

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Rumah Kaca (*Greenhouse*)

*Greenhouse* atau yang lebih dikenal dengan istilah *kumbung* di Indonesia ditinjau dari bentuknya, bahan bangunan dan sistem kontrolnya sangat beragam. Pembangunan *greenhouse* belum sepenuhnya disesuaikan dengan iklim di tempat pembangunnya. Sehingga harapan terpenuhinya kuantitas, kualitas dan kontinuitas produksi belum optimal. Oleh karenanya diperlukan upaya-upaya perbaikan kualitas *greenhouse*. Namun, untuk kontrol pada *greenhouse* itu sendiri memerlukan peralatan untuk memonitor dan mengontrol kondisi lingkungan agar dapat memberikan produk hasil yang optimal. Lingkungan yang dikontrol adalah di antaranya suhu dan kelembaban udara serta kontrol distribusi air dan pupuk. Kebutuhan terhadap sistem monitor dan kontrol lingkungan ini yang menyebabkan bangunan *greenhouse* tergolong bangunan yang mahal, sehingga menjadi kendala dalam mengimplementasikan *greenhouse* ini (Sudibyo K., 2002). Struktur ini memiliki ukuran dari mulai gudang kecil sampai berukuran bangunan industri. Miniatur rumah kaca atau *greenhouse* sering juga disebut sebagai *cold frame*. Interior sebuah rumah kaca yang terkena sinar matahari menjadi lebih hangat daripada suhu lingkungan eksternal, melindungi isinya dari cuaca dingin. Rumah kaca atau *greenhouse* dipenuhi dengan peralatan termasuk pemeriksaan instalasi, pemanas ruangan, pendinginan, pencahayaan, dan dapat dikendalikan oleh komputer untuk mengoptimalkan kondisi untuk pertumbuhan tanaman.

Rumah kaca memiliki bentuk yang menyerupai dengan rumah-rumahan yang tertutup dan transparan yang bisa ditembus oleh cahaya matahari. Lalu cahaya matahari dimanfaatkan untuk menanam tanaman agar tanaman tersebut tumbuh secara optimal tanpa dipengaruhi adanya iklim luar. Untuk tujuan tersebut, rumah kaca sebaiknya mempunyai transmisi cahaya yang tinggi, konsumsi panas yang rendah, ventilasi yang cukup dan efisien, struktur yang kuat, konstruksi, dan biaya operasional yang murah serta berkualitas tinggi (Diw Satrio, Dimas, 2012).

Rumah kaca merupakan media yang digunakan untuk mengendalikan dan menjaga keadaan iklim, serta lingkungan di dalam suatu ruangan atau bisa disebut dengan iklim buatan untuk menjaga kelembaban udara, tanah, suhu, dan intensitas cahaya. Sehingga besarnya suhu, tingkat kelembaban, dan kadar asam dalam tanah di dalam rumah kaca tersebut akan berbeda dengan kondisi suhu, kelembaban, dan tanah di luarnya. Beberapa parameter yang diperhatikan di dalam rumah kaca, di antaranya adalah suhu ruangan, suhu tanah, kelembaban udara, pengairan, pemupukan, kadar cahaya, dan pergerakan sirkulasi udara (ventilasi).

Rumah kaca untuk daerah beriklim tropis sangat memungkinkan dan mempunyai banyak keuntungan dalam produksi dan budidaya tanaman. Produksi dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa dipengaruhi perubahan cuaca, di mana produksi dalam lahan yang terbuka tidak memungkinkan karena adanya berbagai faktor yang tidak menunjang dalam budidaya tanaman seperti curah hujan yang terlalu tinggi, suhu yang *ekstrim*, angin yang kencang, dan berbagai faktor lainnya.

## 2.2 Kangkung

Genus *Ipomoea* termasuk dalam Familia *Convolvulaceae* (Kangkung-kangkungan), Sub-ordo *Convolvuliineae*, Ordo *Tubiflorae*, Kelas *Dicotyledoneae*, Sub divisi *Angiospermae*, Divisi *Spermathophyta*. Familia *Covolvulaceae* berupa herba atau semak berkayu, kebanyakan merayap atau membelit, daun tunggal, duduk tersebar tanpa daun penumpu. Familia ini memiliki sekitar 50 *genera* dan lebih dari 1200 spesies, di mana 400 spesies di antaranya termasuk dalam genus *Ipomoea*. Tumbuhan ini kebanyakan tumbuh di daerah tropis dan subtropis, beberapa tumbuh di daerah sedang. Kangkung termasuk tumbuhan *hidrofit* yang sebagian tubuhnya di atas permukaan air dan akarnya tertanam di dasar air, mempunyai rongga udara dalam batang atau tangkai daun sehingga tidak tenggelam dalam air dan daun muncul ke permukaan air. Anggota genus *Ipomoea* yang banyak dikenal antara lain *Ipomoea aquatica* (kangkung air) dan *Ipomoea reptans* (kangkung darat), keduanya berhabitus herba. *I. aquatica* memiliki daun panjang, ujung agak tumpul, berwarna hijau tua, bunga putih kekuningan/kemerah-merahan (Lihat Gambar 2.1). *I. Reptans* memiliki daun panjang, ujung agak runcing, warna hijau keputih-putihan dan bunga putih.

Berdasarkan tempat hidupnya, tanaman kangkung dapat dibedakan menjadi kangkung darat (*Ipomea reptans*) dan kangkung air (*Ipomea aquatiqa*). Akan tetapi, jumlah varietas kangkung darat lebih banyak dibandingkan kangkung air. Varietas kangkung darat terbagi menjadi varietas Bangkok, biru, cinde, Sukabumi, dan sutra. Sedangkan varietas kangkung air terbagi menjadi varietas Sumenep dan varietas Biru. Secara alamiah, Kangkung ini dapat ditemukan di kolam, rawa, sawah, dan tegalan. Tumbuhnya menjalar dengan banyak

percabangan. Sistem perakarannya tunggang dengan cabang-cabang akar yang menyebar ke berbagai penjuru. Tangkai daun melekat pada buku-buku batang dan bentuk helainya seperti hati. Bunganya menyerupai terompet. Bentuk buahnya bulat telur dan di dalamnya berisi 3 butir biji. Perbedaan antara kangkung darat dan kangkung air hanya terletak pada warna bunga. Kangkung air berbunga putih kemerah-merahan, sedangkan kangkung darat berbunga putih bersih. Perbedaan lainnya pada bentuk daun dan batang. Kangkung air berbatang dan berdaun lebih besar daripada kangkung darat. Warna batangnya juga berbeda. Kangkung air berbatang hijau, sedangkan kangkung darat putih kehijau-hijauan. Kangkung darat lebih banyak bijinya daripada kangkung air, itu sebabnya kangkung darat diperbanyak lewat biji, sedangkan kangkung air dengan stek pucuk batang.

