BAB II
LANDASAN TEORI

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai teori-teori tentang robot senior beroda serta penunjang untuk membentuk sebuah robot cerdas pemadam api, baik teori perangkat keras maupun perangkat lunak yang akan digunakan sebagai berikut :

2.1 PENGERTIAN ROBOT SENIOR BERODA

Robot Senior Beroda merupakan sebuah robot yang menggunakan roda sebagai alat geraknya dengan misi mencari dan memadamkan api pada arena lapangan. Pada Robot Senior Beroda yang diutamakan adalah kecepatan dan kemampuan robot dalam bernavigasi dan bermanuver dalam mencari dan memadamkan api disuatu arena dengan peta tertentu secara otomatis.

Pada Kontes Robot Cerdas Indonesia (KRCI) 2010 robot diwajibkan untuk memilih Mode A untuk trial pertama, Mode B untuk trial kedua, dan Mode C untik trial ketiga. Dengan adanya perbedaan Mode untuk setiap kali trial menuntut robot memiliki algoritma yang cerdas dan handal.

2.2 PERANGKAT KERAS (*HARDWARE*)

2.2.1 Mikrokontroler ATmega64

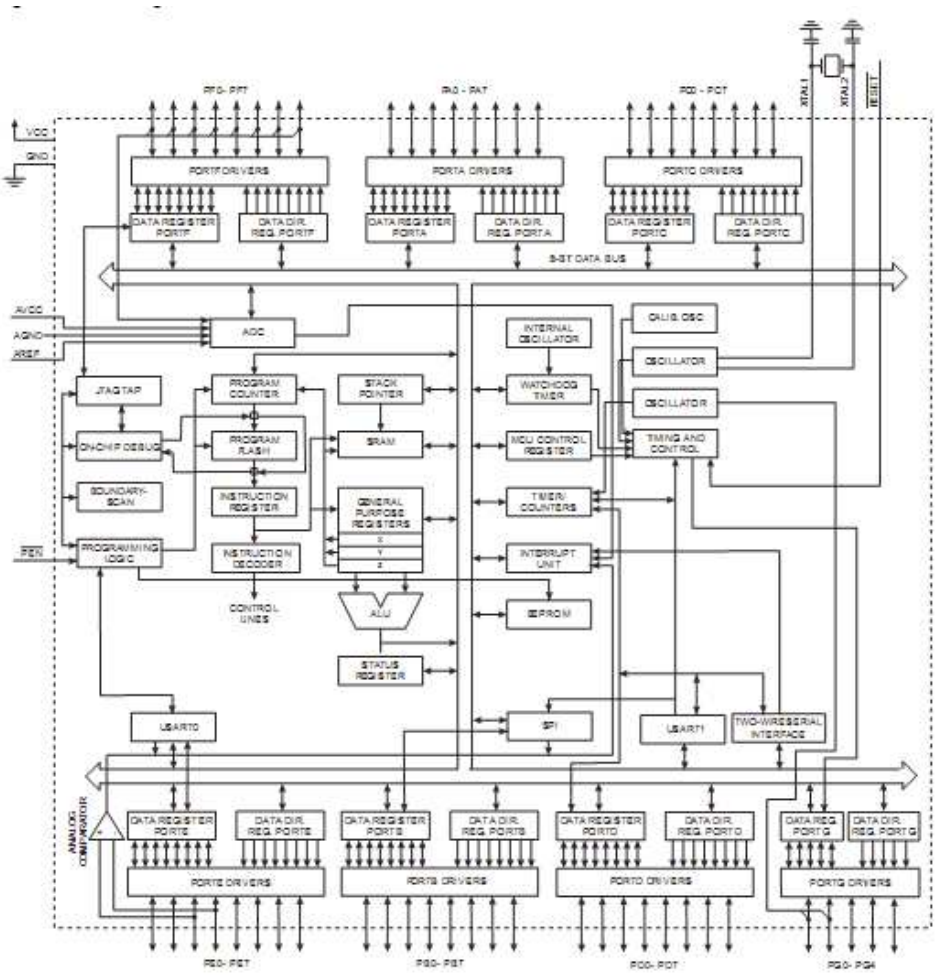
Mikrokontroler berfungsi sebagai pusat pengendali robot dan sebagai pengambil keputusan dari data-data yang dikirimkan oleh sensor-sensor. Mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega64.

