

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Robot

2.1.1. Pengertian Robot

Istilah robot menurut Wright Karel Capek pada tahun 1921, berawal bahasa Cheko “robota” yang berarti pekerja yang tidak mengenal lelah atau bosan. Sedangkan secara terminologi, arti yang paling tepat dengan istilah robot mengandung pengertian system atau alat yang digunakan untuk menggantikan kinerja manusia secara otomatis. Robot yang dibuat manusia tidak boleh bertentangan dengan *Laws of Robotics* yang dikemukakan oleh Isaac Asimov.

Robot dalam arti luas merupakan sebuah seperangkat alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan kontrol yang dilakukan oleh manusia, ataupun menggunakan suatu program yang telah didefinisikan terlebih dahulu. *Robotic Institute of America* merupakan institusi robot pada Universitas Carnegie Mellon pada tahun 1979 mendefinisikan bahwa robot adalah manipulator multi fungsi dan dapat diprogram ulang yang dirancang untuk menggerakkan material, alat, atau perangkat khusus melalui sejumlah gerakan terprogram untuk melakukan aktifitas tertentu.

Sedangkan robotika pada dasarnya adalah ilmu yang mempelajari tentang robot, sehingga robotika memiliki definisi sebagai cabang teknologi yang berkaitan dengan desain, konstruksi, operasi, dan aplikasi dari robot. Robotika merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang robot. Cabang ilmu tersebut mencakup desain mesin robot, elektronika, pengontrolan, pemrograman komputer, kecerdasan buatan, dan lain sebagainya.

2.1.2. Karakteristik Robot

Pada umumnya robot memiliki karakteristik seperti :

1. *Sensing*

Robot harus dapat mendeteksi lingkungan sekitarnya (halangan, panas, suara dan image). Sehingga dibutuhkan sensor untuk mengukur ataupun merasakan sesuatu pada lingkungan di luar robot, layaknya indera pada makhluk hidup, dan memberi laporan hasilnya kepada robot. Dengan adanya sensor, robot bisa memiliki suatu pertimbangan dalam mengambil keputusan.

2. Mampu bergerak

Robot umumnya mampu melakukan suatu tindakan tertentu dan berinteraksi dengan lingkungannya seperti menggunakan lengan untuk memindahkan objek, bergerak dengan menggunakan kaki atau roda dan pada beberapa kasus robot diharapkan dapat terbang atau berenang.

3. Cerdas

Robot memiliki kecerdasan buatan agar dapat memutuskan aksi yang tepat dan akurat. Sistem kecerdasan bekerja dengan memproses data masukan berupa keadaan ataupun kejadian yang sedang terjadi dari luar lingkungan. Selanjutnya sistem menghasilkan keluaran berupa instruksi ataupun keputusan pada robot untuk melakukan suatu tindakan tertentu. Sistem ini secara umum memiliki prinsip kerja seperti otak pada makhluk hidup, yang berfungsi untuk berpikir dan memutuskan tindakan apa yang perlu diambil pada suatu waktu tertentu.

4. Membutuhkan energi yang memadai

Seperti halnya makhluk hidup yang membutuhkan makanan untuk hidup, robot juga memerlukan sumber tenaga untuk menggerakkan komponen elektrik dan mekanika yang terpasang. Sumber energi pada robot mencakup penyedia tenaga listrik seperti baterai, dan

sistem pengatur transmisi yang bertugas mengonversi tenaga listrik sesuai kebutuhan setiap komponen. Robot setidaknya memiliki catu daya yang memadai agar unit pengontrol dan aktuator dapat menjalankan fungsinya dengan baik. (Budiharto, 2010)

2.1.3. Desain Robot

Robot didesain dan dibuat sesuai kebutuhan pengguna. Robot hingga saat ini, secara umum dibagi menjadi :

1. Robot manipulator
2. Robot mobil (mobile robot)
 - a. Robot daratan
 1. Robot beroda
 2. Robot berkaki
 - b. Robot air (submarine robot)
 - c. Robot terbang (aerial robot)

Robot manipulator biasanya dicirikan dengan memiliki lengan (arm robot), sedangkan robot mobil mengarah ke robot yang bergerak, meskipun nantinya pada bagian robot tersebut juga dipasang manipulator. Robot manipulator umumnya memiliki 6 DOF (Degree of Freedom), dimana 3 bagian untuk menentukan posisi ujung link terakhir pada ruang kartesian dan 3 sisanya menentukan orientasi (Budiharto, 2010).

2.1.4. Robot Lengan (Arm Robot)

Lengan robot adalah mekanik dan gerakan robot yang dibuat menyerupai anatomi lengan manusia. Sistem mekanik lengan robot ini terdiri dari gabungan atau susunan link (rangka) yang digabungkan dengan joint (engsel) yang mampu menunjukkan gerakan-gerakan yang dikontrol, sebagai rangkaian umpan balik terbuka maupun tertutup yang di susun dengan sendi-sendi yang dapat melakukan gerakan secara bebas. (Irawan, 2017).

Lengan robot minimal memiliki kaki lengan dan pencengkram (*gripper*) yang disesuaikan dengan kebutuhan. Didalam lengan robot

memiliki komponen-komponen lain sebagai pembentuknya, seperti aktuator, sensor dan kontroler itu sendiri. Lengan robot juga mengenal dengan derajat kebebasan yang menentukan banyaknya gerakan pada robot tersebut.