Tanaman ini merambat di lumpur dan tempat-tempat yang basah, seperti tepi kali, rawa-rawa, atau terapung di atas air. Biasa ditemukan di dataran rendah hingga 1.000 meter di atas permukaan laut. Tanaman bernama Latin *Ipomoea reptans* ini terdiri atas dua varietas, yakni kangkung darat yang disebut kangkung cina dan kangkung air yang tumbuh secara alami di sawah, rawa, atau parit.

Kangkung merupakan tanaman menetap yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun, di dataran rendah sampai dataran tinggi 2000 mdpl. *Ipomoea crassiculatus*, kangkung hutan, berhabitus semak dan tinggi dapat mencapai lebih dari 2 m., tumbuh pada ketinggian sekitar 1-1000 mdpl. Tumbuhan yang berasal dari Amerika Tengah ini, dulunya banyak ditanam sebagai tanaman hias, namun kini telah mengalami *naturalisasi* dan tumbuh di sembarang tempat. *Ipomoea leari* tumbuh liar, berhabitus semak, merambat, batang kompak tanpa bulu-bulu, tidak bergetah, daun berbentuk jantung, pertulangan daun menjari dan biji gundul.

Kangkung dapat tumbuh di daerah dengan iklim panas dan tumbuh optimal pada suhu 25 – 30 °C (Palada dan Chang, 2003). Kangkung membutuhkan penyinaran matahari yang cukup dan kelembaban di atas 60%. Tanaman kangkung dapat tumbuh dan berproduksi baik di dataran rendah dan tinggi ( $\pm$  2000 meter di atas permukaan laut) dan diutamakan lokasi lahan terbuka agar cukup mendapat sinar matahari.



**Gambar 2.1** Kangkung air (*Ipomoea aquatica*)

(Sumber : Vymazal et al. 2008)

### 2.3 Hidroponik

Istilah hidroponik berasal dari bahasa latin “*hydro*” (air) dan “*ponous*” (kerja), di satukan menjadi “*hydroponic*” yang berarti bekerja dengan air. Jadi istilah hidroponik dapat diartikan secara ilmiah yaitu suatu budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah tetapi dapat menggunakan media seperti pasir, krikil, pecahan genteng yang diberi larutan nutrisi mengandung semua elemen esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan hasil tanaman.

Budidaya dengan sistem hidroponik memiliki kelebihan tersendiri maka dapat berkembang lebih cepat. Kelebihan yang utama adalah keberhasilan tanaman untuk tumbuh dan berproduksi lebih terjamin. Selain itu, perawatan lebih praktis, pemakaian pupuk lebih efisien, tanaman yang mati lebih mudah diganti dengan tanaman yang baru, tidak diperlukan tenaga yang kasar karena metode kerja lebih hemat, tanaman lebih higienis, hasil produksi lebih kontinu dan memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan secara konvensional, dapat dibudidayakan di luar musim, dan dapat dilakukan pada ruangan yang sempit.

## 2.4 Arduino UNO

Papan Arduino UNO menggunakan mikrokontroler ATmega328P. Papan ini mempunyai 14 pin *input/output* digital (enam di antaranya dapat digunakan untuk *output* PWM), enam buah *input* analog, 16 MHz *crystal oscillator*, sambungan USB, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Hampir semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler sudah tersedia, penggunaannya cukup dengan menghubungkan ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau dengan memberikan daya menggunakan adaptor AC ke DC atau dengan baterai.

Arduino UNO ini memiliki perbedaan dengan papan-papan Arduino yang lain, di mana pada versi-versi Arduino sebelumnya digunakan *chip* FTDI *USB-to-serial*, namun pada Arduino UNO digunakan ATmega8U2 yang diprogram sebagai *converter USB-to-serial*. Kata “*UNO*” merupakan bahasa Italia yang artinya adalah satu, dan diberi nama demikian sebagai penanda peluncuran Arduino 1.0. Arduino UNO merupakan versi yang paling baru hingga saat ini dari kelompok papan

