

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Bahasa Pemograman C**

Menurut Wirdasari (Vol.8:2010) Akar dari bahasa C adalah dari bahasa BCPL yang dikembangkan oleh Martin Richards pada tahun 1967. Bahasa C adalah bahasa yang standar, artinya suatu program ditulis dengan versi bahasa C tertentu akan dapat dikompilasi dengan versi bahasa C yang lain dengan sedikit modifikasi.

Beberapa alasan mengapa bahasa C banyak digunakan, diantaranya adalah sebagai berikut :

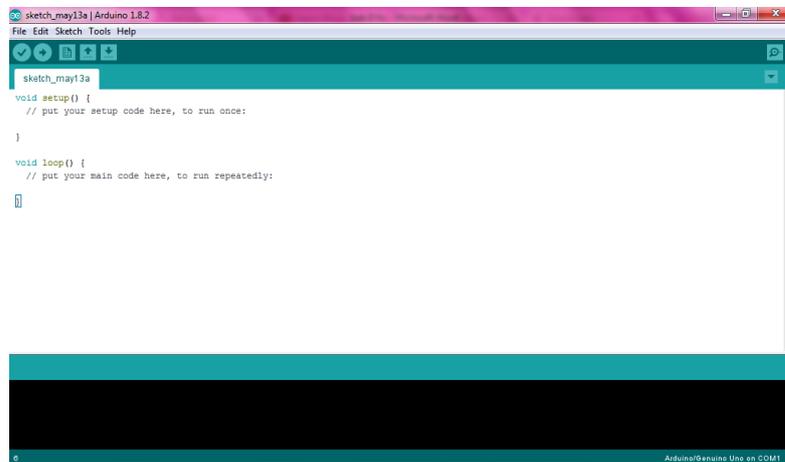
1. Bahasa C tersedia hampir di semua jenis komputer
2. Kode bahasa C sifatnya adalah portable Aplikasi yang ditulis dengan bahasa C untuk suatu komputer tertentu dapat digunakan di komputer lain hanya dengan sedikit modifikasi.
3. Bahasa C hanya menyediakan sedikit kata-kata kunci
4. Proses executable program bahasa C lebih cepat
5. Dukungan pustaka yang banyak Keandalan bahasa C dicapai dengan adanya fungsi-fungsi pustaka.
6. Bahasa C adalah bahasa yang terstruktur. Bahasa C mempunyai struktur yang baik sehingga mudah untuk dipahami.C mempunyai fungsi-fungsi sebagai program bagiannya.
7. Selain bahasa tingkat tinggi, C juga dianggap sebagai bahasa tingkat menengah. Bahasa C mampu menggabungkan kemampuan bahasa tingkat tinggi dengan bahasa tingkat rendah.
8. Bahasa C adalah compiler Karena C sifatnya adalah compiler, maka akan menghasilkan executable program yang banyak dibutuhkan oleh program-program komersial

#### **2.2 Arduino IDE**

IDE Arduino adalah software yang sangat canggih dituliskan menggunakan java. IDE Arduino terdiri dari ;

1. *Editor Program*, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa
2. *Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program ( bahasa processing ) menjadi kode biner. Bagaimanapun sebuah microcontroller tidak akan bisa memahami bahasa processing. Yang bisa dipahami oleh mikrokontroller adalah kode biner. Itulah alasannya compiler diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori dalam papan Arduino.

Sebuah kode program arduino umumnya disebut dengan istilah sketch.



**Gambar 2.1. Tampilan Arduino IDE**

### 2.2.1. Menginstall Driver USB pada Windows 7

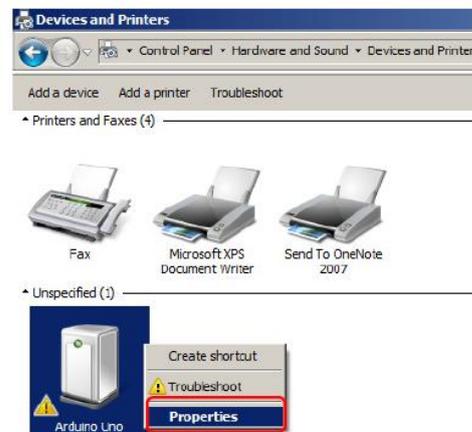
Pembahasan berikut ini akan dijelaskan langkah-langkah untuk menginstal IDE Arduino. File instalasi arduino dapat diperoleh pada alamat situs web <http://arduino.cc/en/main/software> software ini dapat dioperasikan untuk windows, Mac, dan Linux. Pada topik ini akan dijelaskan langkah-langkah instalasi driver USB pada XP.

1. Sambungkan papan arduino dengan sebuah komputer melalui kabel USB. Umumnya windows tidak bereaksi apa-apa saat papan arduino telah terhubung walau sebenarnya windows telah mendeteksi kehadiran sebuah perangkat baru. Untuk memulai instalasi drivers, silahkan menjalankan program **control panel** kemudian pilih “**view devices and printer**”. Berikut tampilan layar yang muncul.



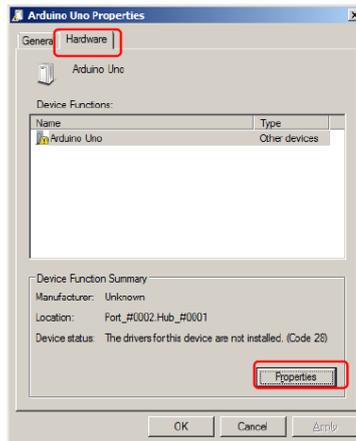
**Gambar 2.2. Instalasi Software Arduino IDE (1)**

2. Papan arduino akan tampak pada daftar perangkat namun karena ia belum dikonfigurasi dengan benar maka ia akan muncul didaftar *unspecified* dan didekatnya tampak sebuah lambang peringatan ( segitiga kuning dengan tanda seru ) yang artinya perangkat ini belum bekerja dengan benar. Klik kanan pada icon arduino kemudian pilih menu **properties**, seperti tampilan berikut ini



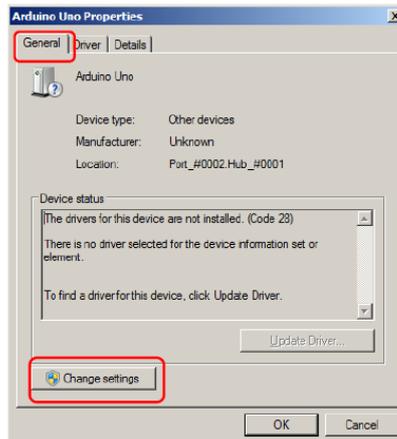
**Gambar 2.3. Instalasi Software Arduino IDE (2)**

3. Pada tab **Hardware** klik tombol **properties**, berikut tampilannya ;



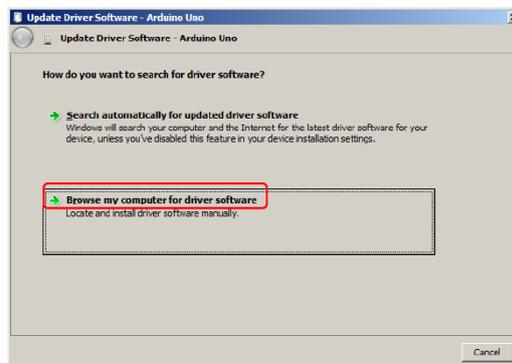
**Gambar 2.4. Instalasi software Arduino IDE (3)**

