

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Teori Dasar pH**

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai  $\text{pH} > 7$  menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai  $\text{pH} < 7$  menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah.

Selain menggunakan kertas lakmus, indikator asam basa dapat diukur dengan pH meter yang berkerja berdasarkan prinsip elektrolit / konduktivitas suatu larutan. Sistem pengukuran pH mempunyai tiga bagian yaitu elektroda pengukuran pH, elektroda referensi dan alat pengukur impedansi tinggi. Istilah pH berdasarkan dari “p”, lambing matematika dari negatif logaritma, dan “H”, lambang kimia dari unsur Hidrogen.

##### **2.1.1 Dasar pengukuran Derajat Keasaman**

Asam dan basa adalah besarang yang sering digunakan untuk pengolahan sesuatu zat, baik di industry maupun kehidupan sehari-hari, pada industry kimia, keasaman merupakan variabel yang menentukan mulai dari pengolahan bahan baku, menentukan kualitas produksi yang diharapkan sampai pengendalian limbah industry agar dapat mencegah pencemaran pada lingkungan. Pada bidang pertanian, keasaman pada waktu mengelola tanah pertanian perlu diketahui. Untuk mengetahui dasar pengukuran derajat keasaman akan diuraikan dahulu pengertian derajat keasaman itu sendiri.

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antaar larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membran gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda

gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan *ion hydrogen* yang ukurannya *relative* kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektro kimia dari *ion hydrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan elektroda pembanding. Sebagai catatan alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.

## 2.2 Sensor

Menurut D. Sharon sensor adalah suatu peralatan yang berfungsi untuk mendeteksi gejala-gejala atau sinyal-sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi seperti energi listrik, energi fisika, energi kimia, energi biologi, energi mekanik dan sebagainya. Sebagai contoh adalah kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (light dependent resistance) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

Menurut William D.C, transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya. Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, optik (radiasi) atau *thermal* (panas). Misalnya generator merupakan transduser yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik, motor adalah transduser yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik, dan sebagainya. Adapun alat ukur adalah sesuatu alat yang berfungsi memberikan batasan nilai atau harga tertentu dari gejala-gejala atau sinyal yang berasal dari perubahan suatu energi, seperti voltmeter dan ampermeter untuk sinyal listrik, tachometer dan speedometer untuk kecepatan gerak mekanik, lux-meter untuk intensitas cahaya, dan sebagainya. Dalam memilih peralatan sensor dan transduser yang tepat dan sesuai dengan sistem yang akan disensor maka perlu diperhatikan persyaratan umum sensor yaitu linearitas, kepekaan, dan tanggapan waktu.

### 2.2.1 Spesifikasi Sensor pH

Pada perencanaan sensor derajat kesamaan (pH), sensor pH yang akan digunakan adalah jenis *Electroda* (Sku: Sen0161) dari DF Robot dengan spesifikasi sebagai berikut:

- a. *Module Power* : 5V
- b. *Module Size* : 43mmx32mm
- c. *Measuring Range* : 0-14.0 pH
- d. *Measuring Temperature* : 0-60 °C
- e. *Accuracy* :  $\pm 0.1$  pH (25 °C)
- f. *Response Time* : < 1min
- g. pH Sensor with BNC Connector
- h. pH 2.0 Interface ( 3 foot patch )
- i. Gain Adjustment Potentiometer
- j. Power Indicator LED

Pada gambar 2.1 merupakan sensor pH Sku: Sen0161. Sensor pH ini akan digunakan untuk pengukuran derajat keasaman cairan yang diuji untuk menentukan apakah cairan dalam kondisi normal, basa, atau asam.



Gambar 2.1 Sensor pH Sku: Sen0161

## 2.3 Pengenalan Arduino

Arduino dikatakan sebagai sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Arduino tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi Arduino adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan IDE (*Integrated Development Environment*) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller*. Ada banyak proyek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah platform karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. (Djuandi, 2011: 2)

Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*-nya. Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah mikrokontroler 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh perusahaan Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.

### 2.3.1 Jenis-jenis papan Arduino

Saat ini bermacam-macam bentuk papan Arduino yang disesuaikan dengan peruntukannya seperti diperlihatkan berikut ini :

#### a. Arduino USB

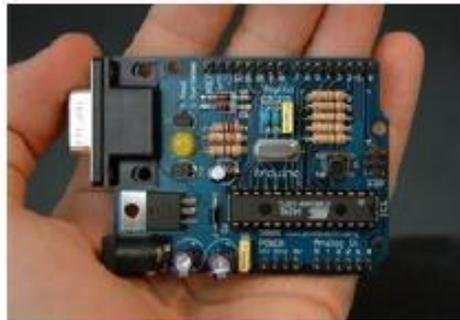
Menggunakan USB sebagai antarmuka pemrograman atau komunikasi komputer. Contoh Arduino Uno, Arduino *Duemilanove*, Arduino *Diecimia*, Arduino NG Rev.C, Arduino NG (*Nouva Generazione*), Arduino *Extreme* dan Arduino *Extream v2*, Arduino USB dan Arduino Usb v2.0. Pada gambar 2.1 merupakan mikrokontroler Arduino Uno.



Gambar 2.2 Arduino Uno

b. Arduino Serial

Menggunakan RS232 sebagai antarmuka pemrograman atau komunikasi komputer. Contohnya adalah Arduino serial dan Arduino serial v2.0. Dapat dilihat pada gambar 2.2 yang merupakan jenis Arduino serial.



Gambar 2.3 Arduino Serial

c. Arduino Mega

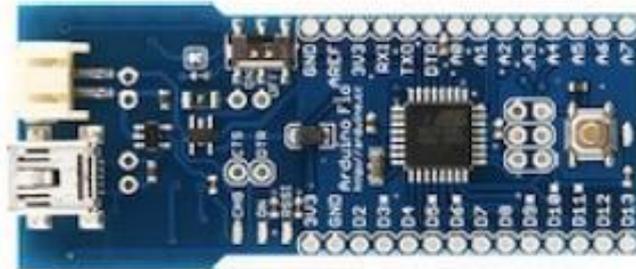
Papan Arduino dengan spesifikasi yang lebih tinggi, dilengkapi tambahan pin digital, pin analog, port serial dan sebagainya. Contohnya Arduino mega dan Arduino mega 2560. Pada gambar 2.3 merupakan jenis dari Arduino mega 2560.



