

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. *Flowmeter (WaterFlow Sensor)*

Flowmeter adalah alat untuk mengukur jumlah atau laju aliran air dari suatu fluida yang mengalir dalam pipa atau sambungan terbuka. Alat ini terdiri dari primary device, yang disebut sebagai alat utama dan secondary device (alat bantu sekunder). Flowmeter umumnya terdiri dari dua bagian, yaitu alat utama dan alat bantu sekunder. Alat utama menghasilkan suatu signal yang merespon terhadap aliran karena laju aliran tersebut telah terganggu. Alat utamanya merupakan sebuah orifis yang mengganggu laju aliran, yaitu menyebabkan terjadinya penurunan tekanan. Alat bantu sekunder menerima sinyal dari alat utama lalu menampilkan, merekam, dan/atau mentransmisikannya sebagai hasil dari laju aliran. (koestoer, 2004)



Gambar 2.1. Waterflow sensor

Sumber : (Koestoer, 2004)

2.2. Perangkat Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. *Hardware* memiliki prosesor AtmelAVR dan *software* memiliki bahasa pemrograman sendiri. Arduino juga merupakan *platform hardware* terbuka yang ditujukan kepada siapa saja yang ingin membuat purwarupa peralatan elektronik interaktif berdasarkan *hardware* dan *software*

yang fleksibel dan mudah digunakan. Mikrokontroler diprogram menggunakan bahasa pemrograman arduino yang memiliki kemiripan syntax dengan bahasa pemrograman C. Karena sifatnya yang terbuka maka dapat mengunduh skema *hardware* arduino dan membangunnya dengan mudah.

Arduino menggunakan keluarga mikrokontroler ATmega yang dirilis oleh Atmel sebagai basis, namun ada individu atau perusahaan yang membuat *clone* arduino dengan menggunakan mikrokontroler lain dan tetap kompatibel dengan arduino pada level *hardware*. Untuk fleksibilitas, program dimasukkan melalui *bootloader* meskipun ada opsi untuk *bypass bootloader* dan menggunakan *downloader* untuk memprogram mikrokontroler secara langsung melalui port ISP.

2.2.1. Arduino (Mikrokontroler ATmega 328)

Semuanya berawal dari sebuah thesis yang dibuat oleh Hernando Barragan, di institute Ivrea, Italia pada tahun 2005, dikembangkan oleh Massimo Banzi dan David Cuartielles dan diberi nama Arduin of Ivrea, lalu berganti nama menjadi Arduino yang dalam bahasa Italia berarti teman yang berani. Tujuan awal dibuat Arduino adalah untuk membuat perangkat mudah dan murah, dari perangkat yang ada saat itu. Perangkat tersebut ditujukan untuk para siswa yang akan membuat perangkat desain dan interaksi.

Saat ini tim pengembangnya adalah Massimo Banzi, David Cuartielles, Tom Igoe, Gianluca Martino, David Mellis, dan Nicholas Zambetti. Mereka mengupayakan 4 hal dalam Arduino ini, yaitu:

1. Harga terjangkau
2. Dapat dijalankan diberbagai sistem operasi, Windows, Linux, Max, dan sebagainya.
3. Sederhana, dengan bahasa pemrograman yang mudah bisa dipelajari orang awam, bukan untuk orang teknik saja.
4. *Open Source, hardware* maupun *software*.

Sifat Arduino yang *Open Source*, membuat Arduino berkembang sangat cepat banyak bermunculan perangkat-perangkat sejenis Arduino. Seperti DFRduino atau Freeduino, dan kalau yang lokal ada namanya CipaDuino yang

dibuat oleh SKIR70, terus ada MurmerDuino yang dibuat oleh Robot Unyil, ada lagi AViShaDuino yang salah satu pembuatnya adalah Admin Kelas Robot.

Sampai saat ini pihak resmi, sudah membuat berbagai jenis-jenis Arduino. Mulai dari yang paling mudah dicari dan paling banyak digunakan, yaitu Arduino Uno. Hingga Arduino yang sudah menggunakan ARM Cortex, berbentuk *Mini PC*. Dan sudah ada ratusan ribu Arduino yang digunakan di dunia pada tahun 2011. Arduino juga sudah banyak dipakai oleh perusahaan besar. Contohnya Google menggunakan Arduino untuk *Accessory Development Kit*, NASA memakai Arduino untuk *prototypin*, ada lagi Large Hadron Colider memakai Arduino dalam beberapa hal untuk pengumpulan data.

2.2.1. Jenis-Jenis Arduino

Dan seperti Mikrokontroler yang banyak jenisnya, Arduino lahir dan berkembang, kemudian muncul dengan berbagai jenis, diantaranya adalah :

a. Arduino Uno

Arduino Jenis ini adalah yang paling banyak digunakan, terutama untuk pemula sangat disarankan untuk menggunakan Arduino Uno. Dan banyak sekali referensi yang membahas Arduino Uno. Versi yang terakhir adalah Arduino Uno R3 (Revisi 3), menggunakan ATMEGA328 sebagai Mikrokontrolernya, memiliki 14 pin I/O (*input/output*) digital dan 6 pin masukan analog. Untuk pemograman cukup menggunakan koneksi USB *type A to type B* Sama seperti yang digunakan pada USB *printer*. (Khaidar, 2017)