Beberapa alasan utama pemilihan mikrokontroler ATmega64:

- Bahasa pemrograman yang sederhana membuat pengembangan perangkat lunak menjadi lebih cepat.
- Kecepatan tinggi dengan frekuensi *clock* 16 MHz.
- Jumlah *port* I/O sebanyak 53 buah.
- Kapasitas memori program 64KBytes).
- Memori data berukuran 4KBytes SRAM.
- Rentang Tegangan (Vcc) 4,5 - 5 volt.
- Mempunyai 8 *External Interrupts*
- 8 kanal 10 bit ADC internal

Fitur-fitur lain yang dimiliki ATmega 64 adalah:

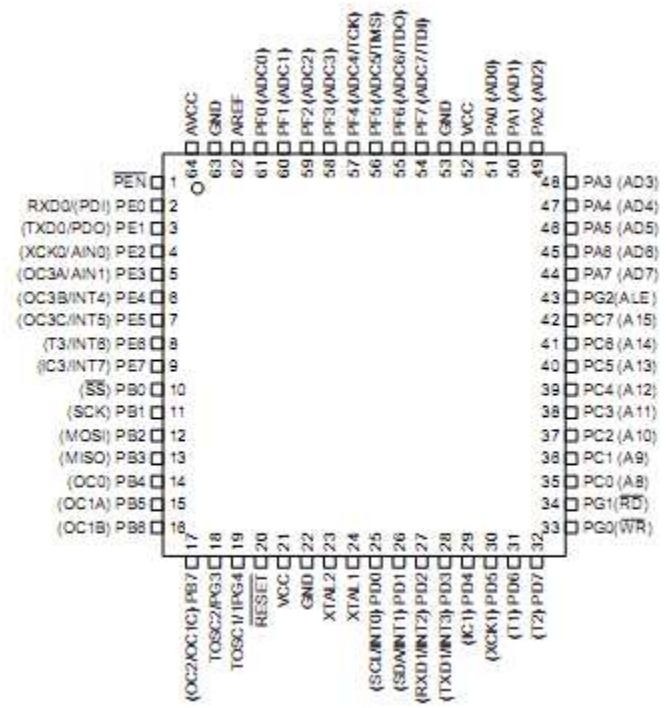
- 2KBytes EEPROM
- Merupakan mikrokontroler RISC, sehingga memiliki 133 instruksi dasar.
- On-chip Analog Comparator



Gambar 2.1 *Diagram blok ATmega64*

2.2.1.1. Deskripsi Pin-Pin ATmega64

ATmega64 memiliki *port* untuk *input*/*output* sebanyak 53 pin, yang terdiri dari 8 pin sebagai *port* A, 8 pin sebagai *port* B, 8 pin sebagai *port* C, 8 pin sebagai *port* D, 8 pin sebagai *port* E, 8 pin sebagai port F dan 8 pin sebagai port G. Khusus untuk *port* D digunakan sebagai *port* I/O Interrupt pada pin 1, Port E digunakan sebagai *port* I/O *UART* pada pin 0 sebagai *Reciever* dan pin 1 sebagai *Transmitter*.



Gambar 2.2 *Konfigurasi pin ATmega64*

Semua port dapat *digunakan* sebagai I/O, tapi port juga mempunyai fungsi lain. Berikut adalah daftar pin-pin pada mikrokontroler ATmega64 beserta fungsinya :

Tabel 2.1 konfigurasi pin-pin mikrokontroler ATmega64

Pin	Nama	Tipe Pin	Fungsi Lain
1	PEN	I	Programing Enable Pin untuk SPI serial programing
2	PE0	I/O	Programing Data Input / UART0 Receive Pin
3	PE1	I/O	Programming Data Output / UART0 Transmit Pin
4	PE2	I/O	Analog Comparator Positive Input atau USART0 external clock input/output
5	PE3	I/O	Analog Comparator Negative Input atau Output Compare dan PWM Output A untuk Timer/Counter3
6	PE4	I/O	External Interrupt4 Input atau Output Compare dan PWM Output B for Timer/Counter3
7	PE5	I/O	External Interrupt 5 Input atau Output Compare dan PWM Output C for Timer/Counter3
8	PE6	I/O	External Interrupt 6 Input atau Timer/Counter3 Clock Input
9	PE7	I/O	External Interrupt 7 Input or Timer/Counter3 Input Capture Trigger
10	PB0	I/O	SS (SPI Slave Select input)

