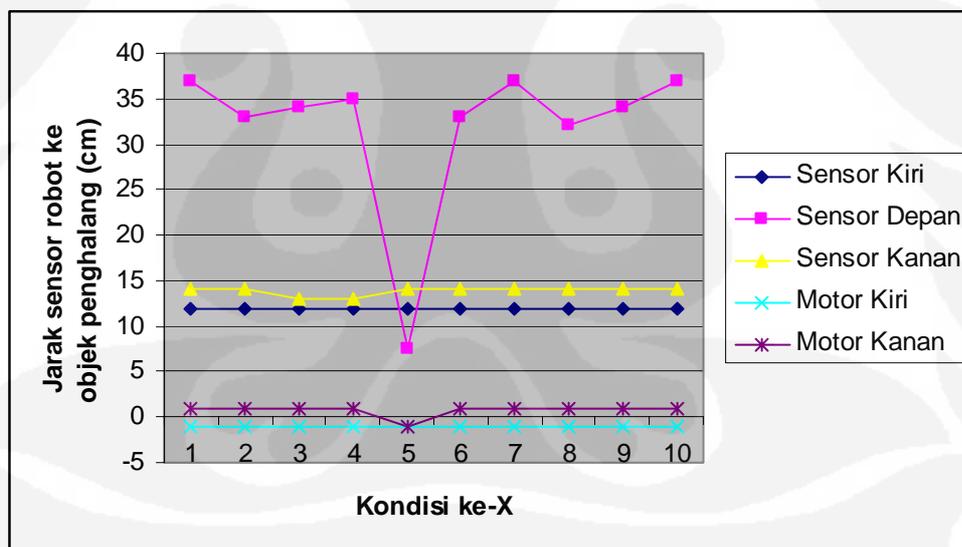
Gambar 4.8 Tampilan pengujian gerak robot dengan halangan pada bagian depan

Dari tampilan yang dihasilkan didapatkan data pada tabel 4.4 sebagai berikut (dengan asumsi 1= gerak motor CW/searah jarum jam, -1 = CCW berlawanan arah jarum jam, 0 = diam) :

Tabel 4.4. Data pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian depan

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek penghalang (cm)			Gerak motor		Gerak Robot
	Sensor Kiri	Sensor Depan	Sensor Kanan	Motor kiri	Motor kanan	
1	12	37	14	-1	1	Maju
2	12	33	14	-1	1	Maju
3	12	34	13	-1	1	Maju
4	12	35	13	-1	1	Maju
5	12	7.5	14	-1	-1	Putar balik kanan
6	12	33	14	-1	1	Maju
7	12	37	14	-1	1	Maju
8	12	32	14	-1	1	Maju
9	12	34	14	-1	1	Maju
10	12	37	14	-1	1	Maju

Dari data yang didapatkan maka melalui gambar 4.9 didapat hubungan antara kondisi lingkungan yang dihadapi robot, jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik dan manuver robot.



Gambar 4.9 Grafik hasil pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian depan

#### Analisa Pengujian Robot Mengindari Halangan Pada Bagian Depan

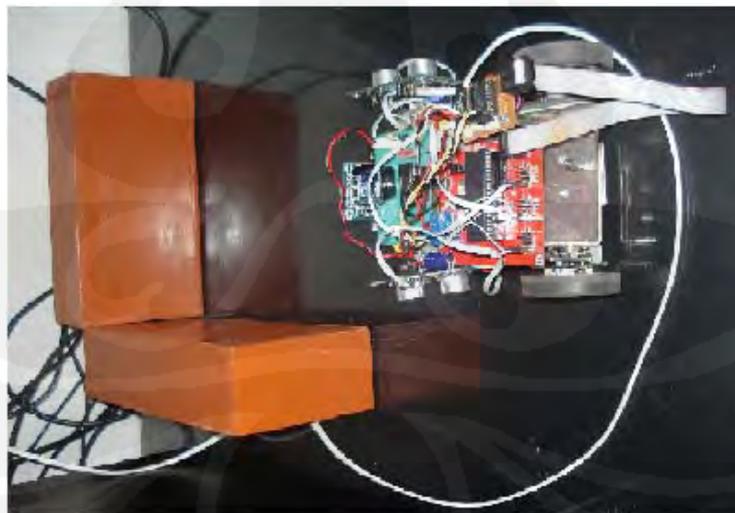
Dari tampilan pada *hyperterminal*, data yang didapat dan grafik yang dibuat berdasarkan data tersebut, maka terlihat bahwa sejak kondisi awal tempat lingkungan robot bergerak sampai dengan kondisi ke-4 robot bergerak tidak

terbaca adanya halangan pada jarak sampai dengan 10 cm pada masing-masing sensor kiri, kanan dan depan. Dengan demikian pada grafik terlihat bahwa sejak kondisi awal sampai dengan kondisi ke-4 motor kanan terus berputar searah jarum jam dan motor kiri yang terus berputar berlawanan jarum jam sehingga robot tetap bergerak maju.

Pada kondisi selanjutnya robot bergerak, yaitu di kondisi ke-5 robot membaca adanya halangan pada bagian depan dengan jarak 7,5 cm, sehingga kemudian seperti terlihat pada grafik, robot melakukan manuver menghindari dengan melakukan perubahan gerak motor. Motor kanan yang semula berputar searah jarum jam kemudian menjadi berlawanan arah jarum jam, sehingga robot menghindari halangan ke arah kanan. Selanjutnya robot bergerak maju kembali, yang kemudian sampai dengan kondisi ke-10, sensor pada robot tidak membaca adanya penghalang dan robot terus bergerak maju.

### 3. Robot menghindari halangan pada bagian depan dan kiri

Pengujian dilakukan dengan memposisikan robot pada daerah yang semula tidak terdapat objek penghalang kemudian mendapati penghalang pada bagian kiri dan depan.



