

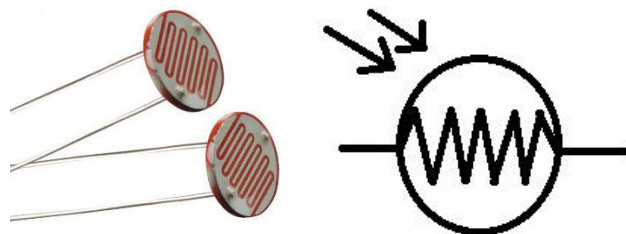
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR)

Light Dependent Resistor (LDR) ialah jenis resistor yang berubah hambatannya karena pengaruh cahaya. Besarnya nilai hambatan pada sensor cahaya LDR tergantung pada besar kecilnya cahaya yang diterima oleh LDR itu sendiri. Bila cahaya gelap nilai tahanannya semakin besar, sedangkan cahayanya terang nilainya menjadi semakin kecil. LDR adalah jenis resistor yang biasa digunakan sebagai detektor cahaya atau pengukur besaran konversi cahaya. LDR terdiri dari sebuah cakram semikonduktor yang mempunyai dua buah elektroda pada permukaannya.

Resistansi LDR berubah seiring dengan perubahan intensitas cahaya yang mengenainya. Dalam keadaan gelap resistansi LDR sekitar $10\text{ M}\Omega$ dan dalam keadaan terang sebesar $1\text{K}\Omega$ atau kurang. LDR terbuat dari bahan semikonduktor seperti senyawa kimia *cadmium sulfide*. Dengan bahan ini energi dari cahaya yang jatuh menyebabkan lebih banyak muatan yang dilepas atau arus listrik meningkat, artinya resistansi bahan telah mengalami penurunan. Seperti halnya resistor konvensional, pemasangan LDR dalam suatu rangkaian sama persis seperti pemasangan resistor biasa. Simbol LDR dapat dilihat seperti gambar berikut:



Gambar 2.1 Bentuk Fisik Dan Simbol LDR

(sumber: data sheet CDS Light-Dependent Photoresistors, 2010)

LDR digunakan untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Saklar cahaya otomatis dan alarm pencuri adalah beberapa contoh alat yang

menggunakan LDR. Akan tetapi karena responnya terhadap cahaya cukup lambat, LDR tidak digunakan pada situasi di mana intensitas cahaya berubah secara drastis. Sensor ini akan berubah nilai hambatannya apabila ada perubahan tingkat kecerahan cahaya.

2.1.1 Karakteristik Sensor Cahaya LDR

Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR) adalah suatu bentuk komponen yang mempunyai perubahan resistansi yang besarnya tergantung pada cahaya. Karakteristik LDR terdiri dari dua macam yaitu Laju *Recovery* dan Respon Spektral sebagai berikut:

2.1.1.1 Laju *Recovery* Sensor Cahaya LDR

Bila sebuah Sensor Cahaya *Light Dependent Resistor* (LDR) dibawa dari suatu ruangan dengan level kekuatan cahaya tertentu ke dalam suatu ruangan yang gelap, maka bisa kita amati bahwa nilai resistansi dari LDR tidak akan segera berubah resistansinya pada keadaan ruangan gelap tersebut. Namun LDR tersebut hanya akan bisa mencapai harga di kegelapan setelah mengalami selang waktu tertentu. Laju *recovery* merupakan suatu ukuran praktis dan suatu kenaikan nilai resistansi dalam waktu tertentu. Harga ini ditulis dalam K/detik.

Untuk LDR tipe arus harganya lebih besar dari 200K/detik (selama 20 menit pertama mulai dari level cahaya 100 lux), kecepatan tersebut akan lebih tinggi pada arah sebaliknya, yaitu pindah dari tempat gelap ke tempat terang yang memerlukan waktu kurang dari 10 ms untuk mencapai resistansi yang sesuai dengan level cahaya 400 lux.

2.1.1.2 Respon Spektral Sensor Cahaya LDR

Sensor cahaya LDR tidak mempunyai sensitivitas yang sama untuk setiap panjang gelombang cahaya yang jatuh padanya (yaitu warna). Bahan yang biasa digunakan sebagai penghantar arus listrik yaitu tembaga, aluminium, baja, emas dan perak. Dari kelima bahan tersebut tembaga merupakan penghantar yang paling banyak, digunakan karena mempunyai daya hantar yang baik.

2.1.2 Prinsip Kerja LDR

Pada saat gelap atau cahaya redup, bahan dari cakram tersebut menghasilkan elektron bebas dengan jumlah yang relatif kecil. Sehingga hanya ada sedikit elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya redup, LDR menjadi konduktor yang buruk atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi yang besar pada saat gelap atau cahaya redup.

Pada saat cahaya terang, ada lebih banyak elektron yang lepas dari atom bahan semikonduktor tersebut. Sehingga akan lebih banyak elektron untuk mengangkut muatan elektrik. Artinya pada saat cahaya terang, LDR menjadi konduktor yang baik atau bisa disebut juga LDR memiliki resistansi kecil pada saat cahaya terang.

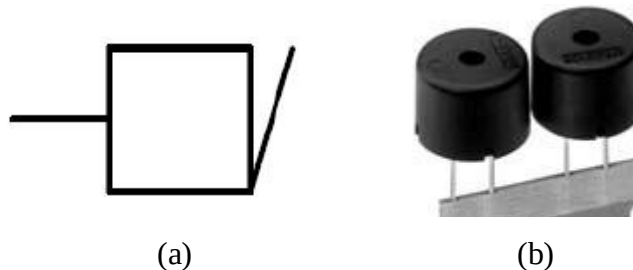
Misalnya untuk rangkaian sistem alarm cahaya (menggunakan LDR) yang aktif ketika terdapat cahaya. Ketika akan mengatur kepekaan LDR dalam suatu rangkaian maka perlu digunakan potensiometer. Atur letaknya agar ketika mendapat cahaya maka buzzer atau bell akan berbunyi dan ketika tidak mendapat cahaya maka buzzer atau bell tidak akan berbunyi. (Supatmi, 2011:176)

2.2 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Pada umumnya buzzer digunakan untuk alarm karena penggunaannya cukup mudah yaitu dengan memberikan tegangan input maka buzzer akan mengeluarkan bunyi. Frekuensi suara yang dikeluarkan oleh buzzer yaitu antara 1-5 KHz. Dalam penggunaannya dalam rangkaian, buzzer dapat digunakan pada tegangan sebesar antara 6V sampai 12V dan dengan tipikal arus sebesar 25 mA.

Pada dasarnya prinsip kerja buzzer hampir sama dengan *loud speaker*, jadi buzzer juga terdiri dari kumparan yang terpasang diafragma dan kemudian kumparan tersebut dialiri arus sehingga menjadi elektromagnet. Kumparan tadi akan tertarik kedalam atau keluar, tergantung dari arah arus dan polaritas magnetnya. Karena kumparan dipasang pada diafragma maka setiap gerakan kumparan akan menggerakkan diafragma secara bolak-balik sehingga membuat

udara bergetar yang akan menghasilkan suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm). (Haryadi:2006)



Gambar 2.2 a). simbol buzzer dan b) bentuk fisik buzzer
(data sheet Piezoelectronic Buzzers, 2011:3)