Gambar 2.4 Arduino Mega 2560

d. Arduino FIO

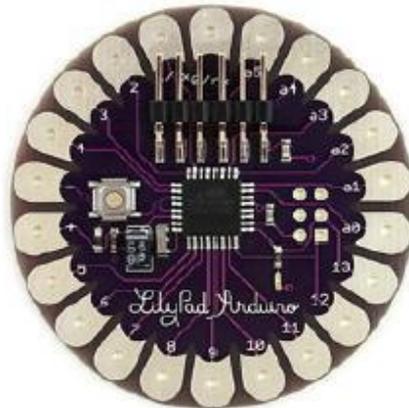
Arduino Fio ditujukan untuk penggunaan nirkabel yang dapat dilihat pada gambar 2.4.



Gambar 2.5 Arduino Fio

e. Arduino Lilypad

Papan dengan bentuk yang melingkat. Contoh: Lilypad Arduino 00, Lilypad Arduino 01, Lilypad Arduino 02, Lilypad Arduino 03, Lilypad Arduino 04. Pada gambar 2.5 merupakan Arduino lilypad 00.



Gambar 2.6 Arduino Lilypad 00

f. Arduino BT (*bluetooth*)

Arduino BT mengandung modul bluetooth untuk komunikasi nirkabel. Adapun bentuk Arduino B BT (*bluetooth*) dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.7 Arduino BT (bluetooth)

g. Arduino Mini dan Arduino Nano

Papan berbentuk kompak dan digunakan bersama breadboard. Contoh: Arduino nano 3.0, Arduino nano 2.x , Arduino mini 04, Arduino mini 03, Arduino stamp 02. Pada gambar 2.7 merupakan bentuk dari Arduino nano 2.x



Gambar 2.8 Arduino Nano 2.x

(Djuandi, 2011: 7)

## 2.4 Arduino Uno Atmega 328

### 2.4.1 Pengenalan Arduino Uno Atmega 328

Arduino Uno merupakan sebuah board minimum sistem mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board Arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Arduino memiliki kelebihan tersendiri dibanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, Arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam board Arduino sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika memprogram mikrokontroler didalam Arduino. Sedangkan pada kebanyakan board mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian loader terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. (Djuandi, 2011: 11)

Sifat *open source* Arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri untuk kita dalam menggunakan board ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang kita pakai tidak hanya tergantung pada satu merek, namun memungkinkan kita bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran. Bahasa pemrograman Arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasa pemrogramannya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler. Gambar 2.8 berikut ini merupakan mikrokontroler Arduino Uno ATmega328.



Gambar 2.9 Arduino ATmega328

#### 2.4.2 Arsitektur Arduino Uno ATmega 328

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input* atau *output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 analog *input*, *crystal osilator* 16 MHz,

koneksi USB, jack *power*, kepala ICSP dan tombol *reset*. Arduino mampu *support* mikrokontroler dan dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB.

ATMega 328 adalah mikrokontroler keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 8-bit. Mikrokontroler ini memiliki kapasitas flash (program memory) sebesar 32 Kb (32.768 bytes), memori (static RAM) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (non-volatile memory) sebesar 1024 bytes. Kecepatan maksimum yang dapat dicapai adalah 20 MHz.

32x8-bit register serbaguna 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 tak 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 16-bit. Setiap memori program terdiri dari instruksi 16-bit atau 32-bit. Selain register serbaguna terhadap I/O sebesar 64 byte. Beberapa register yang 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.

ATMega 328 adalah prosesor yang kaya fitur. Dalam chip yang dipaketkan dalam bentuk DIP-28 ini terdapat 20 pin *Input/Output* (21 pin bila pin reset tidak digunakan, 23 pin bila tidak menggunakan oskilator eksternal), dengan 6 diantaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC (Analog-to-Digital Converter), dan 6 lainnya memiliki fungsi PWM (Pulse Width Modulation).

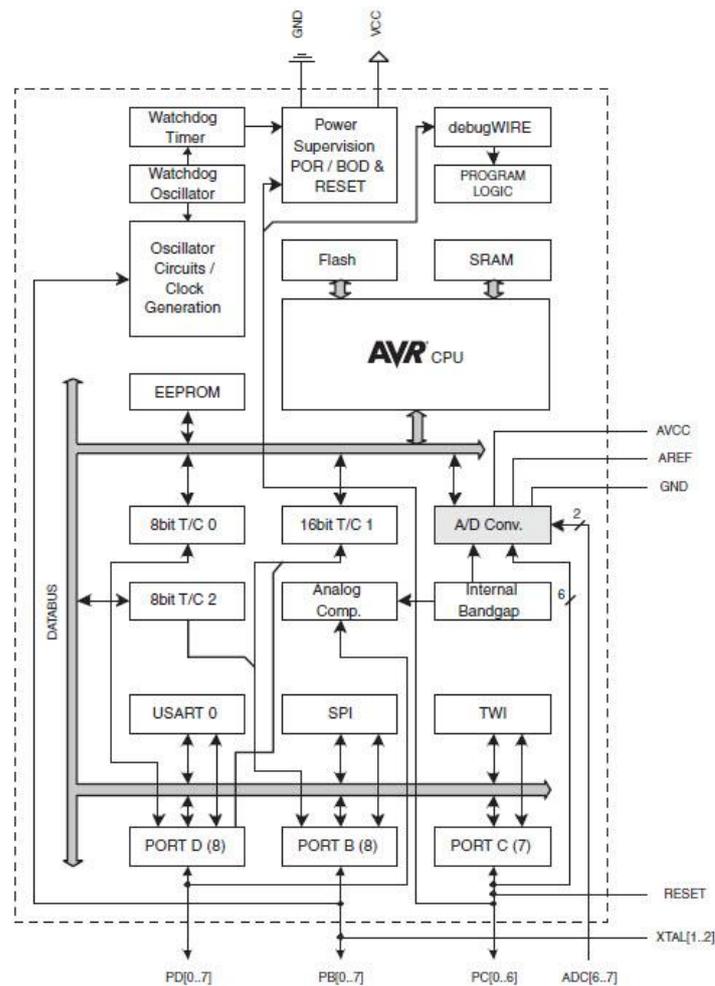
ATMega 328 ada 2 jenis yaitu jenis PDIP (berbentuk balok) dan jenis TQFP/MLF (berbentuk kotak) yang pada dasarnya memiliki fasilitas yang sama, hanya saja memiliki bentuk yang berbeda sehingga letak kaki-kaki IC berbeda mengikuti bentuknya. Gambar 2.9 berikut ini merupakan bentuk ATMega 328 TQFP/MLF (berbentuk kotak).