Lengan robot banyak berfungsi untuk mengambil suatu benda, kemudian dapat meletakkan benda tersebut pada tempat lain yang bisa dilakukan secara manual maupun otomatis sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Pada lengan robot juga memungkinkan diletaknya sensor-sensor seperti sensor warna, sensor jarak, maupun sensor yang lainnya yang bisa mendukung kinerja robot secara otomatis (Sepriadi,2011).



Gambar 2.1 Robot Lengan

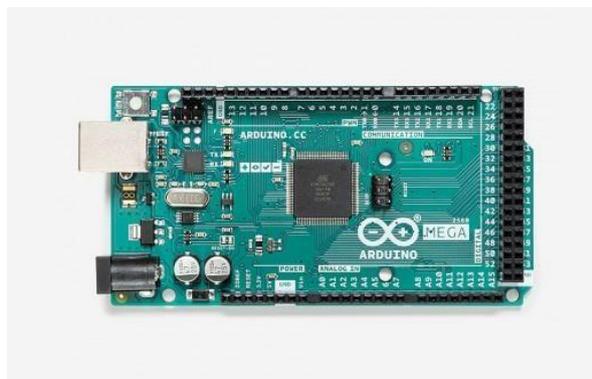
2.2. Arduino Mega 2560

2.2.1. Pengertian Arduino Mega 2560

Arduino adalah pengendali mikro *Single Board* yang bersifat *Open Source*, diturunkan dari *Wiring Platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang Hardware-nya memiliki prosessor *Atmel AVR* dan *Software*-nya memiliki pemrogram sendiri. *Arduino* memiliki komponen utama yaitu sebuah *chip mikrokontroler* dengan jenis *AVR* dari perusahaan *Atmel*. *Mikrokontroler* itu sendiri adalah *chip* atau *IC (integrated circuit)* yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada *mikrokontroler* adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan

kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Jadi *mikrokontroler* bertugas sebagai otak yang mengendalikan proses *input*, dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Arduino Mega type 2560, Arduino Mega 2560 adalah papan pengembangan mikrokontroler yang berbasis Arduino dengan menggunakan chip ATmega2560. Board ini memiliki pin I/O yang cukup banyak, sejumlah 54 buah digital I/O pin (15 pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, 4 pin UART (serial port hardware). Arduino Mega 2560 dilengkapi dengan sebuah oscillator 16 Mhz, sebuah port USB, power jack DC, ICSP header, dan tombol reset. Board ini sudah sangat lengkap, sudah memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan power dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke jack DC.



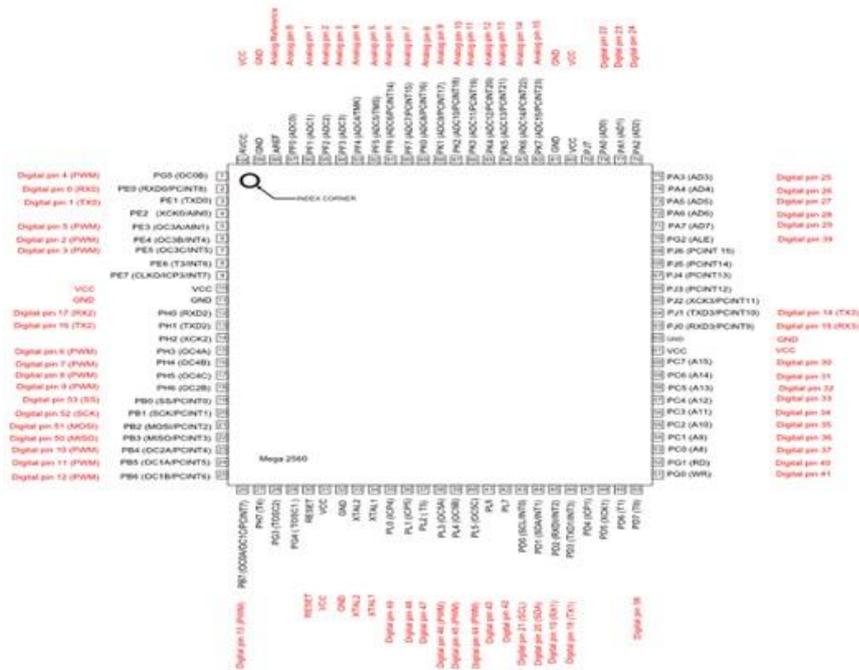
Gambar 2.2

Arduino Mega 2560

(Sumber : [ArduinoMega2560Datasheet.pdf](#))

2.2.2. Mikrokontroler

Mikrokontroler yang digunakan pada Arduino Mega 2560 ini adalah Mikrokontroler ATmega 2560. Mikrokontroler ini menjadi komponen utama dari sistem minimum Arduino Mega 2560. Setiap pin mikrokontroler ATmega 2560 dipetakan sesuai dengan kebutuhan standar Arduino pada umumnya. Pemetaan pin (pin mapping) ATmega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Pemetaan Pin ATmega 2560

Gambar 2.3 adalah konfigurasi pin dari mikrokontroler Arduino Mega 2560 dengan penjelasan fungsi-fungsinya sebagai berikut :

1. VCC adalah untuk masukan *digital voltage supply*.
2. GND adalah pin *ground*.
3. ADC Port (PF0 – PF7, PK0 – PK7) digunakan untuk input ADC (*Analog to Digital Converter*).
4. Digital Port (PA0-PA7, PB0-PB7, PC0-PC7, PD0-PD3, PE0, PE1, PE3-PE5, PG0-PG2, PG5, PH0, PH1, PH3-PH6, PJ0-PJ1, PL0-PL7). Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Arduino beroperasi pada tegangan 5 volt.
5. Serial:0 (RX) dan 1 (TX); serial 1:19 (RX) dan 18 (TX); serial 2:17 (RX) dan 16 (TX); serial 3:15 (RX) dan 14 (TX) digunakan untuk

menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data serial TTL. Pin 0 dan 1 juga terhubung ke pin chip ATmega16U2 serial USB-to-TTL.