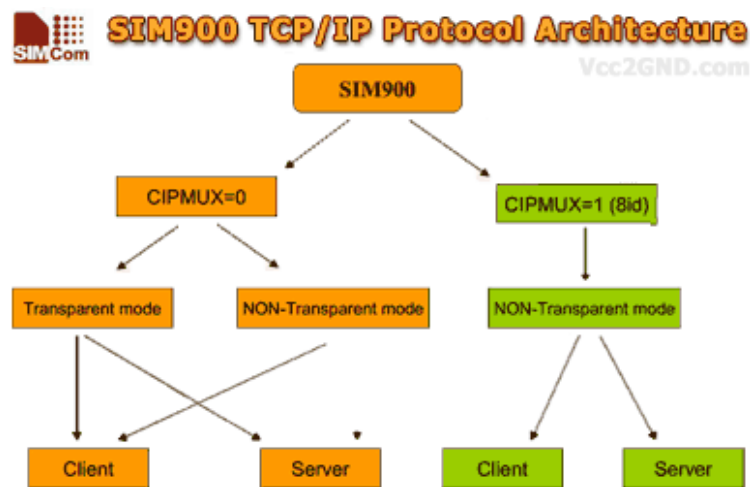
2.3 SIM900A GSM GPRS Mini Modul

Modul komunikasi GSM/GPRS ini menggunakan core IC SIM900A yang sangat populer di kalangan praktisi elektronika di Indonesia. SIM900A GSM GPRS digunakan untuk pengiriman data yang menggunakan sistem SMS (*Short Message Service*). Modul ini mendukung komunikasi *dual band* (sanggup berjalan pada 2 frekuensi jaringan berbeda) yaitu pada frekuensi 900/1800 MHz (GSM900 dan GSM1800) sehingga fleksibel untuk digunakan bersama kartu SIM dari berbagai operator telepon seluler di Indonesia. Operator GSM yang beroperasi di frekuensi *dual band* 900 MHz dan 1800 MHz sekaligus: Telkomsel, Indosat, dan XL. Operator yang hanya beroperasi pada band 1800 MHz: Axis dan Three.



Gambar 2.3 SIM900A GSM GPRS Mini Modul
(sumber: Data sheet SIM900A GSM/GPRS module)

Modul ini sudah terpasang pada *breakout-board* siap pakai (modul ini dikemas dalam *Surface Mounted Device Packaging/SMD*) dengan *pin header* standar 0,1" (2,54 mm) sehingga memudahkan penggunaan, bahkan bagi penggemar elektronika pemula sekalipun. Pada paket ini juga sudah disertakan antena GSM yang kompatibel dengan produk ini.



Gambar 2.4 Arsitektur Protokol TCP/IP dari SIM900A GSM GPRS Mini Modul
(sumber: Data sheet SIM900A GSM/GPRS module)



Gambar 2.5 Konfigurasi Pin SIM900A GSM GPRS Mini Modul
(sumber: Data sheet SIM900A GSM/GPRS module)

2.3.1 Spesifikasi Produk

1. GPRS multi-slot class 10/8, kecepatan transmisi hingga 85.6 kbps (*downlink*), mendukung PBCCH, PPP *stack*, skema penyandian CS 1,2,3,4
2. GPRS mobile station class B
3. Memenuhi standar GSM 2/2 +
 - a. Class 4 (2 W @ 900 MHz)
 - b. Class 1 (1 W @ 1800MHz)
4. SMS (Short Messaging Service): point-to-point MO & MT, SMS cell broadcast, mendukung format teks dan PDU (*Protocol Data Unit*)
5. Dapat digunakan untuk mengirim pesan MMS (*Multimedia Messaging Service*)
6. Mendukung transmisi faksimili (*fax group 3 class 1*)
7. *Handsfree mode* dengan sirkit reduksi gema (*echo suppression circuit*)
8. Dimensi: 24 x 24 x 3 mm
9. Pengendalian lewat perintah AT (GSM 07.07, 07.05 & SIMCOM Enhanced AT Command Set)
10. Rentang catu daya antara 3,2 Volt hingga 4,8 Volt DC
11. SIM Application Toolkit
12. Hemat daya, hanya mengkonsumsi arus sebesar 1 mA pada moda tidur (*sleep mode*)
13. Rentang suhu operasional: -40 °C hingga +85 °C

(sumber: Data sheet SIM900A GSM/GPRS module)

2.4 Telepon Seluler

Telepon seluler (ponsel) atau telepon genggam (telgam) atau *handphone* (HP) atau disebut pula adalah perangkat telekomunikasi elektronik yang mempunyai kemampuan dasar yang sama dengan telepon konvensional saluran tetap, namun dapat dibawa ke mana-mana (*portabel, mobile*) dan tidak perlu

disambungkan dengan jaringan telepon menggunakan kabel (nirkabel; wireless). Saat ini Indonesia mempunyai dua jaringan telepon nirkabel yaitu sistem *Global System for Mobile Telecommunications* (GSM) dan sistem *Code Division Multiple Access* (CDMA). Badan yang mengatur telekomunikasi seluler Indonesia adalah Asosiasi Telekomunikasi Seluler Indonesia (ATSI).

Selain berfungsi untuk melakukan dan menerima panggilan telepon, ponsel umumnya juga mempunyai fungsi pengiriman dan penerimaan pesan singkat (*short message service*, SMS). Ada pula penyedia jasa telepon genggam di beberapa negara yang menyediakan layanan generasi ketiga (3G) dengan menambahkan jasa videophone, sebagai alat pembayaran, maupun untuk televisi *online* di telepon genggam mereka.

Didalam ponsel, terdapat sebuah pengeras suara, mikrofon, papan tombol, tampilan layar, dan *print circuit board* dengan mikroprosesor yang membuat setiap telepon seperti komputer mini. Ketika berhubungan dengan jaringan nirkabel, sekumpulan teknologi tersebut memungkinkan penggunaannya untuk melakukan panggilan atau bertukar data dengan telepon lain atau dengan komputer. Jaringan nirkabel beroperasi dalam sebuah jaringan yang membagi kota atau wilayah kedalam sel-sel yang lebih kecil. Satu sel mencakup beberapa blok kota atau sampai 250 mil persegi.

Setiap sel menggunakan sekumpulan frekuensi radio atau saluran-saluran untuk memberikan layanan di area spesifik. Kekuatan radio ini harus dikontrol untuk membatasi jangkauan sinyal geografis. Oleh Karena itu, frekuensi yang sama dapat digunakan kembali di sel terdekat. Maka banyak orang dapat melakukan percakapan secara simultan dalam sel yang berbeda di seluruh kota atau wilayah, meskipun mereka berada dalam satu saluran.

Dalam setiap sel, terdapat stasiun dasar yang berisi antena nirkabel dan perlengkapan radio lain. Antena nirkabel dalam setiap sel akan menghubungkan penelepon ke jaringan telepon lokal, internet, ataupun jaringan nirkabel lain. Antena nirkabel mentransmisikan sinyal. Ketika ponsel dinyalakan, telepon akan mencari sinyal untuk mengkonfirmasi bahwa layanan telah tersedia. Kemudian telepon akan mentransmisikan nomor identifikasi tertentu, sehingga jaringan

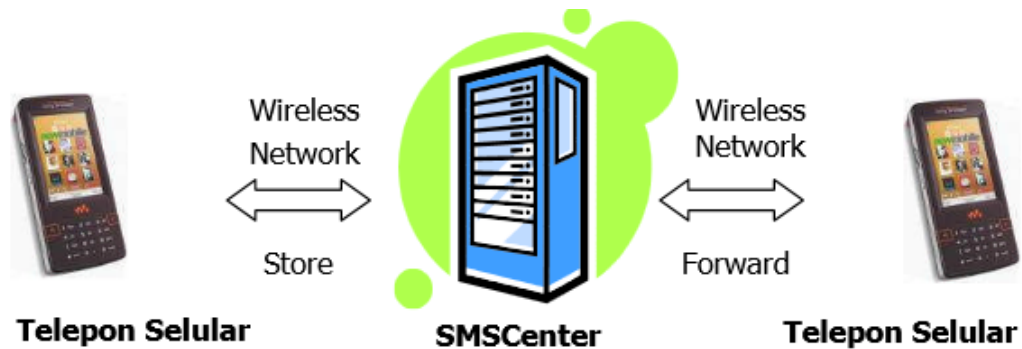
dapat melakukan verifikasi informasi konsumen seperti penyedia layanan nirkabel, dan nomor telepon. (Setiawan, 2008:11)

2.5 **Short Message Service (SMS)**

Teknologi SMS atau yang biasa dikenal dengan *Short Message Service* merupakan hal yang berkembang saat ini. Pengertian SMS adalah sebuah layanan pengiriman pesansingkat dari dan ke ponsel, mesin faksimili, dan atau sebuah alamat IP. SMS menjadi teknologi yang tidak terpisahkan dari kehidupan kita sehari-hari. Meskipun teknologi MMS, BBM, *chatting* atau *video call* sedang berkembang, teknologi SMS menjadi salah satu alternatif yang menjadi favorit bagi masyarakat dalam berkomunikasi.