Tabel 2.1 *Lanjutan*

Pin	Nama	Tipe Pin	Fungsi Lain
11	PB1	I/O	SCK (SPI Bus Serial Clock)
12	PB2	I/O	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input)
13	PB3	I/O	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output)
14	PB4	I/O	OC0 (Output Compare and PWM Output for Timer/Counter0)
15	PB5	I/O	OC1A (Output Compare and PWM Output A for Timer/Counter1)
16	PB6	I/O	OC1B (Output Compare and PWM Output B for Timer/Counter1)
17	PB7	I/O	OC2/OC1C (Output Compare and PWM Output for Timer/Counter2 or Output Compare and PWM Output C for Timer/Counter1)
18	PG3	I/O	TOSC2 (RTC Oscillator Timer/Counter0)
19	PG4	I/O	TOSC1 (RTC Oscillator Timer/Counter0)
20	Reset	I	Untuk mereset program
21	VCC		Tegangan sumber 5 v
22	GND		*Ground*
23	XTAL2		*Output* osilator

Tabel 2.1 *Lanjutan*

Pin	Nama	Tipe Pin	Fungsi Lain
24	XTAL1		*Input* osilator
25	PD0	I/O	External Interrupt0 Input or TWI Serial CLock
26	PD1	I/O	External Interrupt1 Input or TWI Serial DAta
27	PD2	I/O	External Interrupt2 Input or UART1 Receive Pin
28	PD3	I/O	External Interrupt3 Input or UART1 Transmit Pin
29	PD4	I/O	Timer/Counter1 Input Capture Trigger
30	PD5	I/O	USART1 External Clock Input/Output
31	PD6	I/O	Timer/Counter1 Clock Input
32	PD7	I/O	Timer/Counter2 Clock Input
33	PG0	I/O	WR (Write strobe to external memory)
34	PG1	I/O	RD (Read strobe to external memory)
35	PC0	I/O	Hanya Pin I/O dua arah
36	PC1	I/O	Hanya Pin I/O dua arah
37	PC2	I/O	Hanya Pin I/O dua arah
38	PC3	I/O	Hanya Pin I/O dua arah
39	PC4	I/O	Hanya Pin I/O dua arah
40	PC5	I/O	Hanya Pin I/O dua arah
41	PC6	I/O	Hanya Pin I/O dua arah

***Tabel 2.1** Lanjutan*

Pin	Nama	Tipe Pin	Fungsi Lain
42	PC.7	I/O	Hanya Pin I/O dua arah
43	PG.2	I/O	ALE (Address Latch Enable to external memory)
44	PA7	I/O	AD7 (External memory interface address and data bit 7)
45	PA6	I/O	AD6 (External memory interface address and data bit 6)
46	PA5	I/O	AD5 (External memory interface address and data bit 5)
47	PA4	I/O	AD4 (External memory interface address and data bit 4)
48	PA3	I/O	AD3 (External memory interface address and data bit 3)
49	PA2	I/O	AD2 (External memory interface address and data bit 2)
50	PA1	I/O	AD1(External memory interface address and data bit 1)
51	PA0	I/O	AD0 (External memory interface address and data bit 0)
52	VCC		Tegangan Input 5V
53	Gng		Ground
54	PF7	I/O	ADC input channel 7 or JTAG Test Data Input)
55	PF6	I/O	ADC input channel 6 or JTAG Test Data Output
56	PF5	I/O	ADC input channel 5 or JTAG Test Mode Select
57	PF4	I/O	ADC input channel 4 or JTAG Test ClocK
58	PF3	I/O	ADC input channel 3

***Tabel 2.1** Lanjutan*

Pin	Nama	Tipe Pin	Fungsi Lain
59	PF2	I/O	ADC input channel 2
60	PF1	I/O	ADC input channel 1
61	PF0	I/O	ADC input channel 0
62	AREF		Tegangan Referensi untuk A/D Converter
63	GND		*Ground*
64	AVCC		Tegangan Input untuk Port F dan ADC