6. Eksternal interupsi : pin 2 (interrupt 0), pin 3 (interrupt 1), pin 18 (interrupt 5), pin 19 (interrupt 4), pin 20 (interrupt 3) dan pin 21 (interrupt 2). Pin ini yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau berubah nilai.
7. SPI : Pin 50(MISO), pin 51(MOSI), pin 52(SCK), pin 53(SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga terhubung dengan *header* ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Arduino Uno, Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
8. LED : Pin 13. Tersedia secara *built-in* pada papan arduino mega 2560. Led terhubung ke pin digital 13. Ketika pin di-set bernilai HIGH, maka LED menyala (ON), dan ketika pin di-set bernilai LOW, maka LED padam (OFF).
9. TWI : Pin 20 (SDA dan pin 21 (SCL). Yang mendukung komunikasi TWI menggunakan perpustakaan Wire. Pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin TWI pada Arduino Duemilanove dan Arduino Diecimila.
10. RESET. Jalur LOW ini digunakan untuk me-reset (menghidupkan ulang) mikrokontroler. Jalur ini biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama Arduino.
11. XTAL1 dan XTAL2 berfungsi sebagai pin *external clock*.
12. AVCC adalah pin tegangan *supply* untuk ADC.
13. AREF. Referensi tegangan untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference*.

2.2.3. Catu Daya (*Power Supply*)

Board Arduino Mega2560 dapat ditenagai dengan power yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via *Power Supply External*. Pilihan Sumber listrik yang digunakan akan dilakukan secara otomatis. *Power Supply External* dapat diperoleh dari adaptor AC - DC atau bahkan baterai melalui *jack* DC yang tersedia, atau menghubungkan langsung GND dan Pin Vin yang ada di Board. Adaptor ini dapat dihubungkan dengan cara menghubungkannya plug pusat-positif 2.1 mm ke dalam board penghubung listrik. *Lead* dari baterai dapat dimasukkan ke dalam *header* pin GND dan Vin dari konektor *Power*.

Board dapat beroperasi dengan *Power Supply External* yang memiliki tegangan antara 6V - 20V. Tetapi ada beberapa hal yang harus anda perhatikan dalam rentang tegangan ini. Jika diberi tegangan kurang dari 7V, Pin 5V tidak akan memberikan nilai murni 5V, yang mungkin akan membuat rangkaian bekerja dengan tidak sempurna. Jika diberi tegangan lebih dari 12V, regulator tegangan bisa *Overheat* yang pada akhirnya bisa merusak PCB. Dengan demikian, tegangan yang di rekomendasikan adalah 7V hingga 12V. Beberapa Pin Power pada Arduino Mega2560 :

1. Vin adalah tegangan Input ke papan Arduino menggunakan sumber daya eksternal (sebagai lawan 5 volt dari koneksi USB atau sumber daya yang diatur lainnya). Anda dapat menyediakan tegangan melalui pin ini atau jika memasok tegangan melalui colokan listrik, mengaksesnya melalui pin ini.
2. 5V. Pin output yang diatur dari regulator di Board dapat diaktifkan dengan daya baik dari colokan listrik DC (7 - 12V), konektor USB (5V), atau pin VIN dari Board (7-12V).
3. 3V3. Pin Output, dimana pada Pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator dan dapat menarik arus maksimum hingga 50 mA.
4. IOREF adalah Pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroller. Biasanya digunakan pada board shield untuk

memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.

5. GND. Ground pins atau negatif.

2.2.4. Input dan Output

Semua Pin digital (54 pin) yang terdapat pada Arduino Mega2560 dapat digunakan baik sebagai Input maupun Output dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Tegangan Output setiap Pin adalah 5V. Arus maksimum yang dapat diberikan dan diterima sebesar 40 mA. Pada Pin digital ini juga terdapat internal Pull-Up resistor (terputus secara default) sebesar 20 – 50Kohm. Beberapa Pin memiliki fungsi khusus seperti berikut.

- Arduino Mega2560 memiliki kemampuan untuk berkomunikasi dengan komputer, Board Arduino dan mikrokontroler lainnya. ATmega 2560 memiliki 4 buah UART untuk komunikasi serial TTL. Pin 0 dan 1 terhubung langsung dengan IC ATmega16U2 to TTL Serial Chip. IC tersebut merupakan IC konverter USB ke serial. TTL LED RX dan TX pada Board akan menyala saat ada data yang dikirim melalui ATmega16U2 dan koneksi ke komputer melalui USB. Berikut ini adalah Port serial yang ada pada Arduino Mega2560, yaitu Port serial : Pin 0 (RX) dan Pin 1 (TX); Port serial 1 : Pin 19 (RX) dan Pin 18 (TX); Port serial 2 : Pin 17 (RX) dan Pin 16 (TX); Port serial 3 : Pin 15 (RX) dan Pin 14 (TX). Pin RX digunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin TX untuk mengirim data serial TTL.
- Interupsi Eksternal: 2 (menggangu 0), 3 (menggangu 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), dan 21 (interrupt 2). Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai yang rendah, tepi naik atau jatuh, atau perubahan nilai. Lihat `attachInterrupt ()` fungsi untuk rincian.
- PWM: 0 13. Memberikan output PWM 8-bit dengan fungsi `analogWrite ()`.