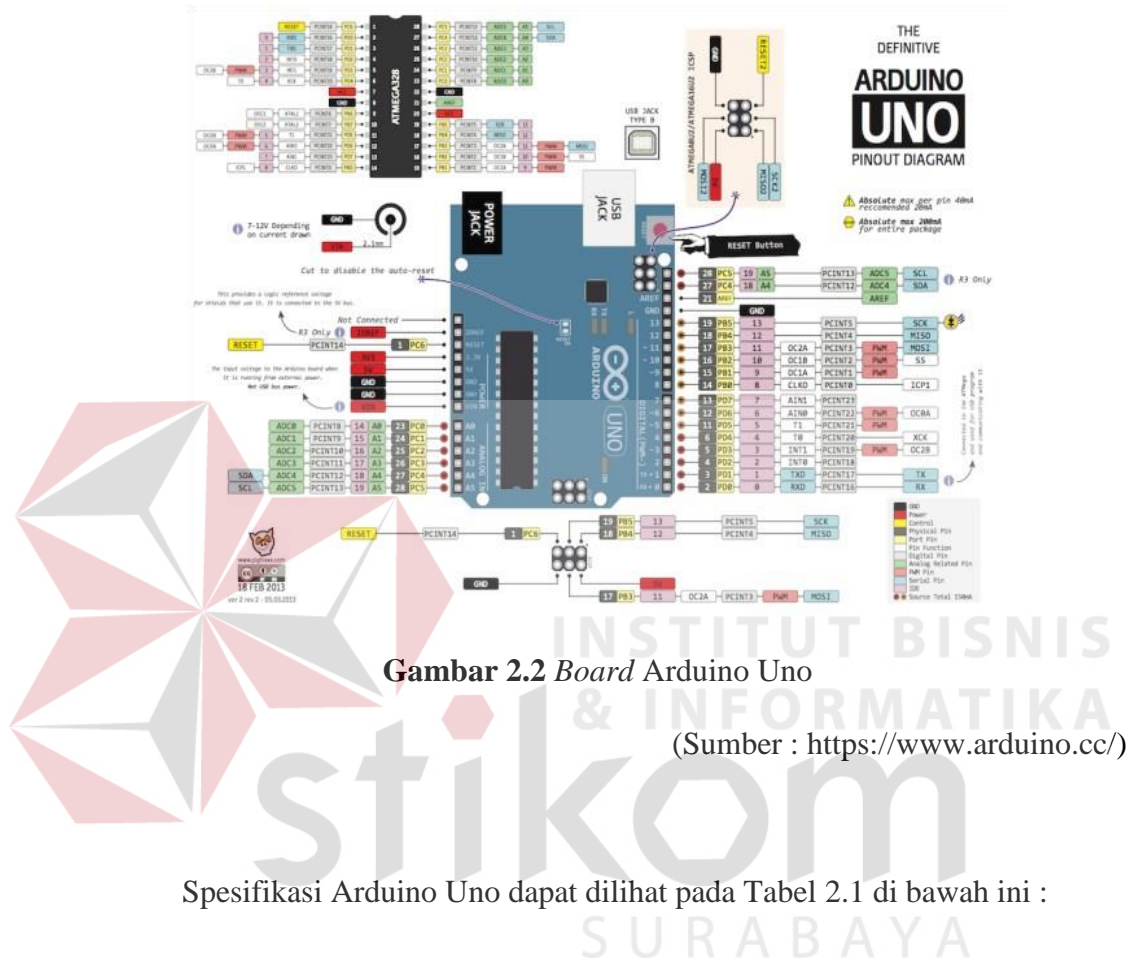
Arduino USB. Arduino UNO bersama dengan Arduino 1.0 selanjutnya menjadi acuan untuk pengembangan Arduino versi selanjutnya.

Arduino UNO mempunyai beberapa fasilitas untuk dapat berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau dengan mikrokontroler lain. Mikrokontroler ATmega328P pada Arduino UNO menyediakan komunikasi serial UART TTL (5 V), yang tersedia pada pin 0 (RX) dan 1 (TX). ATmega8U2 pada papan Arduino UNO menyalurkan komunikasi serial ini melalui USB dan hadir sebagai *com port virtual* pada *software* di komputer. *Firmware* dari ATmega8U2 menggunakan *driver* USB COM standar, dan tidak dibutuhkan *driver* eksternal. *Software* Arduino memiliki serial monitor yang memungkinkan data teks sederhana dikirim ke dan dari Arduino. LED RX dan TX akan berkedip ketika data sedang ditransmisikan melalui *chip USB-to-serial*. ATmega328P juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. *Software* Arduino mempunyai *library* *Wire* dan SPI untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C dan komunikasi SPI.

Mikrokontroler Arduino Uno sendiri merupakan perangkat yang dapat dimanfaatkan untuk membuat suatu rangkaian elektronik, mulai dari yang sederhana hingga kompleks. Arduino Uno ATmega328P adalah sebuah keping atau papan elektronik yang secara fungsional bekerja seperti sebuah komputer (Kadir, 2013), serta terdapat pin-pin dengan fungsi yang berbeda-beda (Utami, 2010). Arduino Uno terdiri atas dua bagian utama, yaitu :

### 2.4.1 Hardware

Berupa *board* yang berisi I/O, seperti pada Gambar 2.2.



Spesifikasi Arduino Uno dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini :

**Tabel 2.1** Spesifikasi Arduino Uno

Microcontroller	Atmega328P
Operating Voltage	5 V
Input Voltage (recommended)	7 - 12 V
Input Voltage (limit)	6 - 20 V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM Output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3 V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (Atmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (Atmega328P)

EEPROM	1 KB (Atmega328P)
Clock Speed	16 MHz
Lenght	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g

### A. Daya (Power)

Arduino Uno dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya *eksternal*. Sumber daya dipilih secara otomatis. Eksternal (*non-USB*) daya dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan menancapkan *plug* 2.1 mm pusat-positif ke *colokan* listrik *board*. Baterai dapat dimasukkan dalam Gnd dan Vin pin *header* dari konektor daya.

*Board* dapat beroperasi pada pasokan eksternal 6 sampai 20 V. Jika tegangan kurang dari 7 V, tegangan pada *board* kemungkinan akan tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, regulator tegangan bisa panas dan merusak *board*. Kisaran yang disarankan adalah 7 sampai 12 V.

Pin daya adalah sebagai berikut :

**VIN** :Tegangan *input* ke *board* Arduino ketika menggunakan sumber daya *eksternal* (sebagai lawan 5 V dari koneksi USB atau sumber daya diatur lain). Kita dapat memasok tegangan melalui pin ini.

**5 V** :Pin *output* 5 V diatur dari regulator di *board*. *Board* dapat diaktifkan dengan daya baik dari colokan listrik DC (7-12 V) , konektor USB (5 V), atau pin VIN dari *board* (7-12 V). Jika tegangan diberikan melalui 5 V atau 3.3 V melewati regulator, dan dapat merusak *board*, maka tidak disarankan.

**3.3 V** :Sebuah pasokan 3.3 V dihasilkan oleh regulator *on-board* yang dapat menarik arus maksimum 50 mA.

**GND** :Pin tanah.

**IOREF** :Pin pada *board* Arduino memberikan tegangan referensi saat mikrokontroler sedang beroperasi. Sebuah *shield* dikonfigurasi dengan benar agar dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan tegangan 5 V atau 3.3 V. (arduino.cc)

## B. Memori

Atmega328P memiliki *Flash Memory* 32 KB (0,5 KB digunakan untuk *bootloader*), 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan *library* EEPROM). (Arduino.cc)

## C. Input-Output

Masing-masing dari 14 digital pin (pin *header*) pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, dengan menggunakan fungsi dari `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Dan beroperasi pada tegangan 5 V. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 20 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal yang (terputus secara *default*) dari 20-50k Ohm. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus :

**Serial** : 0(RX) dan 1(TX) yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin juga terhubung ke pin yang sesuai dari ATmega16U2 *USB-to-TTL* chip Serial.