Semua tipe *handphone* pasti memiliki fitur SMS. Secanggih apapun *handphone*, baik yang mendukung 3G, *Touch Screen*, Dual SIM, dan lain-lain pasti memiliki fitur SMS. SMS pun juga dapat dikirim walau *handphone* kita dalam keadaan mati. Panjang pesan yang diperkenankan pada pengiriman SMS adalah sebanyak 160 karakter alfanumerik dengan skema pengkodean 7 bit sedangkan untuk pengiriman SMS huruf arab dan china (non alfanumerik) dengan skema pengkodean 16 bit 18 jumlah karakternya adalah sebanyak 70 karakter.

Saat sebuah SMS dikirim, SMS ini akan diterima oleh *SMS Center* (SMSC), dimana SMSC ini akan mengatur pengiriman ke ponsel yang dituju SMSC adalah perangkat lunak yang berada di jaringan operator telepon seluler dan mengatur proses yang menyangkut pengiriman pesan SMS, di antaranya adalah mengatur pengiriman laporan diterimanya SMS, menyimpan SMS tersebut jika pada saat SMS dikirim ponsel yang dituju sedang tidak aktif dan akan mengirimkannya kembali jika ponsel yang dituju tersebut terdeteksi aktif (jika tanggal kadaluarsa belum terlampaui).



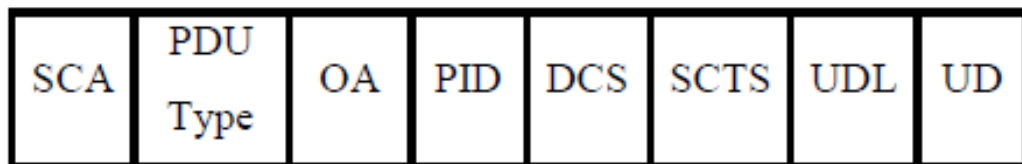
Gambar 2.6 Skema Pengiriman SMS (Wiharto, 2011:3)

Pada pengiriman dan penerimaan SMS, ada 2 mode format SMS yang digunakan oleh operator maupun terminal. Mode yang pertama adalah mode *Protocol Data Unit* (PDU), dimana format pesan dalam bentuk oktet heksadesimal dan oktet semidesimal dengan panjang mencapai 160 (7 bit) atau 140 (8 bit) karakter. Sedangkan mode yang kedua adalah mode teks, dimana pesan dalam bentuk teks asli. Akan tetapi, tidak semua operator GSM ataupun terminal di Indonesia mendukung format pesan mode teks.

Pengiriman SMS dari dan ke PC perlu dilakukan terlebih dahulu koneksi ke SMSC. Koneksi PC ke SMSC adalah dengan menggunakan terminal berupa GSM modem ataupun ponsel yang terhubung dengan PC. Dengan menggunakan ponsel, SMS yang mengalir dari atau ke SMSC harus berbentuk PDU (Protocol Data Unit). PDU berisi bilangan-bilangan heksadesimal yang mencerminkan bahasa I/O (kode). PDU sendiri terdiri atas beberapa bagian yang berbeda antara mengirim dan menerima SMS dari SMSC. Format data PDU ini dikirimkan ke PC dalam bentuk teks (*string*) yang menunjukkan nilai heksadesimalnya. Jadi saat ponsel mengirim data heksadesimal F (0FH), maka yang diterima oleh PC adalah teks F. (Astari, 2012:24)

Selain metode pengolahan pesan yang berbeda, Ponsel Pengirim dan Ponsel Penerima juga memiliki skema format SMS PDU yang berbeda, dimana skema ini sudah diatur dan distandarisasi oleh *European Telecommunications Standard Institute* (ETSI). Pada makalah ini hanya akan dibahas mengenai SMS PDU Penerima karena jenis SMS inilah yang digunakan pada aplikasi yang

dibangun. SMS PDU Penerima adalah pesan yang dikirim dari SMSC ke ponsel tujuan dalam format PDU. Pada aplikasi yang dibangun pada tugas akhir ini, SMS PDU Penerima inilah yang akan digunakan, untuk kemudian diubah kedalam bentuk teks agar dapat dibaca. Skema dari format SMS PDU Penerima adalah:



Gambar 2.7 Skema Format SMS PDU Penerima. (Astari, 2012:24)

Keterangan:

SCA (*Service Center Address*)

SCA adalah informasi dari alamat (nomor) SMSC. SCA memiliki tiga komponen utama, yaitu *len* , *type of number* , dan *Service center number*. Dalam pengiriman pesan SMS, nomor SMSC tidak dicantumkan.

OA (*Originator Address*)

OA adalah alamat (nomor) dari pengirim, yang terdiri dari panjangnya nomor pengirim (*Len*), format dari nomor pengirim (*Type Number*) dan nomor pengirim (*Originator Number*).

PID (*Protocol Identifier*)

Protocol Identifier adalah tipe atau format dari cara pengiriman pesan, yang biasanya diatur dari handphone pengirim. Misalnya tipe *Standard Text*, *Fax*, *E-mail*, *Telex*, *X400* dan lain-lainnya.

Nilai default dari PID adalah 00 = 'Standard Text'. Pada contoh ini pesan SMS yang akan dikirim menggunakan format teks standart, jadi pada *Protocol Identifier* hasilnya adalah 00 yang berarti bahwa pesan yang diterima merupakan pesan teks standart.

DCS (Data Coding Scheme)

Data Coding Scheme adalah rencana dari pengkodean data untuk menentukan class dari pesan tersebut apakah berupa SMS teks standart, Flash SMS atau Blinking SMS. Pada contoh ini pesan SMS yang dikirim berupa teks standart, jadi pada *Data Coding Scheme* hasilnya adalah 00 yang berarti bahwa pesan yang diterima merupakan pesan teks standart.

SCTS (Service Center Time Stamp)

Service Center Time Stamp adalah waktu dari penerimaan pesan oleh SMSC penerima. SCTS terdiri dari tahun, bulan, tanggal, jam, menit dan detik, serta zona waktu.

UDL (User Data Length)

User Data Length adalah panjang dari pesan yang diterima dalam bentuk teks standart. Pada contoh nilai dari UDL adalah 0A, yang berarti pesan yang diterima adalah sebanyak 10 karakter.

UD (User Data)

User Data adalah pesan yang diterima dalam format Heksadesimal.
(Astari, 2012:25)

2.6 Mikrokontroler

Mikrokontroler menurut Andrianto (2013:1) adalah sebuah sistem komputer lengkap dalam satu *chip* yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik. Secara harfiah bisa disebut “pengendali kecil”. Mikrokontroler lebih dari sekedar sebuah mikroprosesor karena sudah terdapat atau berisikan *Read-Only Memory* (ROM) yaitu media penyimpanan data, *Read-Write Memory* (RAM) yaitu memori yang berfungsi untuk membaca dan menuliskan data, beberapa port masukan maupun keluaran, dan beberapa peripheral seperti pencacah/pewaktu, *Analog to Digital converter* (ADC), *Digital To Analog*

Converter (DAC) dan serial komunikasi. Salah satu mikrokontroler yang banyak digunakan saat ini yaitu mikrokontroler AVR.