- SPI: 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan perpustakaan SPI. Pin SPI juga pecah pada header ICSP, yang secara fisik kompatibel dengan Uno, Duemilanove dan Diecimila.
- LED: 13. Ada built-in LED terhubung ke pin digital 13. Ketika pin tinggi nilai, LED menyala, ketika pin rendah, itu off.
- I2C: 20 (SDA) dan 21 (SCL). Dukungan I2C (TWI) komunikasi menggunakan perpustakaan Kawat (dokumentasi di website Wiring). Perhatikan bahwa pin ini tidak di lokasi yang sama dengan pin I2C pada Duemilanove atau Diecimila.

Arduino Mega 2560 memiliki 16 input analog, yang masing-masing menyediakan 10 bit resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda). Secara default mereka mengukur dari tanah ke 5 volt, meskipun adalah mungkin untuk mengubah batas atas dari kisaran mereka menggunakan pin AREF dan fungsi `analogReference()`. Ada beberapa pin lainnya di papan:

1. AREF. tegangan referensi untuk input analog. Digunakan dengan `analogReference()`.
2. Reset. Bawa garis LOW ini untuk me-reset mikrokontroler. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol reset untuk perisai yang menghalangi satu di papan tulis.

2.2.5. Komunikasi

Arduino Mega2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. The ATmega2560 menyediakan empat UART hardware untuk TTL (5V) komunikasi serial. Sebuah ATmega8U2 pada saluran salah satu papan atas USB dan menyediakan port com virtual untuk perangkat lunak pada komputer (mesin Windows akan membutuhkan file .inf, tapi OSX dan Linux mesin akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis.

Perangkat lunak Arduino termasuk monitor serial yang

memungkinkan data tekstual sederhana yang akan dikirim ke dan dari papan. The RX dan TX LED di papan akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui ATmega8U2 Chip dan USB koneksi ke komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

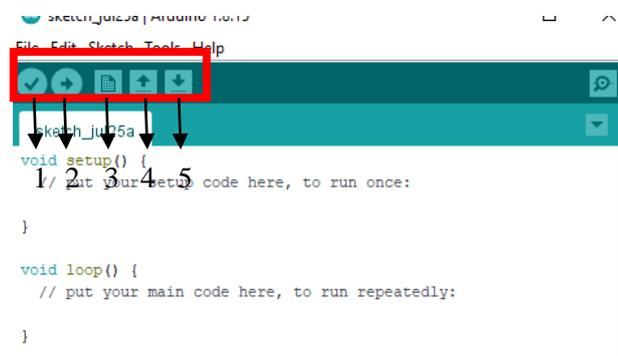
Sebuah perpustakaan SoftwareSerial memungkinkan untuk komunikasi serial pada setiap pin digital Mega2560 ini. ATmega 2560 juga mendukung I2C (TWI) dan komunikasi SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk perpustakaan Kawat untuk menyederhanakan penggunaan bus I2C; lihat dokumentasi di website Wiring untuk rincian. Untuk komunikasi SPI, menggunakan perpustakaan SPI.

2.2. Arduino IDE

Arduino IDE adalah software yang ditulis menggunakan java dan berdasarkan pengolahan seperti, avr-gcc, dan perangkat lunak open source lainnya (Djuandi, 2011). Arduino IDE terdiri dari:

1. Editor program, sebuah window yang memungkinkan pengguna menulis dan mengedit program dalam bahasa processing.
2. Verify/Compiler, sebuah modul yang mengubah kode program (bahasa processing) menjadi kode biner.
3. Uploader, sebuah modul yang memuat kode biner dari komputer ke dalam memori mikrokontroler di dalam papan arduino.

Pada Gambar 2.4 dibawah ini adalah tampilan software Arduino IDE



Gambar 2.4 Tampilan Software Arduino IDE

Pada Gambar 2.4 terdapat menu bar, area putih untuk editing sketch, sedangkan area hitam dapat kita sebut sebagai progress area, dan paling bawah dapat kita sebut sebagai “status bar”. Berikut adalah penjelasan menu pada software arduino IDE.

1. Verify : Mengecek apakah ada kesalahan atau tidak pada program
2. Upload : Memasukkan kode program kedalam modul Arduino
3. New : Membuat program baru
4. Open : Membuka program yang pernah dibuat
5. Save : Menyimpan program yang sudah dibuat

2.3.1. Bahasa Program Arduino IDE

Arduino ini bisa dijalankan di komputer dengan berbagai macam platform karena didukung atau berbasis java. Source program yang dibuat untuk aplikasi mikrokontroler adalah bahasa C/C++ dan dapat digabungkan dengan assembly.