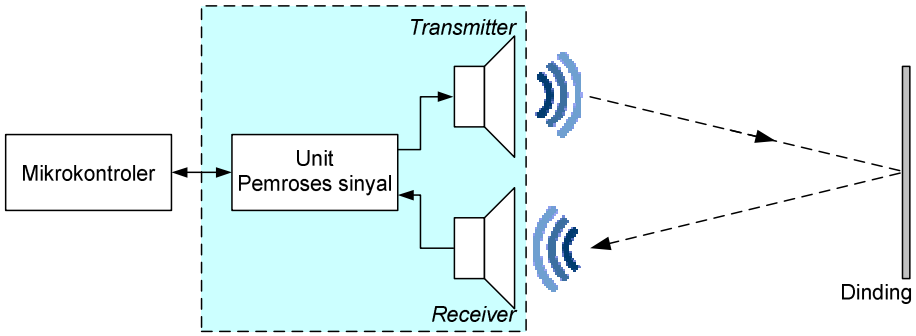
2.2.2 Sensor Dinding

Sensor dinding digunakan sebagai sensor jarak untuk menentukan jarak robot dengan dinding sehingga robot dapat menentukan aksi apa yang harus dilakukan. Sensor ultrasonik digunakan sebagai sensor dinding pada robot yang dirancang.

Pemilihan komponen ini didasarkan pada kehandalannya terhadap gangguan yang telah ditetapkan oleh Panitia KRCI. Sensor ultrasonik sangat tangguh terhadap gangguan *hanging object* berupa cermin, tetapi sensor ini menjadi kurang handal terhadap *hanging object* berupa *sound damper* yang dipasang di dinding arena lapangan. Solusinya yaitu dengan penempatan posisi sensor ultrasonik dibadan robot yang tidak terganggu oleh *sound dumper*.

2.2.2.1. Sensor Ultrasonik

Telinga manusia hanya bisa mendengar frekuensi bunyi antara 20 Hz sampai dengan 20 kHz. Gelombang diatas itu tidak dapat didengar oleh telinga manusia yang dinamakan dengan gelombang ultrasonik. Gelombang jenis ini bisa dimanfaatkan sebagai sensor pengukur jarak tanpa terjadinya kontak fisik dengan objek yang diukur jaraknya (dinding). Sensor ultrasonik bekerja pada frekuensi 40Khz, mempunyai bagian pengirim gelombang (*transmitter*) dan bagian penerima gelombang (*receiver*). Jarak dapat diketahui dengan menghitung waktu yang dibutuhkan oleh gelombang ultrasonik sejak awal pengiriman sampai kembali ke penerima gelombang.



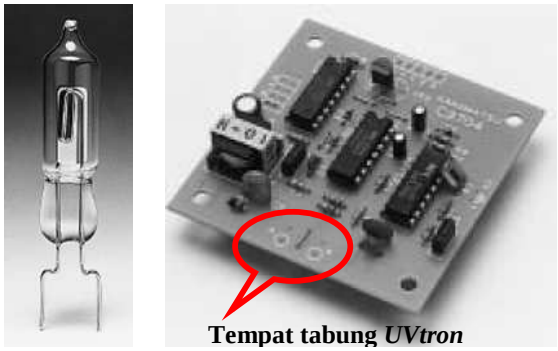
Gambar 2.3 *Prinsip kerja ultrasonik*

2.2.3 Sensor Api

Robot pemadam api tentunya membutuhkan sensor api yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan api di dalam ruangan. UVtron digunakan untuk mendeteksi keberadaan api dalam suatu ruangan arena lomba.

2.2.3.1. Uvtron

Sensor UVtron mempunyai rentang spektrum panjang gelombang antara 185 nm hingga 260 nm yang merupakan spektrum gelombang ultraviolet emisi nyala api. Sensor ini bekerja dengan menangkap pancaran ultraviolet. Api dideteksi oleh tabung UVtron sedangkan unit pemroses sinyal tersebut menggunakan modul *interface* UVtron (Hamamatsu seri C3704). Kelebihan dari sensor ini adalah mampu mendeteksi pancaran ultraviolet sampai jarak 5 meter. Gambar 2.4 berikut adalah gambar sensor *UVtron* dan modul *interface*-nya:



Gambar 2.4 *(a) Tabung sensor UVtron; (b) modul interface-nya (kanan) (http://sales.hamamatsu.com/assets/pdf/parts_R/R2868.pdf)*

2.2.4 Modul Penggerak

Roda yang dihubungkan menggunakan rantai plastik pada robot digerakkan menggunakan dua buah motor *gear* DC yang dipasang pada roda paling belakang sebelah kiri dan kanan. Pemilihan motor *gear* DC didasarkan pada putaran dan torsi yang lebih besar dibandingkan dengan motor *stepper* atau motor servo, juga didasarkan atas ketersediaan di pasaran selain harga murah juga banyak variasinya.