4. Muncul sebuah window baru. Pada tab **General** klik tombol “*Change Setting*” seperti gambar dibawah ini ;



**Gambar 2.5. Instalasi Software Arduino IDE (4)**

5. Klik “*Browse my computer for driver software*” untuk menentukan sendiri lokasi driver arduino.



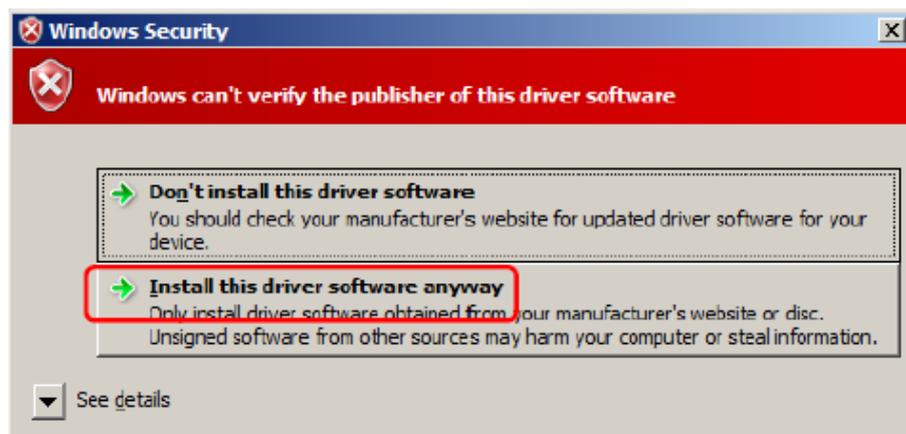
**Gambar 2.6. Instalasi Software Arduino IDE (5)**

6. Tentukan lokasi dimana software arduino ditempatkan pada komputer, pada contoh gambar dibawah ini adlaah C:\Arduino\Arduino-0022. Silahkan sesuaikan lokasinya sesuai dengan hasil ekstrak software arduino pada komputer anda. Didalam lokasi tersebut terdapat sebuah direktori tersebut.



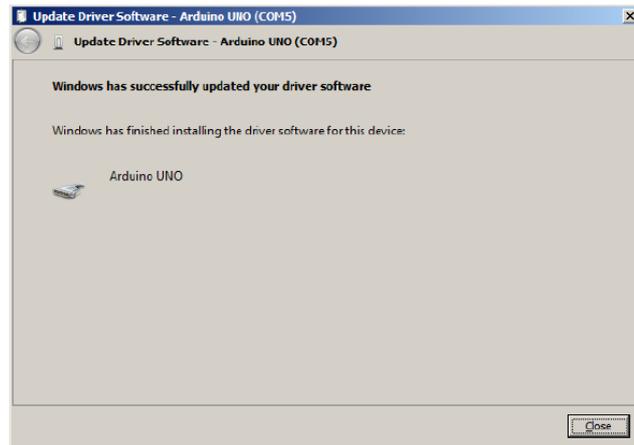
**Gambar 2.7. Instalasi Software Arduino IDE (6)**

7. Klik next untuk melanjutkan. jika muncul sebuah window peringatan seperti ini, pilih *“Install this driver software anyway”*.



**Gambar 2.8. Instalasi Software Arduino IDE (7)**

8. Jika driver arduino selesai diinstal pada komputer maka pada akhir proses akan tampil sebuah pesan berhasil seperti berikut ini ;



**Gambar 2.9. Instalasi Software Arduino IDE (8)**

9. Jika anda kembali ke control panel maka icon peringatan pada device arduino telah hilang dan windows telah dapat mengoperasikan Arduino Board. Seperti gambar dibawah ini ;



**Gambar 2.10. Instalasi Software Arduino IDE (9)**

## 2.2 *Arduino*

*Arduino* adalah sebuah *platform* yang bersifat *open source*. Platform disini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembang, tetapi ia adalah kombinasi dari hardware, bahasa pemrograman dan *integrated Development Environment (IDE)* yang canggih. *IDE* adalah sebuah software yang sangat berperan untuk menuliskan program, *men-compile* menjadi kode biner dan *meng-upload* ke dalam memori mikrokontroler. Ada banyak proyek dan alat-alat dikembangkan oleh akademis dan profesional dengan

menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, LCD, akuator dan sebagainya) yang dibuat pihak lain agar bisa disambungkan dengan Arduino.

Arduino ini sifatnya open source, baik untuk hardware maupun software-nya. Diagram rangkaian elektronik arduino digratiskan kepada semua orang. Anda bisa bebas men-download gambarnya, membeli komponen-komponennya, membuat PCB-nya dan merangkainya sendiri tanpa harus membayar kepada para penemu arduino. Sama halnya dengan IDE Arduino yang bisa di download dan diinstal pada komputer secara gratis.

Arduino dikembangkan oleh sebuah tim yang beranggotakan orang-orang dari berbagai belahan dunia yaitu, Massimo Banzi Milano(Itali), David Cuartielles Malmoe(Sweden), Tom Igoe(US), Gianluca Martino Torino(Itali), dan David A. Mellis Boston(US). Yang membuat Arduino dengan cepat diterima orang-orang adalah karena ;

- 1) Murah, dibandingkan platform lain.
- 2) Software arduino dapat dijalankan pada sistem operasi Windows, Mac OS, dan Linux, sementara platform lain umumnya terbatas hanya untuk Windows.
- 3) Sangat mudah dipelajari dan digunakan. Processing adalah bahasa pemrograman digunakan untuk menulis program di dalam Arduino. Processing adalah bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dialeknya sangat mirip dengan C++ dan Java, sehingga pengguna yang sudah biasa dengan kedua bahasa tersebut tidak akan menemui kesulitan dengan processing
- 4) Sistem yang terbuka baik dari sisi hardware maupun software.

Secara umum arduino terdiri dari dua bagian, yaitu ;

1. Hardware, papan *Input/Output (I/O)*.
2. Software, software arduino meliputi IDE untuk menulis program, driver untuk koneksi dengan komputer, contoh program dan *library* untuk pengembangan program.

### 2.2.1 *Arduino Mega 2560*

*Arduino Mega 2560* adalah board berbasis mikrokontroler Atmega2560. Board ini memiliki 54 digital *Input / Output* pin ( dimana 14 dapat digunakan sebagai *Output* PWM ), 16 *Input* analog, 4 UARTs ( untuk komunikasi serial ), 16MHz *osiilator* kristal, koneksi USB, *Input* listrik jack, ISCP Header dan Tombol reset. Pin-pin ini digunakan untuk mendukung kerja mikrokontroler, sangat mudah mendapatkan sumber tegangan bisa melalui komputer menggunakan kabel USB atau adaptor sumber AC ke DC dan bisa menggunakan baterai. Berikut tabel deskripsi singkat dari data sheet arduino mega ini yaitu ;

**Tabel 2.1. Deskripsi Arduino Mega 2560**

<b>Mikrokontroler</b>	<b>Atmega2560</b>
<b>Tegangan Operaso</b>	5V
<b>Tegangan <i>Input</i> ( saran )</b>	7-12V
<b>Tegangan <i>Input</i> ( limit)</b>	6-20V
<b>Digital I/O</b>	54 ( 6 <i>Output</i> PWM ) pin
<b>Analog (I/O)</b>	16 pin
<b>Arus DC per I/O</b>	50mA
<b>Arus DC untuk 3,3V</b>	50mA
<b>Flash Memory</b>	256 KB, 4KB digunakan untk bootloader
<b>SRAM</b>	8KB
<b>EEPROM</b>	4KB
<b>Kecepatan</b>	16MHz

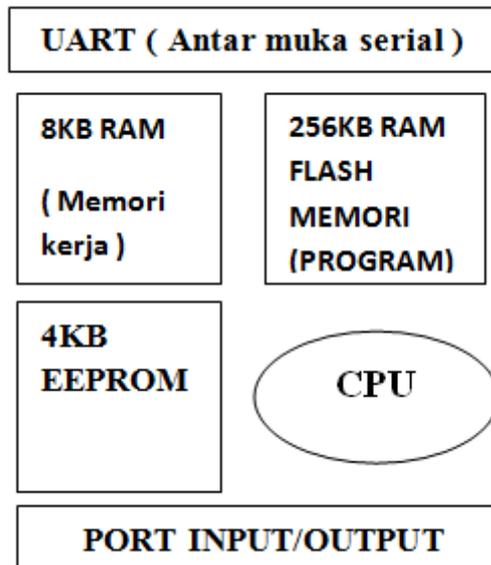


**Gambar 2.11. Board Arduino Mega**

### 2.2.2 *Arsitektur Arduino Mega 2560*

Komponen utama di dalam 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. Untuk memberikan gambaran mengenai apa saja yang terdapat di dalam sebuah mikrokontroller, pada gambar berikut ini contoh diagram blok sederhana dari mikrokontroller 2560.