Mikrokontroler AVR memiliki arsitektur *Reduce Instruction Set Compute* (RISC) 8 Bit, sehingga semua instruksi dikemas dalam kode 16-bit (16-bits word) dan sebagian besar instruksi dieksekusi dalam satu siklus instruksi *clock*. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu keluarga AT90Sxx, ATmega dan ATtiny. Mikrokontroler umumnya dikelompokkan dalam suatu keluarga. Berikut adalah contoh-contoh keluarga Mikrokontroler.

1. Keluarga MCS-51
2. Keluarga MC68HC05
3. Keluarga MC68H11

Sedangkan keluarga ATMEL dikelompokkan menjadi:

1. ATmega8
2. ATmega16
3. ATmega32

2.6.1 Mikrokontroler ATmega16

Pada dasarnya yang membedakan masing-masing kelas adalah memori, peripheral, dan fiturnya seperti mikroprosesor pada umumnya. Secara internal mikrokontroler ATmega16 terdiri atas unit-unit fungsionalnya *Arithmetic and Logical Unit*/unit aritmatika dan logika (ALU), himpunan register kerja, register dan dekoder instruksi, dan pewaktu beserta komponen kendali lainnya. Berbeda dengan mikroprosesor, mikrokontroler menyediakan memori dalam serpih yang sama dengan prosesornya (*in chip*).



Gambar 2.8 Snapshot Bentuk Fisik ATMega16

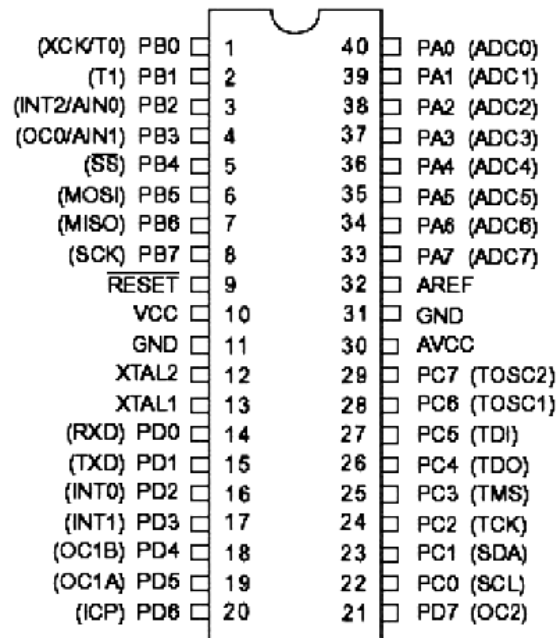
2.6.2 Arsitektur ATMega16

Mikrokontroler ini menggunakan arsitektur Harvard yang memisahkan memori program dari memori data, baik bus alamat maupun bus data, sehingga pengaksesan program dan data dapat dilakukan secara bersamaan (*concurrent*). Secara garis besar mikrokontroler ATMega16 terdiri dari :

1. Arsitektur RISC dengan throughput mencapai 16 MIPS pada frekuensi 16Mhz.
2. Memiliki kapasitas Flash memori 16Kbyte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1Kbyte
3. Saluran I/O 32 buah, yaitu Port A, Port B, Port C, dan Port D.
4. CPU yang terdiri dari 32 buah register.
5. User interupsi internal dan eksternal
6. Port antarmuka SPI dan Port USART sebagai komunikasi serial
7. Fitur Peripheral
 - a. Dua buah 8-bit timer/counter dengan prescaler terpisah dan mode compare
 - b. Satu buah 16-bit timer/counter dengan prescaler terpisah, mode compare, dan mode capture
 - c. Real time counter dengan osilator tersendiri
 - d. Empat kanal PWM dan Antarmuka komparator analog
 - e. 8 kanal, 10 bit ADC
 - f. *Byte-oriented Two-wire Serial Interface*

g. *Watchdog timer* dengan osilator internal

Berikut penjelasan mengenai konfigurasi Pin pada ATmega16:



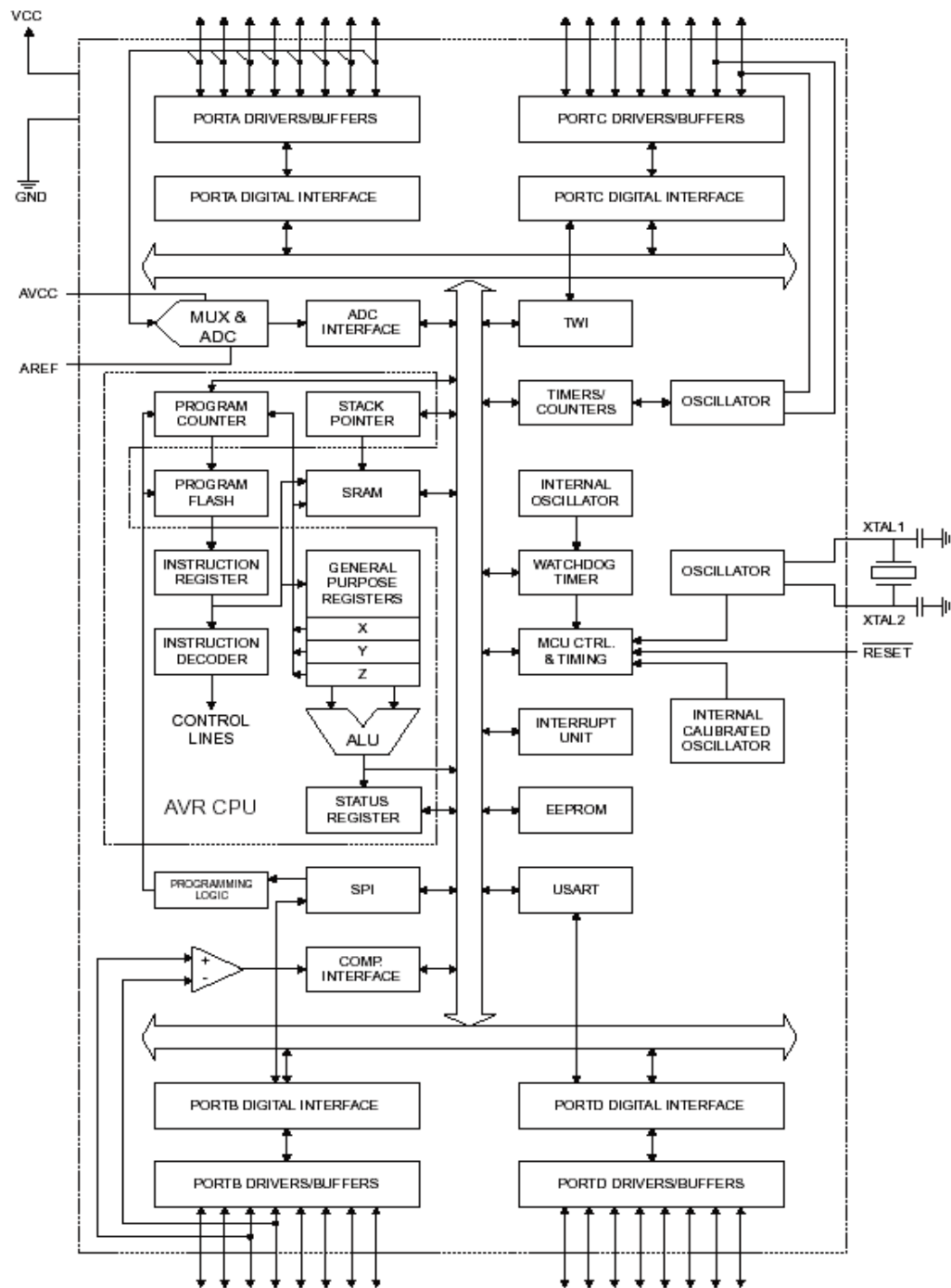
Gambar 2.9 Konfigurasi Pin ATmega16 (datasheet ARMEL AVR ATmega16)

Konfigurasi pin mikrokontroler Atmega16 dengan kemasan 40-pin dapat dilihat pada gambar diatas. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega16 memiliki 8 pin untuk masing-masing Gerbang A (Port A), Gerbang B (Port B), Gerbang C (Port C), dan Gerbang D (Port D).