Gambar 4.10 Pengujian gerak dengan penghalang pada bagian kiri dan depan

Dari pengujian yang dilakukan, jarak yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada *hyperterminal* komputer adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4.11 berikut :

```

BB - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
Asar : 15:19:49 Masih 00:03:14

138,293,620
Maju
Kanan CW, Kiri CCW
146,261,987
150,269,984
170,218,617
178,254,643
67,198,981
Kanan
Kanan Diam, Kiri CCW
55,182,977
31,158,977
27,130,973
27,119,972
27,119,972
27,134,977
27,123,977
27,122,977
27,123,977
27,123,973
27,114,977
27,111,972
27,99,977
Putar Kanan
Kanan CCW, Kiri CCW
23,83,981
35,71,2165
166,59,2150
166,51,616

170,55,592
170,75,592
174,194,592
Maju
Kanan CW, Kiri CCW

```

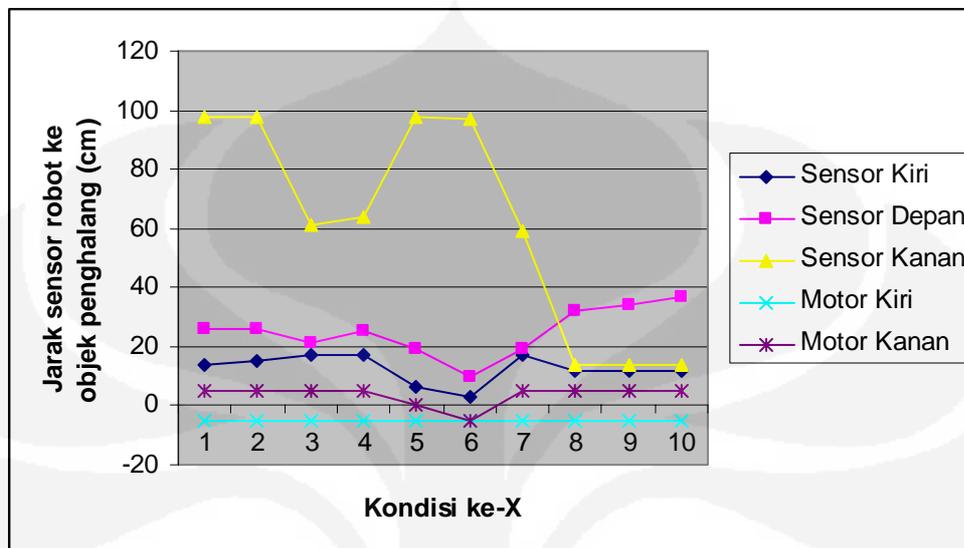
Gambar 4.11 Tampilan pengujian gerak robot dengan halangan pada bagian kiri dan depan

Dari tampilan yang dihasilkan didapatkan data pada tabel 4.5 sebagai berikut (dengan asumsi 1= gerak motor CW/searah jarum jam, -1 = CCW berlawanan arah jarum jam, 0 = diam) :

Tabel 4.5. Data pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian kiri dan depan

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek penghalang (cm)			Gerak motor		Gerak Robot
	Sensor Kiri	Sensor Depan	Sensor Kanan	Motor kiri	Motor kanan	
1	14	26	98	-1	1	Maju
2	15	26	98	-1	1	Maju
3	17	21	61	-1	1	Maju
4	17	25	64	-1	1	Maju
5	6.7	19	98	-1	0	Belok kanan
6	2.7	9.9	97	-1	-1	Putar balik kanan
7	17	19	59	-1	1	Maju
8	12	32	14	-1	1	Maju
9	12	34	14	-1	1	Maju
10	12	37	14	-1	1	Maju

Dari data yang didapatkan maka melalui gambar 4.12 didapat hubungan antara kondisi lingkungan yang dihadapi robot, jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik dan manuver robot.



Gambar 4.12 Grafik hasil pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian kiri dan depan

#### Analisa Pengujian Robot Mengindari Halangan Pada Bagian Kiri dan Depan

Dari tampilan pada *hyperterminal*, data yang didapat dan grafik yang dibuat berdasarkan data tersebut, maka terlihat bahwa sejak kondisi awal tempat lingkungan robot bergerak sampai dengan kondisi ke-4 robot bergerak tidak terbaca adanya halangan pada jarak sampai dengan 10 cm pada masing-masing sensor kiri, kanan dan depan. Dengan demikian pada grafik terlihat bahwa sejak kondisi awal sampai dengan kondisi ke-4 motor kanan terus berputar searah jarum jam dan motor kiri yang terus berputar berlawanan jarum jam sehingga robot tetap bergerak maju.

Pada kondisi selanjutnya robot bergerak, yaitu di kondisi ke-5 robot membaca adanya halangan pada bagian kiri dengan jarak 6.7 cm, sehingga kemudian seperti terlihat pada grafik, robot melakukan manuver menghindar dengan melakukan perubahan gerak motor. Motor kanan yang semula berputar searah jarum jam kemudian berhenti bergerak, sehingga robot menghindari halangan ke arah kanan dengan berbelok ke kanan.

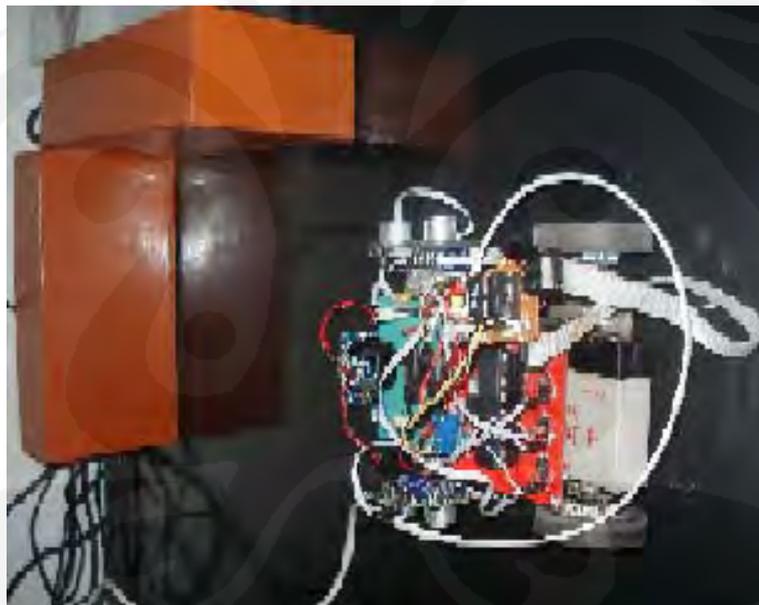
Pada kondisi berikutnya terbaca pula oleh sensor depan terdapat halangan dengan jarak 9,9 cm, sementara dibaca pula oleh sensor kiri masih terdapat

halangan dengan jarak 2,7 cm, dengan demikian robot melakukan manuver untuk menghindari kembali dengan melakukan perubahan gerak motor kanan yang semula berhenti menjadi berlawanan arah jarum jam, sehingga robot berhasil menghindari halangan.