Gambar 2.5 *Motor DC*

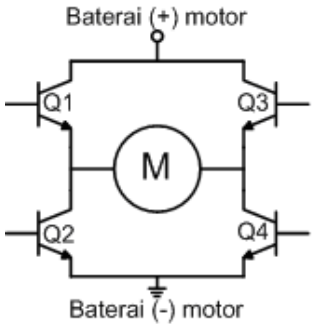
(http://www.motortech.com/)

Motor *gear* DC tidak dapat dikendalikan secara langsung oleh mikrokontroler, karena kebutuhan arus yang besar sedangkan keluaran arus dari mikrokontroler sangat kecil. Motor *driver* merupakan alternatif yang dapat digunakan untuk menggerakkan motor DC.

Ada dua cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan *motor driver*:

2.2.4.1 Transistor

Motor DC biasanya dikontrol menggunakan konfigurasi transistor yang dikenal dengan istilah *H-Bridge*. Konfigurasi ini biasanya menggunakan 4 buah transistor NPN atau dua transistor NPN dan dua transistor PNP.



Gambar 2.6 *Konfigurasi H-Bridge*

Tabel 2.2 *Tabel kebenaran konfigurasi H-Bridge*

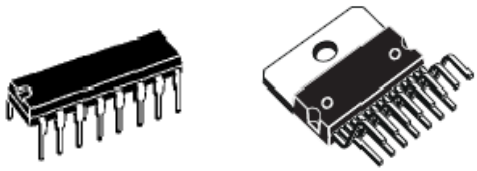
Tabel Kebenaran			
	Maju	Mundur	Stop
Q1	1	0	0
Q2	0	1	0
Q3	0	1	0
Q4	1	0	0

Gambar 2.6 menunjukkan konfigurasi transistor NPN yang digunakan sebagai pengontrol motor DC. Arus yang mengalir ke motor DC polaritasnya dapat diatur dengan memberikan logika ke transistor Q1 sampai Q4. Pengaturannya seperti tabel kebenaran pada tabel 2.2 Transistor Q1 dan Q2 atau Q3 dan Q4 tidak diperbolehkan kondisi keduanya dalam keadaan *high* karena akan menyebabkan *short circuit* terhadap baterai.

2.2.4.2 IC Motor Driver

L293 dan L298 adalah contoh IC yang dapat digunakan sebagai *driver* motor DC. IC ini menggunakan prinsip kerja *H-Bridge*. Tiap *H-Bridge* dikontrol menggunakan level tegangan TTL yang berasal dari *output* mikrokontroler. L293 dapat mengontrol 4 buah motor DC sedangkan L298 dapat mengontrol 2 buah motor DC. Tegangan yang dapat digunakan untuk mengendalikan robot bisa mencapai tegangan 46 VDC dan arus mencapai 2 A untuk setiap kanalnya.

Pengaturan kecepatan kedua motor dilakukan dengan cara pengontrolan lama pulsa aktif (metode PWM - *Pulse Width Modulation*) yang dikirimkan ke rangkaian driver motor oleh modul pengendali (mikrokontroler Basic Stamp). *Duty cycle* PWM yang dikirimkan menentukan kecepatan putar motor DC. Gambar 2.13 menunjukkan bentuk IC L293 dan L298 Multiwatt 15 yang digunakan sebagai motor *driver.*

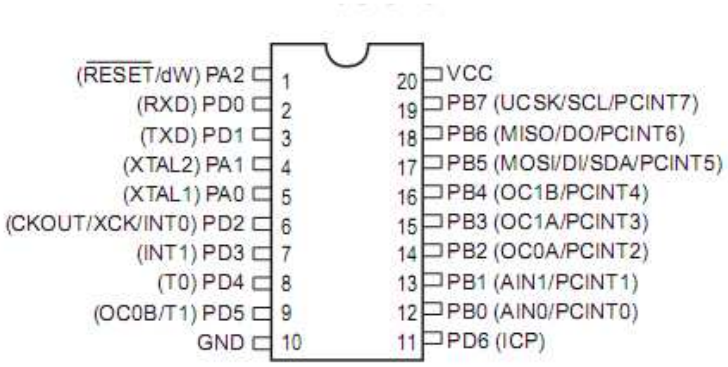


Gambar 2.7 *IC L293 dan L298*

(http://www.selectronic.fr/includes_selectronic/pdf/Thomson/L298.pdf)