**Gambar 2.12. Blok Diagram Komponen Mikrokontroler Arduino Mega 2560**

Blok-blok diatas dijelaskan sebagai berikut ;

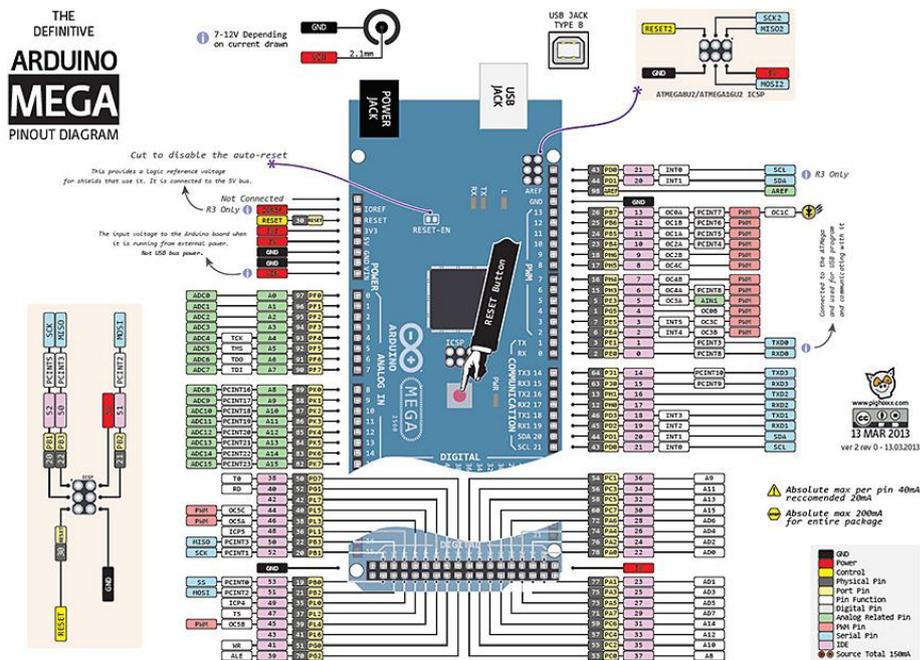
1. *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter(UART)* adalah antar muka yang digunakan untuk komunikasi serial seperti pada RS-232, RS-422, dan RS-458.
2. 8KB RAM pada memori kerja bersifat *volatile* ( hilang saat daya dimatikan), digunakan oleh variabel-variabel di dalam program.
3. 256KB Flash memori bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan program yang diimut dari komputer. Selain program, flash memory juga menyimpan *bootloader*.

**Bootloader** adalah program inisiasi yang ukurannya kecil, dijalankan oleh cpu saat daya dihidupkan. Setelah bootloader selesai dijalankan, berikutnya program di dalam RAM akan dieksekusi.

4. 4KB EEPROM bersifat *non-volatile*, digunakan untuk menyimpan data yang tidak boleh hilang saat daya dimatikan. Tidak digunakan pada papan Arduino.
5. *Central Processing Unit (CPU)*, bagian dari mikrokontroler untuk menjalankan setiap instruksi dari program.
6. Port *Input/Output*, pin-pin untuk menerima data (*Input*) digital atau analog, dan mengeluarkan data (*Output*) digital atau analog.

### 2.2.3 Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560

Secara fungsional, konfigurasi pin-pin Arduino Mega dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 2.13. Wiring Diagram Arduino Mega 2560

#### 1. Input dan Output

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai *Input* dan *Output*, menggunakan fungsi *pinmode()*, *digitalwrite()*, dan *digitalRead()*. Arduino mega beroperasi pada tegangan 5Volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 50mA dan memiliki resistor pull-up internal (yang dapat terputus secara default) sebesar 20-50KΩ.

- Serial yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL.

**Tabel 2.2. Tabel Pin Serial RX dan TX**

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
2	PE0 ( RXD0/PCINT8)	Digital Pin 0 (RX0)
3	PE1 (TXD0)	Digital Pin 1 (TX0)
12	PH0 (RXD2)	Digital Pin 17 (RX2)
13	PH1(TXD2)	Digital Pin 16 ( TX2)
45	PD2(RXDI/INT2)	Digital Pin 19 ( RX1)
46	PD3(TXD1/INT3)	Digital Pin 18 ( TX1)
63	PJ0(RXD3/PCINT9)	Digital Pin 15 (RX3)
64	PJ1(TXD3/PCINT10)	Digital Pin 14 (RX3)

- Eksternal Interupsi, pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.

**Tabel 2.3. Tabel Pin Eksternal Interupsi**

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
6	PE4 (OC3B/INT4)	Digital Pin 2 (PWM)
7	PE5 (OC3C/INT5)	Digital Pin 3 (PWM)
43	PD0 (SC;/INT0)	Digital Pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital Pin 20 (SDA)
45	PD2 (RXD1/INT2)	Digital Pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital Pin 18 (TX1)

- SPI, pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI *library*, pin SPI juga terhubung dengan *header* ICSP, secara fisik kompatibel dengan arduino Uno, Duemilanove dan Diecimila.

**Tabel 2.4. Tabel Pin SPI**

Nomor Pin	Nama Pin	Peta Nama Pin
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital Pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK/PCINT1)	Digital Pin 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI/PCINT2)	Digital Pin 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO/PCINT3)	Digital Pin 50 (MISO)

- LED, pin 13 tersedia secara *built-in* pada papan arduino Atmega LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin diset bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin diset bernilai LOW, maka LED akan padam (OFF).

6. TWI, pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL), yang mendukung komunikasi TWI menggunakan *Wire library*. Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Deumilanove atau Diecimillia.
7. Reset, jalur LOW ini digunakan untuk men-reset (menghidupkan ulang) *mikrokontroller*. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 pin sebagai analog *Input*, yang masing-masing menyediakan resolusi 10 bit (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default pin ini dapat diukur atau diatur dari mulai ground sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk menggunakan pin AREF dan fungsi *Analog Reference()*.

Ada beberapa pin lainnya yang tersedia diantaranya,

8. AREF, referensi tegangan untuk *Input* digunakan dengan fungsi *AnalogReference()*.

#### **2.2.4 Komunikasi Serial Pada Arduino Mega 2560**

Arduino Mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan *mikrokontroller* lainnya. Arduino Atmega 328 menyediakan 4 *hardware* komunikasi serial UART TTL (5Volt). Sebuah *chip* Atmega 16U2 (Atmega 8U2 pada board revisi 1 dan revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai *COM Port Virtual* (pada Devce Komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada kompuuter, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operas OS X dan Lindow akan mengenali board sebagai port COM secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari board Arduino. LED RX dan TX yang terseda pada Board akan berkedip ketika ada data yang sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1.