Kemudian pada kondisi ke-7 setelah robot selesai bermanuver menghindari halangan, robot bergerak maju kembali, yang kemudian sampai dengan kondisi ke-10, sensor pada robot tetap tidak membaca adanya penghalang dan robot terus bergerak maju.

#### **4. Robot menghindari halangan pada bagian depan dan kanan**

Pengujian dilakukan dengan memposisikan robot pada daerah yang semula tidak terdapat objek penghalang kemudian mendapati penghalang pada bagian kanan dan depan.



Gambar 4.13 Pengujian gerak dengan penghalang pada bagian kanan dan depan

Dari pengujian yang dilakukan, jarak yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada *hyperterminal* komputer adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4.14 berikut :



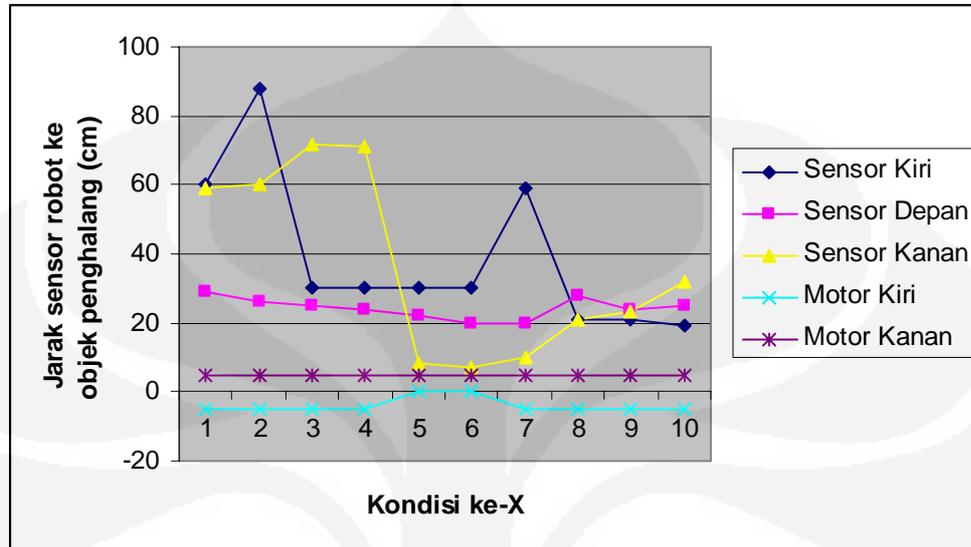
Gambar 4.14 Tampilan pengujian gerak robot dengan halangan pada bagian kanan dan depan

Dari tampilan yang dihasilkan didapatkan data pada tabel 4.6 sebagai berikut (dengan asumsi 1= gerak motor CW/searah jarum jam, -1 = CCW berlawanan arah jarum jam, 0 = diam) :

Tabel 4.6. Data pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian kanan dan depan

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek penghalang (cm)			Gerak motor		Gerak Robot
	Sensor Kiri	Sensor Depan	Sensor Kanan	Motor kiri	Motor kanan	
1	60	29	59	-1	1	Maju
2	88	26	60	-1	1	Maju
3	30	25	72	-1	1	Maju
4	30	24	71	-1	1	Maju
5	30	22	8.4	0	1	Belok kiri
6	30	20	7.2	0	1	Belok kiri
7	59	20	10	-1	1	Maju
8	21	28	21	-1	1	Maju
9	21	24	23	-1	1	Maju
10	19	25	32	-1	1	Maju

Dari data yang didapatkan maka melalui gambar 4.15 didapat hubungan antara kondisi lingkungan yang dihadapi robot, jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik dan manuver robot.



Gambar 4.15 Grafik hasil pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian kanan dan depan

#### Analisa Pengujian Robot Mengindari Halangan Pada Bagian Kanan dan Depan

Dari tampilan pada *hyperterminal*, data yang didapat dan grafik yang dibuat berdasarkan data tersebut, maka terlihat bahwa sejak kondisi awal tempat lingkungan robot bergerak sampai dengan kondisi ke-4 robot bergerak tidak terbaca adanya halangan pada jarak sampai dengan 10 cm pada masing-masing sensor kiri, kanan dan depan. Dengan demikian pada grafik terlihat bahwa sejak kondisi awal sampai dengan kondisi ke-4 motor kanan terus berputar searah jarum jam dan motor kiri yang terus berputar berlawanan jarum jam sehingga robot tetap bergerak maju.

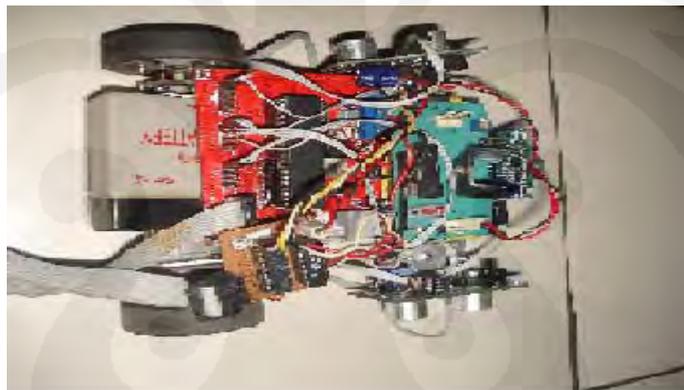
Pada kondisi selanjutnya robot bergerak, yaitu di kondisi ke-5 robot membaca adanya halangan pada bagian kiri dengan jarak 8.4 cm, sehingga kemudian seperti terlihat pada grafik, robot melakukan manuver menghindar dengan melakukan perubahan gerak motor. Motor kiri yang semula berputar searah jarum jam kemudian berhenti bergerak, sehingga robot menghindari halangan ke arah kiri dengan berbelok ke kiri.

Pada kondisi berikutnya masih terbaca pula oleh sensor sensor kiri terdapat halangan dengan jarak 7,2 cm, dengan demikian robot melakukan manuver untuk menghindari kembali dengan melakukan menghentikan motor kiri, sehingga robot berhasil menghindari halangan.