Gambar 2.10 ATmega 328 TQFP/MLF

Secara garis besar ATmega 328 terdiri dari :

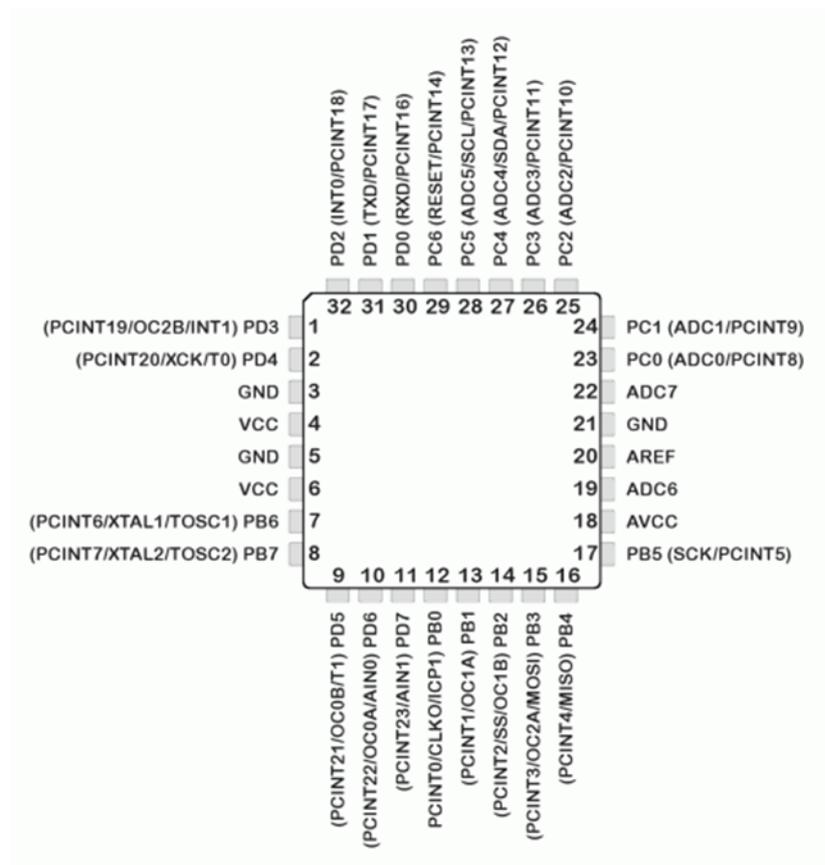
- a. Mikronkontroler ATmega 328
- b. Beroperasi pada tegangan 5V
- c. Tegangan input (rekomendasi) 7 - 12V
- d. Batas tegangan input 6 - 20V
- e. Pin digital input/output 14 (6 mendukung output PWM)
- f. Pin analog input 6
- g. Arus pin per input/output 40 mA
- h. Arus untuk pin 3.3V adalah 50 mA
- i. *Flash Memory* 32 KB (ATmega328) yang mana 2 KB digunakan oleh *bootloader*
- j. SRAM 2 KB (ATmega328)
- k. EEPROM 1KB (ATmega328)
- l. Kecepatan clock 16 MHz



Gambar 2.11 Blok diagram ATmega328

### 2.4.3 Konfigurasi Pin ATmega 328

Konfigurasi pena (*pin*) mikrokontroler Atmega328 dengan kemasan 32 pena dapat dilihat pada Gambar 2.4. Dari gambar tersebut dapat terlihat ATmega328 memiliki 8 pena untuk masing-masing bandar B (*Port B*) dan bandar D (*Port D*), dan 6 pena untuk bandar C (*Port C*).



Gambar 2.12 Pena-Pena Atmega328

#### 2.4.4 Deskripsi Mikrokontroler ATMEGA328

a. VCC

Merupakan supply tegangan digital.

b. GND

Merupakan ground untuk semua komponen yang membutuhkan grounding.

c. Port B (PB7...PB0)

Didalam Port B terdapat XTAL1, XTAL2, TOSC1, TOSC2. Jumlah Port B adalah 8 buah pin, mulai dari pin B.0 sampai dengan B.7. Tiap pin dapat di gunakan sebagai input maupun output. Port B merupakan sebuah 8-bit *bi-directional I/O* dengan *internal pull-up* resistor. Sebagai input, pin-pin yang terdapat pada port B yang secara eksternal diturunkan, maka akan mengeluarkan arus jika *pull-up* resistor diaktifkan. Khusus

PB6 dapat digunakan sebagai input Kristal (*inverting oscillator amplifier*) dan input kerangkaian clock internal, bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Sedangkan untuk PB7 dapat digunakan sebagai output Kristal (*output oscillator amplifier*) bergantung pada pengaturan Fuse bit yang digunakan untuk memilih sumber *clock*. Jika sumber *clock* yang dipilih dari *oscillator internal*, PB7 dan PB6 dapat digunakan sebagai I/O atau jika menggunakan *Asynchronous Timer/Counter2* maka PB6 dan PB7 (TOSC2 dan TOSC1) digunakan untuk saluran input timer.

d. Port C (PC5...PC0)

Port C merupakan sebuah 7-bit bi-directional I/O port yang di dalam masing-masing pin terdapat *pull-up* resistor. Jumlah pinnya hanya 7 buah mulai dari pin C.0 sampai dengan pin C.6. Sebagai keluaran/*output* port C memiliki karakteristik yang sama dalam hal menyerap arus (*sink*) ataupun mengeluarkan arus (*source*).

e. RESET/PC6

Jika RSTDISBL Fuse diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL Fuse tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun *clock*-nya tidak bekerja.

f. Port D (PD7...PD0)

Port D merupakan 8-bit bi-directional I/O dengan *internal pull-up* resistor. Fungsi dari port ini sama dengan port-port yang lain. Hanya saja pada port ini tidak terdapat kegunaan-kegunaan yang lain. Pada port ini hanya berfungsi sebagai masukan dan keluaran saja atau biasa disebut dengan I/O.

g. Avcc

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 passfilter.

h. AREF

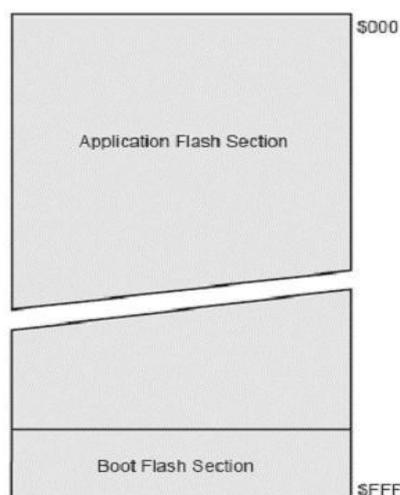
AREF adalah pin referensi analog untuk *A/D Converter*.