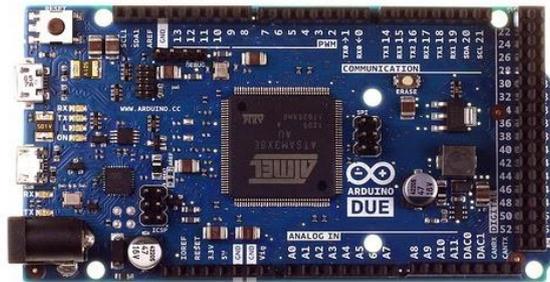


Gambar 2.2. ARDUINO UNO

Sumber : (Rangga, 2016)

b. Arduino Due

Berbeda dengan arduino yang lain, Arduino *due* tidak menggunakan ATMEGA, melainkan dengan *chip* yang lebih tinggi ARM Cortex CPU. Memiliki 54 I/O pin digital dan 12 pin masukan analog. Untuk pemrogramannya menggunakan *micro* USB, terdapat pada beberapa *handphone*. (Khozainuz Zuhri, 2015)



Gambar 2.3. Arduino Due

Sumber :(Khozainuz Zuhri, 2015)

c. Arduino Mega

Mirip dengan Arduino Uno, sama-sama menggunakan USB *type A to B* untuk pemrogramannya. Tetapi Arduino Mega, menggunakan *chip* yang lebih tinggi ATMEGA 2560 dan tentu saja untuk Pin I/O digital dan pin masukan analognya lebih banyak dari Uno. (Rangga, 2016)



Gambar 2.5 Bentuk Fisik Arduino Mega

Sumber : (Rangga, 2016)

d. Arduino Leonardo

Bisa dibilang Leonardo adalah saudara kembar dari Uno. Mulai dari jumlah pin I/O digital dan pin masukan Analog yang sama. Pada Leonardo menggunakan *micro* USB untuk pemrogramannya.(Rangga, 2016)



Gambar 2.6 Bentuk Fisik Arduino Leonardo

Sumber : (Rangga, 2016)

2.3. Mikrokontroler ARDUINO UNO R3

Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer yang seluruh atau sebagian besar elemennya dikemas dalam satu *chip* IC, sehingga sering disebut *single chip microcomputer*. Lebih lanjut, mikrokontroler merupakan sistem komputer yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang sangat spesifik, berbeda dengan PC (*Personal Computer*) yang memiliki beragam fungsi. Perbedaan lainnya adalah perbandingan RAM dan ROM yang sangat berbeda antara komputer dengan mikrokontroler.

Pengertian Arduino Menurut (Feri Djuandi, 2011) Arduino adalah merupakan sebuah *board minimum system* mikrokontroler yang bersifat *open source*. Didalam rangkaian board arduino terdapat mikrokontroler AVR seri ATmega 328 yang merupakan produk dari Atmel.

Menurut Sulaiman (2012:1), arduino merupakan *platform* yang terdiri dari *software* dan *hardware*. *Hardware* Arduino sama dengan mikrokontroler pada umumnya hanya pada arduino ditambahkan penamaan pin agar mudah diingat. *Software* Arduino merupakan *software open source* sehingga dapat di download secara gratis. *Software* ini digunakan untuk membuat dan memasukkan program ke dalam Arduino. Pemrograman Arduino tidak sebanyak tahapan mikrokontroler konvensional karena Arduino sudah didesain mudah untuk dipelajari, sehingga para pemula dapat mulai belajar mikrokontroler dengan Arduino.

Menurut Santosa (2012:1), arduino adalah *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel.

Berdasarkan pengertian yang dikemukakan diatas dapat disimpulkan bahwa arduino merupakan *kit* elektronik atau papan rangkaian elektronik yang didalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR dari perusahaan Atmel serta *software* pemrograman yang berlisensi *open source*.



Gambar 2.3.1. Bentuk Fisik Arduino Uno R3

Sumber : .(Rangga, 2016)

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 ketika hendak memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika memprogram mikrokontroler. *Port* USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai *port* komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin masukan analog dan 14 pin digital *input/output*. Untuk 6 pin analog bisa difungsikan sebagai *output* (keluaran) digital jika diperlukan *output* digital tambahan selain 14 pin yang sudah tersedia. Untuk mengubah pin analog menjadi digital cukup mengubah konfigurasi pin pada program. Dalam *board* bisa dilihat pin digital diberi keterangan 0-13, sehingga untuk menggunakan pin analog menjadi *output* digital,

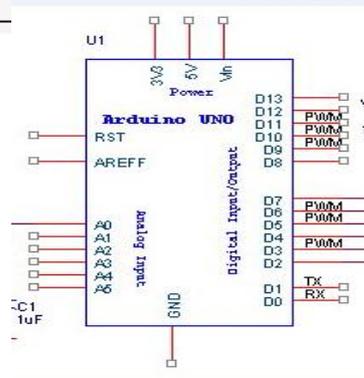
pin analog pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin *output* digital 14-16.

Sifat *open source* arduino juga banyak memberikan keuntungan tersendiri dalam menggunakan *board* ini, karena dengan sifat *open source* komponen yang dipakai tidak hanya tergantung pada satu *merk*, namun memungkinkan bisa memakai semua komponen yang ada dipasaran.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasanya sehingga mempermudah dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler. Deskripsi Arduino UNO:

Tabel 2.2 Deskripsi Arduino Uno

Mikrokontroler	ATmega 328
Tegangan Pengoperasian	5 V
Tegangan Input yang disarankan	7 – 12 V
Batas Tegangan Input	6 – 20 V
Jumlah pin I/O digital	14 pin digital (6 diantaranya menyediakan keluaran PWM)
Jumlah pin input Analog	6 pin
Arus DC tiap pin I/O	40mA
Arus DC untuk pin 3,3 V	50mA
Memori Flash	32 KB (ATmega 328) sekitar 0,5 KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega 328)
EPROM	1 KB (ATmega 328)
Clock Speed	16 MHz



