BAB II
TEORI PENUNJANG

2.1 Perangkat Keras

Dalam pembuatan Tugas Akhir ini Penulis merancang sistem perangkat keras yang terdiri dari:

2.1.1 Mikrokontroler Arduino UNO ATmega328

Arduino Uno adalah papan sirkuit berbasis mikrokontroler ATmega328. IC (*integrated circuit*) ini memiliki 14 *input/output* digital (6 *output* untuk PWM), 6 analog *input*, resonator kristal keramik 16 MHz, Koneksi USB, soket adaptor, pin *header* ICSP, dan tombol reset. Hal inilah yang dibutuhkan untuk men-*support* mikrokontrol secara mudah terhubung dengan kabel *power* USB atau kabel *power supply* adaptor AC ke DC atau juga baterai. Untuk keunggulan board Arduino Uno Revision 3 antara lain:

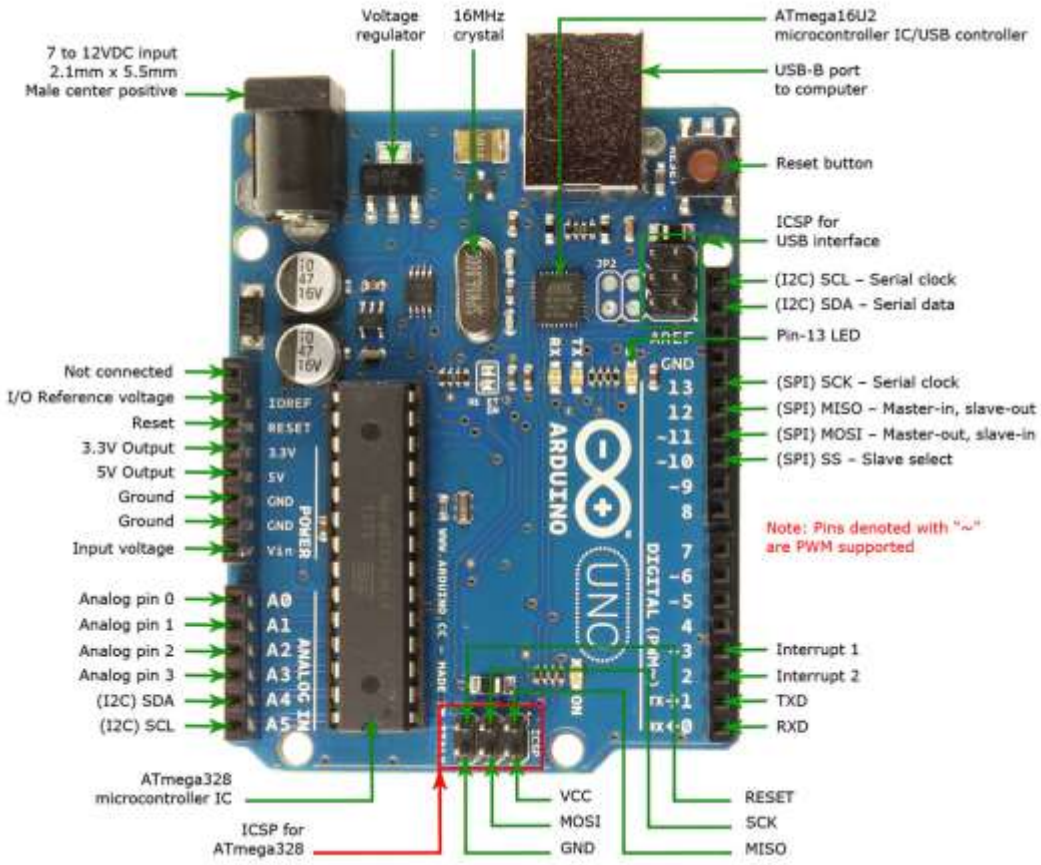
1. *pinout*: ditambahkan pin SDA dan SCL di dekat pin AREF dan dua pin lainnya diletakkan dekat tombol RESET, fungsi IOREF melindungi kelebihan tegangan pada papan rangkaian. Keunggulan perlindungan ini akan kompatibel juga dengan dua jenis board yang menggunakan jenis AVR yang beroperasi pada tegangan kerja 5V dan Arduino Due tegangan operasi 3.3V
2. Rangkaian RESET.
3. Penerapan ATmega 16U2 pengganti 8U2. Tabel 2.1 menunjukan spesifikasi dari arduino UNO.