Sebuah *software library* memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega 2560 juga mendukung komunikas TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk *Wirelibrary* digunakan untuk

menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan SPI *library*.

### 2.3 Sensor

Sensor dan transduser merupakan peralatan atau komponen yang mempunyai peranan penting dalam sebuah sistem pengaturan otomatis. Ketepatan dan kesesuaian dalam memilih sebuah sensor akan sangat menentukan kinerja dari sistem pengaturan secara otomatis. Sensor adalah peralatan yang digunakan untuk mengubah besaran fisis tertentu menjadi besaran listrik equivalent yang siap untuk dikondisikan ke elemen berikutnya.

Sensor dapat dianalogikan sebagai sepasang mata manusia yang bertugas membaca atau mendeteksi data/ informasi yang ada di sekitar. D Sharon, dkk (1982), mengatakan 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. Contohnya antara lain yaitu, kamera sebagai sensor penglihatan, telinga sebagai sensor pendengaran, kulit sebagai sensor peraba, LDR (*light dependent resistance*) sebagai sensor cahaya, dan lainnya.

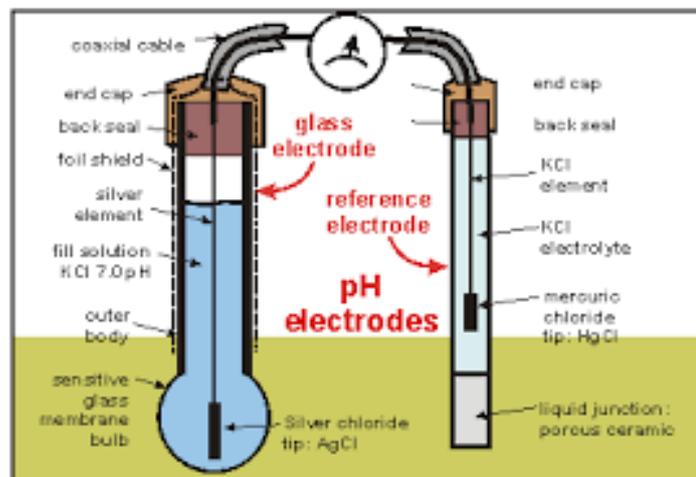
Menurut William D.C, (1993), mengatakan transduser adalah sebuah alat yang bila digerakan oleh suatu energi di dalam sebuah sistem transmisi, akan menyalurkan energi tersebut dalam bentuk yang sama atau dalam bentuk yang berlainan ke sistem transmisi berikutnya". Transmisi energi ini bisa berupa listrik, mekanik, kimia, *optic* (radiasi) atau thermal (panas). Contohnya saja yaitu generator adalah transduser yang merubah energi mekanik menjadi energi listrik, motor adalah transduser yang merubah energi listrik menjadi energi mekanik, dan sebagainya.

#### 2.3.1 Sensor pH

Asam dan basa adalah besaran yang sering digunakan untuk pengolahan suatu zat, baik di industri maupun kehidupan sehari-hari. Pada industri kimia, keasaman merupakan variabel yang menentukan, mulai dari pengolahan bahan baku, menentukan kualitas produksi yang diharapkan sampai pengendalian limbah industri agar mencegah pencemaran pada lingkungan. Pada bidang pertanian,

keasaman pada waktu megelolah tanah perlu diketahui. 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 antara larutan yang terdapat di dalam elektroda gelas (*membrane glass*) yang telah diketahui demgam ;aritam uamg terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dari ion hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan elektroda pembanding. Sebagai catatan alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan. Pada gambar 2.13 ditunjukkan sebuah skema elektroda pH sensor.



**Gambar 2.14 Skema Elektroda pH sensor**

Berdasarkan pada gambar 2.13 pH meter akan mengukur potensial listrik (pada gambar alirannya searah jarum jam) antara merkuri *chloride* ( $\text{HgCl}$ ) pada elektroda pembandig dan *potassium chloride* ( $\text{KCl}$ ) yang merupakan larutan di dalam gelas elektroda serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang *equivalen* yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH.

Elektroda pembanding kalomel terdiri dari tabung gelas yang berisi *potassium chloride* ( $\text{KCl}$ ) yang merupakan elektrolit yang mana terjadi kontak dengan merkuri *chloride* ( $\text{HgCl}$ ) diujung larutan  $\text{KCl}$ . Tabung gelas ini mudah

pecah sehingga untuk menghubungkannya digunakan keramik berpori atau bahan sejenisnya. Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan unsur natrium.

Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang di dalamnya terdapat larutan KCl sebagai buffer PH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak *chloride* ( $\text{AgCl}_2$ ) dihubungkan ke dalam larutan tersebut. Untuk meminimalisir pengaruh elektrik yang diingkan, alat tersebut dilindungi oleh suatu lapisan kertas pelindung yang biasanya terdapat dibagian dalam elektroda gelas. Kebanyakan pH meter modern sudah dilengkapi dengan *thermistor* tempratur yaitu suatu alat untuk mengkoreksi pengarus tempratur. Antara elektroda pembanding dengan elektroda gelas sudah disusun dalam satu kesatuan.(Purba, 1995: 20)

### 2.3.2 Spesifikasi Sensor PH

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

- Module power : 5V
- Module Size : 43mmx32mm
- Measuring Range : 0-14.0 pH
- Measuring Temperature : 0-60°C
- Accuracy :  $\pm 0.1$  pH (25°C)
- Response Time : <1min
- PH sensor with BNC Connector
- PH 2.0 Interface (3foot patch)
- Gain Adjustment Potentiometer
- Power Indicator LED

Gambar 2.15 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 2.15 Sensor pH**

#### 2.4 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 basa 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 atau basa dapat diukur dengan pH meter yang bekerja 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 berasal dari “p”, lambang matematika dari negative logaritma, dan “H”, lambang kimia untuk unsur hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. pH adalah singkatan dari *Power of Hydrogen*. (Naryoko dkk, 2007 :63)

$$\text{PH} = -\log[\text{OH}^+] \dots\dots\dots (2.1)$$

Keterangan :

pH = nilai derajat keasaman

-log = logaritma

H+ = kosentrasi ion

### 2.4.1 Asam

Asam (sering diwakili dengan rumus umum HA) secara umum merupakan senyawa kimia yang bila dilarutkan dalam air akan menghasilkan larutan pH lebih kecil dari 7. Dalam definisi modern, asam adalah suatu zat yang dapat memberi proton (ion  $H^+$ ) kepada zat lain (yang disebut basa), atau dapat menerima pasangan elektron bebas dari suatu basa. Suatu asam bereaksi dengan suatu basa dan reaksi penetralan untuk membentuk garam. Contoh asam adalah asam asetat (ditemukan dalam cuka) dan asam sulfat (yang digunakan dalam baterai atau aki mobil). Asam pekat dapat berbahaya dan tidak dianjurkan. Secara umum asam memiliki sifat-sifat sebagai berikut ;

- Rasa : Masam ketika dilarutkan dalam air
- Sentuhan : Asam terasa menyengat bila disentuh, terutama asam yang kuat.
- Kereaktifan : Asam bereaksi hebat dengan kebanyakan logam, yaitu korosif terhadap logam

### 2.4.2 Basa

Definisi umum dari basa adalah senyawa kimia yang menyerap ion hidronium ketika dilarutkan dalam air. Basa adalah lawan dari asam, yaitu ditunjukkan untuk unsur/senyawa kimia yang memiliki pH lebih dari 7. Basa merupakan senyawa yang jika dilarutkan dalam air menghasilkan ion  $OH^-$ .

Secara umum Basa memiliki sifat-sifat sebagai berikut :

- Rasa : Tidak masam bila dilarutkan dengan air.
- Sentuhan : Tidak terasa menyengat bila disentuh.
- Kereaktifan : Kebanyakan tidak bereaksi terhadap logam.

