

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pengertian Kendaraan Bebas Lampu Merah

Kendaraan Bebas Lampu Merah adalah kendaraan yang ketika berada pada keadaan tertentu akan memiliki prioritas dan hak utama, polisi akan memerintahkan kendaraan tersebut untuk jalan terus. (hukumonline.com, diakses 2017). Keadaan tertentu yang dimaksud bisa disaat keadaan darurat dimana kendaraan tersebut sangat diperlukan untuk sampai secepat mungkin ditempat tujuan. Kendaraan bebas lampu merah ini juga diwajibkan memiliki alat pemberi isyarat yang menandakan bahwa kendaraan tersebut akan lewat, isyarat tersebut bisa berupa lampu yang dilengkapi dengan sirine.

Berdasarkan pasal 134 UU No.22 Tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, kendaraan yang memperoleh hak utama adalah :

- a. Kendaraan pemadam kebakaran yang sedang melaksanakan tugas;
- b. Ambulans yang mengangkut orang sakit;
- c. Kendaraan untuk memberikan pertolongan pada Kecelakaan Lalu Lintas;
- d. Kendaraan pimpinan Lembaga Negara Republik Indonesia;
- e. Kendaraan pimpinan dan pejabat negara asing serta lembaga internasional yang menjadi tamu negara;
- f. iring-iringan pengantar jenazah; dan
- g. konvoi dan/atau Kendaraan untuk kepentingan tertentu menurut pertimbangan petugas Kepolisian Negara Republik Indonesia.

2.2. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan penelitian sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengkaji penelitian yang dilakukan. Dari penelitian terdahulu, penulis tidak menemukan penelitian dengan judul yang sama seperti judul penelitian penulis. Namun penulis mengangkat beberapa penelitian sebagai referensi dalam

memperkaya bahan kajian pada penelitian penulis. Berikut merupakan penelitian terdahulu berupa beberapa jurnal terkait dengan penelitian yang dilakukan penulis.

Berdasarkan hasil penelitian yang pernah dilakukan oleh Oktioza Pratama (2012) dimana melakukan penelitian mengenai analisis rencana penerapan *Electronic Road Pricing (ERP)* Pada Sektor Transportasi terhadap Kota Jakarta menggunakan pendekatan sistem dinamis. Hasilnya menunjukkan bahwa Skenarion ERP memberikan kontribusi penurunan konsumsi BBM dan Emisi CO₂ hingga 12,67% pada tahun 2014.

Vicky Primandani (2012) menyajikan penelitian mengenai purwarupa sistem pembayaran retribusi jalan tol berbasis teknologi RFID. Penelitian ini menemukan bahwa sistem dapat mempercepat waktu transaksi pembayaran kenaraan golongan I di gerbang tol dibandingkan dengan sistem pembayaran konvensional (menggunakan uang pas) maupun e-toll, Sehingga dengan sistem berbasis RFID ini juga diharapkan akan mempercepat perjalanan dari mobil ambulans dan pemadam kebakaran.

Penelitian mengenai RFID juga dilakukan oleh Decy Nataliana, dkk (2013) dengan melakukan Perancangan *Prototype* Deteksi kecepatan Kendaraan Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. Dalam penelitian ini ditemukan bahwa perangkat ini hanya bisa membaca kecepatan benda dalam keadaan beriringan, dengan minimal jarak ≥ 40 cm (jarak ini tergantung penempatan jarak antar sensor).

Perbandingan dengan penelitian terdahulu dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2.1. Tabel Perbandingan Hasil Penelitian

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Oktioza Pratama, 2012	Analisi Rencana Penerapan <i>Electronic Road Pricing (ERP)</i> Pada Sektor Transportasi terhadap Kota Jakarta menggunakan pendekatan sistem dinamis	Skenarion ERP memberikan kontribusi penurunan konsumsi BBM dan Emisi CO ₂ hingga 12,67% pada tahun 2014 namun meingkat hingga 6% pada tahun 2030.
Perbedaan : Penelitian yang dilakukan Oktioza Pratama membahas mengenai rancangan model dan menganalisis skenario implementasi ERP untuk kepentingan		

efisiensi kendaraan di jalan raya Jakarta. Sedangkan penulis membahas mengenai pengembangan sistem ERP menjadi sistem pendeteksi kendaraan bebas lampu merah.		
Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Vicky Primandani, 2012	Purwarupa Sistem Pembayaran Retribusi Jalan Tol Berbasis Teknologi RFID	Sistem dapat mempercepat waktu transaksi pembayaran kendaraan golongan I di gerbang tol dibandingkan dengan sistem pembayaran konvensional (menggunakan uang pas) maupun e-toll.
Perbedaan : Penelitian yang dilakukan Vicky Primadani membahas mengenai pemanfaatan RFID untuk mempercepat waktu transaksi pembayaran pada jalan tol. Sedangkan penulis membahas RFID bisa mempercepat waktu kendaraan bebas lampu merah sampai ketujuan tanpa terkendala oleh macet saat lampu merah.		

Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
Decy Nataliana, Nandang Taryana, Aam Ahamd M, 2013	Perancangan <i>Prototype</i> Deteksi kecepatan Kendaraan Menggunakan RFID Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535	Perangkat ini hanya bisa membaca kecepatan benda dalam keadaan beriringan, dengan minimal jarak ≥ 40 cm (jarak ini tergantung penempatan jarak antar sensor).
Perbedaan : Penelitian yang dilakukan membahas mengenai jarak yang bisa dideteksi oleh RFID dalam jarak tertentu. Sedangkan penulis meneliti jarak deteksi RFID tanpa memperdulikan kecepatan laju kendaraan, karena pada dasarnya alat yang dibuat penulis digunakan saat macet, sehingga kendaraan akan melaju dengan pelan.		

