BAB II
LANDASAN TEORI

2.1 Perangkat Keras (*Hardware*)

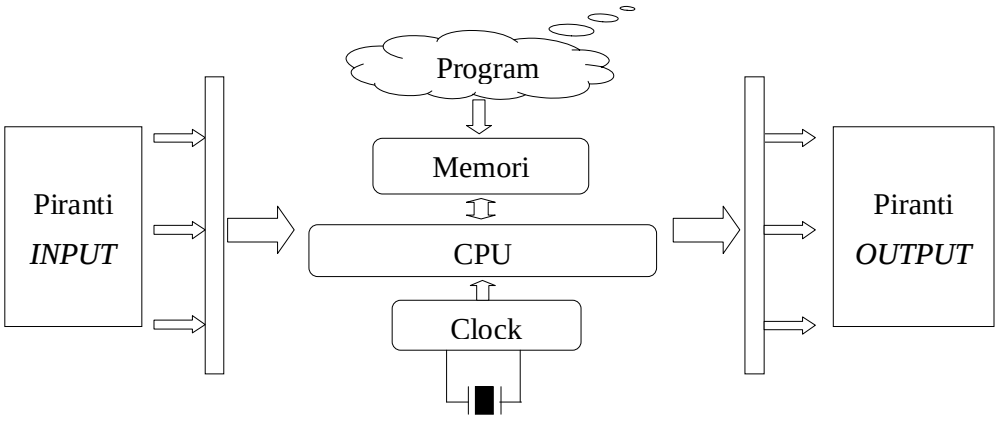
2.1.1 Mikrokontroler

Mikrokontroler bisa diartikan sebagai sistem komputer yang memiliki CPU, memori, osilator clock, dan I/O dalam satu rangkaian terpadu. Fungsi dari mikrokontroler adalah mengerjakan intruksi-intruksi pada memori program, program merupakan imajinasi dari seorang programmer, dimana program merupakan intruksi-intruksi dari intruksi set dari CPU, program disimpan di memori yang secara berurutan intruksi-intruksi tersebut dikerjakan oleh CPU. Mikrokontroler menggunakan osilator clock yang berfungsi untuk memicu CPU dalam mengerjakan satu intruksi ke intruksi selanjutnya dalam program yang berurutan, dari setiap langkah operasi mikrokontroler memakan waktu beberapa clock untuk mengerjakan satu intruksi tergantung pada nilai dari osilator clock.

Central Procesing Unit (CPU) yang mengerjakan intruksi-intruksi yang diprogram oleh programmer, mengintruksikan CPU untuk membaca informasi dari piranti *input*, membaca informasi dan menulis informasi ke memori untuk menuliskan ke memori. Ada beberapa tipe dari memori didalam mikrokontroler yang digunakan untuk beberapa tujuan yang berbeda, yang sering ditemui adalah RAM (*Random Access Memori*) dan ROM (*Random Only Memori*). RAM berfungsi sebagai tempat penyimpanan data sementara dan hasil kalkulasi selama proses operasi, ROM digunakan media penyimpanan data yang bersifat *volatile* jika tidak ada tegangan pada mikrokontroler maka data tersebut tetap ada.

Sebuah piranti *input* menyediakan informasi kepada sistem mikrokontroler dari dunia luar, hampir *input* mikrokontroler hanya bisa memproses sinyal *input* digital, dengan tegangan yang sama dengan tegangan sumber 5 Volt jika berlogika *low* maka bernilai 0 Volt dengan disebut (VSS) negatip, dan jika *high* maka bernilai 5 Volt dengan disebut (VDD). Jika kita ingin memproses sinyal *input* analog maka kita harus mengkonversikan dari sinyal *analog* ke *digital* (ADC), ada

beberapa mikrokontroler yang sudah memiliki piranti ADC internal dalam satu rangkaian terpadu. *Output* dari mikrokontroler berbentuk sinyal digital, untuk mendapatkan *output* sinyal analog maka dibutuhkan piranti DAC (*Digital to Analaog Converter*) yang merubah sinyal digital ke analog.