2.6.3 Deskripsi Mikrokontroler ATmega 16

1. VCC merupakan *supply* tegangan digital. Untuk ATmega 16 besar tegangan input yang digunakan adalah 4,5v – 5,5v
2. GND merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *Grounding*
3. Port A (PA7..PA0) berfungsi sebagai input analog pada konverter A/D. Port A juga sebagai suatu Port I/O 8-bit dua arah, jika A/D konverter tidak digunakan.

4. Port B (PB7..PB0) adalah suatu port I/O 8-bit dua arah dengan pin fungsi khusus yaitu *Timer/Counter*, komparator analog dan SPI
5. Port C (PC7..PC0) adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan pin fungsi khusus yaitu TWI, komparator analog dan *Timer Oscillator*.
6. Port D (PD7..PD0) adalah suatu Port I/O 8-bit dua arah dengan pin fungsi khusus yaitu komparator analog, interupsi eksternal dan komunikasi serial.
7. AVCC adalah pin penyedia tegangan untuk Port A dan Konverter A/D. Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Untuk *pin* ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena *pin* ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVCC harus dihubungkan ke VCC melalui *low pass filter*.
8. AREF merupakan pin masukan tegangan referensi analog untuk konverter A/D
9. RESET Pin ini berfungsi untuk me-reset mikrokontroler ke kondisi semula
10. XTAL1 dan XTAL2 merupakan *Input Oscillator* berfungsi sebagai pin masukan *clock* eksternal. Suatu mikrokontroler membutuhkan sumber detak (*clock*) agar dapat mengeksekusi instruksi yang ada di memori. Semakin tinggi nilai kristalnya, maka semakin cepat pula mikrokontroler tersebut dalam mengeksekusi program.



Gambar 2.10 Blok Diagram ATmega 16 (datasheet ATMEL AVR ATmega16)

2.6.4 Serial pada ATmega 16

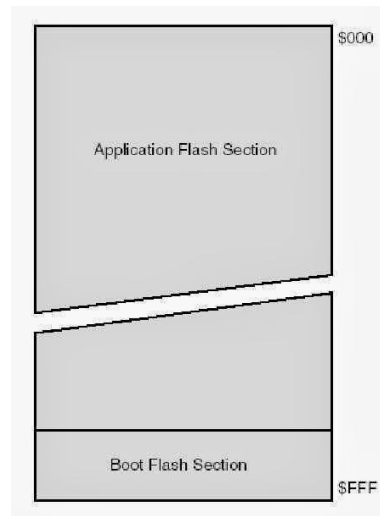
Universal synchronous dan *asynchronous* pemancar dan penerima serial adalah suatu alat komunikasi serial sangat fleksibel. Jenis yang utama adalah :

- a. Operasi *full duplex* (register penerima dan pengirim serial dapat berdiri sendiri).
- b. Operasi *Asynchronous* atau *synchronous*.
- c. *Master* atau *slave* mendapat clock dengan operasi *synchronous*.
- d. Pembangkit *baud rate* dengan resolusi tinggi.
- e. Dukung *frames serial* dengan 5, 6, 7, 8 atau 9 Data bit dan 1 atau 2 Stop bit.
- f. Tahap *odd* atau *even parity* dan *parity check* didukung oleh *hardware*.
- g. Pendeteksian data *overrun*.
- h. Pendeteksi *framing error*.
- i. Pemfilteran gangguan (noise) meliputi pendeteksian bit *false start* dan pendeteksian *low pass filter* digital.
- j. Tiga *interrupt* terdiri dari TX complete, TX data *register empty* dan RX complete.
- k. Mode komunikasi multi-processor.
- l. Mode komunikasi *double speed asynchronous*.

2.6.5 Peta Memori ATmega 16

2.6.5.1 Memori Program

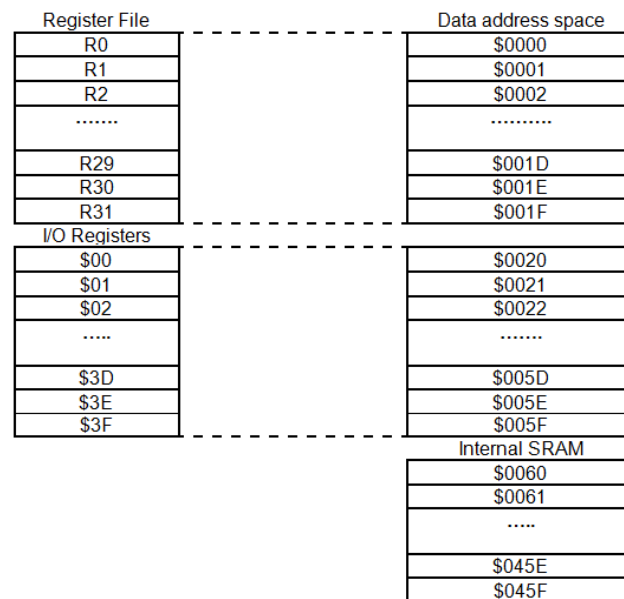
Arsitektur ATmega 16 mempunyai dua memori utama, yaitu memori data dan memori program. Selain itu, ATmega16 memiliki memori EEPROM untuk menyimpan data. ATmega 16 memiliki 16K byte *On chip In System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Instruksi ATmega 16 semuanya memiliki format 16 atau 32 bit, maka memori flash diatur dalam 8K x 16 bit. Memori flash dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program boot dan aplikasi seperti terlihat pada gambar 2.12. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



Gambar 2.11 Peta memori ATmega 16 (Andrianto, 2013:17)

2.6.5.2 Memori Data (SRAM)

Memori data AVR ATmega 16 terbagi menjadi 3 bagian, yaitu 32 register umum, 64 buah register I/O dan 1 Kbyte SRAM internal. *General purpose register* menempati alamat data terbawah, yaitu \$00 sampai \$1F. Sedangkan memori I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari \$20 hingga \$5F. Memori I/O merupakan register yang khusus digunakan untuk mengatur fungsi terhadap berbagai fitur mikrokontroler seperti kontrol register, timer/counter, fungsi-fungsi I/O, dan sebagainya. 1024 alamat berikutnya mulai dari \$60 hingga \$45F digunakan untuk SRAM internal.



Gambar 2.12 Peta memori data ATmega 16 (Andrianto, 2013:18)

2.6.5.3 Memori Data EEPROM

ATmega 16 terdiri dari 512 byte memori data EEPROM 8 bit, data dapat ditulis/dibaca dari memori ini, ketika catu daya dimatikan, data terakhir yang ditulis pada memori EEPROM masih tersimpan pada memori ini, atau dengan kata lain memori EEPROM bersifat nonvolatile. Alamat EEPROM mulai dari \$000 sampai \$1FF.