Kemudian pada kondisi ke-7 setelah robot selesai bermanuver menghindari halangan, robot bergerak maju kembali, yang kemudian sampai dengan kondisi ke-10, sensor pada robot tetap tidak membaca adanya penghalang dan robot terus bergerak maju.

#### **5. Pengujian perbandingan gerak robot dengan posisi perletakkan sensor yang berbeda.**

Posisi perletakan sensor ultrasonik pada robot yang dibandingkan adalah seperti terlihat pada gambar 4.16



(a)



(b)

Gambar 4.16 Perubahan perletakan posisi sensor pada badan robot

(a) Sensor kanan dan kiri diletakkan 90°

(b) Sensor kanan dan kiri diletakkan 45°

Pengujian dilakukan gerakan robot dengan posisi perletakkan sensor seperti pada gambar 4.16 (a), bahwa sensor diletakkan pada posisi dengan sudut  $90^\circ$  terhadap badan robot. Dari hasil pengujian yang dilakukan, berdasarkan data dan grafik yang dihasilkan seperti yang terlihat pada gambar 4.9, 4.13, 4.15.

Kemudian posisi perletakkan sensor diubah seperti terlihat pada gambar 4.16 (b), yaitu sensor bagian kanan dan kiri diletakkan pada posisi dengan sudut  $45^\circ$  terhadap badan robot. Dan dilakukan pengujian gerak robot dengan kondisi lingkungan yang sama seperti yang dilakukan sebelumnya pada saat posisi sensor  $90^\circ$  terhadap badan robot. Yaitu menghindari halangan di bagian depan, kiri dan depan, serta kanan dan depan.

Dari pengujian yang dilakukan, jarak yang terbaca oleh sensor dan ditampilkan pada *hyperterminal* komputer adalah seperti ditunjukkan pada gambar 4.16 berikut :

```

nn - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
Terbit : 05:40:04 Masih 00:06:32
Maju
Kanan CW, Kiri CCW
5948,178,148
919,198,144
5949,309,144
5949,39,132
Putar Kanan
Kanan CCW, Kiri CCW
5949,39,180
32,162,176
Kanan
Kanan Diam, Kiri CCW
31,135,104
32,126,96
Kiri
Kanan CW, Kiri Diam
31,115,84
27,111,96
23,115,104
Kanan
Kanan Diam, Kiri CCW
19,111,120
19,107,124
20,99,108
Putar Kanan
Kanan CCW, Kiri CCW
20,83,96
19,79,84
27,71,76
27,71,60
35,67,52
47,71,44
59,75,36
67,75,32
79,87,28
Connected 1:02:38 Auto detect 9600 8-N-1
start Windows... nn - Hyper... H:\Revisi... Sensor 45... Microsoft E... TA-AFTER... 5:33 AM

```

(a)

```

nn - HyperTerminal
File Edit View Call Transfer Help
Terbit : 05:40:04 Masih 00:52:55
75,663,1243
95,656,104
186,644,108
Maju
Kanan CW, Kiri CCW
194,99,88
Putar Kiri
Kanan CW, Kiri CW
194,636,88
Kiri
Kanan CW, Kiri Diam
190,640,92
134,632,104
Maju
Kanan CW, Kiri CCW
115,130,104
115,123,96
Kiri
Kanan CW, Kiri Diam
115,107,108
Maju
Kanan CW, Kiri CCW
111,95,108
Putar Kanan
Kanan CW, Kiri CCW
107,87,148
107,79,152
115,83,152
123,99,112
135,122,112
Maju
Kanan CW, Kiri CCW
170,606,176
170,597,112
170,586,96

```

(b)

Gambar 4.17. Tampilan pengujian gerak robot setelah dilakukan perubahan perletakkan posisi sensor

- (a) Menghindari halangan di bagian depan serta kiri-depan  
 (b) Menghindari halangan di bagian kanan-depan

Data yang didapatkan dari tampilan pada gambar 4.17 ditunjukkan pada tabel 4.7 dan tabel 4.8 sebagai berikut (dengan asumsi 1= gerak motor CW/searah jarum jam, -1 = CCW berlawanan arah jarum jam, 0 = diam) :

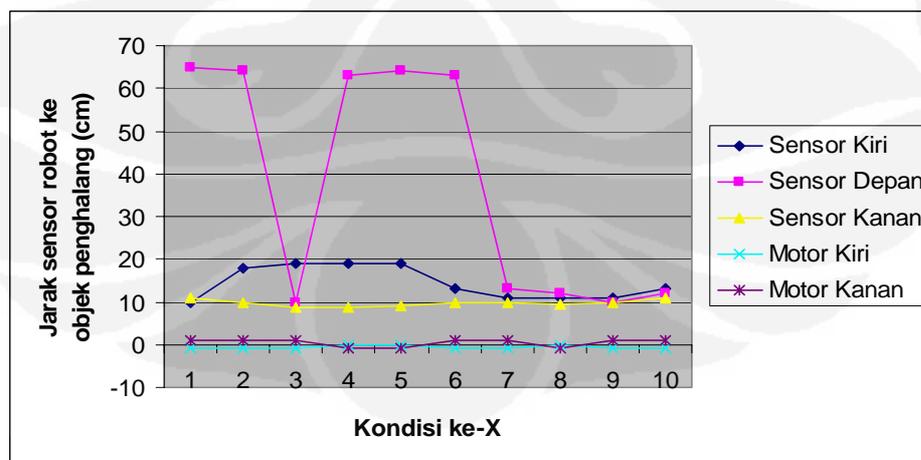
Tabel 4.7. Data pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian kanan dan depan setelah perubahan perletakkan sensor kiri dan kanan

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek penghalang (cm)			Gerak motor		Gerak Robot
	Sensor Kiri	Sensor Depan	Sensor Kanan	Motor kiri	Motor kanan	
1	10	65	11	-1	1	Maju
2	18	64	10	-1	1	Maju
3	19	9.9	8.8	-1	1	Putar balik kiri
4	19	63	8.8	0	-1	Belok kiri
5	19	64	9.2	0	-1	Belok kiri
6	13	63	10	-1	1	Maju
7	11	13	10	-1	1	Maju
8	11	12	9.6	0	-1	Belok kiri
9	11	10	10	-1	1	Maju
10	13	12	11	-1	1	Maju