Gambar 2.1. Blok Diagaram Sistem Mikrokontroler

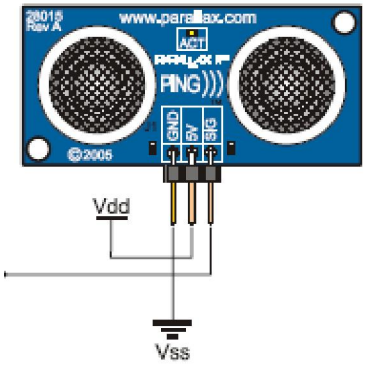
Penggunaan mikrokontroler pada perancangan robot ini di harapkan bisa mengoptimalkan sistem kerja robot yang berjalan secara otomatis.

2.1.2 Sensor Jarak

Ada dua buah jenis sensor jarak untuk mendeteksi objek yang digunakan dalam perancangan robot ini, yaitu sensor ultrasonik PING))) dan sensor inframerah (GP2D12 dan GP2D15 yang di produksi oleh Sharp).

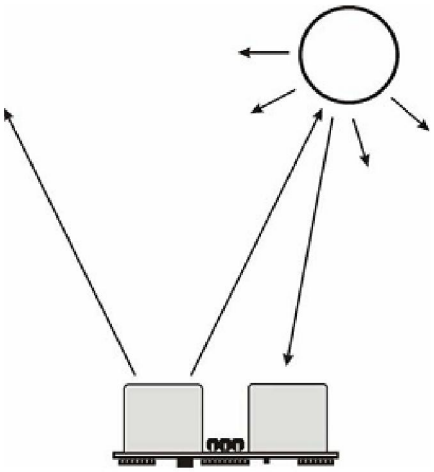
2.1.2.1 Sensor Ultrasonik

Sensor dinding yang digunakan menggunakan sensor PING))) yang diproduksi oleh parallax, penggunaan sensor PING))) dalam perancangan robot ini karena sensor ini mendukung penggunaan mikrokontroler BS2p40 dengan penggunaan modul Basic stamp.



Gambar 2.2. Sensor Ultrasonik

Prinsip kerja dari sensor ultrasonik PING))) yaitu dengan mengirimkan gelombang ultrasonik dengan waktu yang singkat, dan menunggu gelombang pantulan (*echo*) dari gelombang ultrasonik yang dikirim terlebih dahulu pada Gambar 2.3 menunjukan prinsip kerja sensor ultrasonik. Dalam menentukan berapa jauh jarak antara dinding dengan robot ada beberapa langkah dalam proses intruksi pada mikrokontroler.



Gambar 2.3. Cara Kerja Sensor Ultrasonik

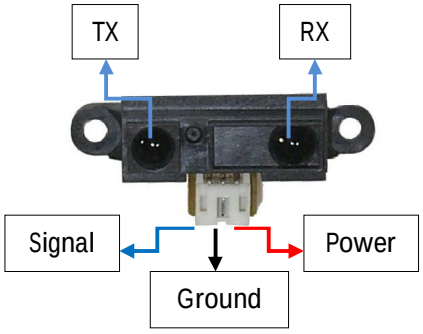
Dengan mengirimkan pulsa (trigger time) selama $2\mu S < t_{trigger} < 5\mu S$ dalam memulai pengukuran, pada waktu yang bersamaan sensor ultrasonik mengirimkan gelombang ultrasonik pada frekuensi 40KHz selama 200µS pada

speaker ultrasonik dengan mengirimkan sinyal *high* ke mikrokontroler. Ketika bagian penerima ultrasonik mendeteksi adanya *echo*, sinyal pada awalnya *high* akan berubah menjadi *low*. Waktu yang dibutuhkan gelombang ultrasonik menuju objek dan kembali kebagian penerima ultrasonik, nilai dari waktu tersebut dijadikan sebuah variabel untuk menghitung jarak antara robot dengan objek.