2.2.4.3 Modul kendali motor

Modul kendali motor digunakan untuk mengatur kecepatan dan arah motor sesuai dengan instruksi yang dikirim oleh ATmega64. Modul kendali motor ini menggunakan DT-AVR *low cost nano system* yang diproduksi oleh Innovative Electronics. Modul ini menggunakan mikrokontroler ATtiny2313 yang mempunyai 2KB memori program, 128 Byte EEPROM dan 128 Byte SRAM. Gambar 2.11 menunjukkan deskripsi pin ATtiny2313.



Gambar 2.8 *Deskripsi pin ATtiny2313*

Tabel 2.3 konfigurasi pin-pin mikrokontroler ATtiny2313

Pin	Nama	Tipe Pin	Fungsi
1	PA2		Sebagai *Reset*
2	PD0		UART data *receiver*
3	PD1		UART data *transmitter*
4	PA1		XTAL2
5	PA0		XTAL1
6	PD2	I/O	*External Interrupt* 0, XCK, CKOUT
7	PD3	I/O	*External Interrupt* 1
8	PD4	I/O	*Timer/counter 0*
9	PD5	I/O	Timer/Counter 1, OC0B
10	GND		*Ground*
11	PD6	I/O	*Input Capture Pin* pada *timer/counter 1*
12	PB0	I/O	*Analog Comparator Positive input;* *Pin Change Interrupt Source 0.*
13	PB1	I/O	*Analog Comparator Negative input;* *Pin Change Interrupt Source 1*
14	PB2	I/O	OC0A, *Pin Change Interrupt Source 2.*
15	PB3	I/O	OC1A, *Pin Change Interrupt Source 3*
16	PB4	I/O	OC1B, *Pin Change Interrupt Source 4*
17	PB5	I/O	DI/SDA, *Pin Change Interrupt Source 5*
18	PB6	I/O	DO, *Pin Change Interrupt Source 6*
19	PB7	I/O	USCK/SCL, *Pin Change Interrupt Source 7*
20	Vcc		Tegangan *Input*

2.2.4.4 Optocoupler

Optocoupler merupakan alat yang terdiri dari led inframerah dan phototransistor. Pada saat cahaya dari led inframerah yang menuju ke phototransistor terhalang oleh cahaya dari led inframerah yang menuju ke phototransistor diterima maka phototransistor akan melewatkan arus yang melaluinya. Pada keadaan

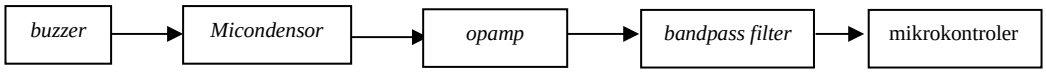
phototransistor menerima cahaya maka optocoupler akan menghasilkan beda potensial sebesar beberapa mV.

2.2.5 Modul Pemadam Api

Media yang digunakan untuk memadamkan api adalah gas dan air. Yang menjadi pemadam utama adalah air. Dimana air ini disimpan dalam media tertentu berbentuk balok yang memiliki kapasistas ± 250 ml . yang digerakkan oleh motor DC. Motor DC dapat bekerja dengan menggunakan *motor driver* yang akan mengendalikan putaran motor tersebut. *Motor diver* yang digunakan sama dengan modul penggerak roda.

2.2.6 Sensor Suara

Robot dapat diaktifkan menggunakan sensor suara dengan frekuensi antara 3 – 4 kHz. Modul yang dirancang terdiri dari dua bagian, yaitu modul penghasil suara yang diaktifkan oleh operator robot dan modul pendeteksi suara yang terpasang pada robot. Alat yang digunakan sebagai penghasil suara adalah sebuah *buzzer* dengan frekuensi sekitar 3 – 4 Khz. Suara yang dihasilkan berupa sinyal *analog* yang akan diterima oleh komponen *micondensor* yang kemudian dikuatkan oleh komponen penguat, setelah dilakukan penguatanm sinyal tersebut di-*filter* melalui komponen *bandpass filter* sehingga menghasilkan sinyal digital. Sinyal tersebut diterima oleh mirokontroler yang menandakan bahwa awal dari pergerakan robot



Gambar 2.9 *Diagram blok sensor suara*

2.2.7 Catu Daya

Catu daya memegang peranan yang sangat penting dalam hal perancangan sebuah robot. Tanpa bagian ini robot tidak akan berfungsi. Begitu juga bila pemilihan catu daya tidak tepat, maka robot tidak akan bekerja dengan baik.