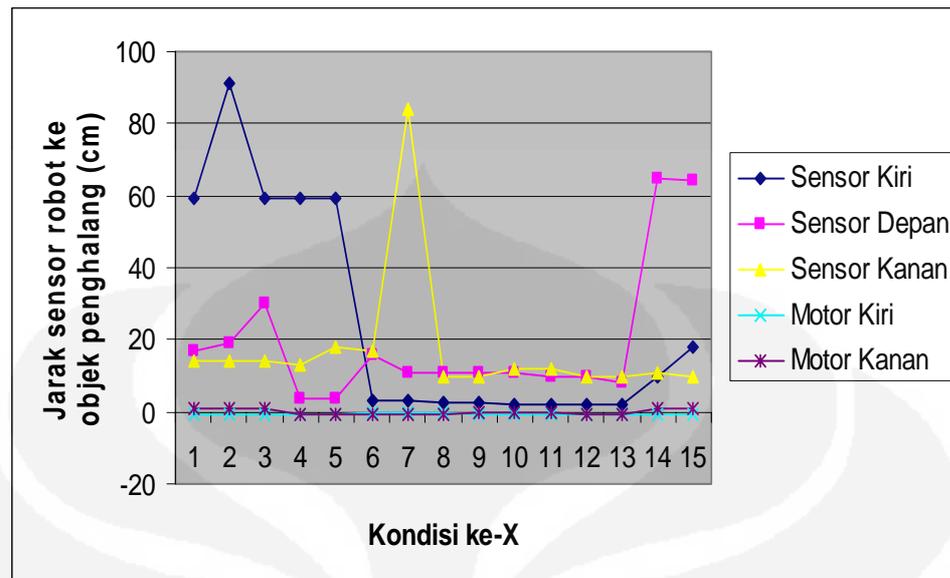
Tabel 4.8. Data pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian depan serta kiri - depan setelah perubahan perletakkan sensor kiri dan kanan

Kondisi ke	Jarak sensor ke objek penghalang (cm)			Gerak motor		Gerak Robot
	Sensor Kiri	Sensor Depan	Sensor Kanan	Motor kiri	Motor kanan	
1	59	17	14	-1	1	Maju
2	91	19	14	-1	1	Maju
3	59	30	14	-1	1	Maju
4	59	3.9	13	-1	-1	Putar balik kanan
5	59	3.9	18	-1	-1	Putar balik kanan
6	3.2	16	17	0	-1	Belok kiri
7	3.1	11	84	0	-1	Belok kiri
8	2.7	11	9.6	0	-1	Belok kiri
9	2.3	11	10	-1	0	Belok kanan
10	1.9	11	12	-1	0	Belok kanan
11	1.9	10	12	-1	0	Belok kanan
12	2	9.9	10	-1	-1	Putar balik kanan
13	2	8.3	9.6	-1	-1	Putar balik kanan
14	10	65	11	-1	1	Maju
15	18	64	10	-1	1	Maju

Dari data pada tampilan dan tabel, maka melalui gambar 4.18 dan 4.19 setelah dilakukan perubahan pada posisi perletakkan sensor kiri dan kanan menjadi  $45^\circ$  terhadap badan robot, didapatkan hubungan antara kondisi lingkungan yang dihadapi robot, jarak yang terbaca oleh sensor ultrasonik dan perubahan manuver robot.



Gambar 4.18 Grafik hasil pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian kanan dan depan setelah perubahan perletakkan sensor.



Gambar 4.19 Grafik hasil pengujian gerak robot menghindari penghalang pada bagian depan, kiri - depan setelah perubahan perletakkan sensor.

*Analisa Perbandingan Pengujian Robot Mengindari Halangan Setelah Perubahan Perletakkan Sensor*

Dari hasil pengujian yang dilakukan, berdasarkan data dan grafik yang dibuat, untuk posisi sensor yang diletakkan  $90^\circ$  seperti yang terlihat pada gambar 4.9, 4.13, 4.15, didapatkan bahwa pada kombinasi perletakkan penghalang yang berbeda, terdapat kendala pada saat melakukan manuver berbelok. Karena sensor hanya dapat membaca jarak pada jangkauan  $50^\circ$ , maka jika pada saat yang bersamaan ada penghalang dengan posisi  $90^\circ$  dan  $45^\circ$  terhadap badan robot, yang terbaca oleh sensor hanya penghalang dengan posisi  $90^\circ$ . Dengan demikian melakukan manuver berbelok, robot tidak dapat dengan tepat menghindari penghalang yang berada di posisi  $45^\circ$ .

Oleh sebab hasil pengujian yang diuraikan di atas, maka kemudian posisi perletakkan sensor diubah seperti terlihat pada gambar 4.16 (b), yaitu sensor bagian kanan dan kiri diletakkan pada posisi dengan sudut  $45^\circ$  terhadap badan robot.

Dari data dan grafik yang dibuat seperti yang terlihat pada gambar 4.18 dan 4.19, didapatkan bahwa setelah dilakukan perubahan perletakkan sensor pada bagian kiri dan bagian kanan, dan robot diuji untuk menghadapi kondisi lingkungan yang sama seperti yang dilakukan sebelumnya pada saat posisi sensor

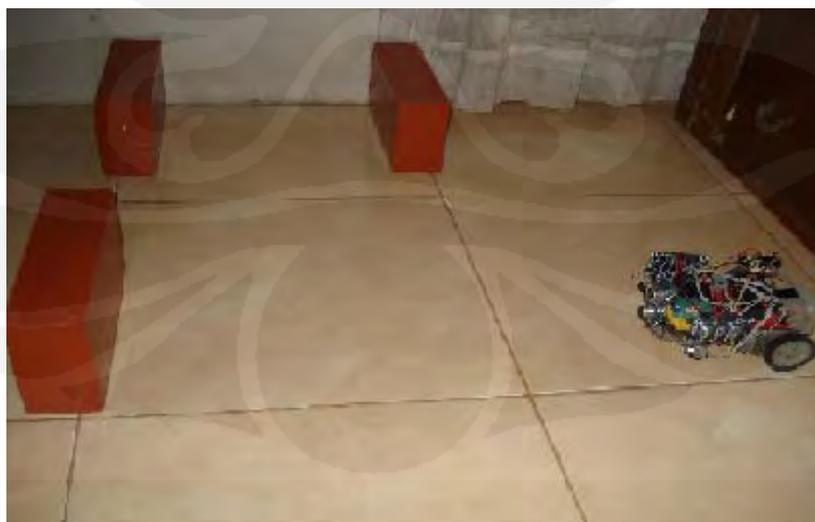
90°. Didapatkan bahwa robot dapat melakukan manuver gerak lebih baik dibandingkan dengan posisi perletakkan sensor sebelumnya. Ini karena dengan posisi perletakkan sensor 45° terhadap badan robot, sensor dapat cukup tepat membaca penghalang yang harus dihindari oleh robot.