Gambar 2.2. Rangkaian Arduino Uno

Sumber :.(Rangga, 2016)

2.4. Power Suplay

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB (*Universal Serial Bus*) atau *power supply*. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan konektor *jack* adaptor pada koneksi *port inputsupply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7 V, kadangkala pin 5 V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi *over heat* dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt. Penjelasan pada pin *power* adalah sebagai berikut :

a. Vin

Tegangan *input* ke board arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 Vdc dari koneksi USB (*Universal Serial Bus*) atau tegangan yang diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

b. 5 Vdc

Regulasi *powersupply* digunakan untuk *power* mikrokontroler dan komponen lainnya pada *board*. 5 V dapat melalui Vin menggunakan regulator pada *board*, atau supply oleh USB atau *supply* regulasi 5 V lainnya.

c. 3V3 dc

Suplai 3.3 didapat oleh FTDI *chip* yang ada di *board*. Arus *maximum* adalah 50 mA.

d. Pin Ground (GND)

Pin *ground* berfungsi sebagai jalur *ground* pada arduino.

e. Memori

Mikrokontroler ATmega328 memiliki 32 KB *flash* memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk *bootloader*. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

f. Input Dan Output

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima *maximum* 40 mA dan memiliki *internal pull-up* resistor (*disconnected* oleh *default*) 20-50K Ohm. Beberapa pin memiliki fungsi sebagai berikut :

g. RX dan TX

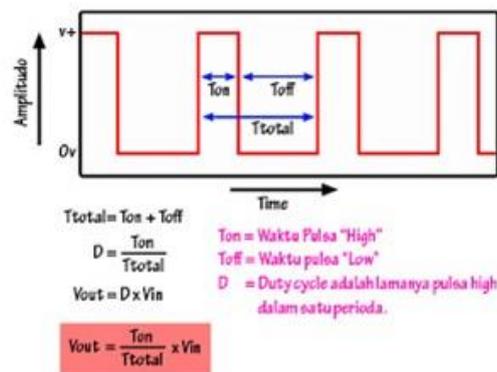
TX dan Rx menggunakan protokol yang diimplementasikan dalam sebuah perangkat bernama UART (*Universal Asynchronous Receiver / Transmitter*). Rx adalah jalur penerimaan data (perpindahan data) dari satu komputer ke komputer lain. Rx biasa disebut *received*, yang berguna menangkap data yang dikirim oleh *transmitter* (Tx). Tx disebut transmit yang berfungsi untuk mengirim data/mengeluarkan data, atau merupakan jalan yang dilalui dalam mengirim data antar device. data akan dikirim melalui Tx (*transmitter*) dan di ujung lainnya data akan diterima melalui Rx (*Received*). Dalam arduino uno terdapat pin 0 sebagai pin RX dan 1 sebagai TX yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial.

h. Interrupt Eksternal

Interrupt adalah suatu permintaan khusus untuk melakukan sesuatu, dan akan menghentikan dahulu apa yang sedang dikerjakan, dan baru di lanjutkan setelah selesai. Banyak yang bisa menjadi penyebab interupsi seperti *timer*, *hardware error*, I/O, Program dan lainnya. Tujuan interupsi yaitu agar pengekseskuan program pada CPU , mikrokontroler berjalan lancar serta efisien. Dalam arduino uno *Interrupt eksternal* terdapat pada pin 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk *trigger* sebuah interap pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai.

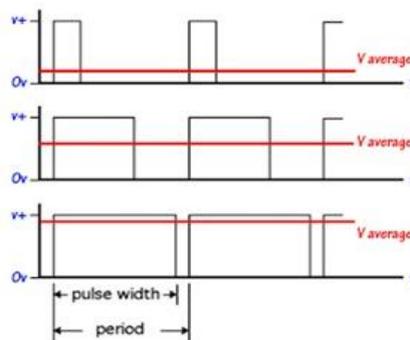
2.5. PWM

Sinyal PWM pada umumnya memiliki amplitudo dan frekuensi dasar yang tetap, namun memiliki lebar pulsa yang bervariasi. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. Artinya, sinyal PWM memiliki frekuensi gelombang yang tetap namun duty cycle bervariasi antara 0% hingga 100%.



Gambar 2.3 Amplitudo Dan Frekuensi PWM

Dari persamaan diatas, diketahui bahwa perubahan *duty cycle* akan merubah tegangan *output* atau tegangan rata-rata seperti gambar dibawah ini



Gambar 2.4. Keadaan Lebar Pulsa PWM

Sumber :.(Rangga, 2016)

2.6.SPI (Serial Peripheral Interface)

Serial Peripheral Interface (SPI) merupakan salah satu mode komunikasi *serial synchronous* kecepatan tinggi yang dimiliki oleh ATmega 328. Komunikasi SPI membutuhkan 3 jalur yaitu MOSI, MISO, dan SCK. Melalui

komunikasi ini data dapat saling dikirimkan baik antara mikrokontroler maupun antara mikrokontroler dengan peripheral lain di luar mikrokontroler. Penjelasan 3 jalur utama dari SPI adalah sebagai berikut :