**Eksternal Interupsi** : Pin 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, naik atau jatuh tepi, atau perubahan nilai.

**PWM** : Pin 3, 5, 6, 9, 10, 11. Menyediakan 8-bit PWM *output* dengan `analogWrite()` *function*.

**SPI (Serial Peripheral Interface)** : 10(SS), 11(MOSI), 12(MISO), 13(SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *library* SPI.

**LED** : 13. Ada *built-in* LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin dengan nilai TINGGI, LED menyala, ketika pin yang dipakai RENDAH, lampu akan mati.

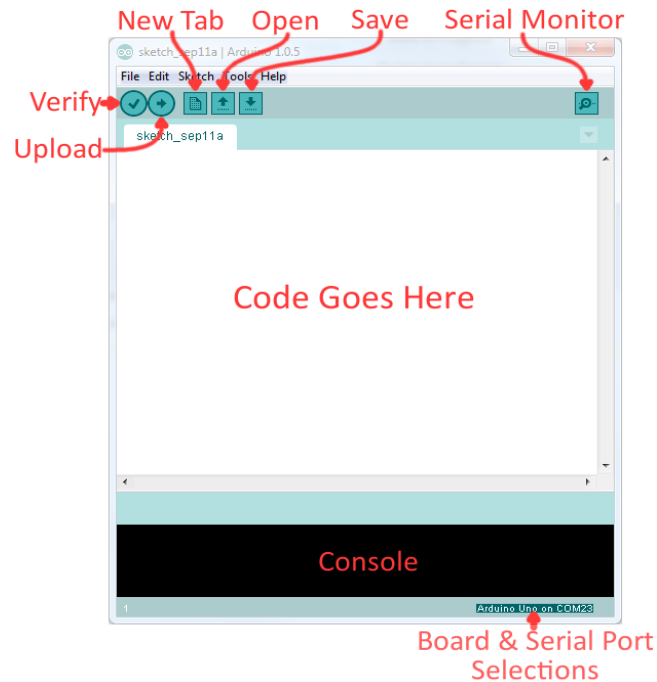
**TWI (Two-Wire Interface)** : Pin A4(SDA) dan pin A5(SCL). Dukungan komunikasi TWI menggunakan *library* Wire.

Arduino Uno memiliki 6 *input* analog, dengan label A0 hingga A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara *default* mereka mengukur dari *ground* sampai 5 V, meskipun mungkin untuk mengubah jangkauan menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`.  
(Arduino.cc)

#### 2.4.2 Software

Arduino IDE adalah sebuah editor yang digunakan untuk menulis program, meng*compile*, dan mengunggah ke papan Arduino. *Arduino Development Environment* terdiri dari editor teks untuk menulis kode, area pesan, *console* teks, *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi umum, dan sederet menu.

*Software* yang ditulis menggunakan Arduino dinamakan *sketches*. *Sketches* ini ditulis di editor teks dan disimpan dengan *file* yang berekstensi *.ino*. Editor teks ini mempunyai fasilitas untuk *cut/paste* dan *search/replace*. Area pesan berisi umpan balik ketika menyimpan dan mengunggah *file*, dan juga menunjukkan jika terjadi *error*. Tampilan IDE Arduino dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Tampilan IDE Arduino

Beberapa fitur yang sering digunakan dalam menulis program pada Arduino IDE :

- Editor Program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
- *Verify/Compiler*, sebuah modul yang mengubah kode program menjadi kode biner.
- *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam mikrokontroler di dalam papan arduino.

#### **A. Bahasa Pemrograman Arduino**

Perangkat keras Arduino dapat bekerja secara maksimal dengan bantuan program. Program untuk Arduino berbasis C/C+. Agar program dapat berjalan dengan baik maka perlu setidaknya dua bagian atau fungsi, yaitu :

- a. **Void setup() { ... }** , semua kode di dalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program arduino dijalankan untuk pertama kalinya.
- b. **Void loop() { ... }** , fungsi ini dijalankan setelah *setup* (fungsi *void setup*) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan kembali, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (*power*) dilepaskan.

*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 ketikan di belakangnya akan diabaikan oleh program.
- b. **/\*** (komentar banyak baris), jika Anda mempunyai banyak catatan, maka hal tersebut dapat dituliskan pada beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan oleh program.
- c. **{ ... }** atau 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.

Variabel, sebuah program secara garis besar didefinisikan sebagai instruksi untuk memindahkan angka dengan cara yang cerdas. Variabel inilah yang digunakan untuk memudahkannya.

- a. **Int (integer)**, digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -23.768 s/d 32.767.

- b. **Long**, digunakan ketika integer tidak mencukupi lagi. Memakai 4 byte (32 bit) dari memori RAM dan mempunyai rentang nilai dari -2.147.648 s/d 2.147.483.647.
- c. **Boolean**, variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai *TRUE* (benar) atau *FALSE* (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM.
- d. **Float**, digunakan untuk angka desimal (*floating point*). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang nilai dari -3,4028235E+38 s/d 3,4028235E+38.
- e. **Char** (*character*), menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya 'A' = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

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

- a. **=** (sama dengan), membuat sesuatu menjadi sama dengan nilai yang lain (misalnya:  $x = 10 * 2$ ,  $x = 20$ ).
- b. **%** (persen), menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka yang lain (misalnya :  $12 \% 10$ , ini akan menghasilkan angka 2).
- c. **+** (plus), operasi penjumlahan.
- d. **-** (minus), operasi pengurangan.
- e. **\*** (*asteris*), operasi perkalian.
- f. **/** (garis miring), operasi pembagian.

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:  $12 \neq 10$  adalah *TRUE* (benar) atau  $12 \neq 12$  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).