Tabel 2.1 Spesifikasi arduino UNO

Mikrokontroler	Atmega328P
Tegangan Operasi	5 Volt
Input Tegangan (Disarankan)	7-12 Volt
Input Tegangan (Batas)	6-20 Volt
Pin I/O Digital	14 (6 pin untuk *output* PWM)
Pin Analog	6
Arus DC Tiap Pin I/O	20 mA
Arus DC Untuk Pin 3.3V	50 mA

Memori Flash	32 KB (0,5 KB digunakan oleh *Bootloader*)
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Kecepatan Clock	16 Mhz
Panjang	68,6 mm
Lebar	53,4 mm
Berat	25 g

Gambar 2.1 memperlihatkan bentuk dari arduino UNO beserta dengan kegunaan fungsi lain tiap pinout.



Gambar 2.1 Arduino UNO pinout

Power

Arduino Uno dapat disuplai langsung ke USB atau *power supply* tambahan yang pilihan *power* secara otomatis berfungsi tanpa saklar. Kabel *external* (*non*-USB) seperti menggunakan adaptor AC ke DC atau baterai dengan konektor *plug*

ukuran 2,1 mm polaritas positif di tengah ke *jack power* pada *board*. Jika menggunakan baterai dapat disematkan pada pin GND dan Vin dibagian *Power* konektor. Papan Arduino ini dapat disuplai tegangan kerja antara 6 sampai 20 volt, jika catu daya dibawah tengan standar 5V *board* akan tidak stabil, jika dipaksakan ke tegangan regulator 12 Volt mungkin *board* arduino cepat panas (*overheat*) dan merusak *board*. Sangat direkomendasikan tegangannya 7-12 volt.

Penjelasan *Power* PIN:

1. **VIN -** *Input* tegangan *board* saat menggunakan sumber catu daya luar (adaptor USB 5 Volt atau adaptor yang lainnya 7-12 volt) bisa menghubungkannya dengan pin VIN ini atau langsung ke *jack power* 5V. DC *jack power* (7-12V), Kabel konektor USB (5V) atau catu daya lainnya (7-12V). Menghubungkan secara langsung *power supply* luar (7-12V) ke pin 5V atau pin 3.3V dapat merusak rangkaian Arduino ini.
2. **3V3 -** Pin tegangan 3.3 volt catu daya umum langsung ke *board*. Maksimal arus yang diperbolehkan adalah 50 mA.
3. **GND -** Pin Ground.
4. **IOREF -** Pin ini penyedia referensi tegangan agar mikrokontroler beroperasi dengan baik. Memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan pada *output* untuk bekerja dengan 5V atau 3.3V.

Memori

ATmega328 memiliki memori 32 KB (dengan 0.5 KB digunakan sebagai *bootloader*). Memori 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM (yang dapat baca tulis dengan *libary* EEPROM).

Input* dan *Output

Masing-masing dari 14 pin UNO dapat digunakan sebagai *input* atau *output* dengan menggunakan perintah fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead() yang menggunakan tegangan operasi 5 volt. Tiap pin dapat menerima arus maksimal hingga 40 mA dan resistor *internal pull-up* antara 20-50 kohm, beberapa pin memiliki fungsi kekhususan antara lain:

1. ***Serial***: 0 (RX) dan 1 (TX). Sebagai penerima (RX) dan pemancar (TX) TTL serial data. Pin ini terkoneksi untuk pin korespondensi chip ATmega8U2 USB-toTTL Serial.
2. ***External Interrupts***: 2 dan 3. Pin ini berfungsi sebagai konfigurasi *trigger* saat interupsi *value low*, naik, tepi, atau nilai *value* yang berubah-ubah.
3. **PWM**: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Melayani *output* 8-bit PWM dengan fungsi analogWrite().
4. **SPI**: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin yang mendukung komunikasi SPI menggunakan SPI *library*.
5. **LED**: 13. Terdapat LED indikator bawaan (*built-in*) dihubungkan ke digital pin 13, ketika nilai *value HIGH* led akan ON, saat *value LOW* led akan OFF.