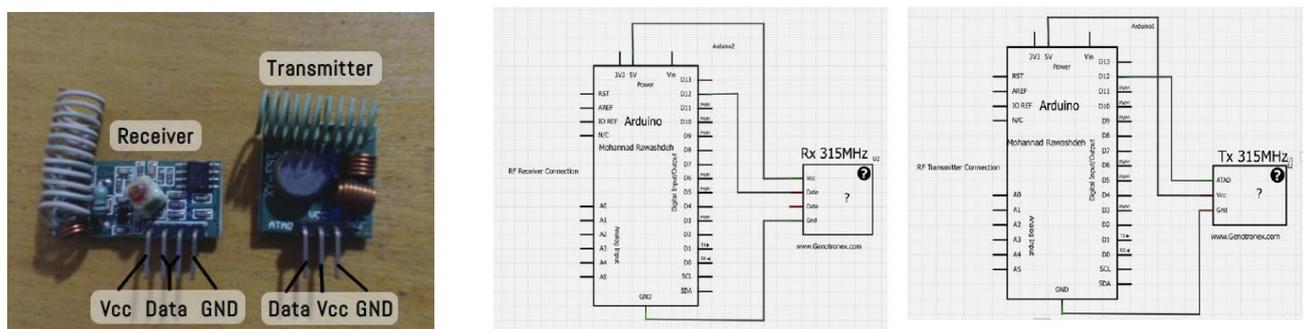
- a. MOSI : *Master Output Slave Input* Artinya jika dikonfigurasi sebagai master maka pin MOSI sebagai output tetapi jika dikonfigurasi sebagai slave maka pin MOSI sebagai input.
- b. MISO : *Master Input Slave Output* Artinya jika dikonfigurasi sebagai master maka pin MISO sebagai input tetapi jika dikonfigurasi sebagai slave maka pin MISO sebagai output.
- c. CLK : Clock Jika dikonfigurasi sebagai master maka pin CLK berlaku sebagai *output* tetapi jika dikonfigurasi sebagai slave maka pin CLK berlaku sebagai input.

Dalam arduino uno SPI terdapat pada pin: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa arduino. MISO (*Master In Slave Out*) & MOSI (*Master Out Slave In*) adalah jalur data untuk komunikasi antara master (*programmer / downloader, USBAsp*) dan *Slave* (IC mikrokontoler). Sesuai dengan namanya, MISO merupakan jalur yang digunakan *download* untuk menerima data, sedangkan MOSI adalah jalur *downloader* mengirim data ke IC mikrokontroller. Kedua jalur ini adalah jalur utama yang digunakan *downloader* dan mikrokontroler berkomunikasi. Untuk menghindari kesalahan dalam berkomunikasi, maka dibutuhkan sinkronisasi. Sinkronisasi tersebut dilakukan dengan memanfaatkan jalur SCK (atau ada yang disebut SCLK, Serial CLOCK). Data (MISO dan atau MOSI) akan dianggap *valid* hanya saat SCK dalam keadaan tinggi.

2.7. Radio Frekuensi (RF)

Radio Frekuensi (RF) teknologi yang sudah lama digunakan namun, pasti kita tidak begitu sadar itu merupakan salah satu *Wireless*, dan RF ini merupakan perintis dari teknologi *Wireless* yang ada saat ini. Salah satu perangkat radio frekuensi adalah Modul komunikasi RF 315 MHz.

Modul komunikasi RF 315 MHz pada prinsipnya kedua jenis modul tersebut bentuknya sama secara fisik, namun berbeda pada frekuensi kerjanya. Hal yang perlu diperhatikan jika menggunakan modul ini adalah kerentanannya terhadap *noise* yang dapat mengganggu komunikasi. Untuk tegangan, modul ini cukup fleksibel dan dapat bekerja pada rentang tegangan 3-12 Vdc sehingga dapat dengan mudah digunakan pada tegangan 5 Vdc sesuai dengan yang digunakan oleh arduino pada umumnya.



Gambar 2.5. Modul RF 315 Mhz

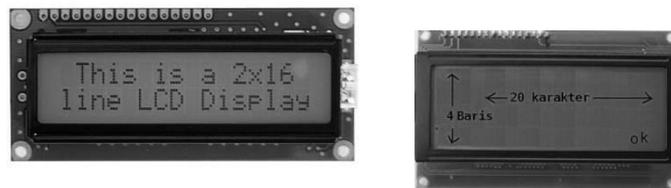
Sumber :.(Rangga, 2016)

Modul RF 315 Mhz yang umumnya beredar tidak dilengkapi dengan antena sehingga jangkauannya hanya beberapa cm. Untuk memaksimalkan jarak jangkauan maka perlu menambahkan antena ke modul tersebut. dapat menggunakan kawat tembaga sebagai antena. Adapun ukuran kawat yang digunakan untuk modul RF 315 MHz adalah kurang lebih sekitar 23 cm.

2.8. Liquid Crystal Display (LCD)

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang misalnya alat-alat elektronik seperti televisi, kalkulator, atau pun layar komputer. LCD berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. LCD sekarang semakin banyak digunakan, dari yang berukuran kecil, seperti LCD pada sebuah MP3 *player* sampai yang berukuran besar seperti monitor PC atau televisi. Warna yang dapat

ditampilkan bisa bermacam–macam, dari yang 1 warna (*monochrome*) sampai yang 65.000 warna. Pola (*pattern*) LCD juga bisa bervariasi, dari pola yang membentuk *display* 7 segmen (misalnya LCD yang dipakai untuk jam tangan) sampai LCD yang bisa menampilkan karakter/teks dan LCD yang bisa menampilkan gambar.