Struktur Pengaturan, program sangat tergantung pada pengaturan apa yang akan dijalankan berikutnya. Berikut ini adalah elemen dasar pengaturan.

- a. **If ... else**, dengan format seperti berikut ini :

```
If (kondisi) { ... }
Else if (kondisi) { ... } Else
{ ... }
```

Dengan struktur seperti di atas 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.

- b. **For**, dengan format penulisan sebagai berikut :

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

Digunakan bila Anda ingin melakukan pengulangan kode program di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti `#pengulangan` dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan perhitungan ke atas (++) atau ke bawah (--).

Digital

- a. **pinMode(pin, mode)**, digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan sebagai *port* dari 0 s/d 19 (pin analog

0 s/d 5 adalah 14 s/d 19). Mode yang bisa digunakan adalah *INPUT* atau *OUTPUT*.

- b. **digitalWrite(pin, value)**, ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *OUTPUT*, pin tersebut dapat dijadikan *HIGH* (+5 V) atau *LOW* (*ground*).
- c. **digitalRead(pin)**, ketika sebuah pin ditetapkan sebagai *INPUT*, maka Anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah *HIGH* (+5 V) atau *LOW* (*ground*).

Analog, arduino adalah mesin digital tetapi mempunyai kemampuan untuk beroperasi di dalam analog.

- a. **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* ~ 0 V) dan 255 (100% *duty cycle* ~ 5 V).
- b. **analogRead(pin)**, ketika pin analog ditetapkan sebagai *INPUT* Anda dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 V) dan 1024 (untuk 5 V).

## 2.5 Relay

Relay adalah saklar mekanik yang dikendalikan atau dikontrol secara elektronik (elektromagnetik) (Suharmon, Recky, 2014). Saklar pada relay akan terjadi perubahan posisi *OFF* ke *ON* pada saat diberikan energi elektromagnetik pada *armature* relay tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu

bagian kumparan dan *contact point*. Ketika kumparan diberikan tegangan DC atau AC, maka akan terbentuklah medan elektromagnetik yang mengakibatkan *contact point* akan mengalami *switch* ke bagian lain. Keadaan ini akan bertahan selama arus masih mengalir pada kumparan relay. *Contact point* akan kembali *switch* ke posisi semula jika tidak ada lagi arus yang mengalir pada kumparan relay.

### 2.5.1 Prinsip kerja relay

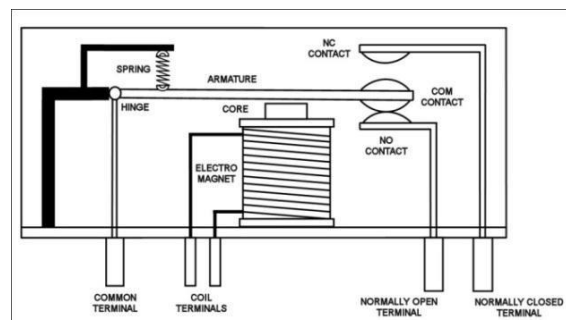
Bagian utama relay elektromagnetik adalah sebagai berikut :

1. Kumparan elektromagnet
2. Saklar atau kontaktor
3. *Swing armature*
4. *Spring* (pegas)

Relay elektromagnetik memiliki 3 kondisi saklar, ketiga posisi saklar atau kontaktor relay tersebut akan berubah ketika relay mendapatkan tegangan sumber pada elektromagnetnya. Ketiga posisi saklar tersebut adalah :

1. Posisi *Normally Open* (NO)

Posisi saklar relay terhubung ke terminal NO, kondisi ini akan terjadi pada saat relay mendapatkan sumber tegangan pada elektromagnetnya. Gambar 2.4 menjelaskan tentang kondisi saklar relay pada posisi NO.

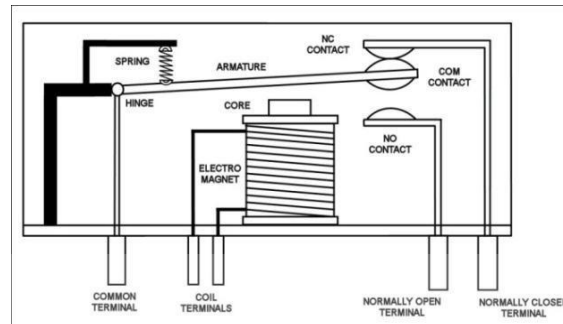


**Gambar 2.4** Kondisi saklar relay pada posisi NO

## 2. Posisi *Normally Close* (NC)

Pada posisi ini saklar relay terhubung ke terminal NC. Kondisi ini terjadi ketika relay tidak mendapatkan sumber tegangan pada elektromagnetnya.

Gambar 2.5 menjelaskan tentang kondisi saklar relay pada posisi NC.



**Gambar 2.5** Kondisi saklar relay pada posisi NC

## 3. Posisi *Change Over* (CO)

Kondisi perubahan *armature* saklar relay yang berubah dari posisi NC ke NO atau sebaliknya dari NO ke NC. Kondisi ini terjadi ketika sumber tegangan diberikan ke elektromagnet atau ketika sumber tegangan diputus dari elektromagnetnya.

### 2.5.2 Jenis-jenis relay

Dilihat dari desain saklarnya maka relay dibedakan menjadi:

1. SPST (*Single Pole Single Throw*), relay ini memiliki 4 terminal yaitu 2 terminal untuk *input* kumparan elektromagnetik dan 2 terminal saklar. Relay ini hanya memiliki posisi NO (*Normally Open*) saja.

2. SPDT (*Single Pole Double Throw*), relay ini memiliki 5 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk *input* kumparan elektromagnetik dan 3 terminal saklar, relay, jenis ini memiliki 2 kondisi NO dan NC.
3. DPST (*Double Pole Single Throw*), relay jenis ini memiliki 6 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 4 terminal saklar untuk 2 saklar yang masing-masing saklar hanya memiliki kondisi NO saja.
4. DPDT (*Double Pole Double Throw*), relay jenis ini memiliki 8 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk kumparan elektromagnetik dan 6 terminal untuk 2 saklar dengan 2 kondisi NC dan NO untuk masing-masing saklarnya.