2.1.2.2 Inframerah

Sensor infra merah adalah sinar elektromagnet yang panjang gelombangnya lebih dari pada cahaya nampak yaitu diantara 700nm dan 1mm, sinar merah merupakan cahaya yang tidak tampak. Jika dilihat dengan alat spektroskop cahaya maka radiasi cahaya infra merah akan nampak dengan panjang gelombang diatas panjang gelombang cahaya merah. Dengan panjang gelombang ini maka cahaya infra merah akan tampak oleh mata tetapi radiasi panas yang ditimbulkannya masih terasa. Ada tiga bagian pada sensor infra merah yaitu, *Near* infra merah 0.75-15µm, *Mid* infra merah 1.50- 10µm, dan *Far* infra merah 10-100µm [3].

Salah satu contoh penggunaan infra merah untuk menentukan jarak yaitu sensor GP2D15, yang memiliki jarak maksimal sampai 24cm. Kemampuan mengukur jarak dengan objek tanpa terpengaruh oleh warna dan cahaya didalam ruangan.

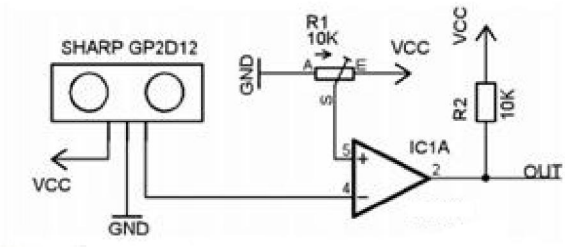


Gambar 2.4. Sensor Inframerah GP2D15

Tegangan yang digunakan antara 4.5V sampai dengan 5.5V dengan konsumsi arus sampai 35mA. Cara kerja dari sensor infra merah ini ketika cahaya terhalang oleh objek pada jarak kurang dari 25cm, *output* dari GP2D15 yang

masuk ke pin mikrokontroler bernilai 1 (*high*), dan ketika cahaya tidak terhalang oleh objek maka *output* bernilai 0 (*low*). Pada perancangan robot ini sensor ini digunakan untuk mendeteksi jarak antara robot dengan meja.

Sensor GP2D12 sama seperti GP2D15 yang merupakan sensor infra merah, tetapi bedanya *output* dari sensor GP2D12 berupa sinyal analog yang diwakili dengan data biner 8 bit yang memiliki jarak rentang antara 10-80cm. Agar sinyal yang masuk ke mikrokontroler tetap berupa sinyal digital, diperlukan sebuah komparator LM339. Penggunaan komparator ini dikarenakan ouput dari komparator yang masuk ke pin mikrokontroler relatip cepat dibandingkan dengan menggunakan ADC, karena prinsip kerja komparator hanya membandingkan tegangan Vin dengan Vref, jika Vin lebih kecil maka *output* sama dengan Vcc (*high*), jika Vin lebih besar maka *output* sama dengan Vee (*low*). Pada perancangan robot ini sensor GP2D12 berfungsi untuk mendeteksi pintu kulkas, pada saat pintu kulkas hendak membuka dan menutup.



Gambar 2.5. Konfigurasi Rangkain GP2D12 Dengan Komparator

2.1.3 Sensor Suara

Sensor suara terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian penghasil suara (*Transmitter*) dan bagian pendeteksi suara (*Receiver*), dua suara berbeda yang dihasilkan antara frekuensi rendah dengan frekuensi tinggi. Jika sinyal frekuensi 3500Hz maka robot harus mengambil piring yang ada di rak bawah, jika sinyal frekuensi 7500Hz maka harus mengambil piring yang ada di rak atas.

Komponen yang digunakan untuk menghasilkan dua suara yang berbeda dengan menggunakan sistem minimum BS2sx, karena pada mikrokontroler Basic stamp sudah terdapat sintak program untuk menghasilkan sinyal suara dengan

frekuensi yang ditentukan, berikut contoh sintak program untuk menghasilkan suara.