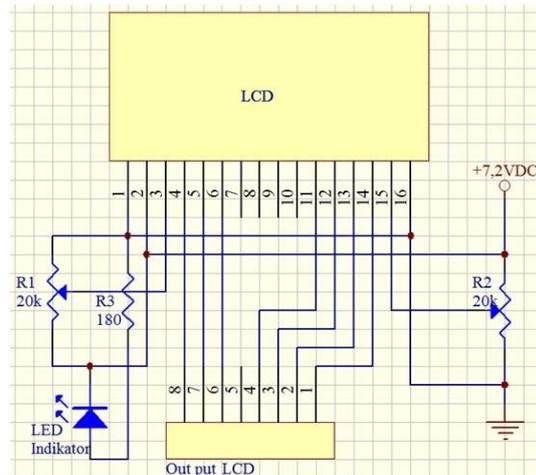
Gambar 2.6. Bentuk Fisik LCD

Sumber :.(Rangga, 2016)

Pada LCD yang bisa menampilkan karakter (LCD karakter) dan LCD yang bisa menampilkan gambar (LCD grafik), diperlukan memori untuk membangkitkan gambar CGROM (*Character Generator ROM*) dan juga RAM untuk menyimpan data (teks atau gambar) yang sedang ditampilkan (DDRAM atau *Display Data RAM*). Diperlukan pula pengendali (*controller*) untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler.

LCD karakter adalah LCD yang bisa menampilkan karakter ASCII dengan format dot matriks. LCD jenis ini bisa dibuat dengan berbagai ukuran, 1 sampai 4 baris, 16 sampai 40 karakter per baris dan dengan ukuran *font* 5x7 atau 5x10. LCD ini biasanya dirakit dengan sebuah PCB yang berisi pembangkit karakter dan IC pengendali serta *driver*-nya. Walaupun ukuran LCD berbeda–beda, tetapi IC pengendali yang digunakan biasanya sama sehingga protokol komunikasi dengan IC juga sama. Antarmuka yang digunakan sesuai dengan *level* digital TTL (*Transistor-transistor logic*) dengan lebar bus data yang bisa dipilih 4 bit atau 8 bit. Pada bus data 4 bit komunikasi akan 2 kali lebih lama karena data atau perintah akan dikirimkan 2 kali, tetapi karena mikrokontroler sangat cepat, hal ini tidak akan menjadi masalah. Penggunaan bus data 4 bit akan menghemat pemakaian port mikrokontroler. Semua fungsi *display* diatur oleh instruksi–

instruksi, sehingga modul LCD ini dapat dengan mudah dihubungkan dengan unit mikrokontroler. LCD tersusun sebanyak dua baris dengan 16 karakter.



Gambar 2.7. Rangkaian LCD

2.8.1. Fitur LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

- Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
- Mempunyai 192 karakter tersimpan.
- Terdapat karakter generator terprogram.
- Dapat dialamati dengan mode 4 bit dan 8 bit.
- Dilengkapi dengan *backlight*.

2.8.2. Rangkaian Antarmuka LCD

Umumnya, sebuah LCD karakter akan mempunyai 14 pin untuk mengendalikannya. Pin-pin terdiri atas 2 pin catu daya (Vcc dan Vss), 1 pin untuk mengatur kontras LCD (Vee), 3 pin kendali (RS, R/W dan E), 8 pin data (DB0 - DB7). Pada LCD yang mempunyai *backlight*, disediakan 2 pin untuk memberikan tegangan ke dioda *backlight* (disimbolkan dengan A dan K). Tabel 2.1 memperlihatkan pin-pin LCD dan fungsinya.

Tabel 2.3 Keterangan Pin LCD

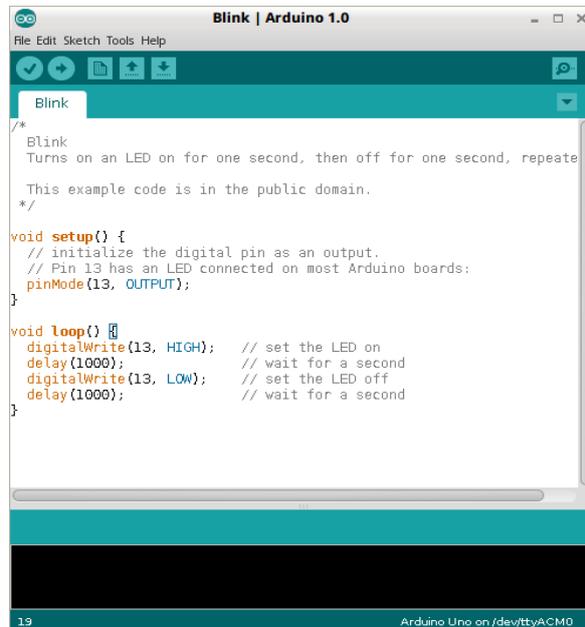
No	Nama	Fungsi	Keterangan
1	Vss	Catu daya (0 V atau GND)	
2	Vcc	Catu daya +5 V	
3	Vee	Tegangan LCD	
4	RS	<i>Register Select</i> , untuk memilih mengirim perintah atau data (Input)	“0” memilih <i>register</i> perintah dan “1” <i>register</i> data
5	R/W	<i>Read/Write</i> , pin untuk pengendali baca atau tulis (Input)	“0” untuk proses tulis dan “1” untuk proses baca, dalam banyak aplikasi tidak ada proses pembacaan data dari LCD, sehingga R/W bisa langsung dihubungkan ke GND
6	E	<i>Enable</i> , untuk mengaktifkan LCD untuk memulai operasi baca tulis	Pulsa: Rendah–Tinggi – Rendah
7 – 14	DB0 – DB7	Bus data (<i>Input/Output</i>)	Pada operasi 4 bit hanya DB4 - DB7 yang digunakan, yang lain dihubungkan ke GND. DB7 dapat digunakan sebagai bit status sibuk (<i>busy flag</i>)
15	V+	4,2 V	
16	V-	GND	

2.9. *Integrated Development Environment (IDE) Arduino*

Arduino Uno dapat diprogram dengan perangkat lunak Arduino. Pada ATmega328 di Arduino terdapat *bootloader* yang memungkinkan Anda untuk meng-*upload* kode baru untuk itu tanpa menggunakan *programmer hardware eksternal*. *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* terdiri dari editor teks untuk menulis kode, sebuah area pesan, sebuah konsol, sebuah *toolbar* dengan tombol-tombol untuk fungsi yang umum dan beberapa menu. *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* terhubung ke *arduino board* untuk meng-*upload* program dan juga untuk berkomunikasi dengan *arduino board*.