#### **6. Pengujian perbandingan gerak robot dengan posisi penghalang yang berbeda.**

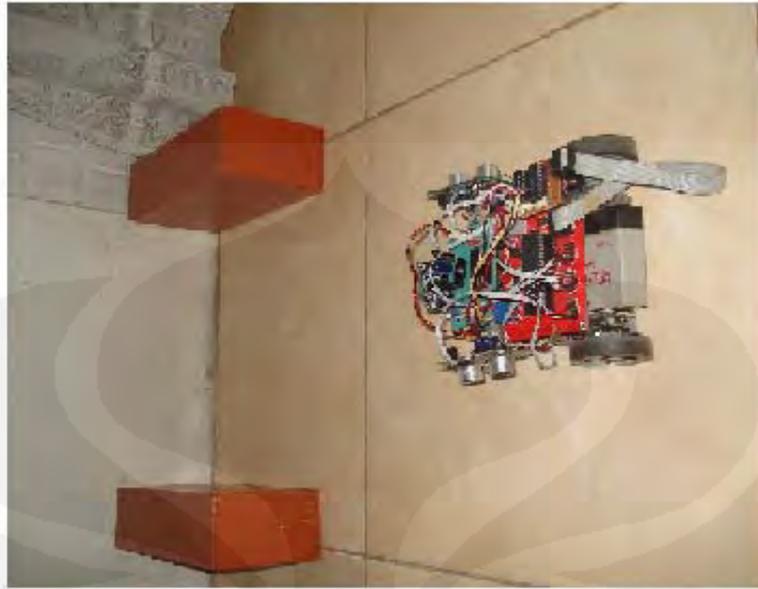
Dilakukan beberapa pengujian dengan posisi objek penghalang seperti terlihat pada gambar 4.17.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4.17 Berbagai posisi penghalang untuk pengujian gerak robot

Pengujian pertama gerakan robot adalah dengan posisi meletakkan penghalang seperti pada gambar 4.17 (a), ketika dilakukan pengujian gerakan robot adalah maju terus sampai dengan terbaca adanya penghalang pada bagian depan robot dengan jarak 10 cm, kemudian robot melakukan manuver menghindar dengan berbelok ke kanan, kemudian bergerak maju kembali.

Robot terus bergerak maju dan kemudian sensor depan dan sensor kiri membaca adanya penghalang di bagian kiri dan depan, sehingga kemudian robot kemudian melakukan gerakan menghindar dengan berbelok ke kanan lalu kembali bergerak maju.

Pengujian kedua gerakan robot adalah dengan posisi meletakkan penghalang seperti pada gambar 4.17 (b), ketika dilakukan pengujian gerakan robot adalah maju terus sampai dengan terbaca adanya penghalang pada bagian depan robot dengan jarak 10 cm, kemudian robot melakukan manuver menghindar dengan berbelok ke kanan, kemudian bergerak maju kembali.

Robot terus bergerak maju dan kemudian sensor depan, sensor kiri dan sensor kanan membaca adanya penghalang di bagian kiri, depan dan kanan. Sehingga kemudian robot kemudian melakukan beberapa gerakan agar dapat menghindari ketiga halangan tersebut, yaitu bermanuver putar balik kanan, maju,

putar balik kanan, belok kanan, belok kiri, belok kanan, putar kanan, putar kiri, belok kiri, putar kanan dan kemudian setelah dapat menghindari ketiga halangan yang ada, robot kembali bergerak maju.

Pengujian ketiga gerakan robot adalah dengan posisi meletakkan penghalang seperti pada gambar 4.17 (c), ketika dilakukan pengujian robot terus bergerak maju dan kemudian sensor depan, sensor kiri dan sensor kanan membaca adanya penghalang di bagian kiri, depan dan kanan. Sehingga kemudian robot kemudian melakukan beberapa gerakan agar dapat menghindari ketiga halangan tersebut, yaitu bermanuver putar balik kanan, maju, putar balik kanan, belok kanan, belok kiri, belok kanan, putar kanan, putar kiri, belok kiri, putar kanan dan kemudian setelah dapat menghindari ketiga halangan yang ada, robot kembali bergerak maju.

## BAB V

### KESIMPULAN

Setelah melakukan analisa terhadap sistem rancang bangun robot beroda penghindar halangan, maka penulis mencoba untuk menarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem mekanik dengan menggunakan *worm gear* pada robot beroda ini digunakan sebagai penghubung antara motor dc dengan roda penggerak robot, dengan nilai rasio *gear* dengan putaran roda adalah 14:1.
2. Walaupun terdapat selisih hasil pengukuran yang dilakukan oleh sensor ultrasonik dengan jarak sebenarnya antara robot dengan objek penghalang sebesar 3 %, namun dengan menggunakan 3 (tiga) buah sensor ultrasonik yang diletakkan pada bagian depan, sisi kanan dan sisi kiri badan robot, robot dapat menghindari objek penghalang yang terdapat disekitarnya.
3. Penggunaan antarmuka serial pada robot beroda penghindar halangan ini adalah untuk menampilkan jarak deteksi sensor ultrasonik pada robot dengan objek penghalang yang ada di sekitarnya melalui program di program *hyperterminal* pada komputer.
4. Sistem minimum mikrokontroler AT89S51 sudah cukup memadai untuk dapat berfungsi sebagai pengendali untuk menanggapi perubahan sensor dan pengambilan keputusan gerak robot beroda menghindari halangan sekaligus melakukan perhitungan jarak yang terbaca oleh sensor.
5. Motor DC yang berfungsi sebagai alat gerak utama pada robot beroda dapat berputar sesuai dengan nilai-nilai logika yang diberikan oleh mikrokontroler AT89S51 sesuai dengan tabel kebenaran yang digunakan pada IC *driver* motor.

6. Setelah dilakukan beberapa kali pengujian terhadap gerak robot dengan variasi posisi penghalang yang berbeda, melalui data yang didapat dan grafik yang dibuat dari hasil pengujian, dapat diketahui bahwa robot mampu menghindari halangan yang ada disekitarnya .