2.6.6 Analog To Digital Converter

AVR ATmega16 merupakan tipe AVR yang telah dilengkapi dengan 8 saluran ADC internal dengan resolusi 10 bit. Dalam mode operasinya, ADC dapat dikonfigurasi, baik single ended input maupun differential input. Selain itu, ADC ATmega16 memiliki konfigurasi pewaktuan, tegangan referensi, mode operasi, dan kemampuan filter derau (noise) yang amat fleksibel sehingga dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan dari ADC itu sendiri. ADC pada ATmega16 memiliki fitur-fitur antara lain :

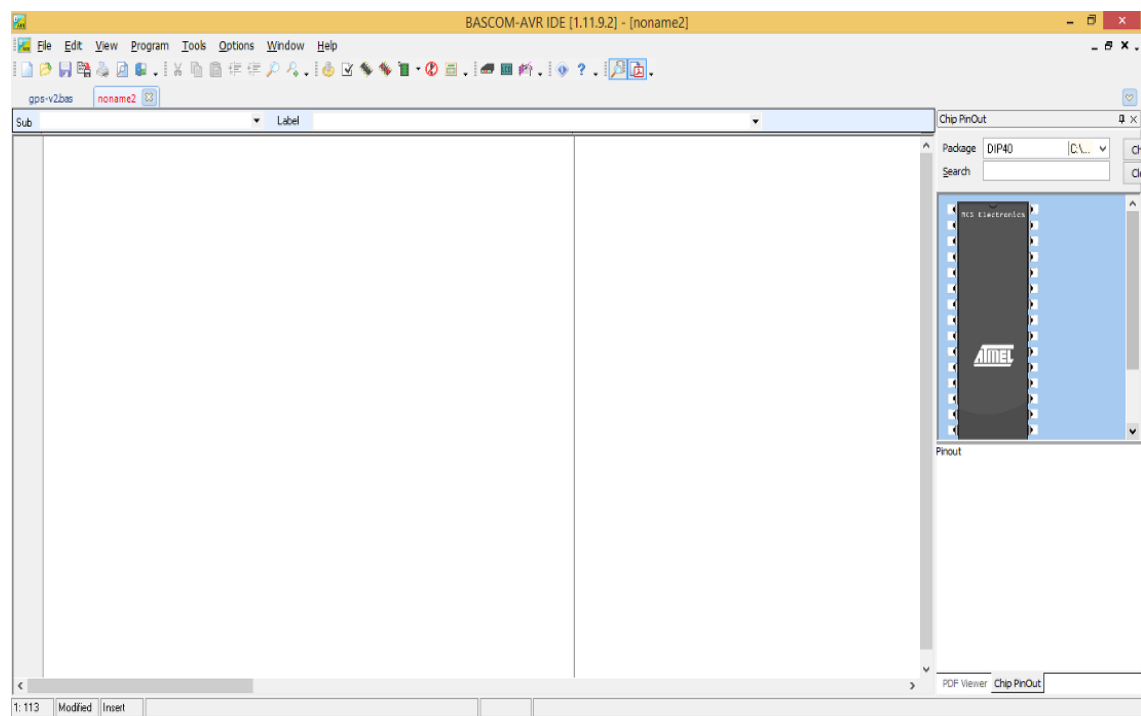
- Resolusi mencapai 10-bit
- Akurasi mencapai ± 2 LSB
- Waktu konversi 13-260 μ s

- d. 8 saluran ADC dapat digunakan secara bergantian
- e. Jangkauan tegangan input ADC bernilai dari 0 hingga VCC
- f. Disediakan 2,56V tegangan referensi internal ADC
- g. Mode konversi kontinyu atau mode konversi tunggal
- h. Interupsi ADC complete
- i. Sleep Mode Noise canceler

Proses inisialisasi ADC meliputi proses penentuan *clock*, tegangan referensi, format data keluaran dan modus pembacaan. (Andrianto, 2013: 17-18)

2.7 Basic Compiler AVR (BASCOM AVR)

Basic Compiler AVR merupakan *software* dengan menggunakan bahasa basic yang dibuat untuk melakukan pemrograman chip-chip mikrokontroler tertentu, salah satunya ATMega 16. Jendela program BASCOM AVR dapat dilihat pada gambar 2.14 berikut:



Gambar 2.13 Screenshot Jendela program BASCOM AVR versi 1.11.9.2

2.7.1 Tipe Data Basic Compiler

Setiap variabel dalam BASCOM AVR memiliki tipe data yang menunjukkan muatan atau besarnya memori yang terpakai olehnya. Berikut tipe data pada BASCOM AVR.

Tabel 2.1 Tipe Data Basic Compiler (Andrianto, 2013:25)

Tipe data	Ukuran [bit]	Range
Bit	1	0, 1 (tipe data bit hanya dapat digunakan untuk variabel global)
Char	8	-128 to 127
Unsigned char	8	0 to 255
Signed char	8	-128 to 127
Int	16	-32768 to 32767
Short int	16	-32768 to 32767
Unsigned int	16	0 to 65535
Signed int	16	-32768 to 32767
Long int	32	-2147483648 to 2147483647
Unsigned long int	32	0 to 4294967295
Signed long int	32	-2147483648 to 2147483647
Float	32	$\pm 1.175 \times 10^{-38}$ to $\pm 3.402 \times 10^{38}$
Double	32	$\pm 1.175 \times 10^{-38}$ to $\pm 3.402 \times 10^{38}$

2.7.1.1 Variabel

Dalam pemrograman variabel berfungsi sebagai tempat penyimpanan data sementara. Berikut aturan-aturan penamaan variabel dalam Bascom AVR

1. Nama variabel maksimum 32 karakter
2. Karakter bias berupa angka atau huruf
3. Nama sebuah variabel harus dimulai dengan huruf

4. Nama variabel tidak boleh menggunakan kata-kata yang sudah ada pada bascom baik sebagai perintah, pernyataan ataupun operator misalnya integer, and, or, dan lain-lain.

2.7.1.2 Alias

Alias digunakan untuk mempermudah programmer dalam memrogram. Karena alias dapat digunakan untuk mengganti nama variabel yang telah baku, seperti pin atau port pada mikrokontroler. Contoh penggunaan alias: Lampu alias pinA.1

2.7.1.3 Array

Dengan menggunakan array kita bisa menggunakan sekumpulan data dengan nama dan tipe yang sama. Untuk menggunakan variabel array, kita harus menggunakan indeks berupa angka. Proses pendeklarasian array sama dengan proses pendeklarasian variabel, perbedaannya hanya pada array kita juga mendeklarasikan jumlah elemennya. Berikut contoh pemakaian array:

```
Dim lampu(10) as byte
```

```
Dim a as integer
```

```
For a = 1 to 10
```

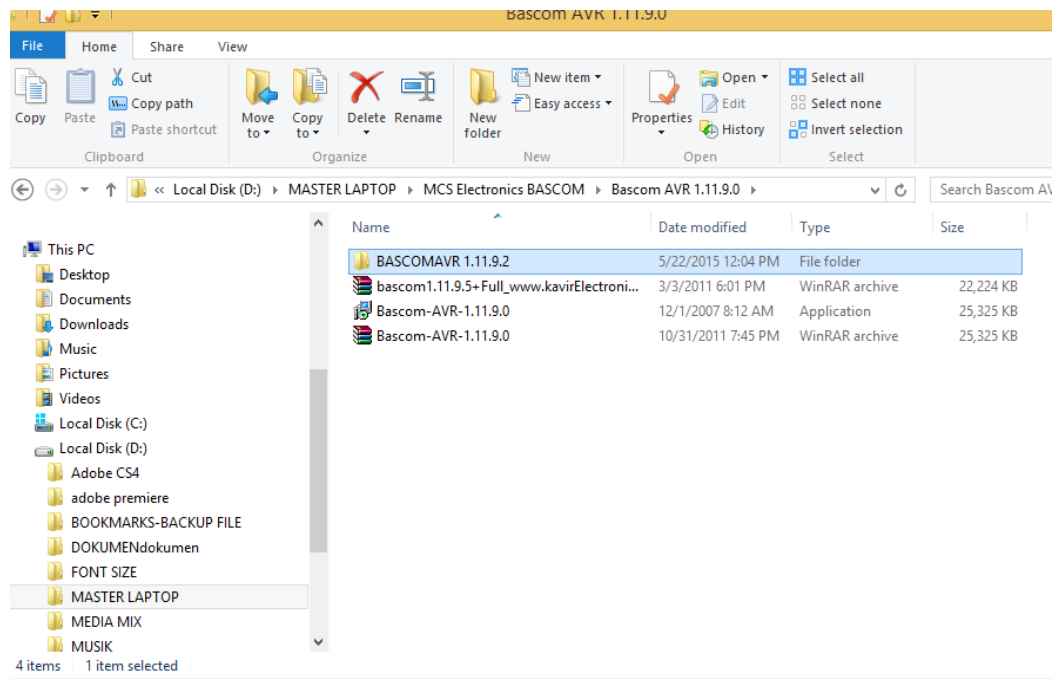
```
  b(a)=a
```

```
  portA=b(a)
```

Program diatas adalah membuat array dengan nama lampu yang berisi 10 elemen kemudian diisi ke nilai b, lalu elemen-elemen array tadi dikeluarkan ke portA. (Setiawan, 2011:55)