Penentuan sistem catu daya yang akan digunakan ditentukan oleh banyak faktor, diantaranya :

1. Tegangan

Setiap modul sensor atau aktuator tidak memiliki tegangan yang sama. Hal ini akan berpengaruh terhadap disain catu daya. Tegangan tertinggi dari salah satu modul sensor atau aktuator akan menentukan nilai tegangan catu daya.

2. Arus

Arus memiliki satuan Ah (*Ampere-hour*). Semakin besar Ah, semakin lama daya tahan baterai bila digunakan pada beban yang sama.

3. Teknologi Baterai

Baterai isi ulang ada yang dapat diisi hanya apabila benar-benar kosong, dan ada pula yang dapat di isi ulang kapan saja tanpa harus menunggu baterai tersebut benar-benar kosong.

Secara umum, ada beberapa jenis dan bentuk baterai yang dapat digunakan untuk sistem catu daya pada sebuah robot, diantaranya baterai *Nickel Metal Hydride* (Ni-MH). Baterai ini mempunyai teknologi terbaik untuk *rechargeable* baterai, yakni dapat diisi ulang lebih dari 400 kali serta memiliki tahanan dalam yang rendah dengan tegangan kerja sebesar 1.2 volt, sehingga dapat memberikan arus yang relatif besar. Jika digunakan untuk beban yang berat, baterai ini dapat menjadi panas.

Kapasitas simpan baterai Ni-MH ini sangat bervariasi, yakni sampai 2700 mAh. Berikut ini adalah contoh sebuah baterai Ni-MH 2700 mAh.



Gambar 2.10 *Baterai Ni-MH 2700mAh*

(http://www.nimhbattery.com/sanyo-2700-aa-rechargeable-batteries.htm)

Untuk pengisian baterai ini dapat dilakukan kapan saja, namun untuk hasil yang lebih baik, setelah beberapa kali pengisian, baterai ini harus dikosongkan terlebih dahulu sebelum diisi. Selain jenis baterai Ni-MH, masih banyak lagi jenis baterai yang tersedia di pasaran dengan spesifikasi yang beragam dan dapat digunakan untuk catu daya pada sebuah robot. Diantaranya baterai Ni-CAD, Alkaline, Lithium, Lead Acid dan sebagainya, yang masing-masing mempunyai kelebihan dan kekurangannya.

2.2.8 Modul AVR910

AVR910 merupakan modul pemrograman ATmega64. Modul ini menggunakan *software* AVRprog.

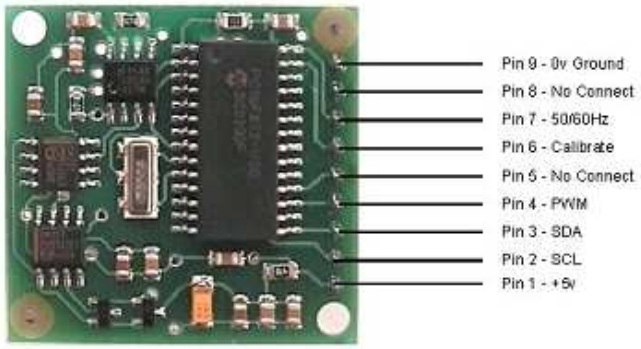


Gambar 2.11 *AVR910*

2.2.9. Modul Kompas

Kompas berfungsi sebagai penentu arah gerak robot. Modul kompas yang digunakan adalah CMPS03.

Modul CMPS03 mempunyai ukuran 4 x 4 cm dan menggunakan sensor medan magnet Philips KMZ51. Sensor magnet ini cukup sensitif untuk mendeteksi medan magnet bumi. CMPS03 memiliki resolusi hingga 0,1 derajat dan pembacaan sudut dapat dilakukan dengan 2 pilihan antarmuka yaitu I2C atau PWM.



Gambar 2.12 *CMPS03*

2.3. Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak merupakan faktor penting dalam tahap perancangan robot. Perangkat lunak ini berupa algoritma gerak dan tugas robot dalam bentuk listing program yang ditanamkan kedalam mikrokontroler. Program dapat bermacam-macam bentuk versi dan bahasa pemrogramannya, sesuai dengan spesifikasi dari mikrokontroler yang digunakan.