2.3. RFID (*Radio Frequency Identification*)

2.3.1. Pengertian RFID

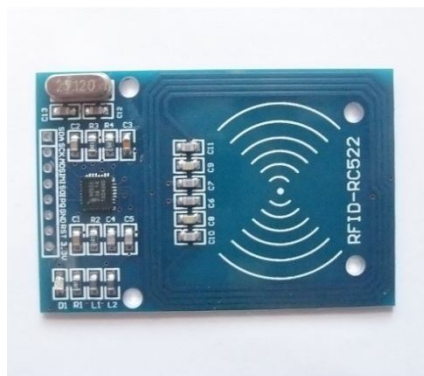
Radio Frequency Identification (RFID) merupakan sebuah teknologi yang menggunakan metoda auto-ID atau *Automatic Identification*. Auto-ID adalah metoda pengambilan data dengan identifikasi objek secara otomatis tanpa ada keterlibatan manusia. Auto-ID bekerja secara otomatis sehingga dapat meningkatkan efisiensi dalam mengurangi kesalahan dalam memasukkan data (Lestari, Hesty. 2010).

RFID adalah teknologi penangkapan data yang dapat digunakan secara elektronik untuk mengidentifikasi, melacak dan menyimpan informasi yang

sebelumnya tersimpan dalam id *tag* dengan menggunakan gelombang radio (Petruzella, Frank D. 2001).

RFID adalah sebuah metode identifikasi secara otomatis dengan menggunakan suatu piranti yang disebut RFID *tag* atau *transponder*. Data yang ditransmisikan dapat berupa kode–kode yang bertujuan untuk mengidentifikasi suatu objek tertentu.

Pada RFID proses identifikasi dilakukan oleh RFID *reader* dan RFID *tag*. RFID *tag* diletakkan pada suatu benda atau objek yang akan diidentifikasi. Tiap-tiap RFID *tag* memiliki data angka identifikasi (ID *number*) yang unik, sehingga tidak ada RFID *tag* yang memiliki ID *number* yang sama.



Gambar 2.1 Bentuk Fisik RFID tag

(sumber: <http://www.hobbytronics.co.uk/mfrc522-reader>)

2.3.2. Sejarah RFID

Teknologi yang digunakan oleh RFID sendiri sudah ada sejak tahun 1920an. Suatu teknologi yang lebih dekat dengan RFID, yang dinamakan IFF transponder, beroperasi pada tahun 1939 dan digunakan oleh Inggris pada Perang Dunia II untuk mengenali pesawat udara musuh atau teman.

2.3.3. Beberapa Tipe Dari RFID

RFID tag dapat bersifat aktif atau pasif. RFID tag pasif tidak memiliki power supply sendiri. Dengan hanya berbekal induksi listrik yang ada pada antena yang disebabkan oleh adanya frekuensi radio scanning yang masuk, sudah cukup untuk memberi kekuatan yang cukup bagi RFID tag untuk mengirimkan respon

balik. Dengan tidak adanya power supply pada RFID tag pasif maka akan menyebabkan semakin kecilnya ukuran dari RFID tag yang mungkin dibuat. Pada tahun 2005 tercatat bahwa RFID tag terkecil berukuran 0.4 mm x 0.4 mm dan lebih tipis daripada selembar kertas. RFID tag pasif memiliki jarak jangkauan yang berbeda mulai dari 10 mm sampai dengan 6 meter.

RFID tag aktif, harus memiliki power supply sendiri namun memiliki jarak jangkauan yang lebih jauh. Memori yang dimilikinya juga lebih besar sehingga bisa menampung berbagai macam informasi di dalamnya. Jarak jangkauan dari RFID tag aktif ini bisa sampai sekitar 10 meter dan dengan umur baterai yang bisa mencapai beberapa tahun lamanya.

Ada empat macam RFID tag yang sering digunakan bila dikategorikan berdasarkan frekuensi radio, yaitu:

- a. low frequency tag (antara 125 ke 134 kHz)
- b. high frequency tag (13.56 MHz)
- c. UHF tag (868 sampai 956 MHz)
- d. Microwave tag (2.45 GHz)