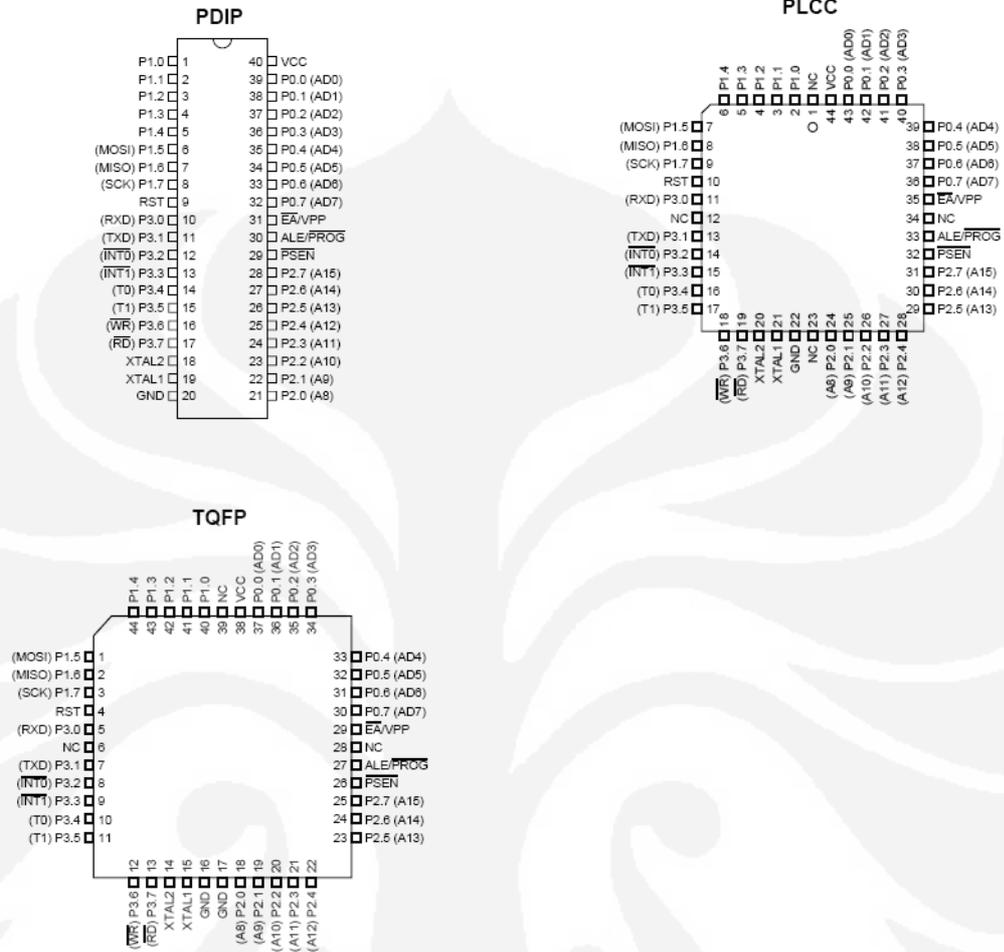
**DAFTAR ACUAN**

- [1] <http://inventors.about.com/library/inventors/blrobots.htm> diakses Mei 2009
- [2] Fu, K.S., Gonzalez, R.C., and Lee, C. S. G. 1987. *Robotics: Vision, Sensing Vision and Intelligence*. Newyork : Mcgraw-Hill,Inc.
- [3] Seipel, Robert G.1983, *Tranducers, Sensors and Detectors*, Virginia, USA : Prentice Hall, hal 221
- [4] Tokheim, Roger L.1994. *Seri Buku Schaum Teori dan Soal-Soal : Prinsip-prinsip Digital*. Jakarta : Erlangga

**DAFTAR PUSTAKA**

- Braunl, Thomas. 2006. *Embedded Robotics : Mobile Robot Design and Applications with Embedded Systems*. Perth, Australia : Springer
- Budiharto, Widodo. 2008. *10 Proyek Robot Spektakuler*. Jakarta : Elex Media Komputindo
- Dhokal PS, 1985. *Basic Electrical Engineering With Numerical Problem Vol. I*, New Delhi : Mc. Graw Hill, hal. 103
- <http://www.keil.com> diakses Mei 2009
- [http://www.ncert.nic.in/html/learning\\_basket/electricity/machines/motor.1.jpg](http://www.ncert.nic.in/html/learning_basket/electricity/machines/motor.1.jpg) diakses Mei 2009
- <http://www.datasheetcatalog.com> diakses Mei 2009
- Ogata, Katsuhiko. 1996. *Teknik Kontrol Automatik*. Jakarta : Erlangga
- Pitowarno, Endra. 2006. *Robotika : Desain, Kontrol dan Kecerdasan Buatan*. Yogyakarta : Andi Yogyakarta
- Putra Eko Agfianto, 2003. *Belajar Mikrokontroler AT98C51/52/55*. Yogyakarta: Gava Media

Pin Configurations



## Pin Description

**VCC** Supply voltage.

**GND** Ground.

**Port 0** Port 0 is an 8-bit open drain bidirectional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 can also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode, P0 has internal pull-ups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming and outputs the code bytes during program verification. **External pull-ups are required during program verification.**

**Port 1** Port 1 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port Pin	Alternate Functions
P1.5	MOSI (used for In-System Programming)
P1.6	MISO (used for In-System Programming)
P1.7	SCK (used for In-System Programming)

**Port 2** Port 2 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 2 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the internal pull-ups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, Port 2 uses strong internal pull-ups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

**Port 3** Port 3 is an 8-bit bidirectional I/O port with internal pull-ups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins, they are pulled high by the internal pull-ups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current ( $I_{IL}$ ) because of the pull-ups.

Port 3 receives some control signals for Flash programming and verification.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89S51, as shown in the following table.

## Lampiran 1 (lanjutan) : Data Sheet IC AT89S51

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

**RST** Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device. This pin drives High for 98 oscillator periods after the Watchdog times out. The DISRTO bit in SFR AUXR (address 8EH) can be used to disable this feature. In the default state of bit DISRTO, the RESET HIGH out feature is enabled.

**ALE/PROG** Address Latch Enable (ALE) is an output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation, ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE pulse is skipped during each access to external data memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

**PSEN** Program Store Enable ( $\overline{\text{PSEN}}$ ) is the read strobe to external program memory.

When the AT89S51 is executing code from external program memory,  $\overline{\text{PSEN}}$  is activated twice each machine cycle, except that two PSEN activations are skipped during each access to external data memory.