### 2.4.5 Peta Memori Arduino Uno

Arduino Uno adalah arduino board yang menggunakan mikrokontroler ATmega328. Maka peta memori arduino uno sama dengan peta memori pada mikrokontroler ATmega328.

#### 2.4.5.1 Memori Program

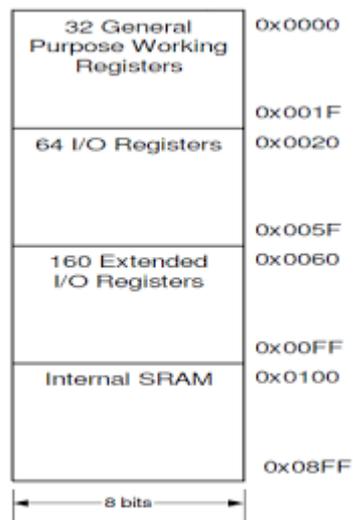
ATMega328 memiliki 32K byte *On-chip In-System Reprogrammable Flash Memory* untuk menyimpan program. Memori *flash* dibagi kedalam dua bagian, yaitu bagian program bootloader dan aplikasi seperti terlihat pada Gambar 2.6. *Bootloader* adalah program kecil yang bekerja pada saat sistem dimulai yang dapat memasukkan seluruh program aplikasi ke dalam memori prosesor.



Gambar 2.13 Peta Memori ATmega328

### 2.4.5.2 Memori Data (SRAM)

Memori data ATmega328 terbagi menjadi 4 bagian, yaitu 32 lokasi untuk register umum, 64 lokasi untuk register I/O, 160 lokasi untuk register I/O tambahan dan sisanya 2048 lokasi untuk data SRAM internal. Register umum menempati alamat data terbawah, yaitu 0x0000 sampai 0x001F. Register I/O menempati 64 alamat berikutnya mulai dari 0x0020 hingga 0x005F. Register I/O tambahan menempati 160 alamat berikutnya mulai dari 0x0060 hingga 0x00FF. Sisa alamat berikutnya mulai dari 0x0100 hingga 0x08FF digunakan untuk SRAM internal. Peta memori data dari ATmega 328 dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.14 Peta Memori Data ATmega328

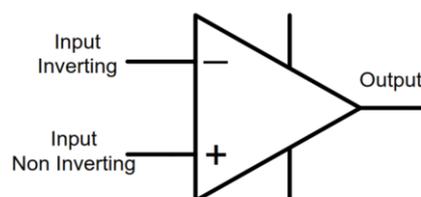
### 2.4.5.3 Memori Data EEPROM

Arduino uno terdiri dari 1 KByte memori data EEPROM. Pada memori EEPROM, data dapat ditulis/dibaca kembali dan 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 dimulai dari 0x000 hingga 0x3FF.

## 2.5 Operational Amplifier

Penguat operasional atau Op-Amp adalah rangkaian elektronika yang dirancang dan dikemas secara khusus sehingga dengan menambahkan komponen luar sedikit saja dapat dipakai untuk berbagai keperluan. Hingga kini Op-Amp yang dirakit dari kompoenen-komponen diskrit dan dikemas dalam rangkaian tersegel masih dirasakan begitu mahal oleh insinyur dan teknisi yang pernah menggunakannya. Namun, kini dengan teknologi rangkaian terpadu (IC) yang telah ditingkatkan, OpAmp dalam bentuk kemasan IC menjadi jauh lebih murah dan amat luas pemakaiannya.

Pada mulanya Op-Amp digunakan untuk rangkaian perhitungan analog rangkaian pengaturan dan rangkaian instrumentasi. Fungsi utamanya adalah untuk melakukan operasi matematika linier (tegangan dan arus), integrasi dan penguatan. Kini Op-Amp dapat dijumpai dimana saja, dalam berbagai bidang : reproduksi suara, sistem komunikasi, sistem pengolahan digital, elektronik komersial, dan aneka macam perangkat hobby. Adapun simbol Op-Amp berdasarkan pada gambar 2.14.



Gambar 2.15 Simbol Op-Amp

Dalam konfigurasinya kita akan menemukan Op-Amp dengan masukan dan keluaran tunggal, masukan dan keluaran differensial atau masukan differensial dan keluaran tunggal. Konfigurasi terakhir ini banyak digunakan dalam industri elektronika. Konfigurasi ini juga akan dipakai sebagai kerangka landasan. Setiap orang yang terlibat dalam elektronika harus memahami kegunaan Op-Amp, mengetahui karakteristiknya, mampu mengenali konfigurasi dasar rangkaian Op-Amp dan mampu bekerja sama dengannya. (Caoughlin dkk, 1994: 5)

### 2.5.1. Perintah AT ( AT COMMAND )

Menurut Jazi Istianto (2011: 35) Perintah AT (*hayes at command*) digunakan untuk berkomunikasi dengan terminal (modem) melalui gerbang serial pada komputer. Dengan menggunakan perintah AT, dapat diketahui atau dibaca kondisi dari terminal, seperti mengirim pesan, membaca pesan, menambah item pada daftar telepon, dan sebagainya.

Tabel 2.1 Perintah AT.

AT command	Fungsi
AT + CMGS	Mengirim pesan
AT + CMGR	Membaca pesan
AT + CMGD	Menghapus pesan
AT + CNMI	Indikasi pesan

### 2.5.2. Protokol Data Unit (PDU)

*Protokol data unit* (PDU) merupakan salah satu mode proses pengirim atau penerima data (SMS) dari atau ke *message center* (MC). Dalam mode PDU, pesan yang dikirim berupa informasi dalam bentuk data dengan beberapa kepala-kepala informasi. Hal ini akan memberikan kemudahan, jika dalam pengiriman akan dilakukan kompresi data, atau akan dibentuk sistem penyandian data dari karakter dalam bentuk-bentuk untaian bit-bit biner. Pdu tidak hanya berisi pesan teks saja tetapi terdapat beberapa meta-informasi yang lainnya seperti nomor pengiriman, nomor SMS *center*, dan sebagainya. Semua informasi yang terdapat dalam pdu, dituliskan dalam bentuk pasang-pasangan bilangan *heksadecimal* yang disebut dengan pasangan *octet*. (Jazi eko istianto dan yeyen effendi, jurnal 2011).