Sintak : FREQOUT Pin, Duration, Freq1{,Freq2}

Keterangan:

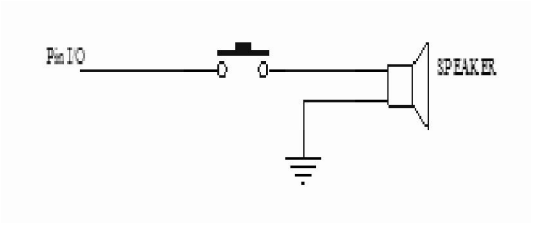
- Pin : Variabel atau konstanta yang menentukan pin I/O yang digunakan.
- Duration : Lama waktu dalam mengahasilkan suara.
- Freq1,Freq2 : Merupakan nilai sinyal frekuensi yang ditentukan

Tabel dibawah menunjukan penggunan dalam menentukan nilai *duration*, dan batas maksimal nilai dari sinyal suara.

Tabel 2.1. Sinyal Frekuensi Pada Modul Basic stamp

	BS2 and BS2e	BS2sx	BS2p	BS2pe	BS2px
Units in *Duration*	1 ms	0.4 ms	0.265 ms	1 ms	0.166 ms
Units in *Freq1* and *Freq2*	1 Hz	2.5 Hz	3.77 Hz	1.51 Hz	6.03 Hz
Range of frequency	0 to 32767 Hz	0 to 81.917 kHz	0 to 123.531 kHz	0 to 49.478 kHz	0 to 197.585 kHz

Untuk mendapatkan sinyal frekuensi 3500Hz dan 7500Hz, dengan cara mengalikan sinyal yang diinginkan dengan nilai *duration* yang sudah ditentukan pada tabel.



Gambar 2.6. Rangkaian Modul Penghasil Suara

Untuk mengeluarkan suara yang berbeda pada satu pin I/O, digunakan satu buah saklar yang terhubung ke pin I/O untuk menentukan frekuensi suara mana yang akan digunakan. Jika mikrokontroler menerima logika *high* dari saklar maka akan mengeluarkan suara frekuensi 7500Hz, jika berlogika *low* mengekluarkan frekuensi 3500Hz.

Pada bagian penerima suara menggunakan dua buah rangkaian *band pass filter* untuk membedakan antara frekuensi 3500Hz dan 7500Hz, *output* yang keluar dari rangkaian *band pass filter* terhubung ke pin ADC internal pada mikrokontroler ATmega8.

2.1.4 Kompas

Navigasi sangat penting bagi manusia maupun robot, agar pada saat bergerak dapat menuju ke arah yang tepat. Kompas adalah sensor yang menunjukkan arah/orientasi robot pada bidang mendatar yang digunakan sebagai alat bantu biasanya untuk Navigasi robot. Gambar 2.7 menunjukan salah satu kompas digital modul CMPS03.



Gambar 2.7. Modul Kompas

Output sensor ini dapat berupa pwm atau I2C, jika *output* pwm maka *output* akan mengeluarkan pulsa selama 1ms untuk 0 derajat hingga 36,99ms untuk 359,99 derajat, sehingga memiliki sensitivitas 0,1 ms per derajat. Untuk I2C modul dapat dengan mengirimkan data yang dapat berupa byte(0-255) atau word (0-3599) untuk satu putaran. Modul sensor ini bisa dikalibrasi ulang dengan metode manual atau I2C.

2.1.5 Sensor Cahaya

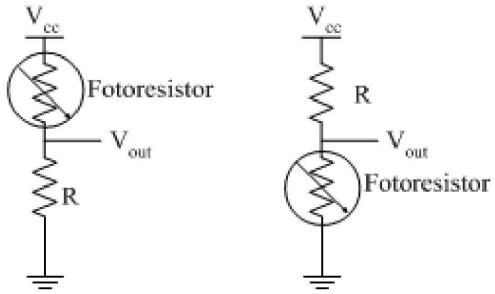
Terdapat banyak piranti yang dapat digunakan sebagai sensor cahaya antara lain fotoresistor, fotodioda, dan fototransistor. Berdasarkan panjang gelombangnya sensor cahaya diklasifikasikan menjadi sensor inframerah, cahaya tampak dan ultraviolet.