1. Struktur

Setiap program Arduino (biasa disebut sketch) mempunyai dua buah fungsi yang harus ada, antara lain:

- a. `void setup() { }` Semua kode didalam kurung kurawal akan dijalankan hanya satu kali ketika program Arduino dijalankan untuk pertama kalinya.
- b. `void loop() { }` Fungsi ini akan dijalankan setelah setup (fungsi void setup) selesai. Setelah dijalankan satu kali fungsi ini akan dijalankan lagi, dan lagi secara terus menerus sampai catu daya (power) dilepaskan.

2. Serial

Serial digunakan untuk komunikasi antara arduino board, komputer

atau perangkat lainnya. Arduino board memiliki minimal satu port serial yang berkomunikasi melalui pin 0 (RX) dan 1 (TX) serta dengan komputer melalui USB. Jika menggunakan fungsi-fungsi ini, pin 0 dan 1 tidak dapat digunakan untuk input digital atau output digital. Terdapat beberapa fungsi serial pada arduino, antara lain:

- a. `Serial.begin()` Fungsi ini digunakan untuk transmisi data serial dan mengatur data rate dalam bits per second (baud). Untuk berkomunikasi dengan komputer gunakan salah satu dari angka ini: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600, atau 115200.
- b. `Serial.available()` Fungsi ini digunakan untuk mendapatkan jumlah data byte (characters) yang tersedia dan membacanya dari port serial. Data tersebut adalah data yang telah tiba dan disimpan dalam buffer serial yang menampung sampai 64 bytes.
- c. `Serial.read()` Fungsi digunakan untuk membaca data serial yang masuk.
- d. `Serial.print()` dan `Serial.println()` Fungsi ini digunakan untuk mencetak data ke port serial dalam format text ASCII. Sedangkan fungsi `Serial.println()` sama seperti fungsi `Serial.print()` hanya saja ketika menggunakan fungsi ini akan mencetak data dan kemudian diikuti dengan karakter newline atau enter

3. Syntax

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

- a. (komentar satu baris) Kadang diperlukan untuk memberi catatan pada diri sendiri apa arti dari kode-kode yang

dituliskan. Cukup menuliskan dua buah garis miring dan apapun yang kita ketikkan dibelakangnya akan diabaikan oleh program.

- b. `/* */` (komentar banyak baris) Digunakan untuk menulis beberapa baris sebagai komentar. Semua hal yang terletak di antara dua simbol tersebut akan diabaikan program.
- c. `{ }` (kurung kurawal) Digunakan untuk mendefinisikan kapan blok program mulai dan berakhir (digunakan juga pada fungsi dan pengulangan).
- d. `;` (titik koma) Setiap baris kode harus diakhiri dengan tanda titik koma (jika ada titik koma yang hilang maka program tidak akan bisa dijalankan).

4. Tipe Data

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

- a. `int` (integer) Digunakan untuk menyimpan angka dalam 2 byte (16 bit). Tidak mempunyai angka desimal dan menyimpan nilai dari -32,768 sampai 32,767.
- b. `long` (long) Digunakan untuk menyimpan angka dalam 4 byte (32 bit). Mempunyai rentang dari -2,147,483,648 sampai 2,147,483,647.
- c. `boolean` (boolean) Variabel sederhana yang digunakan untuk menyimpan nilai `TRUE` (benar) atau `FALSE` (salah). Sangat berguna karena hanya menggunakan 1 bit dari RAM. 18
- d. `float` (float) Digunakan untuk angka desimal (floating point). Memakai 4 byte (32 bit) dari RAM dan mempunyai rentang

dari $-3.4028235E+38$ dan $3.4028235E+38$.

- e. char (character) Menyimpan 1 karakter menggunakan kode ASCII (misalnya „A“ = 65). Hanya memakai 1 byte (8 bit) dari RAM.

5. 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 sekarang sama dengan 20).
- b. % (persen) Menghasilkan sisa dari hasil pembagian suatu angka dengan angka yang lain (misalnya: $12 \% 10$, ini akan menghasilkan angka 2).
- c. + (penjumlahan) Menjumlahkan nilai dari suatu variabel dengan nilai variabel yang lain.
- d. – (pengurangan) Mengurangkan nilai dari suatu variabel dengan nilai variabel yang lain.
- e. * (perkalian) Mengalikan nilai dari suatu variabel dengan nilai variabel yang lain.
- f. / (pembagian) Membagikan nilai dari suatu variabel dengan nilai variabel yang lain.

6. Operator Pembandingan

Digunakan untuk membandingkan nilai logika.

- a. == Sama dengan (misalnya: $12 == 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 == 12$ adalah TRUE (benar)).
- b. != Tidak sama dengan (misalnya: $12 != 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 != 12$ adalah FALSE (salah)).

- c. < Lebih kecil dari (misalnya: $12 < 10$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 < 14$ adalah TRUE (benar)).
- d. > Lebih besar dari (misalnya: $12 > 10$ adalah TRUE (benar) atau $12 > 12$ adalah FALSE (salah) atau $12 > 14$ adalah FALSE (salah)).

7. 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 diatas program akan menjalankan kode yang ada di dalam kurung kurawal jika kondisinya TRUE, dan jika tidak (FALSE) maka akan diperiksa apakah kondisi pada else if dan jika kondisinya FALSE maka kode pada else yang akan dijalankan.
- b. While, dengan format seperti berikut ini: `While (kondisi) { }` Dengan struktur ini, while akan melakukan pengulangan terus menerus dan tak terbatas sampai kondisi didalam kurung () menjadi false.
- c. for, dengan format seperti berikut ini: `for (int i = 0; i < #pengulangan; i++) { }` Digunakan bila ingin melakukan pengulangan kode di dalam kurung kurawal beberapa kali, ganti #pengulangan dengan jumlah pengulangan yang diinginkan. Melakukan penghitungan ke atas dengan `i++` atau ke bawah dengan `i--`.