Penulis menggunakan relay dengan catuan tegangan 12 V DC berjenis SPDT (*Single Pole Double Throw*) seperti yang terlihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Relay Tipe SPDT (*Single Pole Double Throw*) merek Huigang

HRS2H-S-DC5V-N

## 2.6 Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan sensor suhu dan kelembaban udara yang memiliki jangkauan pengukuran suhu antara 0-50 °C dan jangkauan pengukuran kelembaban udara 20-95 %RH. Setiap sensor DHT11 memiliki fitur kalibrasi sangat akurat dari kelembaban ruang kalibrasi. DHT11 merupakan sensor suhu dan sensor kelembaban udara di mana dilengkapi suhu & kelembaban sensor kompleks dikalibrasi dengan *output* sinyal digital. Dengan menggunakan teknik khusus *digital-signal*-akuisisi, teknologi suhu dapat melakukan penginderaan kelembaban, memastikan keandalan yang tinggi dan stabilitas jangka panjang yang sangat baik. Sensor ini mencakup pengukuran kelembaban *resistif*-jenis komponen dan komponen pengukuran suhu NTC, dan menghubungkan ke *high*-kinerja 8-bit mikrokontroler, menawarkan kualitas yang sangat baik, respon cepat, anti gangguan kemampuan dan efektivitas biaya.

Dengan ukuran yang kecil (Lihat Gambar 2.7) dan menekan daya listrik yang kecil modul sensor ini mudah untuk di implementasikan menggunakan mikrokontroler. DHT11 cukup ekonomis namun memadai untuk aplikasi monitoring suhu dan kelembaban udara.

**Tabel 2.2** Spesifikasi Teknis DHT11

Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
20-90% RH 0-50 °C	±5% RH	±2°C	1	4 Pin Single Row

**Tabel 2.3** Spesifikasi Detail DHT11

Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
<b>Humidity</b>				
<b>Resolution</b>		1% RH	1% RH	1% RH

			8 Bit	
<b>Repeatability</b>			±1% RH	
<b>Accuracy</b>	25°C		±4% RH	
	0-50°C			±5% RH
<b>Interchangeability</b>	Fully Interchangeable			
<b>Measurement Range</b>	0°C	30% RH		90% RH
	25°C	20% RH		90% RH
	50°C	20% RH		80% RH
<b>Response Time (Seconds)</b>	1/e(63%) 25°C , 1m/s Air	6 S	10 S	15 S
<b>Hysteresis</b>			±1% RH	
<b>Long-Term Stability</b>	Typical		±1% RH/year	
<b>Temperature</b>				
<b>Resolution</b>		1°C	1°C	1°C
		8 Bit	8 Bit	8 Bit
<b>Repeatability</b>			±1°C	
<b>Accuracy</b>		±1°C		±2°C
<b>Measurement Range</b>		0°C		50°C
<b>Response Time (Seconds)</b>	1/e(63%)	6 S		30 S

Tabel 2.4 Karakteristik Kelistrikan DHT11

	Conditions	Minimum	Typical	Maximum
<b>Power Supply</b>	DC	3V	5V	5.5V
<b>Current Supply</b>	Measuring	0.5mA		2.5mA
	Average	0.2mA		1mA
	Standby	100uA		150uA
<b>Sampling period</b>	Second	1		



**Gambar 2.7** Sensor DHT11

(Sumber : <http://digiwarestore.com/en/temperature-humidity/dht11-temperature-and-humidity-sensor-board-297007.html>)

## 2.7 LCD

LCD merupakan suatu komponen yang berfungsi sebagai penampil (*display*) baik karakter maupun angka. LCD yang dipakai adalah jenis M1632 yang merupakan LCD 2x16 karakter (Lihat Gambar 2.8). LCD ini memerlukan tiga jalur kontrol dan delapan jalur data (untuk mode 8 bit) serta empat jalur data (untuk mode 4 bit). Ketiga jalur kontrol yang dimaksud adalah pin EN, RS dan RW.

EN adalah pin *Enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD kalau kita akan berkomunikasi dengannya. Sebelum mengirim data ke LCD jalur ini di buat berlogika tinggi dahulu. Kemudian jalur kontrol yang lain di *setting*, pada saat bersamaan data yang akan dikirim ditempatkan pada jalur data. Setelah semua siap, jalur EN dibuat berlogika rendah. Transisi dari logika tinggi ke logika rendah ini akan memberitahu LCD untuk mengambil data pada jalur kontrol dan jalur data.

RS adalah pin *Register select*. Pada saat pin RS berlogika rendah, data yang dikirim adalah perintah-perintah seperti membersihkan layar, posisi kursor, dan lain-lain. Sedangkan jika berlogika tinggi data yang dikirim adalah teks data di mana teks ini yang harus ditampilkan pada layar.

RW adalah pin *Read/Write*. Pada saat pin RW berlogika rendah, informasi pada jalur data berupa pengiriman data ke LCD (*write*). Sedangkan ketika pin RW berlogika tinggi, berarti sedang dilaksanakan pengambilan data dari LCD (*read*). Sedangkan untuk jalur data terdiri dari delapan bit, data ini disebut D0, D1, D2, D3, D4, D5, D6 dan D7 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.5.



**Gambar 2.8** LCD 16X2

**Tabel 2.5** Fungsi dan Konfigurasi Pin LCD 16X2 (Syahrul, 2014)

Pin	Nama	Fungsi
1	VSS	Ground
2	VCC	+5V
3	VEE	Tegangan kontras
4	RS	Register Select (0=Register instruksi, 1=Register data)
5	R/W	Untuk memilih mode tulis atau baca (0=tulis, 1=baca)
6	E	Enable (0=enable/menahan data ke LCD, 1=disable)
7	DB0	Data Bit 0, LSB
8	DB1	Data Bit 1
9	DB2	Data Bit 2
10	DB3	Data Bit 3
11	DB4	Data Bit 4
12	DB5	Data Bit 5
13	DB6	Data Bit 6

14	DB7	Data Bit 7
15	BPL	Back Plane Light
16	GND	Ground

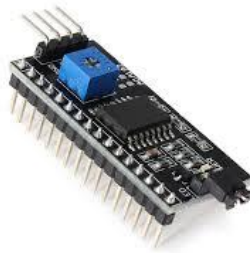
### 2.7.1 Komunikasi I2C (*Inter Integrate Circuit*)

I2C (*Inter Integrate Circuit*) adalah standar komunikasi *serial* dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC (Lihat Gambar 2.9). Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C *Bus* dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C *Bus* dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master*.

Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”. Kondisi sinyal *Start* dan sinyal *Stop*. Sinyal dasar yang lain dalam I2C *Bus* adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK. Setelah *transfer data* oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus *clock* ke-9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari *Master*.

1. Hanya melibatkan 2 kabel yaitu *serial data line*.
2. Setiap IC yang terhubung dalam I2C memiliki alamat masing-masing yang dapat diatur secara *Software* dengan *master/slave protocol* yang sederhana, dan mampu mengakomodasikan *multi master*.

3. I2C merupakan *serial bus* dengan orientasi data 8 bit, komunikasi 2 arah, dengan kecepatan transmisi data sampai 100Kb/s pada mode standar dan 3,4Mb/s pada mode kecepatan tinggi (Sulistyo, 2014).



**Gambar 2.9** I2C/SPI LCD *Backpack*

## 2.8 Motor Driver EMS 5 A H-Bridge

*Embedded Module Series (EMS) 5 A H-Bridge* merupakan *driver H-Bridge* yang didesain untuk menghasilkan *drive* 2 arah dengan arus kontinu sampai dengan 5 A pada tegangan 5 V sampai 40 V (Lihat Gambar 2.10). Modul ini dilengkapi dengan rangkaian sensor arus beban yang dapat digunakan sebagai umpan balik ke pengendali. Modul ini mampu *men-drive* beban-beban induktif seperti misalnya relay, *solenoida*, motor DC, motor *stepper*, dan berbagai macam beban lainnya.

### 2.8.1 Spesifikasi

1. Terdiri dari 1 *driver full H-Bridge* beserta rangkaian *current sense*.
2. Mampu melewatkan arus kontinu 5 A.
3. *Range* tegangan *output* untuk beban : 5 V sampai 40 V.
4. *Input* kompatibel dengan level tegangan TTL dan CMOS.

5. Jalur catu daya *input* (VCC) terpisah dari jalur catu daya untuk beban (V Mot).
6. *Output tri-state*.
7. Dilengkapi dengan dioda eksternal untuk pengaman beban induktif.
8. Frekuensi PWM sampai dengan 10 KHz.
9. *Active Current Limiting*.
10. Proteksi hubungan singkat.
11. Proteksi *over temperature*.
12. *Under voltage Shutdown*.



**Gambar 2.10** Motor Driver EMS 5 A H-Bridge

### 2.8.2 Keterangan antarmuka

Modul *H-Bridge* memiliki 1 set *header* (J2) dan 1 set terminal konektor (J1). Tabel 2.6 akan menjelaskan deskripsi dan fungsi dari masing-masing *header* dan konektor tersebut. *Interface Header* (J2) berfungsi sebagai *input* untuk antarmuka dengan *input-output* digital serta *output* analog dari modul *H-Bridge*. Berikut deskripsi dari masing-masing pin pada *Interface Header* :

Tabel 2.6 Pin pada *Interface Header*

No. Pin	Nama	I/O	Fungsi
1	MIN1	I	Pin <i>input</i> untuk menentukan <i>output</i> <b>MOUT 1</b>
2	MIN2	I	Pin <i>input</i> untuk menentukan <i>output</i> <b>MOUT 2</b>
3	MSTAT1	O	<i>Output</i> digital yang melaporkan adanya kondisi <i>fault</i> pada modul. Berlogika Low jika ada <i>fault</i> pada modul atau <i>output</i>
4	MEN	I	Pin <i>enable</i> untuk <i>output</i> <i>H-Bridge</i> ( <b>MOUT 1</b> dan <b>MOUT 2</b> )
5	MCS	O	<i>Output</i> tegangan analog yang berbanding lurus dengan arus beban ( <i>Range output</i> 0 – 2,5V)
6	MSLP	I	Pin <i>input</i> untuk mengatur kerja modul <i>H-Bridge</i> . Diberi logika <i>High</i> untuk <i>Full Operation</i> , diberi logika <i>Low</i> untuk <i>Mode Sleep</i>
7,9	VCC	-	Terhubung ke catu daya untuk <i>input</i> (5V)
8,10	PGND	-	Titik referensi untuk catu daya <i>input</i>

Arus (dalam Ampere) yang dilewatkan oleh *H-Bridge* dapat dihitung dengan rumus :

$$I = \frac{\text{Tegangan output pada pin MCS} \times 375}{180}$$

**Power & Motor Con** (J1) berfungsi sebagai konektor untuk catu daya dan beban.

## 2.9 Power Supply

Sistem *power supply* merupakan faktor yang paling penting dalam suatu sistem, baik yang bersifat analog maupun digital. Karena suatu sistem tidak akan berfungsi atau berjalan dengan baik tanpa mendapat sumber tegangan dan bisa dikatakan sebagai suatu rangkaian yang menyediakan daya. Arus yang dikeluarkan *power supply* bersifat searah dan tidak lagi bolak-balik, tegangan yang dihasilkan

juga kecil hanya beberapa volt saja, beda dengan tegangan listrik PLN yaitu 220V (Suseno, Anang Ari, 2013). Contoh *power supply* ditunjukkan pada Gambar 2.11.

Bagian-bagian yang terdapat pada rangkaian *power supply* adalah sebagai berikut :

1. *Step Down*

*Power supply* menerima *input* dari jala-jala PLN sebesar 220V. Tegangan AC tersebut masuk ke *input* transformator, bagian primer trafo berfungsi menurunkan daya listrik dan tegangan yang ada bersifat bolak-balik atau *Alternating Current* (AC) dan belum rata.

2. *Rectifier*

Dengan menggunakan *dioda* silikon, maka tegangan AC akan disearahkan atau diubah menjadi tegangan DC, tetapi tegangan yang dihasilkan belum rata.

3. *Filter*

Tegangan yang belum rata, diratakan oleh *tapis* perata berupa kapasitor bipolar atau *electrolit condensator* (Elco), sehingga dihasilkan tegangan DC yang rata.