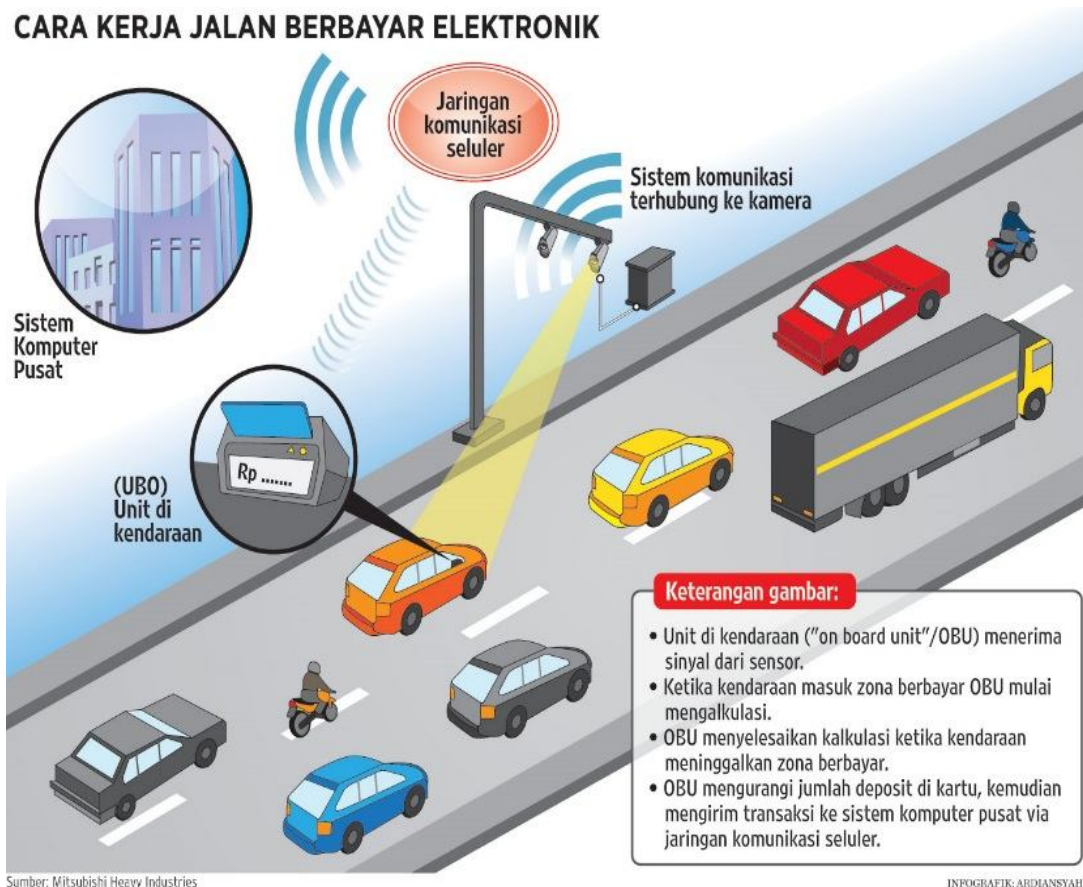
2.3.4. Sistem RFID

Suatu sistem RFID dapat terdiri dari beberapa komponen, seperti tag, tag reader, tag programming station, circulation reader, sorting equipment dan tongkat inventory tag. Kegunaan dari sistem RFID ini adalah untuk mengirimkan data dari piranti portable, yang dinamakan tag, dan kemudian dibaca oleh RFID reader dan kemudian diproses oleh aplikasi komputer yang membutuhkannya. Data yang dipancarkan dan dikirimkan tadi bisa berisi beragam informasi, seperti ID, informasi lokasi atau informasi lainnya seperti harga, warna, tanggal pembelian dan lain sebagainya. Penggunaan RFID untuk maksud tracking pertama kali digunakan sekitar tahun 1980 an. RFID dengan cepat mendapat perhatian karena kemampuannya dalam men-tracking atau melacak object yang bergerak. Seiring dengan perkembangan teknologi, maka teknologi RFID sendiripun juga berkembang sehingga nantinya penggunaan RFID bisa digunakan untuk kehidupan sehari-hari.

Dalam suatu sistem RFID sederhana, suatu object dilengkapi dengan tag yang kecil dan murah. Tag tersebut berisi transponder dengan suatu chip memori digital yang di dalamnya berisi sebuah kode produk yang sifatnya unik. Sebaliknya, interrogator, suatu antena yang berisi transceiver dan decoder, memancarkan sinyal yang bisa mengaktifkan RFID tag sehingga dia dapat membaca dan menulis data ke dalamnya. Ketika suatu RFID tag melewati suatu zone elektromagnetis, maka dia akan mendeteksi sinyal aktivasi yang dipancarkan oleh RFIDreader. Reader akan men-decode data yang ada pada tag dan kemudian data tadi akan diproses oleh komputer.

2.3.5. Potensi Penggunaan RFID

RFID tag seringkali dianggap sebagai pengganti dari barcode UPC atau EAN. Ini disebabkan karena RFID memiliki berbagai macam keuntungan dibandingkan dengan penggunaan barcode. Kode unik yang tersimpan dalam RFID bisa lebih panjang dibandingkan dengan kode UPC yang terbatas. Keunikan dari kode RFID maksudnya adalah bisa dilacak dari suatu lokasi ke lokasi yang lainnya sampai dengan ke tangan pelanggan. Ini bisa membantu perusahaan untuk melawan aksi pencurian dan bentuk-bentuk product loss yang lainnya. RFID juga sudah diterapkan pada sistem jalan raya berbayar yang dikenal dengan nama ERP atau *Electronic Road Pricing* dimana pada setiap kendaraan dipasang tag RFID yang disebut OBU atau On Board Unit, pada OBU sudah memiliki saldo untuk membayar harga masuk jalan, ketika kendaraan tersebut melewati wilayah yang sudah dipasang RFID Reader maka secara otomatis saldo akan terpotong tanpa harus pengemudi berhenti terlebih dahulu.



Gambar 2.2 Cara Kerja *Electronic Road Pricing* berbasis RFID

(sumber: <http://tataruangpertanahan.com/kliping-301-erp-demi-merespons-kemacetan.html>)

2.4. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output.

Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Sekedar contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika Anda sudah bisa melakukan hal itu Anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan Andapun bisa pula menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula

jika Anda sudah mahir membaca dan menulis data maka Anda dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis menggunakan mikrokontroler sesuai keinginan Anda. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini. (Perangin-angin, 2013)

Mikrokonktroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, remote controls, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat input output yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi
- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem clock dan reset, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem clock internal, sehingga tanpa rangkaian eksternal pun mikrokontroler sudah beroperasi.

Yang dimaksud dengan sistem minimal adalah sebuah rangkaian mikrokontroler yang sudah dapat digunakan untuk menjalankan sebuah aplikasi. Sebuah IC mikrokontroler tidak akan berarti bila hanya berdiri sendiri. Pada dasarnya sebuah sistem minimal mikrokontroler AVR memiliki prinsip yang sama.

2.4.1. Fitur AVR ATmega328

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran dari atmel yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduce Instruction Set Computer*) yang dimana setiap proses eksekusi data lebih cepat dari pada arsitektur CISC (*Completed Instruction Set Computer*). (Perangin-angin, 2013)

Mikrokontroler ini memiliki beberapa fitur antara lain :