2.8 Menginstall Software Basic Compiler AVR (BASCOS AVR)

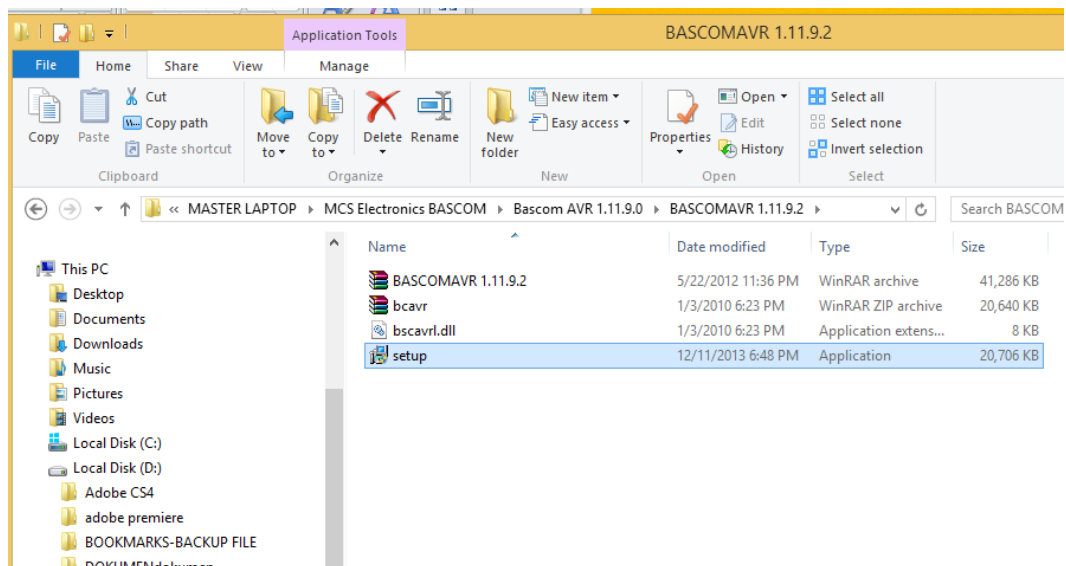
Sebelum meng-instal BASCOS-AVR, pastikan instaler BASCOS-AVR telah diunduh. Setelah *file* diunduh, buka lokasi folder BASCOS-AVR seperti gambar 2.14. Pada proyek akhir ini BASCOS-AVR yang digunakan versi 1.11.9.2.



Gambar 2.14 Screenshot Lokasi penyimpanan installer BASCOM-AVR

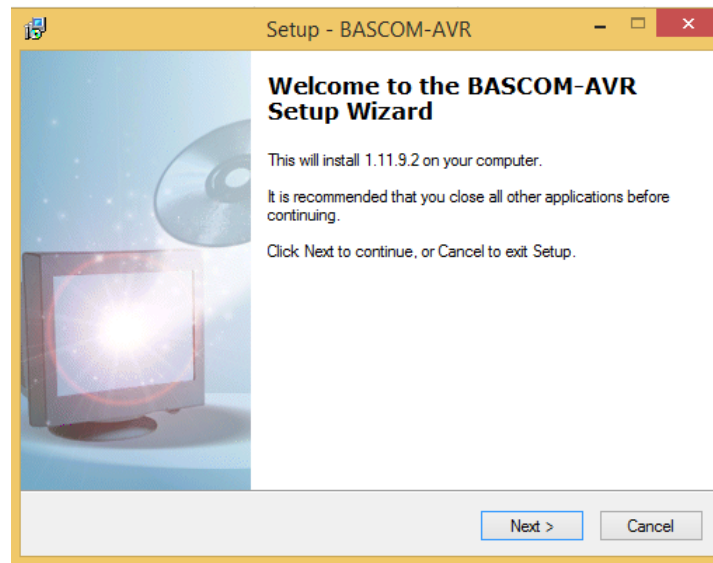
Langkah-langkah penginstallan BASCOM-AVR adalah sebagai berikut:

1. Klik **Setup** kemudian pilih **yes**



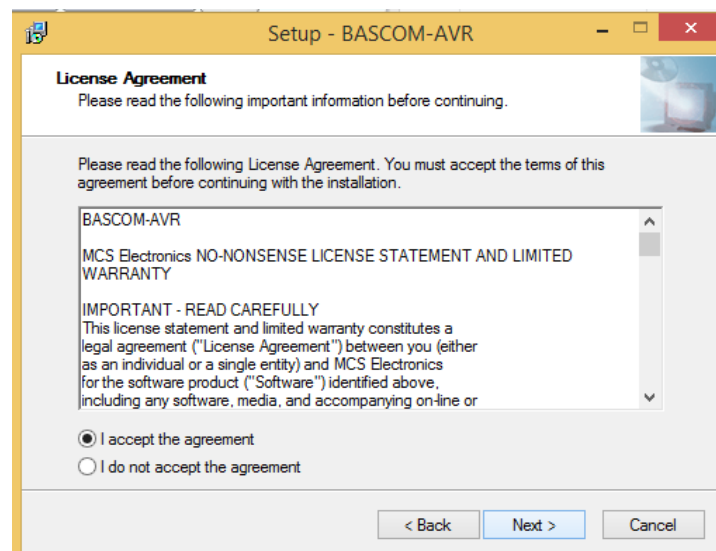
Gambar 2.15 Screenshot Setup installer BASCOM-AVR

2. Akan muncul tampilan dialog awal setup BASCOM-AVR. Klik **Next**.



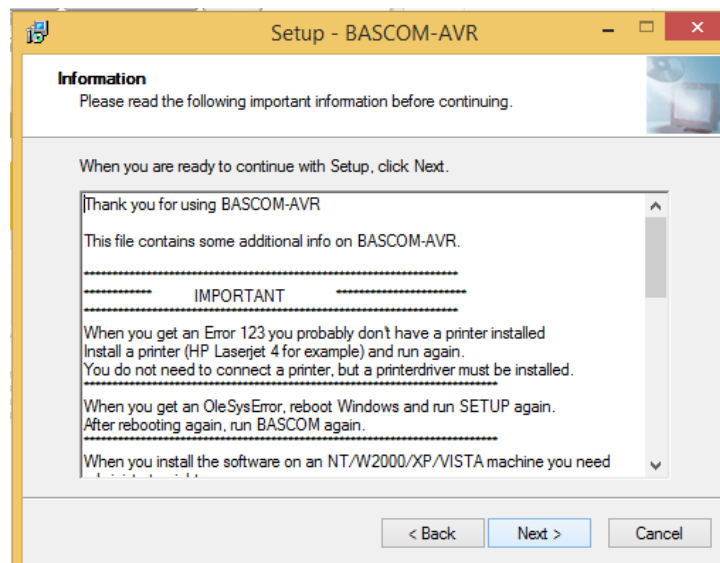
Gambar 2.16 Screenshot Kotak Dialog awal setup BASCOM AVR

3. Setelah tombol next ditekan, maka akan muncul kotak dialog baru seperti gambar dibawah. Langkah selanjutnya arahkan pointer dan pilih pernyataan **"I Accept The Agreement"**. Kemudian klik **Next**.