Sensor cahaya mempunyai banyak kegunaan pada sistem otomasi, beberapa contoh antara lain untuk mendeteksi kertas pada printer, penentuan banyaknya lampu yang dibutuhkan pada suatu ruangan dan masih banyak lainnya.



Gambar 2.8. Fotoresistor

Fotoresistor atau sering disebut LDR (*Light Dependent Resistor*) merupakan resistor yang mempunyai nilai resistansi yang berubah sesuai dengan intensitas cahaya tampak. Elemen pada fotoresistor tersebut dari Cadmium Sulfida (CdS) yang peka terhadap cahaya tampak. Pada intensitas cahaya berbanding terbalik dengan nilai resistansi fotoresistor, atau sebanding dengan konduktansinya. Pada keadaan gelap nilai resistansi meningkat, sedangkan keadaan terang menyebabkan nilai resistansi menurun. Fotoresistor memiliki nilai antara satuan Ohm hingga sampai dengan Kohm.



Gambar 2.9. Rangkaian Fotoresistor

Fotoresistor dihubungkan dengan resistor yang lain yang akan membentuk rangkaian pembagi tegangan untuk diukur beda tegangannya. Pada gambar 2.9 sebelah kanan menunjukan rangkaian fotoresistor dengan tegangan *output* sebanding dengan intesitas cahaya, dan gambar sebelah kiri menunjukan tegangan berbanding terbalik dengan intensitas cahaya.

Nilai tegangan keluaran dari rangkaian fotoresistor dapat dihubungkan dengan komparator untuk mendapatkan sinyal biner, atau dapat dihubungkan dengan ADC. Adapun cara lain untuk mengukur nilai resistansi fotoresistor adalah dengan mengukur waktu *RC*. Fotoresistor mempunyai kelemahan dibanding fototransistor ataupun fotodioda yaitu waktu respon yang relatif lambat.

Fototransistor merupakan transistor yang biasanya dari jenis NPN yang dapat meneruskan arus sesuai dengan banyaknya intensitas cahaya yang mengenainya. Jika dibandingkan, fotoresistor lebih peka terhadap cahaya pada spektrum infra merah. Cahaya pada fototransistor menggantikan peranan arus basis, semakin banyak intensitas cahaya maka semakin banyak arus yang dapat dialirkan dari kolektor ke emitter. Untuk fotodioda seperti halnya fotoresistor yang peka terhadap cahaya, dioda pada umumnya mengalirkan arus dari anoda ke katoda, tetapi tidak untuk fotodioda yang sebaliknya mengalirkan arus dari katoda ke anoda. Jika diberi cahaya maka tegangan *output* akan berkurang jika menggunakan rangkaian yang bersifat aktif *low*, jika aktif *high* maka *output* akan naik prinsip kerjanya mirip seperti fotodioda.

2.1.6 Motor DC

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 2.10. Motor DC

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.

2.1.7 Catu Daya

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 pada 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 2.11. Baterai *Ni-MH* 2700mAh

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 Perangkat Lunak (*Software*)

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 BS2P40 adalah jenis mikrokontroler yang didalamnya sudah terdapat *interpreter chip*. Di dalam *interpreter chip* sudah terdapat program kecil yang berfungsi untuk menginterpretasikan program yang ditulis di dalam Basic stamp Editor. Bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengisikan program ke dalam mikrokontroler ini adalah Bahasa PBasic, yang bahasa pemrogramannya hampir sama dengan bahasa Basic *Software* yang digunakan adalah Basic stamp Editor. Mikrokontroler ATmega8 menggunakan bahasa pemrograman *Q*Basic, yang bahasa pemrogramannya hampir sama dengan bahasa Basic. *Software* yang digunakan adalah Bascom-AVR.