4. *Stabilisator* atau *regulator*

Tegangan yang melewati kapasitor tidaklah benar-benar rata atau stabil, dapat lebih tinggi dari *input* sekunder trafo ataupun dapat lebih rendah. Sehingga diperlukan rangkaian stabilisator atau regulator untuk mengatasinya, sehingga keluaran yang dihasilkan benar-benar sesuai dengan yang diharapkan atau sesuai dengan *input* sekunder trafo. Komponen yang digunakan dapat berupa *diode zener*, transistor, atau IC.



**Gambar 2.11** Power/Adaptor

## 2.10 Motor DC

Motor DC merupakan sebuah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Motor DC memerlukan suplai tegangan yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar). Jika terjadi putaran pada kumparan jangkar dalam pada medan magnet, maka akan timbul tegangan (GGL) yang berubah-ubah arah pada setiap setengah putaran, sehingga merupakan tegangan bolak-balik. Prinsip kerja dari arus searah adalah membalik *phase* tegangan dari gelombang yang mempunyai nilai positif dengan menggunakan *komutator*, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan jangkar yang berputar dalam medan magnet.

Pada motor DC, daerah kumparan medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melingkupi kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi dari energi listrik menjadi energi mekanik (motor) maupun sebaliknya berlangsung melalui medan magnet, dengan demikian medan magnet di

sini selain berfungsi sebagai tempat untuk menyimpan energi, sekaligus sebagai tempat berlangsungnya proses perubahan energi daerah tersebut (Zuhal, 1988).

Motor DC yang digunakan adalah kipas yang biasa digunakan untuk *Personal Computer* (PC) dengan catu daya 12 VDC/0,3 A seperti pada Gambar 2.12.



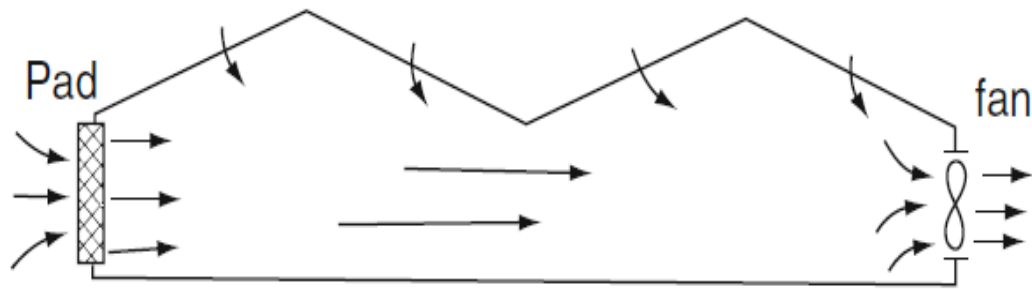
**Gambar 2.12** *Fan* PC 12 VDC/0,3 A

## **2.11 Sistem Pendingin**

Meskipun dengan ventilasi yang cukup, suhu tanaman dapat mencapai 10 °C lebih tinggi dari suhu udara. Parameter lain yang dapat dikendalikan oleh sistem pendingin adalah kelembaban.

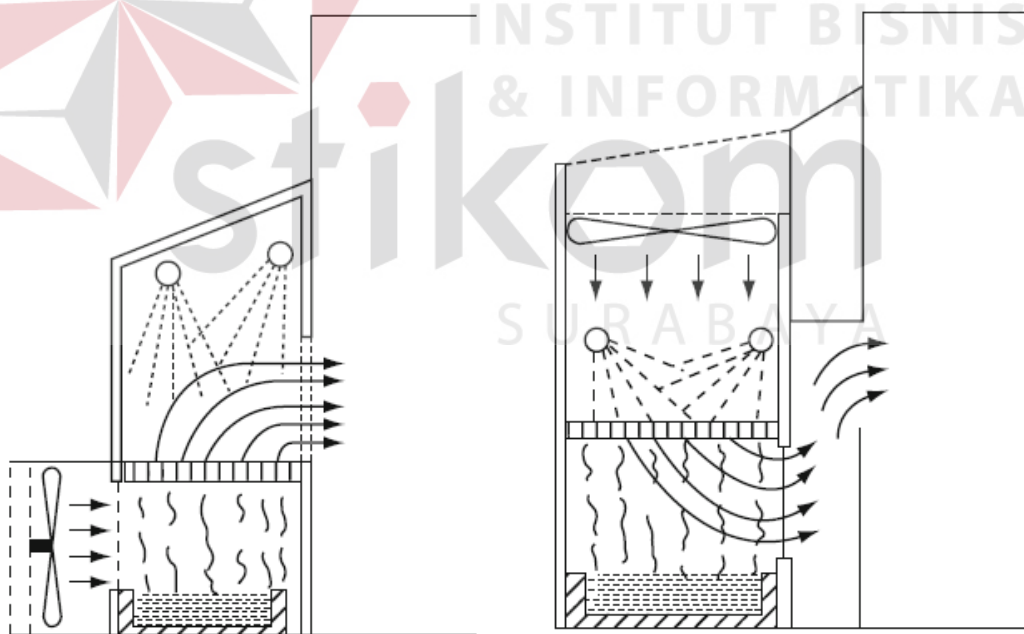
### **2.11.1 Sistem *fan* dan *pad***

Sistem ini beroperasi dengan meniup udara dari luar dan menghisap melalui *dry pads/fan*, yang harus memiliki permukaan yang besar (Lihat Gambar 2.13). Ini adalah sistem yang sederhana dan murah, yang tidak memerlukan air atau jenis bahan khusus untuk digunakan dalam bantalan/*pads*.



**Gambar 2.13** Sistem *fan* dan *pad*

Sistem kipas dan *pad* memiliki kesulitan mencapai tingkat kelembaban yang dibutuhkan di lingkungan kering dan semi-kering. Sistem ini dapat ditambahkan ke *pad* sistem pendingin (Lihat Gambar 2.14), dan tidak memerlukan air yang berkualitas juga tidak memerlukan tekanan tinggi untuk bekerja.



**Gambar 2.14** Sistem semprot pendingin yang ditambahkan ke *pad* sistem