8. Operator Boolean

Operator ini dapat digunakan dalam kondisi if, antara lain:

- a. && (logika and), dengan format seperti berikut ini: `if`

`(digitalRead(2) == HIGH && digitalRead(3) == HIGH) {}`

Digunakan bila ingin mendapatkan nilai yang true hanya jika kedua input bernilai HIGH.

- b. `||` (logika or), dengan format seperti berikut ini: `if (x > 0 || y > 0) {}` Digunakan bila ingin mendapatkan nilai yang true hanya jika nilai x atau y lebih besar dari 0.

9. Digital

- a. `pinMode (pin, mode)` Digunakan untuk menetapkan mode dari suatu pin, pin adalah nomor pin yang akan digunakan dari 0-19 (pin analog 0-5 adalah 14-19). Mode yang bisa digunakan adalah INPUT atau OUTPUT.
- b. `digitalWrite (pin, value)` Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai OUTPUT, pin tersebut dapat dijadikan HIGH (5 volt) atau LOW (diturunkan menjadi ground).
- c. `digitalRead (pin)` Ketika sebuah pin ditetapkan sebagai INPUT maka anda dapat menggunakan kode ini untuk mendapatkan nilai pin tersebut apakah HIGH (5 volt) atau LOW (diturunkan menjadi ground).

10. Analog

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

- 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.
- b. `analogRead (pin)` Ketika pin analog ditetapkan sebagai INPUT

anda dapat membaca keluaran voltase-nya. Keluarannya berupa angka antara 0 (untuk 0 volt) dan 1024 (untuk 5 volt).

2.4. Motor Servo

2.4.1. Pengertian Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC kecil yang diberi sistem gear dan potensiometer sehingga dia dapat menempatkan “horn” servo pada posisi yang dikehendaki (Malik, 2007). Motor servo ini jelas menggunakan sistim “close loop” sehingga posisi “horn” yang dikehendaki bisa dipertahankan.

Menurut Budiharto (2006) motor servo adalah motor DC kualitas tinggi yang memenuhi syarat untuk digunakan pada aplikasi servo seperti close control loop, yaitu harus dapat menangani perubahan yang cepat pada posisi, kecepatan, dan percepatan.



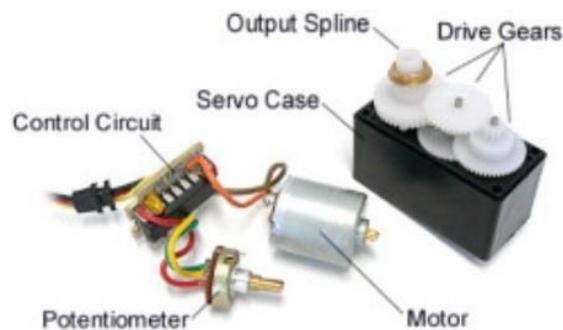
Gambar 2.5 Motor Servo

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo, yaitu motor servo standard dan motor servo continous. Motor servo standard dapat berputar hingga 1800 sedangkan motor servo continous dapat berputar hingga 3600 (Budiharto, 2006). Jika dibandingkan dengan motor DC dan motor stepper motor servo memiliki kecepatan putar yang rendah tapi memiliki kekuatan yang besar.

2.4.2. Aplikasi Motor Servo

Motor servo dapat dimanfaatkan pada pembuatan robot, salah satunya sebagai penggerak kaki robot. Motor servo dipilih sebagai penggerak pada

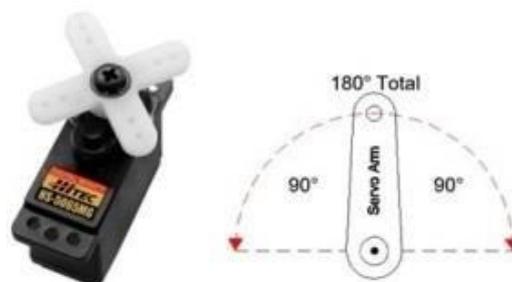
kakirobot karena motor servo memiliki tenaga atau torsi yang besar, sehingga dapat menggerakkan kaki robot dengan beban yang cukup berat. Pada umumnya motor servo yang digunakan sebagai penggerak pada robot adalah motor servo 180°.



Gambar 2.6 Motor Servo 180°

2.4.3. Komponen Motor Servo

Motor servo pada dasarnya dibuat menggunakan motor DC yang dilengkapi dengan controler dan sensor posisi sehingga dapat memiliki gerakan 0°, 90°, 180° atau 360°. Berikut adalah komponen internal sebuah motor servo 180°.



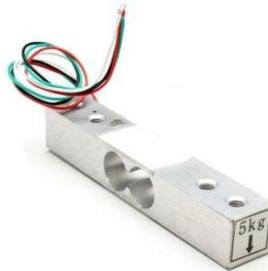
Gambar 2.7 Komponen internal Motor Servo 180°

Motor servo disusun dari sebuah motor DC, gearbox, variabel resistor (VR) atau potensiometer dan rangkaian kontrol. Jadi motor servo sebenarnya tidak berdiri sendiri, melainkan didukung oleh komponen-komponen lain yang berada dalam satu paket. Potensiometer berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (axis) motor servo. Sedangkan sudut dari sumbu motor servo dapat diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel servo itu sendiri.