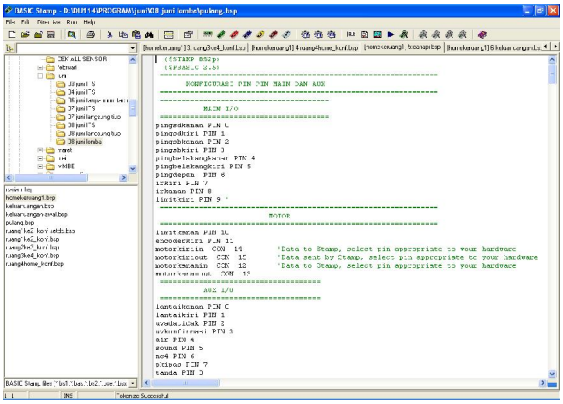
2.2.1 Basic Stamp

Instruksi yang dapat digunakan pada Basic stamp Editor relatif cukup banyak dan bergantung dari tipe dan jenis Basic stamp yang digunakan. Berikut ini beberapa instruksi-instruksi dasar yang dapat digunakan pada mikrokontroler Basic stamp dengan tipe BS2P40.

Tabel 2.2. Instruksi Dasar Basic stamp

Instruksi	Keterangan
DO…LOOP	Perulangan
GOSUB	Memanggil prosedur
IF…THEN	Percabangan
SELECT…CASE	Pencabangan
FOR..NEXT	Perulangan
HIGH	Menset pin I/O menjadi 1
LOW	Menset pin I/O menjadi 0
PAUSE	Delay atau waktu tunda
PWM	Konversi suatu nilai digital ke keluaran analog lewat pulse-width modulasi
COUNT	Menghitung jumlah pulsa (0-1-0 atau 1-0-1)
PULSOUT	Membangkitkan pulsa
PULSIN	Menerima/membaca pulsa yang diterima
GOTO	Menuju/loncat ke alamat memori tertentu

Basic stamp Editor merupakan sebuah *software* yang dapat dijalankan pada dua jenis versi sistem operasi, yakni *DOS* dan Windows. *Software* ini dapat berjalan pada komputer dengan sistem minimum, tanpa harus membutuhkan spesifikasi komputer yang sangat canggih. Berikut ini tampilan jendela program Editor Basic stamp yang berjalan pada sistem operasi Windows



Gambar 2.12 Tampilan Jendela Basic stamp Editor

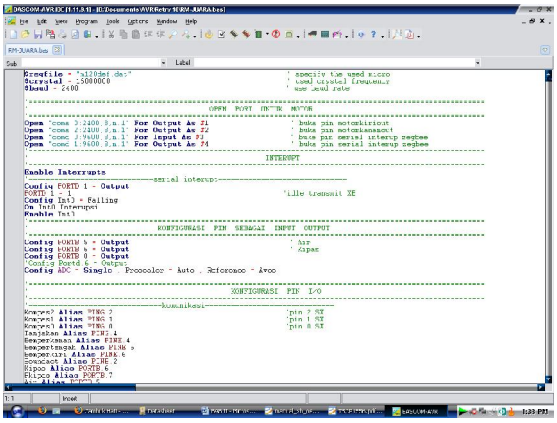
2.2.2 Bascom AVR

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 ATmega8.

Tabel 2.3 Instruksi Dasar Bascom AVR

Instruksi	Keterangan
DO…LOOP	Perulangan
GOSUB	Memanggil prosedur
IF…THEN	Percabangan
FOR..NEXT	Perulangan
WAIT	Waktu tunda detik
WAITMS	Waktu tunda milidetik
WAITUS	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. Berikut ini adalah tampilan jendela program Bascom-AVR yang berjalan pada sistem operasi Windows



Gambar 2.13 Tampilan Editor Bascom-AVR