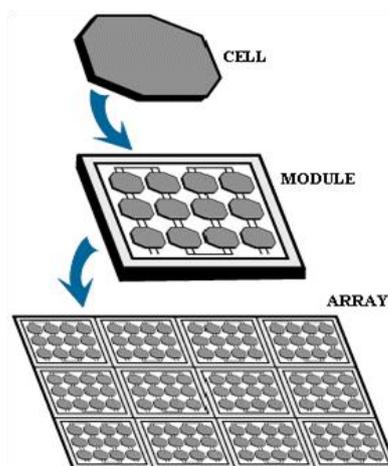
## 2.5 *Power Supply*

Pencatu Daya (Inggris: *power supply*) adalah sebuah piranti elektronika yang berguna sebagai sumber daya untuk piranti lain, terutama daya listrik. Pada dasarnya pencatu daya bukanlah sebuah alat yang menghasilkan energi listrik saja. Pada sistem yang lebih besar, dimana tegangan dan daya yang diperlukan cukup besar, baterai sangat sulit digunakan dan sangat mahal. Oleh karena itu, diperlukan suatu peralatan yang lebih baik dan mudah digunakan sebagai sumber

tegangan dan dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pemakaian. *Power supply* adalah salah satu bagian yang terpenting pada peralatan elektronika. Karena fungsinya sebagai sumber tegangan DC (*Direct Current*) untuk beroperasi. (Wasito, 2001:31)

## 2.6 Panel Surya

Panel surya atau sel *photovoltaic*, adalah sebuah alat semikonduktor yang terdiri dari sebuah wilayah besar diioda p-n junction, dimana cahaya matahari dapat dirubah menjadi sebuah energi listrik yang berguna. Perubahan ini disebut efek *photovoltaic*. Modul ini berfungsi untuk merubah cahaya matahari menjadi listrik arus searah (DC). Listrik tenaga matahari diibangkitkan oleh komponen yang disebut sel surya, komponen ini mengkonversi energi matahari menjadi energi listrik. Sel surya merupakan komponen vital yang terbuat dari bahan semikonduktor. Tenaga listrik dihasilkan oleh satu sel surya yang sangat kecil, maka beberapa sel surya harus digabung sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut module. Pada aplikasinya karena tenaga listrik yang dihasilkan oleh module ini masih kecil, maka dalam pemanfaatannya beberapa modul digabungkan sehingga terbentuklah apa yang disebut array. Sel surya merupakan perangkat semikonduktor yang dapat menghasilkan listrik jika diberikan sejumlah energi cahaya. Proses penghasiilan energi listrik terjadi jika pemutusan ikatan elektron pada atom-atom yang tersusun dalam kristal semikonduktor ketika diberikan sejumlah energi.

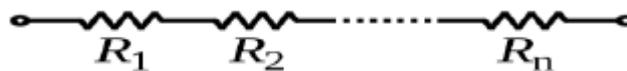


**Gambar 2.16 Susunan Panel Surya**

*Photovoltaic* berdasarkan bentuk dibagi dua, yaitu *photovoltaic* padat dan *photovoltaic* cair. *Photovoltaic* cair prinsip kerjanya hampir sama dengan prinsip elektrolisis, namun perbedaannya tidak adanya reaksi oksidasi dan reduksi secara bersamaan (redoks) yang terjadi melainkan terjadinya pelepasan elektron saat terjadi penyinaran oleh cahaya matahari dari pita valensi (keadaan dasar) ke pita konduksi (keadaan elektron bebas) yang mengakibatkan terjadinya perbedaan potensial dan akhirnya menimbulkan arus. Pada solar cell cair dari bahan tembaga terdapat dua buah tembaga yaitu tembaga konduktor dan tembaga semikonduktor. Tembaga semikonduktor akan menghasilkan muatan elektron negatif jika terkena cahaya matahari, sedangkan tembaga konduktor akan menghasilkan muatan elektron positif. Karena adanya perbedaan potensial akhirnya akan menimbulkan arus.

### 2.6.1 Instalasi Sel Surya Seri

Hubungan seri suatu sel surya didapat apabila bagian depan (+) sel surya utama dihubungkan dengan bagian belakang (-) sel surya kedua (Owen Bishop : 2004). Hubungan seri dari sel surya dapat dilihat pada gambar berikut ini.



**Gambar 2.17 Hubungan Seri**

Tegangan sel surya dijumlahkan apabila dihubungkan seri satu sama lain

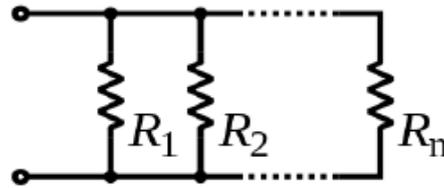
$$U_{total} = U_1 + U_2 + U_3 + U_n$$

Arus sel surya sama apabila dihubungkan seri satu sama lain.

$$I_{total} = I_1 + I_2 + I_3 + I_n$$

### 2.6.2 Instalasi Sel Surya Pararel

Rangkaian parallel solar cell didapat apabila terminal kutub positif dan negatif solar cell dihubungkan satu sama lain (Owen Bishop : 2004). Hubungan parallel dari solar cell dapat dilihat pada gambar 2.16.



**Gambar 2.18 hubungan paralel**

Tegangan sel surya dijumlahkan apabila dihubungkan paralel sama dengan satu solar sel.

$$U_{total} = U_1 = U_2 = U_3 = U_n$$

Arus sel serya sama apabila dihubungkan seri satu sama lain.

$$I_{total} = I_1 = I_2 = I_3 = I_n$$

Adapun spesifikasi dari panel surya yang digunakan pada laporan akhir ini pada tabel 2.5.

**Tabel 2.5. Spesifikasi Panel Surya**

Panel Surya	
<b>Model No.</b>	M20P
<b>Peak Power / Pmax(W)</b>	20
<b>Power tolerance range (W)</b>	±6%
<b>Open Circuit Voltage / Voc (V)</b>	21,5
<b>Rated Voltage / Vmpp (V)</b>	18
<b>Short Circuit current / Isc (A)</b>	1,22
<b>Rated Current / Impp (A)</b>	1,11
<b>Max. System Voltage (V)</b>	600
<b>Dimension (mm)</b>	640x360x26
<b>Weight (Kg)</b>	4

## 2.7 Solar Charge Controller

Solar charge controller adalah charger baterai yang disuplai dari panel surya / *photovoltaic*. Perangkat elektronik ini berfungsi untuk mengatur arus dari solar sel ke dalam baterai. Perangkat ini memiliki fitur yang lengkap dan pengoperasian yang mudah dengan satu potensiometer untuk pengaturan tegangan mengambang / *floating voltage*, dan kompensasi suhu ruang otomatis, sehingga masa pakai baterai akan lebih lama. Dilengkapi juga dioda untuk proteksi kutub terbalik. Berikut gambar solar charge controller yang penulis gunakan.



**Gambar 2.19. Solar Charge Controller**

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Solar charge controller mengatur overcharging (kelebihan pengisian - karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya / solar cell. Kelebihan voltase dan pengisian akan mengurangi umur baterai. Beberapa fungsi detail dari solar charge controller adalah sebagai berikut:

- 1) Mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, dan overvoltage.
- 2) Mengatur arus yang dibebaskan/ diambil dari baterai agar baterai tidak 'full discharge', dan overloading.
- 3) Monitoring temperatur baterai (Jeperson, Sefto. 2014)

Berikut tabel spesifikasi solar charge controller yang digunakan ;

**Tabel 2.6. Spesifikasi Solar Charge Controller**

Items	SC1024S
<i>Rated Voltage</i>	12V / 24V AUTO
<i>Maximum Voltage Of PV</i>	40 V
<i>Rated Charge Current</i>	15 A
<i>Maximum Power Output</i>	120W/240W
<i>Charge Way</i>	3-Stage PWM Charge
<i>Compatible Battery</i>	Lead-acid Cell

## 2.8 *Battery*

Baterai adalah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke komponen kelistrikan. Baterai menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya.