Uno memiliki 6 analog *input* tertulis di label A0 hingga A5, masing-masing memberikan 10 bit resolusi (1024). Secara asal *input* analog tersebut terukur dari 0 (*ground*) sampai 5 volt, memungkinkan perubahan teratas dari jarak yang digunakan oleh pin AREF dengan fungsi analogReference(). Sebagai tambahan, beberapa pin ini juga memeliki kekhususan fungsi antara lain:

1. **TWI:** Pin A4 atau pin SDA dan pin A5 atau pin SCL.
2. **AREF:** Tegangan referensi untuk *input* analog. Digunakan fungsi analogReference().
3. **Reset**: Menekan jalur LOW untuk me-*reset* mikrokontroler, terdapat tambahan tombol *reset* untuk melindungi salah satu blok.

   Pin analog arduino terhubung dengan sebuah ADC yang dapat merubah tegangan analog menjadi tegangan digital. ADC pada arduino(ATmega) memiliki resolusi 8-bit yang mendapatkan bilangan digital 0 – 255 sebagai representasi tegangan 0V – 5V. konversi ADC menggunakan tegangan referensi V_{ref} internal sebesar 2,56V. Contohnya untuk menghitung tegangan yang masuk pada arduino digunakan persamaan berikut.

   Dik:

   V_{ref} internal : 2,56V

   ADC : 8 bit

Dit:

Keluaran Digital ADC?

Jawab:

$$ADC = \frac{Vcc}{Vref} * 256$$

$$ADC = \frac{5V}{2,56V} * 256$$

$$ADC = 1,953125V * 256$$

$$ADC = 500_{10}$$

$$ADC = 1\ 1111\ 0100_2$$

Dari data yang diperoleh maka kode digital ADC 500_{10} yang dikonversikan ke dalam biner diperoleh $1\ 1111\ 0100_2$.

Komunikasi

Arduino Uno memiliki fasilitas untuk komunikasi dengan komputer atau perangkat keras Arduino lainya, atau dengan mikrokontroler. Pada ATmega328 menerjemahkan *serial* komunikasi UART TTL (5V) pada pin 0 (RX) dan 1 (TX). Pada ATmega16U2 *serial* komunikasinya dengan USB dan *port* virtual pada perangkat lunak dikomputer. Perangkat lunak (*firmware*) 16U2 menggunakan *driver* standar USB COM dan tidak membutuhkan *driver* luar lainnya. Bagaimanapun pada OS Windows file ekstensi .inf sangat diperlukan. Perangkat lunak arduino bawaan telah menyertakan *serial monitor* yang sangat mudah untuk membaca dan mengirim data dari dan ke Arduino. LED indikator TX dan RX akan kedip ketika data telah terkirim melalui koneksi *USB-to-serial* dengan USB pada komputer (tetapi tidak pada *serial* com di pin 0 dan pin 1). *Software Serial library* membolehkan banyak komunikasi *pin serial* pada Uno. ATmega328 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Perangkat lunak arduino terdapat didalam *Wire library* untuk memudahkan penggunaan *bus* I2C [4].

2.1.2 LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris

menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor.

Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan. Contoh LCD pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 LCD 16x2

Tabel 2.2 merupakan konfigurasi pin pada LCD 16x2:

Tabel 2.2 Konfigurasi pin LCD 16x2

No Pin	**Fungsi**	**Nama**
1	*Ground* (0V)	*Ground*
2	+5V (4,7V – 5,3V)	Vcc
3	Pengaturan Kontras	V_{EE}
4	0: register instruksi 1: register data	Register *Select* (RS)
5	Untuk memilih mode tulis atau baca 0: mode tulis, 1: mode baca	*Read/write* (R/W)
6	0: *enable* (mulai menahan data ke LCD), 1:*disable*	*Enable*
7	8-bit *pin* data	DB0
8		DB1
9		DB2
10		DB3
11		DB4
12		DB5
13		DB6
14		DB7
15	*Backlight* V_{CC} (5V)	Led+
16	*Backlight Ground* (0V)	Led-

Dalam modul LCD terdapat mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD. Mikrokontroler pada suatu LCD dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan mikrokontroler *internal* LCD adalah:

1. DDRAM (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
2. CGRAM (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
3. CGROM (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register kontrol yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah[5].