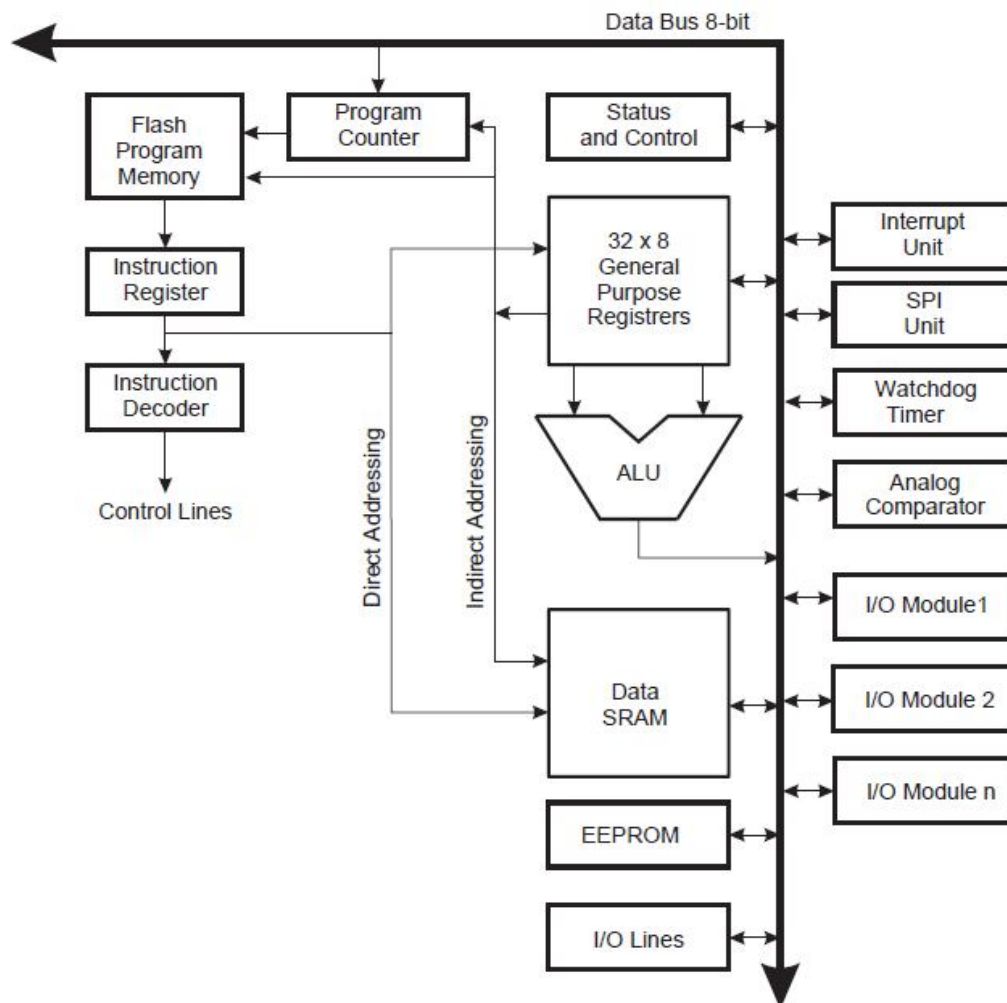
- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Kecepatan mencapai 16 MIPS dengan clock 16 MHz.
- 32 KB *Flash memory* dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari flash memori sebagai *bootloader*.
- Memiliki *EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)* sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanent karena *EEPROM* tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki *SRAM (Static Random Access Memory)* sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya *PWM (Pulse Width Modulation)* output.
- *Master / Slave SPI Serial interface*.

Mikrokontroler ATmega 328 memiliki arsitektur Harvard, yaitu memisahkan memori untuk kode program dan memori untuk data sehingga dapat memaksimalkan kerja dan *parallelism*.

Instruksi – instruksi dalam memori program dieksekusi dalam satu alur tunggal, dimana pada saat satu instruksi dikerjakan instruksi berikutnya sudah diambil dari memori program. Konsep inilah yang memungkinkan instruksi – instruksi dapat dieksekusi dalam setiap satu siklus clock. 32 x 8-bit register serba guna digunakan untuk mendukung operasi pada ALU (*Arithmetic Logic unit*) yang dapat dilakukan dalam satu siklus. 6 dari register serbaguna ini dapat digunakan sebagai 3 buah register pointer 16-bit pada mode pengalamatan tidak langsung untuk mengambil data pada ruang memori data.

Ketiga register pointer 16-bit ini disebut dengan register X (gabungan R26 dan R27), register Y (gabungan R28 dan R29), dan register Z (gabungan R30 dan R31). Hampir semua instruksi AVR memiliki format 16-bit. Setiap alamat memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit.

Selain register serba guna di atas, terdapat register lain yang terpetakan dengan teknik *memory mapped I/O* selebar 64 byte. Beberapa register ini digunakan untuk fungsi khusus antara lain sebagai register control Timer/Counter, Interupsi, ADC, USART, SPI, EEPROM, dan fungsi I/O lainnya. Register – register ini menempati memori pada alamat 0x20h – 0x5Fh. Berikut ini adalah tampilan architecture ATmega 328 :



Gambar 2.3 Aksitektur ATmega328

2.4.2. Konfigurasi Pin ATmega328

Berikut adalah konfigurasi pin dari ATmega328:

(PCINT14/RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL/PCINT13)
(PCINT16/RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA/PCINT12)
(PCINT17/TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3/PCINT11)
(PCINT18/INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2/PCINT10)
(PCINT19/OC2B/INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1/PCINT9)
(PCINT20/XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0/PCINT8)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(PCINT6/XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(PCINT7/XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK/PCINT5)
(PCINT21/OC0B/T1) PD5	11	18	PB4 (MISO/PCINT4)
(PCINT22/OC0A/AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2A/PCINT3)
(PCINT23/AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B/PCINT2)
(PCINT0/CLKO/ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A/PCINT1)