### 2.5.3. PDU Penerimaan ( SMS-Deliver )

Menurut Jazi Istianto (2011: 40) SMS adalah salah satu fasilitas yang dimiliki jaringan GSM (*global sistem for mobile communication*). Dengan sms pelanggan dapat mengirim atau menerima pesan singkat, yang ditangani langsung oleh jaringan, melalui sms *service central* (SMSC). Yang berfungsi menyimpan dan meneruskan pesan dari sisi pengirim ke sisi penerima. Format sms yang dipaki

adalah PDU (*protocol description unit*). Format PDU akan mengubah kode ASC11 (7bit) menjadi bentuk *byte* PDU (8 bit) pada saat pengiriman data dan akan diubah kembali menjadi kode ASC11 pada saat diterima. SMS penerima *deliver* adalah SMS yang diterima dari SMSC dalam bentuk PDU. Pada PDU ini terdapat beberapa meta-informasi :

- a. *Service centre address* (SCA), berisi format dan informasi sms *center*.  
*Pprotocol identifier* (PID), berisi informasi indentifikasi protocol.
- b. *Pata coding scheme* (DCS), berisi pengkodean data yang digunakan.  
*Service center time stamp* (SCTS) berisi informasi waktu.
- c. *User data length* (UDL) berisi informasi panjang data yang dibawa.
- d. *User data* (UD) berisi data-data utama yang di bawa.

#### **2.5.4. PDU Pengirim ( PDU-SUBMIT )**

Menurut Istianto (2011: 41) PDU pengirim pengiriman memiliki informasi-informasi yang sam deng PDU penerima, sementara yang berbeda adalah berupa imformasi :

- a. *Message reference* (MR), parameter yang mengidentifikasi nomor referensi pengirim.
- b. *Destination address* (DA), bersis nomor alamat yang dituju.
- c. *Validity* (VP) berisikan informasi jangka waktu validitas pesan pada jaringan.

Pesan yang dikirim dalam mode PDU, berupa informasi dalam bentuk data dengan beberapa kepala-kepala informasi. Hal ini akan memberikan kemudahan jika dalam pengiriman akan dilakukan kompresi data ,atau akan di bentuk sistem penyandian data dari karakter dalam bentuk sususan bit-bit biner. PDU tidak hanya berisi pesan teks saja tetapi terdapat beberapa meta informasi lainnya, seperti : nomor pengirim, nomor SMS *center*, waktu pengiriman dan sebagainya. Semua informasi yang terdapat dalam pdu,ditulis dalam bentuk pasang-pasangan bilangan *heksadesimal* yang disebut bilangan oktet. *Octet* PDU tidak hanya

pesan, tetapi juga informasi tentang pengiriman seperti *message center* (SMSC), waktu dan lain-lain. Semuanya dalam *hexadesimal octet* atau *decimal semi-octet*.

Tabel 2.2 Bagian-bagian format SMS

Oktet / digit hexa	Keterangan
01	Panjang atau jumlah pasangan digit dari nomor <i>service number</i> (SMSC) yang digunakan, dalam hal ini adalah 7 pasangan (14 digit berikutnya)
91	Jenis nomor SMMSC . Angka 91 menandakan format nomor internasional ( misal +6281xxx). Untuk 081xxx menggunakan angka 81
2658050000F0	Nomor SMSC yang digunakan. Karena jumlah digit nomor SMS adalah ganjil, maka digit paling belakang dipasngkan dengan huruf F. kalau diterjemahkan nomor SMSC yang digunakan adalah +62855000000 (IM3)
11	Oktet pertama untuk pesan SMS yang diterima
0D	Panjang digit dari nomor pengirim (0D hex = 13 desimal)
91	Jenis nomor pengirim (sama dengan jenis nomor SMSC)
265846604121 F1	Nomor pengirim SMS, yang jika diterjemahkan adalah format prefik internasional kalau di Indonesia 0 digital diganti 62, F adalah nilai tambahan diakhir digit agar jumlah digitnya genap 14, kemudian setiap pasangan karakter dibalik
00	Pengenalan protokol dalam hal ini adalah 0
00	Skema pengkodean SMS, juga bernilai 0
807030212231 80	Waktu pengiriman yang berarti 08-07-03 (3 juli 2008) dan jam 12:22:13 sedangkan 80 adalah timezone yang digunakan.
05	Panjang dari pesan SMS, dalam hal ini ada 4 huruf (dalam mode 7 bit).
E8329BFD06	Pesan sms dalam mode 7 bit. jika diterjemahkan kedalam 8 bit, lalu dirubah ke ASCII, maka dapat pesan

Sumber: Jazi Istianto 2011

## 2.6 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lain. ATmega328 ini menyediakan UART TTL (5V) komunikasi serial, yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). *Firmware* Arduino menggunakan *USB driver* standar COM, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. Namun, pada Windows, file. Ini diperlukan. Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang memungkinkan data sederhana yang akan dikirim ke *board* Arduino. RX dan TX LED di *board* akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dan koneksi USB ke komputer.

## 2.7. Handphone

*Handphone* disini berfungsi untuk menerima informasi hasil pengukuran tanah pasca panen berikutnya cocok untuk ditanam apa. Handphone mendapatkan sms dari modem wavecom yang terhubung ke rangkaian system mikrokontroler melalui komunikasi serial. Sehingga setiap hasil pengukuran tanah pasca panen hasilnya langsung di sms ke hp pelanggan untuk mengirim pesan-pesan singkat sepanjang 160 karakter.

## 2.8. Modul Sim900 GSM/GPRS (GSM/GPRS Shield)

Modem SIM900 GSM/GPRS shield merupakan modul GSM untuk Arduino yang berperan untuk melakukan fungsi pengiriman SMS. Modul ini menggunakan protokol komunikasi UART dalam berkomunikasi data dengan Arduino. Modul mempunyai 8 pin yang dapat digunakan untuk di gabungkan dengan arduino (pin 0 sampai pin 7) akan dipakai 2 pin sebagai pin RX dan TX yang akan digunakan pada komunikasi UART dengan Arduino. Pada sistem ini, pin yang dipakai sebagai RX adalah pin 4 sedangkan pin yang dipakai sebagai TX adalah pin 5. Salah satu cara untuk mengaktifkan power modul GSM adalah memberi HIGH/positif pulse selama 1000 ms pada pin 9 Arduino UNO R3, demikian juga menonaktifkan power modul GSM adalah HIGH/positif pulse selama 1000 ms pada pin 9 Arduino UNO R3.