1. Register perintah yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD dapat dibaca pada saat pembacaan data.
2. Register data yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau keDDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut keDDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya. Pin, kaki atau jalur *input* dan kontrol dalam suatu LCD diantaranya adalah:
   a. Pin data adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
   b. Pin RS (*Register Select*) berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukan data.
   c. Pin R/W (*Read/Write*) berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
   d. Pin E (*Enable*) digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
   e. Pin VLCD berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke *ground*, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

2.1.3 I2C (*Inter-Integrated Circuit*)

Inter-Integrated Circuit merupakan cara komunikasi data secara serial diantara perangkat I2C dengan dua jalur. Pada protokol I2C, data dikirim secara serial melalui jalur SDA, sedangkan untuk clock dikirim melalui jalur SCL. Gambar 2.3 contoh I2C.



Gambar 2.3 Inter-Integrated Circuit

Tabel 2.3 merupakan konfigurasi pin dari I2C:

Tabel 2.3 Konfigurasi pin I2C

Pin	**Fungsi**	**Keterangan**
1	GND	*Ground*
2	SDA	*Serial* I2C data
3	SCK	*Serial* I2C *clock*
4	VCC	*Power* 5V

Untuk setiap komponen dalam *bus* I2C memiliki alamat masing-masing yang unik. Kapasitas maksimum dari komponen yang dihubungkan menggunakan jalur I2C dibatasi oleh jumlah alamat maksimum dan total kapasitansi *bus* I2C, yakni 400 pF[6].

2.1.4 Sensor pH Meter

pH meter adalah pengukuran pH secara potensiometri. Sistem pengukuran dalam pH meter berisi elektroda kerja untuk pH dan elektroda refrensi. Perbedaan potensial antara 2 elektroda tersebut sebagai fungsi dari pH dalam larutan yang diukur. Oleh karenanya larutan yang diukur Aplikasi Optik dan Fiber Optik Sebagai Sensor pH harus bersifat elektrolit.

Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor *probe* berupa elektrode kaca (*glass electrode*) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O+ didalam larutan. Ujung elektroda kaca adalah lapisan kaca setebal 0,1 mm yang berbentuk bulat (*bulb*). *Bulb* ini dipasangkan dengan silinder kaca non-konduktor atau plastik memanjang, yang selanjutnya diisi dengan larutan HCl (0,1 mol/dm^3). Didalam larutan HCl, terendam sebuah kawat elektroda panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl. Konstannya jumlah larutan HCl pada sistem ini membuat elektrode Ag/AgCl memiliki nilai potensial stabil. Pada sebuah sistem pH meter secara keseluruhan, selain terdapat elektroda kaca juga terdapat elektroda referensi. Kedua elektroda tersebut sama-sama terendam ke dalam media ukur yang sama. Elektroda referensi digunakan untuk menciptakan rangkaian listrik pH meter. Untuk menghasilkan pembacaan pH yang *valid*,

elektroda referensi harus memiliki nilai potensial stabil dan tidak terpengaruh oleh jenis fluida yang diukur[7]. Gambar 2.4 merupakan contoh dari sensor pH meter analog.



Gambar 2.4 Sensor analog pH meter kit

Tabel 2.4 merupakan spesifikasi dari sensor analog pH meter

Tabel 2.4 Spesifikasi sensor analog pH meter

VIN	5V
Range Pengukuran	0-14 pH
Range Temperatur	10 – 15 derajat celcius
Waktu respon	5 detik
Waktu stabilisasi	60 detik
Keluaran	analog

2.1.5 Buzzer

Buzzer adalah sebuah komponen elektronika yang berfungsi untuk mengubah getaran listrik menjadi getaran suara. Buzzer biasa digunakan sebagai indikator bahwa proses telah selesai atau terjadi suatu kesalahan pada sebuah alat (alarm).

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

udara bergetar yang akan menghasilkan suara[8]. Berikut tampilan dari sebuah buzzer pada gambar 2.5.