**Gambar 2.20.** *Battery*

Baterai merupakan suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian energi listrik diubah menjadi energi kimia dan saat pengeluaran energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai yang digunakan adalah baterai aki ini berfungsi untuk menyimpan tegangan yang dihasilkan oleh solar cell dan dimanfaatkan kembali untuk menyalakan lampu.

## 2.9 *IC Regulator*

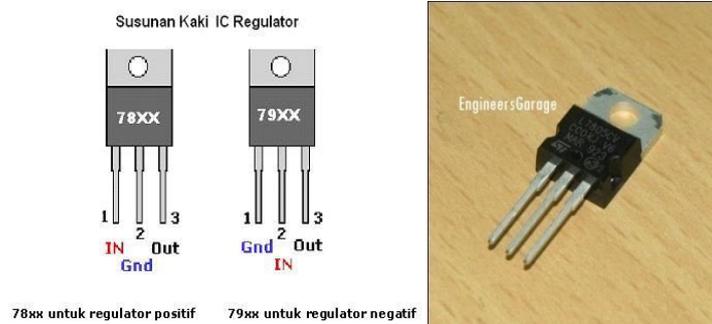
Regulator tegangan digunakan untuk menyetabilkan keluaran tegangan dari sumber daya atau power supply. Unit sumber daya (power supply) biasanya terdiri atas rangkain penyearah dan filter. Keluaran tegangan dari sumber daya yang belum disetabilkan sangat di perngaruhi oleh perubahan tegangan masukan (listrik jala-jala) dan perubahan beban. Oleh karena itu tujuan regulator tegangan adalah untuk mengatasi kedua pengaruh tersebut, sehingga diperoleh tegangan keluaran yang stabil (Herman Dwi Surjono, 2011:1)

Peralatan elektronik membutuhkan sumber tegangan dalam operasinya baik itu tegangan AC (*Alternate current*) atau DC (*dirrect current*) dan besarnya *Output* sumber tegangan harus disesuaikan dengan kebutuhan sistem elektronika itu sendiri. IC regulator disini mempunyai fungsi untuk menstabilkan tegangan yang DC. Salah satu tipe regulator tegangan tetap adalah tipe LM7805. IC LM 7805 adalah salah satu tegangan tetap positif dengan tiga terminal, yaitu VIN,

GND, dan VOUT. LM 7805 ini memiliki tegangan keluaran tertentu sesuai dengan jenis IC tersebut dan untuk IC 7805 menghasilkan tegangan keluaran sebesar +5VDC. Fungsi kaki-kaki pada IC regulator 7805 dapat dilihat pada Tabel 2.2 dan susunan kaki pada IC regulator dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.

**Tabel 2.7 Kaki IC Regulator 7805**

<i>Pin No</i>	<i>Function</i>	<i>Name</i>
<b>1</b>	<i>Input voltage (5V-18V)</i>	<i>Input</i>
<b>2</b>	<i>Ground (0V)</i>	<i>Ground</i>
<b>3</b>	<i>Regulated Output; 5V (4.8V-5.2V)</i>	<i>Output</i>



**Gambar 2.21 Simbol kaki pada IC 7805**

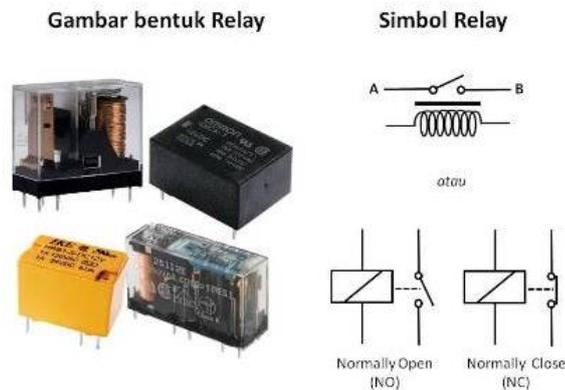
## 2.10 Relay

Menurut Bishop (2014:55) Relay adalah sebuah saklar yang di kendalikan oleh arus. Relay memiliki sebuah kumparan tegangan rendah yang dililitkan pada sebuah inti dan arus nominal yang harus dipenuhi *Output* Hal -5 rangkaian pendriver atau pengemudinya. Arus yang digunakan pada rangkaian adalah arus DC. Relay menggunakan Prinsip Elektromagnetik untuk menggerakkan Kontak Saklar sehingga dengan arus listrik yang kecil (*low power*) dapat menghantarkan listrik yang bertegangan lebih tinggi. Sebagai contoh, dengan Relay yang menggunakan Elektromagnet 5V dan 50 mA mampu menggerakkan *Armature* Relay (yang berfungsi sebagai saklarnya) untuk menghantarkan listrik 220V 2A.

Dibawah ini adalah gambar bentuk Relay dan Simbol Relay yang sering ditemukan di Rangkaian Elektronika. Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai

arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman. Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

- Common, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).
- Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
- Kontak, yang terdiri dari Normally Close dan Normally Open.

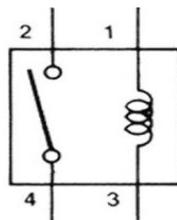


**Gambar 2.22 Bentuk dan Simbol Relay**

Konfigurasi dari kontak-kontak relay, yaitu:

- Normally Open* (NO), kondisi awal sebelum diaktifkan *open*.

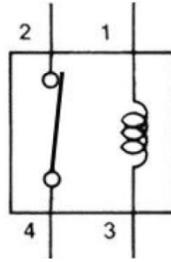
Adapun gambar relay Normally Open dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.23. Relay Normally Open (NO)**

- Normally Closed* (NC), kondisi awal sebelum diaktifkan *close*.

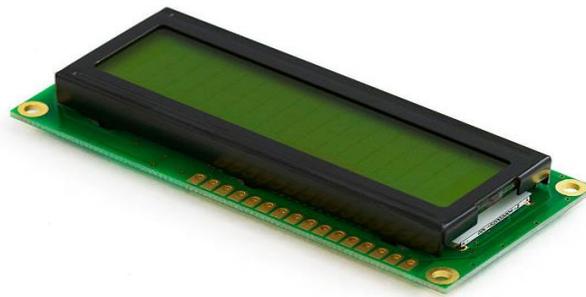
Adapun gambar *relay Normally Closed* dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.24. Relay Normally Closed (NC)**

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

Menurut Zain (2013 : Vol. 6 No. 1) LCD adalah sebuah display dot matrix yang difungsikan untuk menampilkan tulisan berupa angka atau huruf sesuai dengan yang diinginkan (sesuai dengan program yang digunakan untuk mengontrolnya). Pada PKL ini penulis menggunakan LCD dot matrix dengan karakter 2 x 16, sehingga kaki-kakinya berjumlah 16 pin.



**Gambar 2.25 LCD**

LCD sebagaimana *Output* yang dapat menampilkan tulisan sehingga lebih mudah dimengerti, dibanding jika menggunakan LED saja. Dalam modul ini menggunakan LCD karakter untuk menampilkan tulisan atau karakter saja. Tampilan LCD terdiri dari dua bagian, yakni bagian panel LCD yang terdiri dari banyak “titik”. LCD dan sebuah mikrokontroler yang menempel dipanel dan berfungsi mengatur „titik-titik“ LCD tadi menjadi huruf atau angka yang terbaca.