Gambar 2.16. Modul Sim900

### 2.8.1 Fitur-fitur GSM/GPRS *Shield*

- a. Berdasarkan Sim900 Modul SIMCOM
  - b. Quad-Band 850 MHz/900/1800/1900: akan bekerja pada jaringan GSM di semua Negara di seluruh dunia
  - c. Kontrol melalui AT Commands – perintah standar : GSM 07.07 & 07.05 | Perintah ditingkatkan : SIMCOM AT Commands.
  - d. Short Message Service : sehingga dapat mengirim data dalam jumlah kecil melalui jaringan.
  - e. Tertanam TCP/UDP : memungkinkan untuk meng-upload data ke server web.
  - f. Speaker dan headphone jack- dapat mengirim sinyal DTMF atau memutar rekaman seperti mesin penjawab.
  - g. SIM Card GSM dan Antenna onboard
  - h. 12GPIOs, 2PWMs dan ADC (2,8 volt) untuk menambah Arduino.
  - i. Konsumsi daya rendah 1.5mA (sleep mode)
  - j. Rentang suhu industri 40oC sampai +85
-

## 2.9. SMS

Menurut Istianto dan Yeyen Effendi (2011: 20) SMS adalah salah satu fasilitas yang dimiliki jaringan GSM (*global sistem for mobile communication*). Dengan SMS pelanggan dapat mengirim atau menerima pesan singkat, yang ditangani langsung oleh jaringan, melalui *sms service central (SMSC)*. Yang berfungsi menyimpan dan meneruskan pesan dari sisi pengirim ke sisi penerima. Format SMS yang dipakai adalah PDU (*protocol description unit*).

Menurut ETSI (*European telecommunications standards institute*) (2010:120) SMS adalah pesan teks yang dikembangkan dan distandarisasi, sebagai bagian dari fitur pengembangan GSM. Fitur SMS ini memungkinkan perangkat stasiun seluler digital (*digital celuller terminal*, seperti ponsel) untuk dapat mengirim dan menerima pesan-pesan teks dengan panjang sampai 160 karakter melalui jaringan GSM.

Menurut Gupta (2011:11) SMS adalah layanan jaringan GSM yang mempunyai jangkauan atau jelajah nasional dan internasional dengan waktu keterlambatan yang sangat kecil, serta layanan pesan banyak pemakai (*multiple users*). Dan layanan SMS cocok untuk dikembangkan sebagai aplikasi seperti : *pager, e-mail*, dan notifikasi *voice mail*. Namun pengembangan aplikasi tersebut masih bergantung pada tingkat layanan yang disediakan oleh operator jaringan.

Dari sumber diatas bahwa SMS adalah sebuah pesan singkat yang terdiri dari 160 karakter, yang bisa dikirim atau diterima oleh pengguna layanan jaringan GSM.

## 2.10. Bahasa pemrograman Arduino

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. Arduino board akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa Pemrograman Arduino adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk Arduino board. Bahasa pemrograman Arduino menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

Karena menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya, bahasa pemrograman Arduino memiliki banyak sekali kemiripan, walaupun beberapa hal telah berubah.

### 2.10.1. Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut sketch) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada.

a. `void setup() { }`

Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.

b. `void loop() { }`

Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (power) dilepaskan.

### 2.10.2 Syntax

Berikut ini adalah elemen bahasa C yang dibutuhkan untuk format penulisan.

a.  `//(komentar satu baris)`

Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.

b.  `/* */(komentar banyak baris)`

Jika anda punya banyak catatan, maka hal itu dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.

c.  `{ }(kurung kurawal)`

Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).

d.  `;(titik koma)`

Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

### 2.10.3 Variabel

Sebuah program secara garis besar dapat didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memindahkannya.

a. int (integer)

Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -32,768 dan 32,767.

b. long (long)

Digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte (32 bit) dari memori (RAM) dan mempunyai rentang dari -2,147,483,648 dan 2,147,483,647.

c. boolean (boolean)

Variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai TRUE (benar) atau FALSE (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.

d. float (float)

Digunakan untuk angka desimal (floating point). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang dari -3.4028235E+38 dan 3.4028235E+38.

e. char (character)

Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

### 2.10.4 Operator Matematika

Operator yang digunakan untuk memanipulasi angka (bekerja seperti matematika yang sederhana).

- a. =  
Membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya:  $x = 10 * 2$ , x sekarang sama dengan 20).
- b. %  
Menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka dengan angka yang lain (misalnya:  $12 \% 10$ , ini akan menghasilkan angka 2).
- c. +  
Penjumlahan
- d. -  
Pengurangan
- e. \*  
Perkalian
- f. / simbol pembagian

### 2.10.5 Operator Pembandingan

Digunakan untuk membandingkan nilai logika.

- a. ==  
Sama dengan (misalnya:  $12 == 10$  adalah FALSE (salah) atau  $12 == 12$  adalah TRUE (benar))
- b. !=  
Tidak sama dengan (misalnya:  $12 != 10$  adalah TRUE (benar) atau  $12 != 12$  adalah FALSE (salah))
- c. <  
Lebih kecil dari (misalnya:  $12 < 10$  adalah FALSE (salah) atau  $12 < 12$  adalah FALSE (salah) atau  $12 < 14$  adalah TRUE (benar))
- d. >  
Lebih besar dari (misalnya:  $12 > 10$  adalah TRUE (benar) atau  $12 > 12$  adalah FALSE (salah) atau  $12 > 14$  adalah FALSE (salah))

### 2.10.6 Struktur Pengaturan

Program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya, berikut ini adalah elemen dasar pengaturan.

1. **if..else**, dengan format seperti berikut ini:

```
if (kondisi) { }
else if (kondisi) { }
else { }
```

Dengan struktur seperti diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya TRUE, dan jika tidak (FALSE) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya FALSE maka kode pada else yang akan dijalankan.

2. **for**, dengan format seperti berikut ini:

```
for (int i = 0; i < #pengulangan; i++) { }
```

Digunakan bila anda ingin melakukan pengulangan kode di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan penghitungan ke atas dengan i++ atau ke bawah dengan i--.

### 2.10.7 Digital

1. **pinMode(pin, mode)**

Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19). Mode yang bisa digunakan adalah INPUT atau OUTPUT.