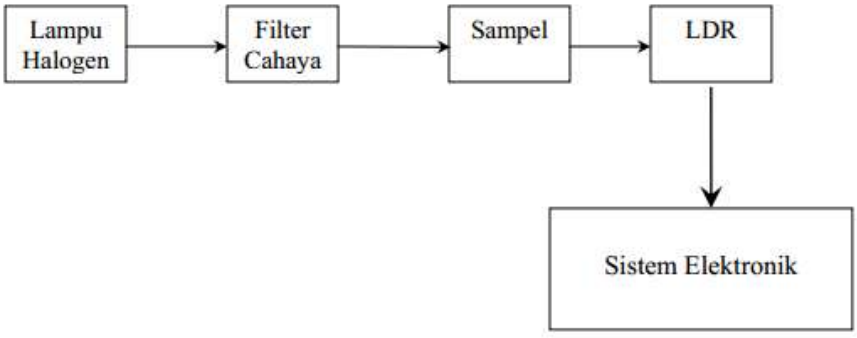


Gambar 2.5 Buzzer

2.1.6 Metode Spektrofotometri

Metode pengukuran kadar besi dalam air menggunakan metode absorbsi spektrofotometri. Analisa yang dilakukan relatif cepat, serta sampel yang dianalisa dalam jumlah yang kecil.

Sekarang ini, alat spektrofotometer yang beredar di pasaran sangatlah mahal dan hanya kalangan tertentu saja yang bisa menggunakannya, sehingga banyak orang kurang bisa memanfaatkan alat tersebut. Oleh karena itu, penulis bermaksud untuk membuat spektrofotometer pengukur kadar besi dalam air yang lebih sederhana serta mudah untuk digunakan. Pada gambar 2.6 merupakan proses dari metode spektrofotometri.



Gambar 2.6 Metode spektofotometri

Untuk membuat alat spektofotometer sederhana, maka diperlukan beberapa perangkat keras, yaitu[2]:

1. Lampu Halogen

Lampu halogen adakan sebuah lampu pijar di mana sebuah filamen wolfram disegel di dalam sampul transparan kompak yang diisi dengan gas lembam dan sedikit unsur halogen seperti iodin atau bromin. Putaran halogen menambah umur dari bola lampu dan mencegah penggelapan kaca sampul dengan mengangkat serbuk wolfram dari bola lampu bagian dalam kembali ke filamen. Lampu halogen dapat mengoperasikan filamennya pada suhu yang lebih tinggi dari lampu pijar biasa tanpa pengurangan umur. Lampu ini memberikan efisiensi yang lebih tinggi dari lampu pijar biasa (10-30 lm/W), dan juga memancarkan cahaya dengan suhu warna yang lebih tinggi. Gambar 2.7 contoh dari lampu halogen.



Gambar 2.7 Lampu halogen

2. Filter Cahaya

Filter yang digunakan plastik berwarna untuk memberi warna pada cahaya. Filter biasanya berbentuk lembaran. Jika digunakan maka harus dipotong sesuai dengan bentuk dan ukuran lampu. Gambar 2.8 contoh berbagai macam warna filter cahaya.



Gambar 2.8 Filter cahaya

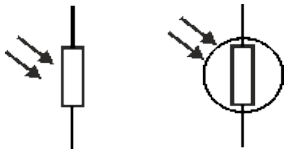
3. Sensor LDR

(*Light Dependent Resistor*) atau disingkat dengan LDR adalah jenis resistor yang nilai hambatan atau nilai resistansinya tergantung pada intensitas cahaya yang diterimanya. Nilai Hambatan LDR akan menurun pada saat cahaya terang dan nilai hambatannya akan menjadi tinggi jika dalam kondisi gelap. Dengan kata lain, fungsi LDR adalah untuk menghantarkan arus listrik jika menerima sejumlah intensitas cahaya (kondisi terang) dan menghambat arus listrik dalam kondisi gelap. Gambar 2.9 bentuk dari sensor LDR.



Gambar 2.9 Sensor LDR

Naik turunnya nilai hambatan akan sebanding dengan jumlah cahaya yang diterimanya. Pada umumnya, nilai hambatan LDR akan mencapai 200 Kilo Ohm (kΩ) pada kondisi gelap dan menurun menjadi 500 Ohm (Ω) pada kondisi cahaya terang. Gambar 2.10 meupakan simbol dari sensor LDR.