Oleh karena itu motor servo dapat berputar searah dan berlawanan arah jarum jam.

2.5. Sensor Berat (Load Cell Hx711)

Sensor LoadCell adalah transduser (transducer, komponen elektronika yang dapat mengukur besaran fisik menjadi sinyal elektris) yang dapat mengubah tekanan oleh beban menjadi signal elektrik. Konversi terjadi secara tidak langsung dalam dua tahap. Lewat pengaturan mekanis, gaya tekan dideteksi berdasarkan deformasi dari matriks pengukur regangan (strain gauges) dalam bentuk resistor planar. Regangan ini mengubah hambatan efektif (effective resistance) empat pengukur regangan yang disusun dalam konfigurasi jembatan Wheatstone (Wheatstone bridge) yang kemudian dibaca berupa perbedaan potensial (tegangan).



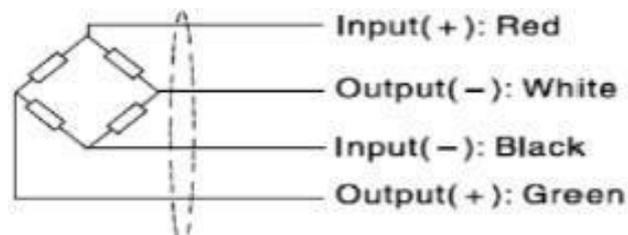
Gambar 2.8 Sensor Load Cell

Keterangan gambar :

- Kabel merah adalah input tegangan sensor
- Kabel hitam adalah input ground sensor
- Kabel hijau adalah output positif sensor
- Kabel putih adalah output ground sensor

Konfigurasi kabel dari sensor load cell, yang terdiri dari kabel berwarna merah, hitam, hijau, dan putih. Kabel merah merupakan input tegangan sensor, kabel hitam merupakan input ground pada sensor, kabel warna biru / hijau merupakan output positif dari sensor dan kabel putih adalah output ground dari

sensor. Nilai tegangan output dari sensor ini sekitar 1,2 mV.



Gambar 2.9
Konfigurasi Kabel Sensor *Load Cell*

2.5.1. Prinsip Kerja Load Cell

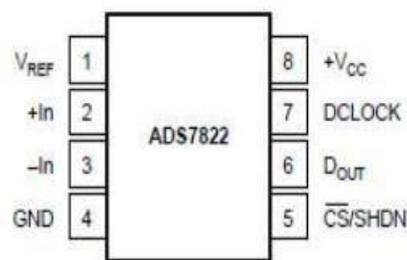
Ketika bagian lain yang lebih elastic mendapat tekanan, maka pada sisi lain akan mengalami perubahan regangan yang sesuai dengan yang dihasilkan oleh strain gauge, hal ini terjadi karena ada gaya yang seakan melawan pada sisi lainnya. Perubahan nilai resistansi yang diakibatkan oleh perubahan gaya diubah menjadi nilai tegangan oleh rangkaian pengukuran yang ada. Dan berat dari objek yang diukur dapat diketahui dengan mengukur besarnya nilai tegangan yang timbul. Sel beban (load cell) terdiri dari satu buah strain gauge atau lebih, yang ditempelkan pada batang atau cincin logam. Sel beban dikalibrasikan oleh pabrikan yang bersangkutan. Piranti ini dirancang untuk mengukur gaya tekanan mekanis, gaya pemampatan (kompresi), atau gaya puntir yang bekerja pada sebuah objek. Ketika batang atau cincin logam piranti ini berada dibawah tekanan, tegangan yang timbul pada terminal-terminalnya yang dapat dijadikan rujukan untuk mengukur besarnya gaya.

2.5.2. Analog to Digital Converter (ADC)

Rangkaian konversi analog ke digital (ADC) berfungsi mengubah hasil keluaran dari load cell yang masih berupa tegangan menjadi isyarat digital agar mudah dibaca dan diproses oleh komputer.

ADS7822 merupakan pengubah data analog menjadi digital (ADC) 12-bit dengan besar tegangan masukan antara 2.7 Volt hingga 5.25 Volt. ADC ini hanya memerlukan tegangan yang sangat kecil walaupun bekerja pada frekuensi penuh 75 kHz. Memiliki kemampuan resolusi sebesar 12-bit,

artinya kemampuan ini dapat meng-konversi sinyal analog dari 0,99 volt – 5 volt menjadi data digital 12 bit. ADS7822 memiliki kapasitor internal untuk memproses data sampling dan holding- nya dalam perubahan ke digital. Proses digitalisasi pada system ADS7822 merupakan rangkaian konversi ke digital 12bit (2^{12}) =4096 bits. Konfigurasi pin dari ADS7822 dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.10.
Konfigurasi pin
ADS7822

Fungsi dari setiap pin ADS7822 yaitu sebagai berikut:

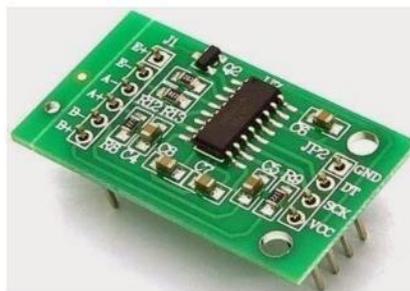
1. VREF merupakan tegangan masukan referensi.
2. +In merupakan non-inverting input atau masukan tidak membalik.
3. -In merupakan inverting input atau masukan membalik.
4. GND merupakan pin ground.
5. CS/SHDN, Chip Select when LOW, shutdown Mode when HIGH.
6. DOUT merupakan pin keluaran.
7. DCLOCK merupakan pin data clock yang telah disinkronisasi dengan serial data transfer.
8. +Vcc untuk power supply.