2. **digitalWrite(pin, value)**

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai OUTPUT, pin tersebut dapat dijadikan HIGH (ditarik menjadi 5 volts) atau LOW (diturunkan menjadi ground).

3. **digitalRead(pin)**

Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT maka anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah HIGH (ditarik menjadi 5 volts) atau LOW (diturunkan menjadi ground).

### **2.10.8 Analog**

Arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam alam analog (menggunakan trik). Berikut ini cara untuk menghadapi hal yang bukan digital.

#### **1. analogWrite(pin, value)**

Beberapa pin pada Arduino mendukung PWM (pulse width modulation) yaitu pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Ini dapat merubah pin hidup (on) atau mati (off) dengan sangat cepat sehingga membuatnya dapat berfungsi layaknya keluaran analog. Value (nilai) pada format kode tersebut adalah angka antara 0 (0% duty cycle ~ 0V) dan 255 (100% duty cycle ~ 5V).

#### **2. analogRead(pin)**

Ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT anda dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volts) dan 1024 (untuk 5 volts).

### **2.11 Software Arduino IDE**

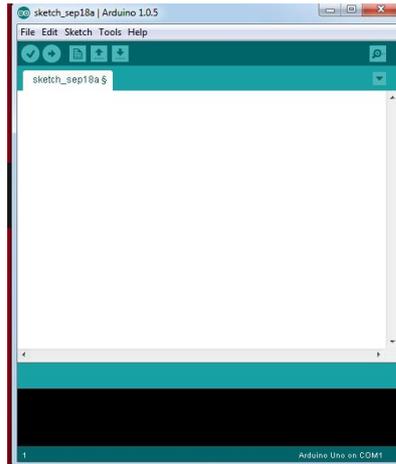
Sehubungan dengan pembahasan untuk saat ini software Arduino yang akan digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. (Agung, 2014: 13)

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java. IDE Arduino terdiri dari :

- a. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa Processing.
- b. Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa processing menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah mikrokontroler

tidak akan bisa memahami bahasa processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroller adalah kode biner. Itulah sebabnya compiler diperlukan dalam hal ini.

- c. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari computer ke dalam memory dalam papan Arduino.



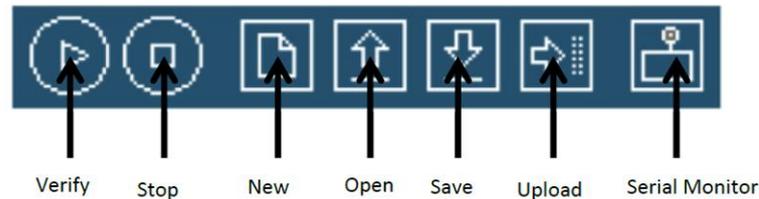
Gambar 2.17 Tampilan Arduino IDE

Pada gambar 2.17 merupakan tampilan software Arduino IDE, sedangkan pada gambar 2.17 anda dapat melihat toolbar IDE yang memberikan akses instan ke fungsi-fungsi yang penting :

- a. Dengan tombol Verify, anda dapat mengkompilasi program yang saat ini di editor.
- b. Tombol New menciptakan program baru dengan mengosongkan isi dari jendela editor saat ini. Sebelum hal itu terjadi, IDE memberikan anda kesempatan untuk menyimpan semua perubahan belum disimpan.
- c. Dengan Open anda dapat membuka program yang ada dari sistem file.
- d. Tombol Save menyimpan program saat ini.
- e. Ketika anda mengklik tombol Upload, IDE mengkompilasi saat ini program dan upload ke papan Arduino yang telah anda pilih di IDE menu Tools > Serial port.
- f. Arduino dapat berkomunikasi dengan komputer melalui koneksi serial. Mengklik tombol serial monitor membuka jendela serial monitor

yang memungkinkan anda dapat melihat anda yang dikirimkan oleh Arduino dan juga untuk mengirim data kembali.

g. Tombol stop menghentikan serial monitor



Gambar 2.18 Toolbar Arduino IDE

Meskipun menggunakan IDE sangat mudah, anda mungkin mengalami masalah. Dalam kasus tersebut, kita lihat menu Help. Menu Help menunjukkan banyak sumber daya yang berguna di website Arduino yang menyediakan solusi cepat tidak hanya untuk semua masalah khas tetapi juga untuk referensi materi dan tutorial.

Untuk dapat memahami fitur-fitur IDE yang paling penting, kita akan membuat program-program sederhana yang membuat dioda pemancar cahaya (LED) berkedip. LED merupakan sumber cahaya murah dan efisien, dan Arduino sudah dilengkapi dengan beberapa LED. Satu LED yang berkedip menunjukkan apakah Arduino saat ini memiliki daya dan dua LED lainnya berkeip saat data ditransmisikan atau diterima melalui koneksi serial. Dalam proyek kecil pertama anda akan membuat LED Arduino yang berkedip.

### 2.11.1 Tipe-Tipe data dalam Arduino

Setiap bagian dari data yang anda simpan dalam program Arduino memiliki tipe datanya masing-masing. Tergantung pada kebutuhan anda, anda dapat memilih dari tipe-tipe data berikut ini :

1. Tipe data boolean mengambil satu byte memori dan dapat bernilai benar atau salah.
2. Tipe data char mengambil satu byte nomor memori dan menyimpan dari -128 sampai 127. Angka-angka ini biasanya mewakili karakter yang dikodekan dalam ASCII.

3. Tipe data int (integer) membutuhkan dua byte memori. Anda dapat menggunakannya untuk menyimpan angka dari -32.768 ke 32.767. unsigned int juga menghabiskan dua byte memori tetapi menyimpan angka dari 0 sampai 65.535.
4. Untuk angka yang lebih besar, digunakan tipe data long. Mengonsumsi empat byte memori dan menyimpan nilai dari -214783648 ke 2147483647. Unsigned long juga perlu empat byte tetapi menyimpan rentang nilai dari 0 sampai 4.294.967.295.
5. Tipe data float dan double adalah tipe data yang sama. Anda dapat menggunakan jenis tipe ini untuk menyimpan angka floating-point. Keduanya menggunakan empat byte memori dan mampu menyimpan nilai-nilai dari -3.4028235E+38 untuk 3.4028235E+38.
6. Tipe data void hanya untuk deklarasi fungsi. Ini menunjukkan bahwa fungsi tersebut tidak mengembalikan nilai.
7. Array menyimpan nilai yang memiliki tipe data yang sama.
8. Sebuah string adalah sebuah array nilai char. Arduino IDE mendukung penciptaan string dengan beberapa sintaksis gula semua ini deklarasi membuat string dengan isi yang sama.