Huruf atau angka yang akan ditampilkan dikirim ke LCD dalam bentuk kode ASCII, kode ASCII ini diterima dan diolah oleh mikrokontroler di dalam LCD menjadi „titik-titik“ LCD yang terbaca sebagai huruf atau angka.

Dengan demikian tugas mikrokontroler pemakai tampilan LCD hanyalah mengirimkan kode-kode ASCII untuk ditampilkan.

**Tabel 2.8 Fungsi dari pin-pin pada LCD karakter**

No Pin	Nama Pin	Fungsi Pin
<b>Pin 1</b>	Vss/GND	Sebagai Tegangan 0 volt atau ground
<b>Pin 2</b>	Vcc	Sebagai Tegangan Vcc.
<b>Pin 3</b>	VEE/Vcontrast	Sebagai tegangan pengatur kontras pada LCD
<b>Pin 4</b>	RS	RS (register select): "0" : <i>Input</i> instruksi "1" : <i>Input</i> data
<b>Pin 5</b>	R/W	Sebagai signal yang digunakan untuk memilih mode membaca atau menulis "0" : Menulis "1" : Baca
<b>Pin 6</b>	E (Enable)	Untuk mulai pengiriman data atau instruksi
<b>Pin 7 - 14</b>	DB 0 s/d DB 7	Untuk mengirimkan data karakter
<b>Pin 15 - 16</b>	Anode dan Katode	Untuk mengatur cahaya pada background LCD atau instruksi

## 2.12 Kapur Pertanian ( Ca(OH)<sub>2</sub> )

Kalsium hidroksida atau Ca(OH)<sub>2</sub> adalah bahan medikamen yang saat ini paling sering digunakan. Pertama kali diperkenalkan oleh (Herman:1920), Ca(OH)<sub>2</sub> kelutannya rendah dalam air, tidak larut dalam alkohol, memiliki pH tinggi (berkisar 12,5-12,8). Kalsium hidroksida banyak digunakan sebagai flokulan dalam air, pengolahan limbah, serta pengolahantahan asam. Apabila nilai pH pada air dibawah 7,0 maka penambahan volume soda kapur Ca(OH)<sub>2</sub> dilakukan sedikit demi sedikit.

### **Sifat – sifat fisika Ca(OH)<sub>2</sub> (ScienceLab, 2008) :**

- Berat molekul : 74,10 gr/mol
- Densitas : 2,24 gr/cm<sup>3</sup>
- Titik lebur : 580oC
- pH : 14
- Kelarutan (g/100 g H<sub>2</sub>O) : 0,185 g (0 °C) 0,173 g (20 °C)

- Berwarna putih.
- Berbentuk serbuk atau larutan bening.

**Sifat – sifat kimia Ca(OH)<sub>2</sub> (Greenwood dkk, 1997):**

- Pada suhu 512oC dapat terurai menjadi kalsium oksida dan air.
- Merupakan basa dengan kekuatan sedang.
- Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuranlarutan kalsium klorida (CaCl<sub>2</sub>) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH).
- Banyak digunakan sebagai flokulan dalam air, pengolahan limbah, serta pengolahant tanah asam.
- Larut dalam gliserol dan asam.
- Tidak larut dalam alkohol.

**2.13 Asam Klorida / Hidrogen Klorida (HCl)**

HCl adalah asam Arrhenius. Definisi asam dari Brønsted-Lowry menyebutkan bahwa asam adalah proton donor (Cotton dan Wilkinson:169), yang berarti tidak terbatas hanya pada pelepasan ion hidrogen saja. Asam klorida adalah larutan akuatik dari gas hidrogen klorida (HCl). Ia adalah asam kuat, dan merupakan komponen utama dalam asam lambung. Hidrogen klorida (HCl) adalah asam monoprotik, yang berarti bahwa ia dapat berdisosiasi melepaskan satu H<sup>+</sup> hanya sekali. Dalam larutan asam klorida, H<sup>+</sup> ini bergabung dengan molekul air membentuk ion hidronium,



Ion lain yang terbentuk adalah ion klorida, Cl<sup>-</sup>. Asam klorida oleh karenanya dapat digunakan untuk membuat garam klorida, seperti natrium klorida. Asam klorida adalah asam kuat karena ia berdisosiasi penuh dalam air.

**Sifat – sifat fisika HCl (ScienceLab, 2009) :**

- Berat molekul : 36,5 gr/mol
- Densitas : 1,19 gr/ml
- Konsentrasi dalam pasaran : 37%
- Titik didih : 50,50C (1atm)
- Titik lebur : -250C (1 atm)

- Tekanan uap : 16 kPa (20oC)
- Cairan berwarna bening.
- Berbau tajam.

**Sifat-sifat kimia HCl (Greenwood dkk, 1997) :**

- Bersifat volatil (mudah menguap).
- Merupakan asam kuat.
- Dapat teroksidasi oleh oksidator kuat (MnO<sub>2</sub>, KmnO<sub>4</sub>, atau K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>).
- Larut dalam air.
- Bereaksi dengan air yang merupakan reaksi eksoterm.

## **2.14 Pompa**

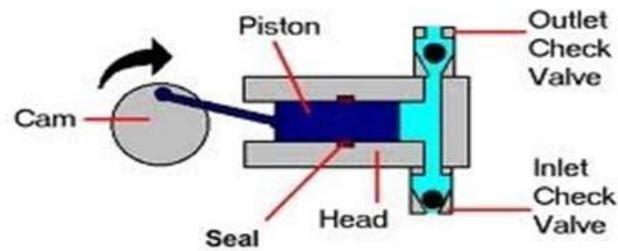
Secara umum, ada tiga kelas pompa yang banyak digunakan di lapangan, yaitu setrifugal, rotari (rotary) dan torak (receptroating). Istilah ini hanya berlaku pada mekanisme fluidanya, bukan pada desain pompa itu sendiri. Selanjutnya dari kelas tersebut masing-masing dapat dibedakan berdasarkan jenisnya. Misalnya jenis ikta, difuser, ataupun aliran propeler untuk kelas sentrifugal. Jenis roda gigi, skrup, cam, baling-baling untuk kelas rotari. Jenis diafragma, piston untuk kelas torak. (Zulkifli, 1996)

### **2.13.1 Pompa Reciprocating**

Pada pompa jenis ini, sejumlah volume fluida masuk kedalam silinder melalui valve inlet pada saat langkah masuk dan selanjutnya dipompa keluar dibawah tekanan positif melalui valve outlet pada langkah maju.

#### **Kelebihan Pompa Reciprocating**

- Mempunyai tekanan yang tinggi, sehingga bisa dioperasikan pada sistem dengan head yang tinggi.
- Kekurangan Pompa Reciprocating
- Aliran tidak kontinyu (berpulsa).
- Aliran tidak steady.
- Apabila perpindahan dilakukan oleh maju mundurnya jarum piston, pompa ini hanya digunakan untuk pemompaan cairan kental dan sumur minyak.



**Gambar 2.26 Pompa Reciprocating**

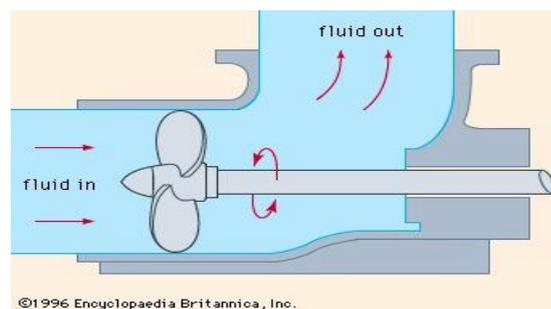
### 2.13.2 Pompa Rotary

Pompa rotary adalah pompa yang menggerakkan fluida dengan menggunakan prinsip rotasi. Vakum terbentuk oleh rotasi dari pompa dan selanjutnya menghisap fluida masuk. Pompa rotary dapat diklasifikasikan kembali menjadi beberapa tipe, yaitu :

#### - Pompa Aksial

Pompa aksial adalah salah satu pompa yang berfungsi untuk mengalirkan fluida dari potensial rendah ke potensial yang lebih tinggi dengan menggunakan gerak putaran dari blades dan mempunyai arah aliran yang sejajar dengan sumbu porosnya.