Gambar 2.4 Konfigurasi Pin ATmega328

Table 2.2 Konfigurasi Port B

Port Pin	Alternate Functions
PB7	XTAL2 (Chip Clock Oscillator pin 2) TOSC2 (Timer Oscillator pin 2) PCINT7 (Pin Change Interrupt 7)
PB6	XTAL1 (Chip Clock Oscillator pin 1 or External clock input) TOSC1 (Timer Oscillator pin 1) PCINT6 (Pin Change Interrupt 6)
PB5	SCK (SPI Bus Master clock Input) PCINT5 (Pin Change Interrupt 5)
PB4	MISO (SPI Bus Master Input/Slave Output) PCINT4 (Pin Change Interrupt 4)
PB3	MOSI (SPI Bus Master Output/Slave Input) OC2A (Timer/Counter2 Output Compare Match A Output) PCINT3 (Pin Change Interrupt 3)
PB2	SS (SPI Bus Master Slave select) OC1B (Timer/Counter1 Output Compare Match B Output) PCINT2 (Pin Change Interrupt 2)
PB1	OC1A (Timer/Counter1 Output Compare Match A Output) PCINT1 (Pin Change Interrupt 1)
PB0	ICP1 (Timer/Counter1 Input Capture Input) CLKO (Divided System Clock Output) PCINT0 (Pin Change Interrupt 0)

Table 2.3 Konfigurasi Port C

Port Pin	Alternate Function
PC6	RESET (Reset pin) PCINT14 (Pin Change Interrupt 14)
PC5	ADC5 (ADC Input Channel 5) SCL (2-wire Serial Bus Clock Line) PCINT13 (Pin Change Interrupt 13)
PC4	ADC4 (ADC Input Channel 4) SDA (2-wire Serial Bus Data Input/Output Line) PCINT12 (Pin Change Interrupt 12)
PC3	ADC3 (ADC Input Channel 3) PCINT11 (Pin Change Interrupt 11)
PC2	ADC2 (ADC Input Channel 2) PCINT10 (Pin Change Interrupt 10)
PC1	ADC1 (ADC Input Channel 1) PCINT9 (Pin Change Interrupt 9)
PC0	ADC0 (ADC Input Channel 0) PCINT8 (Pin Change Interrupt 8)

Tabel 2.4 Konfigurasi Port D

Port Pin	Alternate Function
PD7	AIN1 (Analog Comparator Negative Input) PCINT23 (Pin Change Interrupt 23)
PD6	AIN0 (Analog Comparator Positive Input) OC0A (Timer/Counter0 Output Compare Match A Output) PCINT22 (Pin Change Interrupt 22)
PD5	T1 (Timer/Counter 1 External Counter Input) OC0B (Timer/Counter0 Output Compare Match B Output) PCINT21 (Pin Change Interrupt 21)
PD4	XCK (USART External Clock Input/Output) T0 (Timer/Counter 0 External Counter Input) PCINT20 (Pin Change Interrupt 20)
PD3	INT1 (External Interrupt 1 Input) OC2B (Timer/Counter2 Output Compare Match B Output) PCINT19 (Pin Change Interrupt 19)
PD2	INT0 (External Interrupt 0 Input) PCINT18 (Pin Change Interrupt 18)
PD1	TXD (USART Output Pin) PCINT17 (Pin Change Interrupt 17)
PD0	RXD (USART Input Pin) PCINT16 (Pin Change Interrupt 16)

2.5. Arduino Uno

Arduiono Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduiono memiliki 14 pin input/output yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 6 analog input 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu men-support mikrokontroler, dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB. (Perangin-angin, 2013)

Arduino Uno berbeda dari semua *board* Arduino sebelumnya, Arduino UNO tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Sebaliknya, fitur-fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 sampai ke versi R2) diprogram sebagai sebuah pengubah USB ke serial. Revisi 2 dari *board* Arduino Uno mempunyai sebuah resistor yang menarik garis 8U2 HWB ke ground, yang membuatnya lebih mudah untuk diletakkan ke dalam DFU mode. Revisi 3 dari *board* Arduino UNO memiliki fitur-fitur baru sebagai berikut:

- Pinout 1.0: ditambah pin SDA dan SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya yang diletakkan dekat dengan pin RESET, IOREF yang memungkinkan shield-shield untuk menyesuaikan tegangan yang disediakan dari *board*. Untuk ke depannya, shield akan dijadikan kompatibel/cocok dengan *board* yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan tegangan 5V dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3V. Yang ke-dua ini merupakan sebuah pin yang tak terhubung, yang disediakan untuk tujuan kedepannya
- Sirkuit RESET yang lebih kuat
- Atmega 16U2 menggantikan 8U2

“Uno” berarti satu dalam bahasa Italia dan dinamai untuk menandakan keluaran (produk) Arduino 1.0 selanjutnya. Arduino UNO dan versi 1.0 akan menjadi referensi untuk versi-versi Arduino selanjutnya. Arduino UNO adalah sebuah seri terakhir dari *board* Arduino USB dan model referensi untuk papan Arduino.

Tabel 2.5 Spesifikasi Arduino Uno

Mikrokontroler	Atmega328
Tegangan Pengoperasian	5V
Tegangan Input yang disarankan	7-12 V
Batas Tegangan Input	6.20V
Jumlah Pin I/O Digital	14 (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah Pin Input Analog	6
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3.3 V	50mA
Memori Flash	32 KB (Atmega328) sekitar 6,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (Atmega328)
EEPROM	1 KB (Atmega328)
Clock Speed	16 MHz

a. Daya(Power)

Arduino UNO dapat disuplai melalui koneksi USB atau dengan sebuah power suplai eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Suplai eksternal (non-USB) dapat diperoleh dari sebuah adaptor AC ke DC atau battery. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan sebuah center-positive plug yang panjangnya 2,1 mm ke power jack dari *board*. Kabel lead dari sebuah battery dapat dimasukkan dalam *header*/kepala pin Ground (Gnd) dan pin Vin dari konektorPOWER. *Board* Arduino UNO dapat beroperasi pada sebuah suplai eksternal 6 sampai 20 Volt. Jika disuplai dengan yang lebih kecil dari 7 V, kiranya pin 5 Volt mungkin mensuplai kecil dari 5 Volt dan *board* Arduino UNO bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan suplai yang lebih dari besar 12 Volt, voltage regulator bisa kelebihan panas dan membahayakan *board* Arduino UNO. Range yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 Volt (Aimyaya,2013)

Pin-pin dayanya adalah sebagai berikut:

- VIN. Tegangan input ke Arduino *board* ketika *board* sedang menggunakan sumber suplai eksternal (seperti 5 Volt dari koneksi USB atau sumber tenaga lainnya yang diatur). Kita dapat menyuplai tegangan melalui pin ini, atau jika penyuplaian tegangan melalui power jack, aksesnya melalui pin ini.
- 5V. Pin output ini merupakan tegangan 5 Volt yang diatur dari regulator pada *board*. *Board* dapat disuplai dengan salah satu suplai dari DC power jack (7-12V), USB connector (5V), atau pin VIN dari *board* (7-12). Penyuplaian tegangan melalui pin 5V atau 3,3V membypass regulator, dan dapat membahayakan *board*. Hal itu tidak dianjurkan.
- 3V3. Sebuah suplai 3,3 Volt dihasilkan oleh regulator pada *board*. Arus maksimum yang dapat dilalui adalah 50 mA.
- GND. Pin ground.

b. Memori

ATmega328 mempunyai 32 KB (dengan 0,5 KB digunakan untuk bootloader). ATmega 328 juga mempunyai 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis (RW/read and written) dengan EEPROM library).(Mutia,2012)

c. Input dan Output

Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Fungsi-fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm. Selain itu, beberapa pin mempunyai fungsi-fungsi spesial:

- **Serial: 0 (RX) dan 1 (TX).** Digunakan untuk menerima (RX) dan memancarkan (TX) serial data TTL (Transistor-Transistor Logic). Kedua pin ini dihubungkan ke pin-pin yang sesuai dari chip Serial Atmega8U2 USB-ke-TTL.

- **External Interrupts: 2 dan 3.** Pin-pin ini dapat dikonfigurasi untuk dipicu sebuah interrupt (gangguan) pada sebuah nilai rendah, suatu kenaikan atau penurunan yang besar, atau suatu perubahan nilai. Lihat fungsi `attachInterrupt()` untuk lebih jelasnya.
 - **PWM: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11.** Memberikan 8-bit PWM output dengan fungsi `analogWrite()`.
 - **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** Pin-pin ini mensupport komunikasi SPI menggunakan SPI library.
 - **LED: 13.** Ada sebuah LED yang terpasang, terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai HIGH LED menyala, ketika pin bernilai LOW LED mati
- Arduino UNO mempunyai 6 input analog, diberi label A0 sampai A5, setiapnya memberikan 10 bit resolusi (contohnya 1024 nilai yang berbeda). Secara default, 6 input analog tersebut mengukur dari ground sampai tegangan 5 Volt, dengan itu mungkin untuk mengganti batas atas dari rangenya dengan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Di sisi lain, beberapa pin mempunyai fungsi spesial:
- **TWI: pin A4 atau SDA dan pin A5 atau SCL.** Mensupport komunikasi TWI dengan menggunakan Wire library

Ada sepasang pin lainnya pada *board*:

- **AREF.** Referensi tegangan untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
- **Reset.** Membawa saluran ini LOW untuk mereset mikrokontroler. Secara khusus, digunakan untuk menambahkan sebuah tombol reset untuk melindungi yang memblock sesuatu pada *board*.

2.5.1. Komunikasi Arduino

Arduino UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada channel *board* serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah port virtual ke software pada komputer.

Firmware 16U2 menggunakan driver USB COM standar, dan tidak ada driver eksternal yang dibutuhkan. Bagaimanapun, pada Windows, sebuah *file* inf pasti dibutuhkan. Software Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim ke dan dari *board* Arduino. LED RX dan TX pada *board* akan menyala ketika data sedang ditransmit melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB pada computer.(Ardianto,1992)

2.5.2. Programming

Arduino UNO dapat diprogram dengan software Arduino Pilih “Arduino Uno dari menu Tools > *Board* (termasuk mikrokontroler pada *board*). ATmega328 pada Arduino Uno hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal. ATmega328 berkomunikasi menggunakan protokol STK500 asli. Kita juga dapat membypass bootloader dan program mikrokontroler melalui kepala/*header* ICSP (In-Circuit Serial Programming). Sumber kode firmware ATmega16U2 (atau 8U2 pada *board* revisi 1 dan revisi 2) tersedia. ATmega16U2/8U2 diload dengan sebuah bootloader DFU, yang dapat diaktifkan dengan:

- Pada *board* Revisi 1: Dengan menghubungkan jumper solder pada belakang *board* (dekat peta Italy) dan kemudian mereset 8U2
- Pada *board* Revisi 2 atau setelahnya: Ada sebuah resistor yang menarik garis HWB 8U2/16U2 ke ground, dengan itu dapat lebih mudah untuk meletakkan ke dalam mode DFU. Kita dapat menggunakan software *Atmel's FLIP* (Windows) atau pemrogram DFU (Mac OS X dan Linux) untuk meload sebuah firmware baru. Atau kita dapat menggunakan *header* ISP dengan sebuah pemrogram eksternal (mengoverwrite bootloader DFU).

2.5.3. Proteksi Arus Lebih USB

Arduino UNO mempunyai sebuah sekering reset yang memproteksi port USB komputer dari hubungan pendek dan arus lebih. Walaupun sebagian besar komputer menyediakan proteksi internal sendiri, sekering menyediakan

sebuah proteksi tambahan. Jika lebih dari 500 mA diterima port USB, sekering secara otomatis akan memutuskan koneksi sampai hubungan pendek atau kelebihan beban. (Yayan,2000)

2.5.4. Karakteristik Fisik

Panjang dan lebar maksimum dari PCB Arduino UNO masing-masingnya adalah 2.7 dan 2.1 inci, dengan konektor USB dan power jack yang memperluas dimensinya. Empat lubang sekrup memungkinkan *board* untuk dipasangkan ke sebuah permukaan atau kotak. Sebagai catatan, bahwa jarak antara pin digital 7 dan 8 adalah 160 mil. (0.16"), bukan sebuah kelipatan genap dari jarak 100 mil dari pin lainnya (Megasari,2009)



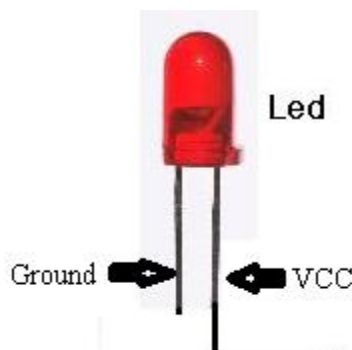
Gambar 2.5 bentuk fisik Arduino UNO

2.6. LED

Lampu LED atau kepanjangannya *Light Emitting Diode* adalah suatu lampu indikator dalam perangkat elektronika yang biasanya memiliki fungsi untuk menunjukkan status dari perangkat elektronika tersebut. Misalnya pada sebuah komputer, terdapat lampu LED power dan LED indikator untuk processor, atau dalam monitor terdapat juga lampu LED *power* dan *power saving*.