Perangkat lunak (*software*) yang ditulis menggunakan *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* disebut *sketch*. *Sketch* ditulis pada editor teks. *Sketch* disimpan dengan file berekstensi *.ino*. Area pesan memberikan informasi dan pesan *error* ketika kita menyimpan atau membuka *sketch*. Konsol menampilkan *output teks* dari *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* dan juga menampilkan pesan *error* ketika kita mengkompilasi *sketch*. Pada sudut kanan bawah jendela *Integrated Development Environment (IDE) Arduino* menunjukkan jenis *board* dan port serial yang sedang digunakan. Tombol *toolbar* digunakan untuk memeriksa dan meng-*upload sketch*, membuat, membuka, atau menyimpan *sketch*, dan menampilkan serial monitor. IDE Arduino terdiri dari:

1. *Editor* program, sebuah *window* yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa *Processing*.
2. *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 mikrokontroler adalah kode biner. Itulah sebabnya *compiler* diperlukan dalam hal ini.
3. *Uploader*, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori di dalam papan Arduino.



```

Blink
File Edit Sketch Tools Help
Blink
/*
 * Blink
 * Turns on an LED on for one second, then off for one second, repeats.
 * This example code is in the public domain.
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(13, OUTPUT);
}

void loop() {
  digitalWrite(13, HIGH); // set the LED on
  delay(1000);           // wait for a second
  digitalWrite(13, LOW); // set the LED off
  delay(1000);           // wait for a second
}

```

Gambar 2.8. Tampilan Software Compiler Arduino
Sumber ; (Rangga, 2016)

Di bawah ini merupakan tombol-tombol *toolbars* serta fungsinya yang terdapat pada IDE Arduino, diantaranya:



Verify: berfungsi untuk mengecek error pada kode program



Upload: berfungsi untuk meng-*compile* dan meng-*upload* program ke *Arduinoboard*.



New : berfungsi untuk membuat *sketch* baru



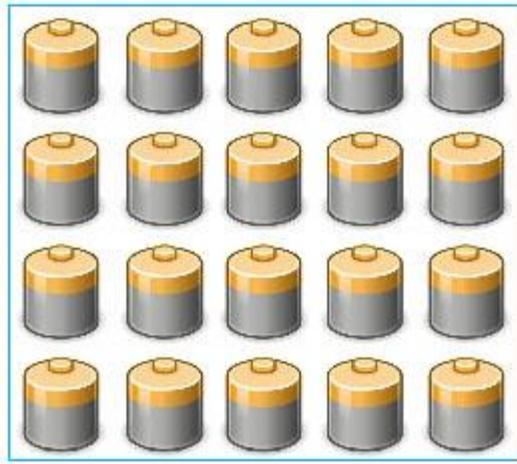
Open : berfungsi untuk menampilkan sebuah menu dari seluruh *sketch* yang berada di dalam *sketchbook*.



Save : berfungsi untuk menyimpan *sketch*.

2.10. Baterai

Hampir semua barang elektronik yang digunakan mengandung baterai sebagai tenaga penggerakannya. Contohnya, seperti *handphone*, jam tangan, gadget dan laptop. Sebagai pemakai barang elektronik mengenal jenis-jenis baterai sangat dianjurkan agar dapat memperlakukannya sesuai dengan apa yang diinginkan, sehingga baterai akan awet dan bekerja sesuai harapan. Dengan demikian barang elektronik akan selalu dalam kondisi siap pakai. Disamping itu, jika mengenal baterai dengan baik maka akan tahu fungsi dan penerapannya secara tepat. (Rangga, 2016)



Gambar 2.9. Bentuk Fisik Baterai

Sumber : (Rangga, 2016)

Secara garis besar, berdasarkan bahan kimianya baterai dibagi dalam dua kategori utama, yaitu :

A. Baterai Primer (*Primary Batteries*)

Jenis ini disebut juga baterai sekali pakai (*single-use battery*) yang berarti setelah habis arus listriknya baterai tersebut harus dibuang ditempat semestinya.

B. Baterai Sekunder (*Secondary Batteries*)

Jenis ini disebut juga baterai yang dapat di-charge ulang (*rechargeable batteries*) jika telah habis arus listriknya. Berikut berbagai macam penjelasan tentang baterai untuk masing-masing kategori yang diatas.

2.10.1 Baterai Primer (*Primary Batteries*)

A. *Heavy Duty*

Heavy duty atau *Carbon Zinc (Zn-MnO₂) battery*. Ini merupakan baterai primer yang paling murah yang banyak digunakan dalam rumah tangga seperti pada jam dinding dan *remote control*.



Gambar 2.10. Bentuk Fisik Baterai *Heavy Duty*

Sumber : (Rangga, 2016)

B. Alkaline

zinc-alkaline manganese dioxide battery. Baterai jenis ini memiliki *power* yang lebih dan umur simpan yang lebih lama dari baterai *Heavy Duty*.