### **2.11.2 Komplikasi dan Program Uploading**

Sebelum anda mengkompilasi dan meng-upload program ke Arduino, anda harus mengkonfigurasi dua hal dalam IDE : jenis Arduino menggunakan port serial Arduino yang terhubung ke COM. Mengidentifikasi jenis Arduino mudah, karena dicetak di papan tulis, jenis populer adalah Uno, Duemilnove, Diecimila, Nano, Mega Mini, NG, BT, Lilypad, Pro atau pro mini. Dalam beberapa kasus anda juga harus memeriksa apa mikrokontroler Arduino anda menggunakan paling memiliki ATmega 168 atau sebuah ATmega 328. Anda dapat menemukan jenis mikrokontroler dicetak pada mikrokontroler itu sendiri. (Agung, 2014: 20)

Ketika anda telah mengidentifikasi dengan tepat jenis Arduino anda. Memilih dari menu tools>board. Sekarang anda harus memilih port serial

Arduino anda terhubung untuk dari >menu serial port tools. Pada sistem windows, Device Manager, dan mencari USB Serial Port dibawah ports (COM dan LPT) entri menu.

Biasanya port bernama COM1, COM2, atau sesuatu yang serupa. Setelah anda telah memilih port serial, klik tombol verify dan anda akan melihat output berikut di daerah pesan IDE (yang Arduino IDE menyebut program sketsa) : Binary ukuran sketsa : 1010 bytes (dari 32256 byte maksimum) ini berarti IDE berhasil telah menyusun kode sumber ke dalam 1.010 byte kode mesin yang kita dapat meng-upload ke Arduino.

Jika anda melihat pesan kesalahan sebagai gantinya, periksa apakah anda telah mengetik di program yang benar. Tergantung pada papan Arduino yang anda gunakan maksimum byte mungkin berbeda. Misalnya pada Arduino Duemilanove biasanya 14336 byte. Dalam kasus kesalahan, periksalah apakah anda memilih jenis Arduino benar dan port serial yang benar dalam menu tools. Selama proses upload, TX dan RX LED akan berkedip selama beberapa detik. Ini adalah normal itu terjadi setiap kali Arduino dan komputer anda berkomunikasi melalui port serial. Ketika Arduino mengirimkan informasi ternyata pada TX LED. Ketika mendapat beberapa bit pada RX LED. Karena komunikasi ini cukup cepat, LED mulai berkedip dan anda tidak dapat mengidentifikasi transmisi byte tunggal.

## **2.12 LCD (*Liquid Crystal Display*)**

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD. LCD adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD (liquid crystal display) bisa memunculkan gambar atau dikarenakan terdapat banyak sekali titik cahaya (piksel) yang terdiri dari satu buah kristal cair sebagai titik cahaya. Walau disebut sebagai titik cahaya, namun Kristal cair ini tidak memancarkan cahaya sendiri.

Sumber cahaya di dalam sebuah perangkat LCD (liquid crystal display) adalah lampu neon berwarna putih di bagian belakang susunan kristal cair tadi. Titik cahaya yang jumlahnya puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk tampilan citra. Kutub kristal cair yang dilewati arus listrik akan berubah karena pengaruh polarisasi medan magnetic yang timbul dan oleh karenanya akan hanya membiarkan beberapa warna diteruskan sedangkan warna lainnya tersaring. (Setiawan, 2011: 24)



Gambar 2.19 Liquid Crystal Display 2x16

Pada gambar 2.19 terlihat gambar tampilan bagian depan dari LCD 2X16, sedangkan pada gambar 2.19 adalah gambar tampilan bagian belakang pada LCD 2X16 yang dilengkapi dengan modul I<sup>2</sup>C.



Gambar 2.20 Liquid Crystal Display 2x16 dengan Modul I<sup>2</sup>C.

## 2.13 Flowchart

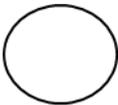
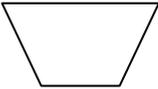
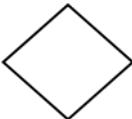
### 2.13.1 Pedoman Menggambar flowchart

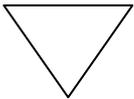
Pedoman dalam menggambar suatu bagan alir, analisis sistem atau pemrograman sebagai berikut;

- Bagan alir sebaiknya digambar dari atas ke bawah dan mulai dari bagian kiri dari suatu halaman.
- Kegiatan didalam bagan alir harus ditunjukkan dengan jelas.

- c. Harus ditunjukkan darimana kegiatan akan dimulai dan dimana akan berakhirnya.
- d. Masing-masing kegiatan didalam bagan alir sebaiknya digunakan suatu kata yang mewakili suatu pekerjaan, misalnya;“persiapkan” dokumen “hitung” gaji.
- e. Masing-masing kegiatan didalam bagan alir harus didalam urutan yang semestinya.
- f. Kegiatan yang terpotong dan akan disambung ketempat lain harus ditunjukkan dengan jelas menggunakan symbol penghubung.
- g. Gunakanlah symbol-simbol bagan alir yang standar.

**Tabel 2.3.** Simbol-Simbol *Flowchart*

No	Simbol	Keterangan
1		Simbol arus / <i>flow</i> , yaitu menyatakan jalannya arus suatu proses
2		Simbol connector, berfungsi menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama
3		Simbol offline connector, menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman berbeda
4		Simbol process, yaitu menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer
5		Simbol manual, yaitu menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer
6		Simbol decision, yaitu menunjukan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya atau tidak

7		Simbol terminal, yaitu menyatakan permulaan atau akhir suatu program
8		Simbol predefined process, yaitu menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal
9		Simbol keying operation, menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai keyboard
10		Simbol offline-storage, menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu
11		Simbol manual input, memasukkan data secara manual dengan menggunakan online keyboard
12		Simbol input/output, menyatakan proses input atau output tanpa tergantung jenis peralatannya
13		Simbol magnetic tape, menyatakan input berasal dari pita magnetis atau output disimpan ke dalam pita magnetis
14		Simbol disk storage, menyatakan input berasal dari disk atau output disimpan ke dalam disk
15		Simbol document, mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer)

<b>16</b>		Simbol punched card, menyatakan input berasal dari kartu atau output ditulis ke kartu.
-----------	---	--