Lampu LED terbuat dari plastik dan dioda semikonduktor yang dapat menyala apabila dialiri tegangan listrik rendah (sekitar 1.5 volt DC). Beragam-

macam warna dan bentuk dari lampu LED, disesuaikan dengan kebutuhan dan fungsinya.(Budiharto, 2011)



Gambar 2.6 LED

2.7. Dasar Teori Bahasa C

Bahasa C adalah evolusi dari bahasa B yang dikembangkan oleh Dennis Ritchie, merupakan *general-purpose language*, yaitu bahasa pemrograman yang dapat digunakan untuk tujuan apa saja. Bahasa C mempunyai kemampuan lebih dari bahasa pemrograman lain. Banyak sekali aplikasi-aplikasi yang dibangun dengan bahasa C, mulai dari pemrograman sistem, aplikasi cerdas (*artificial intelligence*), sistem pakar, *utility*, *driver*, *database*, *browser*, *network programming*, sistem operasi, *game*, virus, dan lainnya, bahkan *Software Development Kit* untuk *Windows* juga ditulis dalam bahasa C. Karena sifat bahasa pemrogramannya yang *portable*, yaitu dengan sedikit atau tanpa perubahan, suatu program yang ditulis dengan bahasa C pada suatu komputer dapat dijalankan pada komputer lain. Sebagai bahasa yang digolongkan dalam *middle level language*, bahasa C mempunyai kemudahan dalam mengakses perangkat keras, juga kecepatan prosesnya yang mendekati *low level language* seperti *Assembly*, tetapi memberikan kemudahan yang tidak ditawarkan *Assembly*. Disamping itu, bahasa C jauh lebih mudah untuk dipelajari jika dibandingkan dengan bahasa *low level* karena mendekati frase-frase dalam bahasa manusia, yaitu bahasa Inggris. Bahasa C juga mempunyai banyak keuntungan dibanding bahasa pemrograman lain. Dikarenakan kokoh dan memberikan keleluasaan kepada penggunaannya, pada tahun 80-an, penggunaan bahasa C di dunia industri semakin luas, sehingga

distandarisasi oleh ANSI dan kemudian diadopsi oleh ISO, lalu diadopsi ulang oleh ANSI. *Official name* bahasa C adalah ISO/IEC 9899-1990.

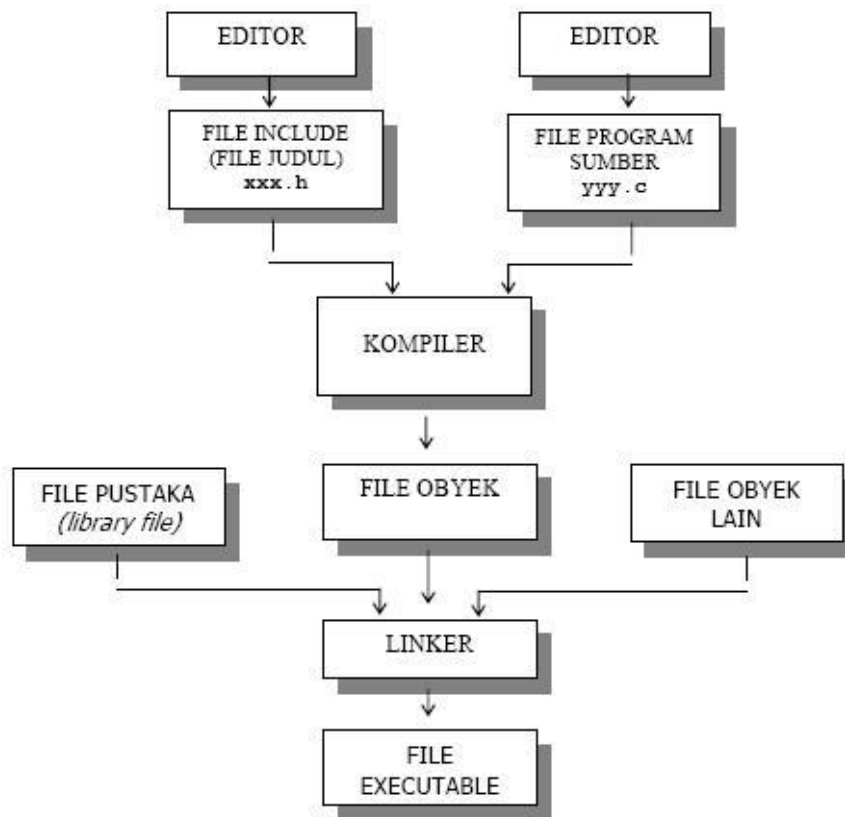
Bahasa C mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan bahasa lain seperti assembly, diantaranya: Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer, kode Bahasa C bersifat portable, berbagai struktur data dan pengendalian proses disediakan dalam Bahasa C sehingga pembuatan program lebih terstruktur, mudah dipahami tanpa harus mengetahui mesin secara detail, memungkinkan manipulasi data dalam bentuk bit maupun byte. Namun ada pula beberapa kelemahan Bahasa C khususnya bagi pemula, kebanyakan dikarenakan banyaknya operator dan fleksibilitas penulisan program kadang-kadang membingungkan, dan umumnya pemrogram Bahasa C tingkat pemula belum pernah mengenal pointer dan tidak biasa menggunakannya. (dimasandree: 2013)