Gambar2.11. Bentuk Fisik Baterai *Alkaline*

Sumber : (Rangga, 2016)

C. Lithium Cells

Baterai *Lithium* memiliki kemampuan kinerja yang jauh lebih baik melampaui baterai elektrolit konvensional. Umur simpannya bisa lebih dari 10 tahun dan tetap bekerja dengan baik pada suhu yang sangat rendah. Baterai Lithium umumnya sebesar uang koin saja, maksimal ukuran AA. Hal ini atas pertimbangan keselamatan dan keamanan jika digunakan masyarakat umum. Sebenarnya ada juga ukuran yang lebih besar namun penggunaannya hanya terbatas pada kepentingan militer.



Gambar 2.12. Bentuk Fisik Baterai *Alkaline*

Sumber : (Rangga, 2016)

D. Silver Oxide Cells

Baterai jenis ini memiliki kepadatan energi sangat tinggi tetapi harganya mahal karena terbuat dari bahan *silver* (perak). Karena ukurannya sangat kecil sebesar kancing baju yang digunakan pada jam tangan dan *calculators*.



Gambar 2.13. Bentuk Fisik Baterai *Silver Oxide Cells*

Sumber : (Rangga, 2016)

E. Zinc Air Cells

Baterai jenis ini menjadi standar yang digunakan pada alat bantu dengar. Memiliki waktu pakai yang sangat lama karena hanya memiliki material anoda saja, sedangkan katoda-nya memanfaatkan udara di sekitarnya.



Gambar 2.14 Bentuk Fisik Baterai *Zinc Air Cells*

Sumber : (Rangga, 2016)

2.10.2 Baterai Sekunder (*Secondary Batteries*)

A. *Rechargeable Alkaline*

Rechargeable Alkaline merupakan baterai *alkaline* yang paling murah yang dapat di-*charger* ulang, memiliki umur simpan yang lama dan cocok untuk penggunaan yang umum / moderat. Di antara baterai yang dapat di-*charger* ulang, jenis baterai ini merupakan jenis yang paling rendah siklus pe-*charger*-an ulangnya, sekitar 25 kali atau lebih. Namun demikian baterai ini tetap menjadi pilihan karena popularnya baterai alkaline ditambah lagi dapat di-*charger* ulang.



Gambar 2.15 Bentuk Fisik Baterai *Rechargeable Alkaline*

Sumber : (Rangga, 2016)

B. *Nickel-Cadmium (Ni-Cd)*

Baterai Ni-Cd merupakan baterai yang bisa di-cas ulang yang kokoh serta handal dan mempunyai daya yang tinggi serta dapat digunakan dalam rentang temperatur yang luas. Kekurangannya baterai jenis ini memiliki waktu pakai yang rendah (lebih sering nge-*charger* -nya). Arus listrik (setelah di-*charger* penuh) akan berkurang 30% per bulan jika tidak dipergunakan. Memiliki kandungan racun (*toxic*) 15%, karsinogenic cadmium, (zat yang dapat menyebabkan kanker), karenanya harus di *recycle*, jangan dibuang sembarang tempat. Baterai jenis ini walaupun berbahaya tetap banyak digunakan terutama pada alat-alat pertukangan.



Gambar 2.16. Bentuk Fisik Baterai *Nickel-Cadmium (Ni-Cd)*

Sumber : (Rangga, 2016)

D. *Nickel-Metal Hydride (Ni-MH)*

Baterai Ni-MH memiliki 30% lebih kapasitasnya dibanding baterai Ni-Cd pada tegangan yang sama. *Cycle life* (jumlah *charger* ulang setelah pemakaian) lebih tinggi dan memiliki kemampuan pada beban arus yang lebih tinggi. *Selfdischarge* (arus berkurang selama penyimpanan) rata-rata 40% per bulan. Baterai Ni-MH tidak mengandung racun cadmium, tapi tetap mengandung zat karsinogen, seperti nickel-oxides dan cobalt.



Gambar 2.17. Bentuk Fisik Baterai *Nickel-Metal Hydride (Ni-MH)*

Sumber : (Rangga, 2016)

D. *Lithium Ion (Li-Ion)*

Lithium ion merupakan terobosan baru dalam dunia baterai *rechargeable*. Beratnya lebih ringan 30% dan kapasitasnya lebih 30% dibanding baterai Ni-MH. *Self discharge*-nya rata-rata 20% per bulan. Jika terkena panas akan merusak baterai bahkan dapat terbakar dan tidak mengandung racun cadmium tetapi tetap mengandung zat karsinogen seperti *cobalt oxides* dan *nickel oxides*. Baterai jenis ini banyak digunakan pada laptop dan *handphone* dan selalu dijual sebagai bagian dari perangkat elektroniknya karena harus menggunakan *charge* khusus.



Gambar 2.18. Baterai Lithium ion

Sumber : (Rangga, 2016)

E. *Lead-Acid*

Baterai *lead-acid* (asam timbal) lebih dikenal dengan nama aki Populer diseluruh dunia, daya tahan tinggi dan sangat ekonomis. Namun karena beratnya, baterai ini tidak memungkinkan digunakan pada barang elektronik yang *portable*. Bahan timbal (lead) merupakan racun dan bersifat karsinogen. Karenanya harus di daur ulang dengan baik. Proses daur ulang baterai *Lead Acid* merupakan proses daur ulang paling sukses dunia. Saat ini 93% baterai *lead-acid* telah didaur-ulang dan dipergunakan untuk memproduksi baterai *lead- acid* yang baru.