Prinsip kerja pompa aksial adalah energi mekanik yang dihasilkan oleh sumber penggerak ditransmisikan melalui poros impeller untuk menggerakkan impeller pompa. Putaran impeller memberikan gaya aksial yang mendorong fluida sehingga menghasilkan energi kinetik pada fluida kerja tersebut.



**Gambar 2.27 Pompa**

### 2.13.3 Pompa Sentrifugal

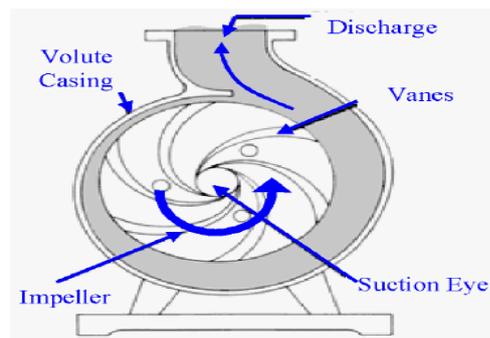
Sebuah pompa sentrifugal tersusun atas sebuah impeller dan saluran inlet ditengah-tengahnya. Dengan desain ini maka pada saat impeller berputar, fluida mengalir menuju casing disekitar impeller sebagai akibat dari gaya sentrifugal.

Casing ini berfungsi untuk menurunkan kecepatan aliran fluida sementara kecepatan putar impeller tetap tinggi. Kecepatan fluida dikonversikan menjadi tekanan oleh casing sehingga fluida dapat menuju titik outlet nya.

- **Terciptanya Gaya Sentrifugal :**

Proses cairan memasuki nosel sisi masuk menuju titik tengah impeller yang berputar. Ketika berputar, impeller akan memutar cairan yang ada dan mendorongnya keluar antara dua siripnya, serta menciptakan percepatan sentrifugal. Ketika cairan meninggalkan titik tengah impeller, menciptakan daerah bertekanan rendah sehingga cairan dibelakangnya mengalir ke arah sisi masuk. Karena sirip impeller berbentuk kurva, cairan akan terdorong ke arah tangensial dan radial oleh gaya sentrifugal. Gaya ini terjadi di dalam pompa seperti halnya yang dialami air dalam ember yang diputar diujung seutas tali.

Intinya adalah bahwa energi yang diciptakan oleh gaya sentrifugal adalah energi kinetik. Jumlah energi yang diberikan ke cairan sebanding dengan kecepatan pada piringan luar impeller. Semakin cepat impeller berputar atau semakin besar energi diberikan kepada cairan. Energi kinetik cairan yang keluar dari impeller tertahan dengan penciptaan terhadap aliran. Tahanan pertama diciptakan oleh rumah pompa (volute) yang menangkap cairan dan memperlambatnya. Pada nosel keluar, cairan makin



**Gambar 2.28**Pompa Sentrivugal

## 2.14 Flowchart

### 2.14.1 Pengertian Flowchart

Menurut Hidayat (2014 :Vol. 4 No. 2) Flowchart atau Diagram Alir adalah penggambaran secara grafik dari langkah-langkah dan urutan prosedur dari suatu program. *Flowchart* menolong *analyst* dan *programmer* untuk memecahkan masalah kedalam segmen-segmen yang lebih kecil dan menolong dalam menganalisis alternatif-alternatif lain dalam pengoperasian. *Flowchart* biasanya mempermudah penyelesaian suatu masalah khususnya masalah yang perlu dipelajari dan dievaluasi lebih lanjut. *Flowchart* adalah bentuk gambar/diagram yang mempunyai aliran satu atau dua arah secara sekuensial.

*Flowchart* digunakan untuk merepresentasikan maupun mendesain program. Oleh karena itu *flowchart* harus bisa merepresentasikan komponen-komponen dalam bahasa pemrograman.

Diagram ini bisa memberi solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut.

Simbol-simbol yang di pakai dalam *flowchart* dibagi menjadi 3 kelompok:

1) ***Flow direction symbols***

Digunakan untuk menghubungkan simbol satu dengan yang lain, Disebut juga *connecting line*.

2) ***Processing symbols***

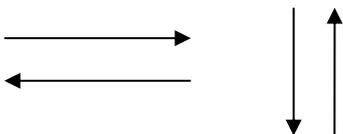
Menunjukkan jenis operasi pengolahan dalam suatu proses/prosedur.

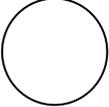
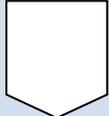
3) ***Input / Output symbols***

Menunjukkan jenis peralatan yang digunakan sebagai media *Input* atau *Output*.

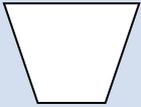
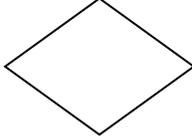
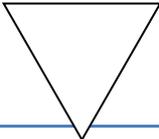
Menurut (Fathul, 2004) Flowchart didefinisikan sebagai skema penggambaran dari algoritma atau proses. Tabel berikut menampilkan simbol-simbol yang digunakan dalam menyusun flowchart.

**Tabel 2.9 Flow Direction Symbols**

	<p><b>Simbol arus/flow, yaitu menyatakan jalannya arus suatu proses.</b></p>
---	--

	Simbol <i>communication link</i> , yaitu menyatakan transmisi data dari satu lokasi ke lokasi lain.
	Simbol <i>connector</i> , berfungsi menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama.
	Simbol <i>offline connector</i> , menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda.

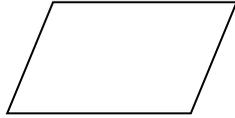
Tabel 2.10 *Processing Symbols*

	<b>Simbol <i>process</i>, yaitu menyatakan suatu tindakan (proses) yang dilakukan oleh komputer.</b>
	Simbol manual, yaitu menyatakan suatu tindakan (proses) yang tidak dilakukan oleh komputer.
	Simbol <i>decision</i> , yaitu menunjukkan suatu kondisi tertentu yang akan menghasilkan dua kemungkinan jawaban : ya / tidak.
	Simbol <i>predefined process</i> , yaitu menyatakan penyediaan tempat penyimpanan suatu pengolahan untuk memberi harga awal.
	Simbol terminal, yaitu menyatakan permulaan atauakhir suatu program.
	Simbol <i>keying operation</i> , Menyatakan segala jenis operasi yang diproses dengan menggunakan suatu mesin yang mempunyai <i>keyboard</i> .
	Simbol <i>offline-storage</i> , menunjukkan bahwa data dalam simbol ini akan disimpan ke suatu media tertentu.



Simbol manual *Input*, memasukkan data secara manual dengan menggunakan *online keyboard*.

**Tabel 2.11 *Input / Output Symbols***



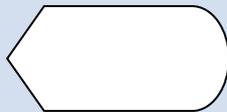
Simbol *Input/Output*, menyatakan proses *Input* atau *Output* tanpa tergantung jenis peralatannya.



Simbol *disk storage*, menyatakan *Input* berasal dari *disk* atau *Output* disimpan ke *disk*.



Simbol *document*, mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer).



Simbol *display*, mencetak keluaran dalam layar monitor.