2.7.1. Struktur Pemrograman Bahasa C

Program C pada hakekatnya tersusun atas sejumlah blok fungsi. Sebuah program minimal mengandung sebuah fungsi. Fungsi pertama yang harus ada dalam program C dan sudah ditentukan namanya adalah `main()`. Setiap fungsi terdiri atas satu atau beberapa pernyataan, yang secara keseluruhan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas khusus kurawal buka (`{`) dan diakhiri dengan tanda kurung kurawal tutup(`}`). Di antara kurung kurawal itu dapat dituliskan statemen-statemen program C. Namun pada kenyataannya, suatu fungsi bisa saja tidak mengandung pernyataan sama sekali. Walaupun fungsi tidak memiliki pernyataan, kurung kurawal harus tetap ada. Sebab kurung kurawal mengisyaratkan awal dan akhir definisi fungsi (dimasandree: 2013)

2.7.2. Proses Kompilasi dalam bahasa C

Agar suatu program dapat dimengerti oleh mesin, maka program tersebut terlebih dahulu harus diterjemahkan dalam kode mesin menggunakan interpreter atau kompiler. Source program adalah program yang ditulis dalam Bahasa C hingga membentuk program *executable* seperti yang diperlihatkan pada gambar berikut:



Gambar 2.7 Proses Kompilasi dan Lingking dalam bahasa C

Keterangan:

- Langkah pertama, program C dibuat menggunakan editor, kemudian *file* disimpan dalam *file* yang bercirikan .
- *File include* umumnya memiliki ekstensi .h, misalnya mega8535.h yang biasa disebut *file* judul (*header file*) berisi kode yang akan dilibatkan dalam program C
- Kode dalam *file* program atau *include* selanjutnya dikompilasi menjadi obyek berekstensi .obj atau .o (tergantung pemakaian sistem operasi)
- *File* obyek bersama *file* obyek lain dan *file* pustaka (*library file* : .lib) dikaitkan (*linker*) untuk membentuk program *executable* dan disimpan dalam ekstensi .exe

Pemrograman Bahasa C untuk AVR sangat luas digunakan, terutama dalam pemrograman berbagai jenis perangkat, termasuk mikrokontroler. Bahasa ini sudah


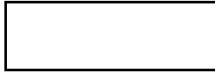
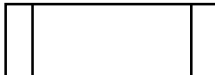
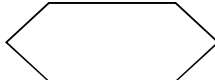
merupakan *high level language*, dimana memudahkan programmer menuangkan algoritmanya. Dalam CVAVR, hasil compiler akan membentuk *file* .hex dan .coff

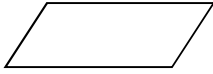

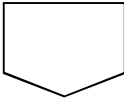

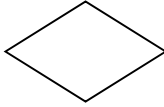
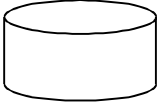
2.8. Flowchart

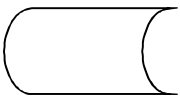


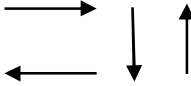


Flow chart adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur suatu program. (Indrajani: 2015)

Simbol-simbol dalam *Flowchart* adalah sebagai berikut:

Tabel 2.6 Simbol-simbol dalam *Flow Chart*

No.	Simbol	Keterangan
1.		Terminal menyatakan awal atau akhir dari suatu algoritma.
2.		Menyatakan proses.
3.		Proses yang terdefinisi atau sub program.
4.		Persiapan yang digunakan untuk memberi nilai awal suatu besaran.

5.		Menyatakan masukan dan keluaran (<i>input/output</i>).
6.		Menyatakan penyambung ke simbol lain dalam satu halaman.
7.		Menyatakan penyambung ke halaman lainnya.
8.		Menyatakan pencetakan (dokumen) pada kertas.
9.		Menyatakan <i>desicion</i> (keputusan) yang digunakan untuk penyeleksian kondisi di dalam program.
10.		Menyatakan media penyimpanan drum magnetik.

11.		Menyatakan <i>input/output</i> menggunakan disket.
12.		Menyatakan operasi yang dilakukan secara manual.
13.		Menyatakan <i>input/output</i> dari kartu plong.
14.		Menyatakan arah aliran pekerjaan (proses).
15.		<i>Multidocument</i> (banyak dokumen).
16.		<i>Delay</i> (penundaan atau kelambatan).

2.9. Rencana Pengujian Sistem

Pengujian merupakan hal terpenting yang bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan atau kekurangan-kekurangan pada sistem yang akan diuji.

Pengujian bermaksud untuk mengetahui sistem dan aplikasi yang dibuat sudah memenuhi kriteria yang sesuai dengan tujuan perancangan perangkat.

Pengujian adalah suatu strategi dalam menemukan atau menghilangkan bug pada sistem yang ada pada perangkat lunak. Strategi tersebut adalah :

1. Black-Box Testing, Pada pengujian ini kita tidak perlu tahu apa yang sesungguhnya dalam sistem/perangkat lunak.
2. White-Box Testing, spesifikasi logika adalah penting dan perlu dilakukan pengujian untuk menjamin apakah sistem/perangkat lunak berfungsi dengan baik.
3. Top-Down Testing, pengujian ini berasumsi bahwa logika utama atau interaksi antar objek perlu diuji lebih lanjut.
4. Bottom-Up Testing, Strategi ini mulai dengan rincian sistem kemudian beranjak keperingkat yang lebih tinggi.

Karakteristik pengujian dibagi dua yaitu :

1. Karakteristik Luar, yang terdiri dari : Ketepatan, daya guna, efisiensi, keandalan, integritas, kemampuan adaptasi, keakuratan, kekuatan.
2. Karakteristik Dalam, meliputi : Daya tahan, keluwesan, kemudahan diinstal, daya guna ulang, kemudahan dipahami, kemudahan dibaca, daya uji.