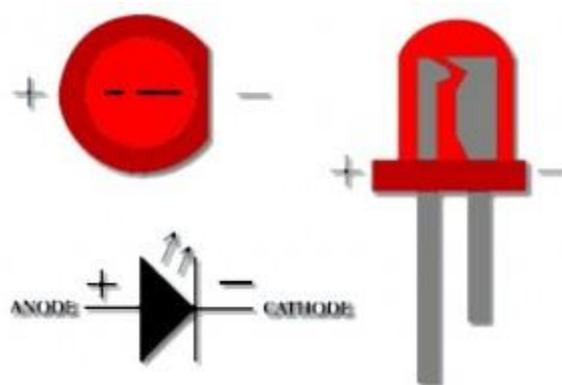


Gambar 2.19. Bentuk Fisik Baterai *Lead-Acid*

Sumber : (Rangga, 2016)

2.11. LED (*Light Emitting Dioda*)

LED (*Light Emitting Dioda*) adalah dioda yang dapat memancarkan cahaya pada saat mendapat arus bias maju (*forward bias*). LED (*Light Emitting Dioda*) dapat memancarkan cahaya karena menggunakan dopping galium, arsenic dan phosporus. Jenis doping yang berbeda diata dapat menghasilkan cahaya dengan warna yang berbeda. LED (*Light Emitting Dioda*) merupakan salah satu jenis dioda, sehingga hanya akan mengalirkan arus listrik satu arah saja. LED akan memancarkan cahaya apabila diberikan tegangan listrik dengan konfigurasi *forward bias*. Berbeda dengan dioda pada umumnya, kemampuan mengalirkan arus pada LED (*Light Emitting Dioda*) cukup rendah yaitu maksimal 20 mA. Apabila LED (*Light Emitting Dioda*) dialiri arus lebih besar dari 20 mA maka LED akan rusak, sehingga pada rangkaian LED dipasang sebuah resistor sebagai pembatas arus. Simbol dan bentuk fisik dari LED (*Light Emitting Dioda*) dapat dilihat pada gambar berikut. (Diding Suhardi, 2014)



Gambar 2.11. Bentuk Fisik LED

Sumber : (Diding Suhardi, 2014)

LED memiliki kaki 2 buah seperti dengan dioda yaitu kaki anoda dan kaki katoda. Pada gambar diatas kaki anoda memiliki ciri fisik lebih panjang dari kaki katoda pada saat masih baru, kemudian kaki katoda pada LED (*Light Emitting Dioda*) ditandai dengan bagian body LED yang di papas rata. Kaki anoda dan kaki katoda pada LED (*Light Emitting Dioda*) disimbolkan seperti pada gambar diatas. Pemasangan LED (*Light Emitting Dioda*) agar dapat menyala adalah dengan memberikan tegangan bias maju yaitu dengan memberikan tegangan positif ke kaki anoda dan tegangan negatif ke kaki katoda. Konsep pembatas arus pada dioda adalah dengan memasang resistor secara seri pada salah satu kaki LED (*Light Emitting Dioda*).

2.12. Pipa Air

Pipa adalah sebuah selongsong bundar yang digunakan untuk mengalirkan fluida cairan atau gas. Terminologi pipa biasanya disamakan dengan istilah tube, namun biasanya istilah untuk pipa memiliki diameter lebih dari 3/4 in. Berdasarkan standard dalam pebuatannya, pipa biasanya di dasarkan pada diameter nominalnya, ia biasanya memiliki nilai outside diamter (OD) atau diameter luarnya tetap sedangkan untuk tebalnya menggunakan istilah schedule yang memiliki nilai berfariasi. (duwi H, 2016)



Gambar 2.12. Pipa AirPVC

Sumber :(Duwi H, 2016)

Dalam sebuah pipa atau lebih tepatnya sistem pemipaan, kita akan mengenal istilah NPS. NPS yang memiliki kepanjangan dari Nominal *Pipe Size* adalah istilah yang menunjukkan diameter nominal (bukan ukuran sebenarnya) dari sebuah pipa. Maksudnya nominal disini adalah hanya angka standar yang digunakan sebagai satuan umum. Contohnya adalah ketika kita menyebutkan pipa 2” (dua in) Maka pipa tersebut memiliki ukuran sekitar dua in, namun ukuran aslinya bila

di ukur tidak tepat dua in. Nilai dua in tersebut hanya nominal yang di gunakan untuk meyebutkan jenis pipa agar baik penjual atau pemakai sama sama tahu, tetapi bukan ukuran sebenarnya.

Pipa sendiri di bedakan menjadi dua istilah, piping dan pipeline. Piping di gunakan untuk istilah pipa yang mengalirkan dari satu tempat ke tempat lain dalam jarak yang berdekatan, sedangkan pipa yang digunakan berukuran relatif kecil. Sedangkan pipeline istilah tersebut digunakan untuk mengalirkan fluida dari satu fasilitas (plant) ke plant yang lain, dan biasanya ukurannya sangat besar.

2.13. Aquarium

Aquarium adalah vivarium yang terdiri dari setidaknya satu sisi transparan di manatanaman air tinggal atau binatang disimpan. Menggunakan akuarium untuk menjaga ikan, invertebrata, amfibi, mamalia laut, penyu, dan tanaman air. Istilah ini menggabungkan aqua akar bahasa Latin, yang berarti air, dengan akhiran-Arium, yang berarti “tempat untuk berhubungan dengan”. Sebuah aquarist memiliki ikan atau memelihara akuarium, biasanya terbuat dari kaca atau kekuatan tinggi-plastik akrilik. Akuarium berbentuk kubus juga dikenal sebagai tangki ikan atau hanya tank, sementara berbentuk mangkuk akuarium juga dikenal sebagai mangkuk ikan. Ukuran dapat berkisar dari mangkuk kaca kecil untuk akuarium publik yang besar. Peralatan khusus menjaga kualitas air yang sesuai dan karakteristik lainnya yang cocok untuk warga akuarium.



Gambar 2.13. Aquarium

Sumber : (J Fredy, 2015)