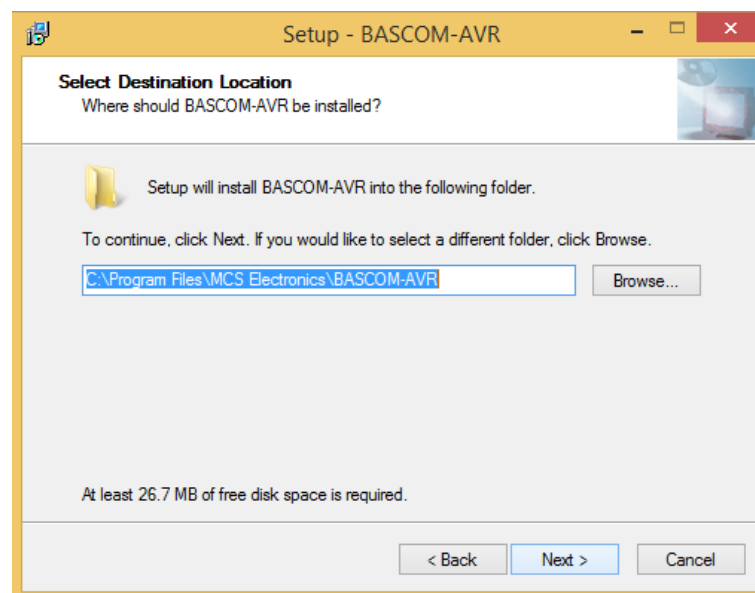
Gambar 2.17 Screenshot Kotak Dialog Pernyataan

4. Kemudian akan muncul kotak dialog informasi, lalu pilih **Next**.



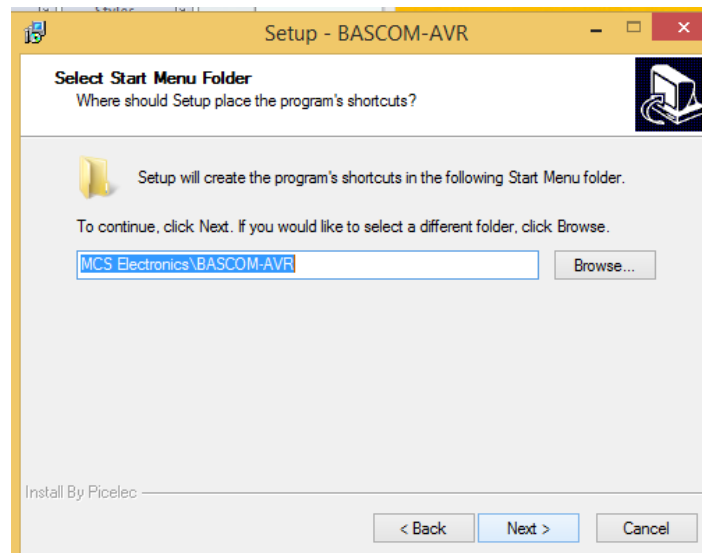
Gambar 2.18 Screenshot Kotak Dialog Informasi software BASCOM AVR

5. Langkah selanjutnya, akan muncul kotak dialog baru yang menjelaskan dimana lokasi aplikasi BASCOM-AVR harus disimpan. Sebaiknya gunakan lokasi yang sudah disarankan, biasanya terdapat pada C:\Program files. Kemudian klik **Next**.



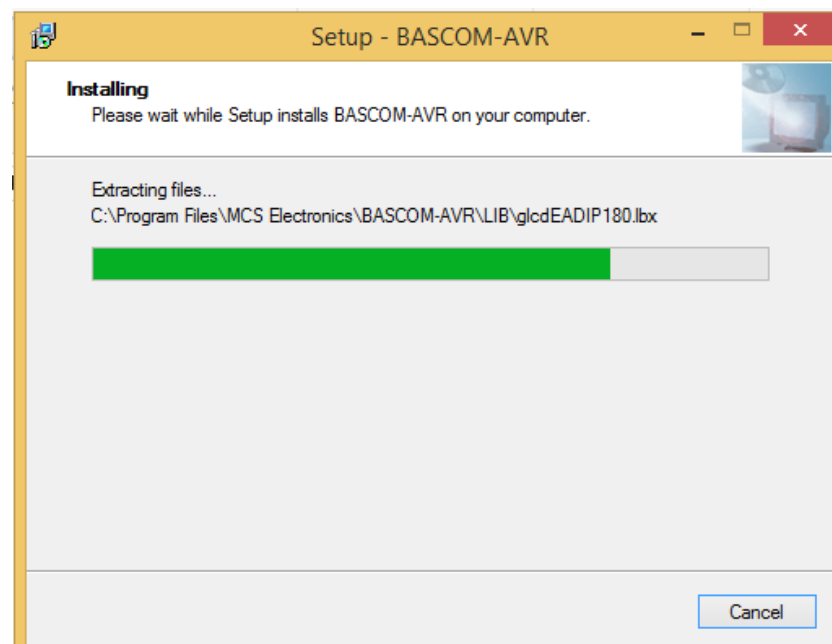
Gambar 2.19 Screenshot pilihan lokasi untuk penyimpanan aplikasi BASCOM AVR

6. Setelah memilih lokasi penyimpanan, akan muncul kotak dialog baru yang menjelaskan dimana lokasi Shortcut BASCOM-AVR harus disimpan. Pilih pengaturan default folder, selanjutnya klik **Next**.



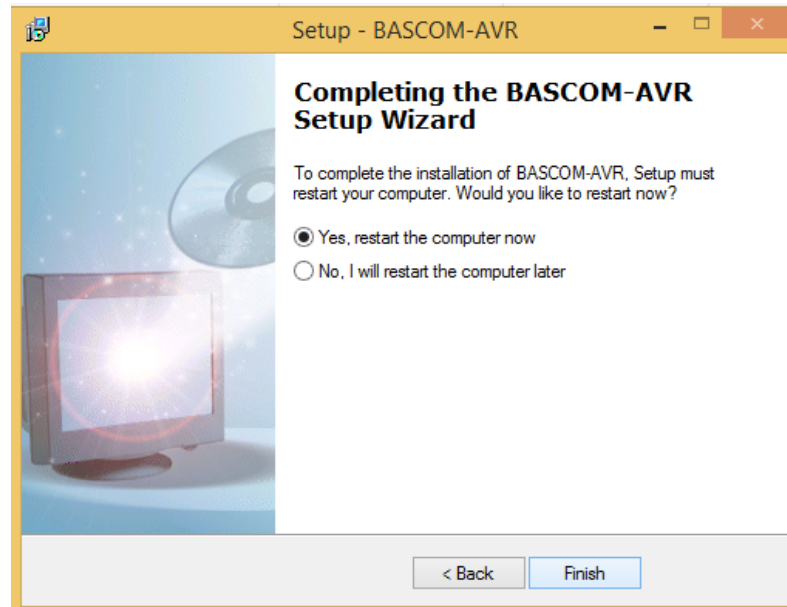
Gambar 2.20 Screenshot Pilihan Lokasi Penyimpanan *Shortcut* BASCOM AVR

7. Selanjutnya muncul kotak dialog baru yang menunjukkan proses penginstallan sedang berlangsung.



Gambar 2.21 Screenshot Proses Penginstallan BASCOM AVR

8. Jika proses penginstallan telah selesai dan sukses, restart computer dengan memilih pernyataan **“Yes, restart the computer now”** untuk menyempurnakan penginstallan, lalu klik **Next**.



Gambar 2.22 Screenshot Kotak Dialog Proses Penginstallan Telah Selesai