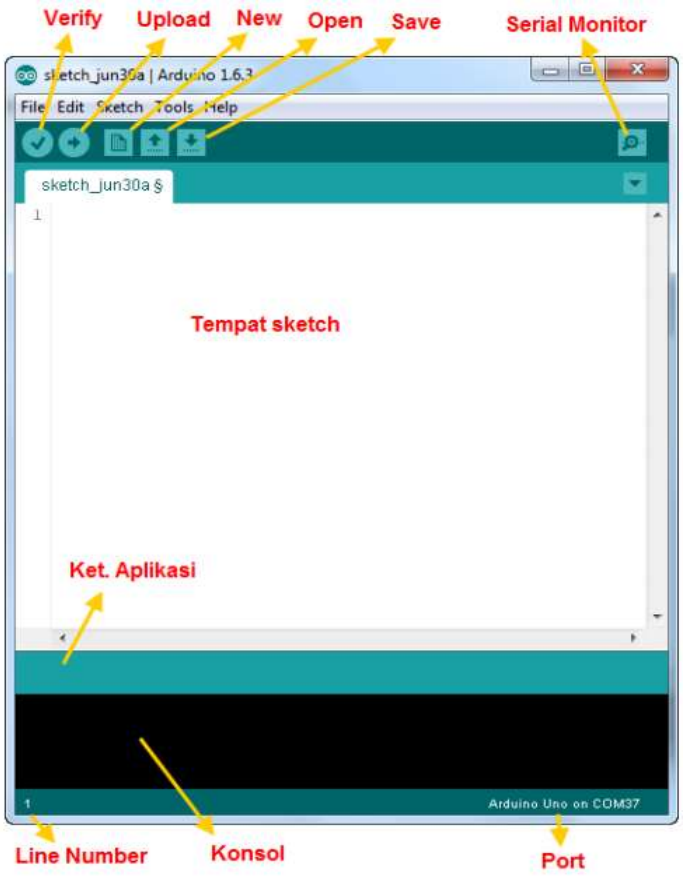
Gambar 2.10 Berbagai macam simbol LDR

2.2 Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang akan digunakan pada pembuatan tugas akhir ini akan dijelaskan sebagai berikut:

2.2.1 Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Platform Arduino sekarang ini menjadi sangat populer dengan pertambahan jumlah pengguna baru yang terus meningkat. Hal ini karena kemudahannya dalam penggunaan dan penulisan kode. Tidak seperti kebanyakan papan sirkuit pemrograman sebelumnya, Arduino tidak lagi membutuhkan perangkat keras terpisah (disebut *programmer* atau *downloader*) untuk memuat atau meng-upload kode baru kedalam mikrokontroler. Cukup dengan menggunakan kabel USB untuk mulai menggunakan Arduino. Selain itu, Arduino IDE menggunakan bahasa pemrograman C++ dengan versi yang telah disederhanakan, sehingga lebih mudah dalam belajar pemrograman. Arduino akhirnya berhasil menjadi papan sirkuit pemrograman paling disukai hingga menjadikannya sebagai bentuk standar dari fungsi mikrokontroler dengan paket yang mudah untuk diakses. Gambar 2.11 merupakan antarmuka dari software arduino IDE[9].



Gambar 2.11 Tampilan sketch pada software arduino IDE

Interface Arduino IDE tampak seperti gambar 2.13. Dari kiri ke kanan dan atas ke bawah, bagian-bagian IDE Arduino terdiri dari[9]:

1 ***Verify***: pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *Compile*. Sebelum aplikasi diupload ke *-board* Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu *sketch* yang dibuat. Jika ada kesalahan pada *sketch*, nanti akan muncul *error*. Proses *Verify* / *Compile* mengubah *sketch* ke *binary code* untuk di-*upload* ke mikrokontroler.

2 ***Upload***: tombol ini berfungsi untuk meng-*upload sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung di-*upload* ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *source code* saja.

3 ***New Sketch***: Membuka window dan membuat *sketch* baru

4 ***Open Sketch***: Membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file .ino

5 ***Save Sketch***: menyimpan *sketch,* tapi tidak disertai meng-*compile*.

6 ***Serial Monitor***: Membuka *interface* untuk komunikasi *serial*.

7 **Keterangan Aplikasi**: pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal "*Compiling*" dan "*Done Uploading*" ketika kita meng-*compile* dan meng-*upload sketch* ke *board* Arduino.

8 **Konsol**: Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi meng-*compile* atau ketika ada kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan baris akan diinformasikan di bagian ini.

9 **Baris *Sketch***: bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada *sketch*.

10 **Informasi *Port***: bagian ini menginformasikan *port* yang dipakah oleh *board* Arduino.