Mikrokontroler ATmega64 menggunakan bahasa pemrograman QBasic, yang bahasa pemrogramannya hampir sama dengan bahasa Basic. Software yang digunakan adalah Bascom-AVR.

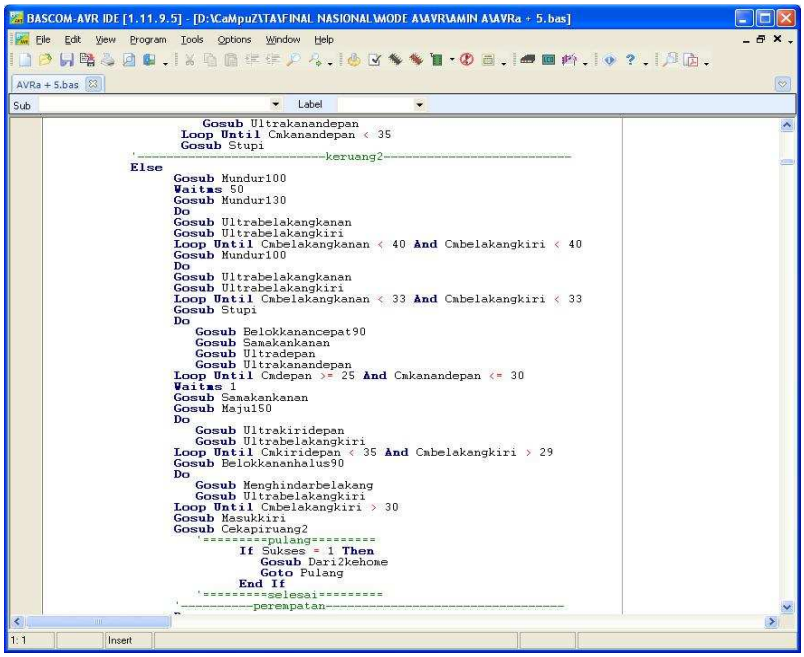
2.3.1 Bascom-AVR

Instruksi yang dapat digunakan pada *editor* Bascom-AVR relatif cukup banyak dan bergantung dari tipe dan jenis AVR yang digunakan. Berikut ini beberapa instruksi-instruksi dasar yang dapat digunakan pada mikrokontroler ATmega64

Tabel 2.4 *Beberapa instruksi dasar BascomAVR*

Instruksi	Keterangan
DO…LOOP	Perulangan
GOSUB	Memanggil prosedur
IF…THEN	Percabangan
FOR..NEXT	Perulangan
WAIT	Delay atau waktu tunda detik
WAITMS	Delay atau waktu tunda milidetik
WAITUS	Delay atau waktu tunda mikrodetik
SELECT…CASE	Pencabangan
PULSOUT	Membangkitkan pulsa
PULSIN	Menerima/membaca pulsa yang diterima
GOTO	Menuju/loncat ke alamat memori tertentu

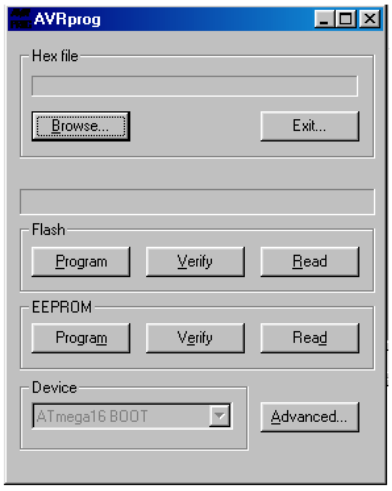
Bascom-AVR adalah *software* yang khusus dibuat untuk keluarga AVR, software ini berjalan pada sistem operasi windows. *Software* ini dapat berjalan pada komputer dengan sistem minimum, tanpa harus membutuhkan spesifikasi komputer yang canggih. Gambar 2.13 menunjukkan tampilan jendela program Bascom-AVR yang berjalan pada sistem operasi Windows.



Gambar 2.13 *Tampilan editor Bascom-AVR*

2.3.2. AVRProg

AVRprog merupakan *software* yang digunakan untuk memprogram mikrokontroler ATmega64 dengan menggunakan AVR910. Gambar 2.14 adalah tampilan jendela program AVRprog



Gambar 2.14 *Tampilan programmer AVRprog*