**E $\overline{\text{A}}$ /VPP** External Access Enable.  $\overline{\text{EA}}$  must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed,  $\overline{\text{EA}}$  will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$  should be strapped to  $V_{\text{CC}}$  for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage ( $V_{\text{PP}}$ ) during Flash programming.

**XTAL1** Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

**XTAL2** Output from the inverting oscillator amplifier

SDLS044

**SN54125, SN54126, SN54LS125A, SN54LS126A,  
SN74125, SN74126, SN74LS125A, SN74LS126A**  
**QUADRUPLE BUS BUFFERS WITH 3-STATE OUTPUTS**

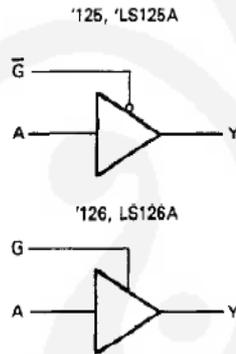
DECEMBER 1983 — REVISED MARCH 1988

- Quad Bus Buffers
- 3-State Outputs
- Separate Control for Each Channel

**description**

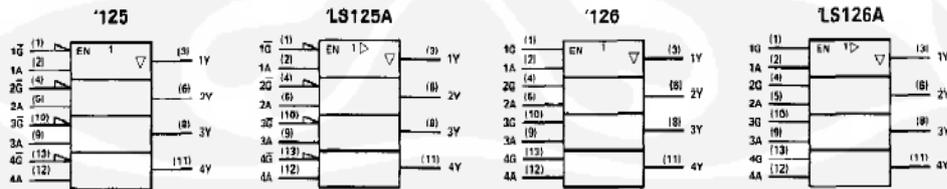
These bus buffers feature three-state outputs that, when enabled, have the low impedance characteristics of a TTL output with additional drive capability at high logic levels to permit driving heavily loaded bus lines without external pull-up resistors, when disabled, both output transistors are turned off presenting a high-impedance state to the bus so the output will act neither as a significant load nor as a driver. The '125 and 'LS125A outputs are disabled when  $\bar{G}$  is high. The '126 and 'LS126A outputs are disabled when G is low.

**logic diagram (each gate)**



positive logic  $Y = A$

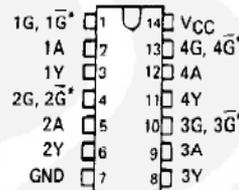
**logic symbols †**



† These symbols are in accordance with ANSI/IEEE Std. 91-1984 and IEC Publication 617-12. Pin numbers shown are for D, J, N, and W packages.

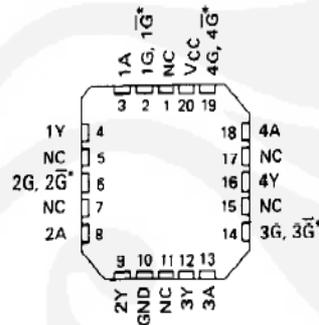
SN54125, SN54126, SN54LS125A,  
SN54LS126A . . . J OR W PACKAGE  
SN74125, SN74126 . . . N PACKAGE  
SN74LS125A, SN74LS126A . . . D OR N PACKAGE

(TOP VIEW)



SN54LS125A, SN54LS126A . . . FK PACKAGE

(TOP VIEW)



\*  $\bar{G}$  on '125 and 'LS125A; G on 126 and 'LS126A

NC — No internal connection

**PUSH-PULL FOUR CHANNEL DRIVER WITH DIODES**

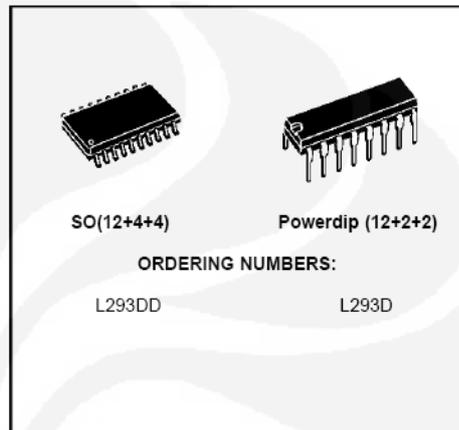
- 600mA OUTPUT CURRENT CAPABILITY PER CHANNEL
- 1.2A PEAK OUTPUT CURRENT (non repetitive) PER CHANNEL
- ENABLE FACILITY
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)
- INTERNAL CLAMP DIODES

**DESCRIPTION**

The Device is a monolithic integrated high voltage, high current four channel driver designed to accept standard DTL or TTL logic levels and drive inductive loads (such as relays solenoids, DC and stepping motors) and switching power transistors.

To simplify use as two bridges each pair of channels is equipped with an enable input. A separate supply input is provided for the logic, allowing operation at a lower voltage and internal clamp diodes are included.

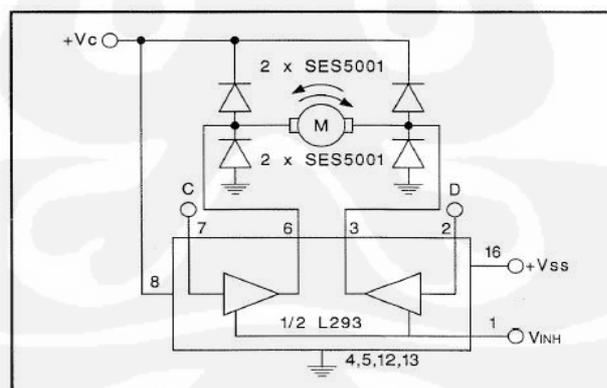
This device is suitable for use in switching applications at frequencies up to 5 kHz.



The L293D is assembled in a 16 lead plastic package which has 4 center pins connected together and used for heatsinking

The L293DD is assembled in a 20 lead surface mount which has 8 center pins connected together and used for heatsinking.

**BLOCK DIAGRAM**



**Figure 8: Bidirectional DC Motor Control**

INPUTS		FUNCTION
<b>VINH = H</b>	C = H; D = L	Turn Right
	C = L; D = H	Turn Left
	C = D	Fast Motor Stop
<b>VINH = L</b>	C = X; D = X	Free Running Motor Stop

L = Low    H = High    X = Don't Care