2.6. Modul Penguat HX711

HX711 24-Bit Analog to Digital Converter (ADC) for Weigh Scales hx711 adalah sebuah komponen dari perusahaan dari “ AVIA SEMICONDUCTOR”. HX711 presisi 4-bit *analog to digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital (*weigh scales*) dan *industrial control* aplikasi yang terkoneksi dengan sensor jembatan (*bridge sensor*). Modul ini digunakan untuk converter sinyal analog yang dikirimkan load cell menjadi sinyal digital dan diteruskan ke Arduino.

HX711 adalah modul timbangan, yang memiliki prinsip kerja mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroler melalui TTL232. Struktur yang sederhana, mudah dalam penggunaan, hasil yang stabil dan reliable, memiliki sensitivitas tinggi, dan mampu mengukur perubahan dengan cepat.

HX711 biasanya digunakan pada bidang aerospace, mekanik, elektrik, kimia, konstruksi, farmasi dan lainnya, digunakan untuk mengukur gaya, gaya tekanan, perpindahan, gaya tarikan, torsi, dan percepatan.



Gambar 2.11.
Modul Penguat HX711

2.7. Motor Driver (L298N)

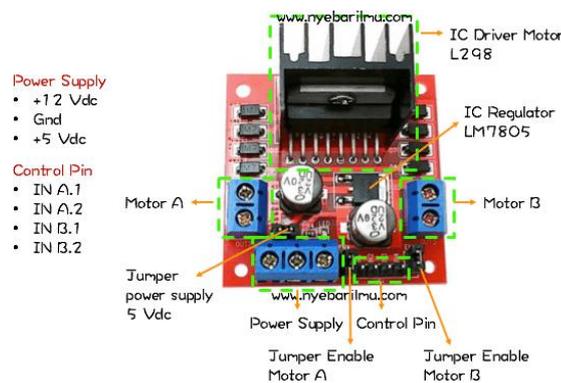
Driver motor L298N merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan

sebuah IC tipe H- bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper.

Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang NAND yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper. Untuk dipasaran sudah terdapat modul driver motor menggunakan ic l298 ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena pin I/O nya sudah terpackage dengan rapi dan mudah digunakan.

Kelebihan akan modul driver motor L298N ini yaitu dalam hal kepresisian dalam mengontrol motor sehingga motor lebih mudah untuk dikontrol.

2.7.1. Pin out dari driver motor L298N



Gambar 2.12 Pin out Driver Motor L298N

Keterangan :

- Enable A : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A
- Enable B : berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B
- Jumper 5vdc : sebagai mode pemilihan sumber tegangan 5Vdc, jika tidak di jumper maka akan ke mode sumber tegangan 12 Vdc
- Control Pin : Sebagai kendali perputaran dan kecepatan motor yang dihubungkan ke Mikrokontroler.

2.8. LCD 16 x 2

LCD (Liquid Crystal Display) merupakan salah satu perangkat penampil yang sekarang ini mulai banyak digunakan. Penampil LCD mulai dirasakan

menggantikan fungsi dari CRT (Cathode Ray Tube), yang sudah berpuluh-puluh tahun digunakan manusia sebagai penampil gambar/text baik monokrom (hitam dan putih), maupun yang berwarna. Teknologi LCD memberikan keuntungan dibandingkan dengan teknologi CRT, karena pada dasarnya CRT adalah tabung triode yang digunakan sebelum transistor ditemukan. Beberapa keuntungan LCD dibandingkan dengan CRT adalah konsumsi daya yang relative kecil, lebih ringan, tampilan yang lebih bagus, dan ketika berlama-lama di depan monitor, monitor CRT lebih cepat memberikan kejenuhan pada mata dibandingkan dengan LCD. Adapun bentuk fisik LCD 16x2 seperti pada gambar 2. 11



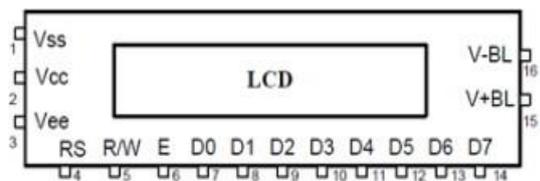
Gambar 2.13 LCD 16x2

LCD memanfaatkan silicon atau gallium dalam bentuk Kristal cair sebagai pemancar cahaya. Pada layar LCD, setiap matrik adalah susunan dua dimensi piksel yang dibagi dalam baris dan kolom. Dengan demikian, setiap pertemuan yang merupakan lempengan kaca bagian belakang dengan sisi dalam yang ditutupi oleh lapisan elektroda transparan. Dalam keadaan normal, cairan yang digunakan memiliki warna cerah. Daerah-daerah tertentu pada cairan akan berubah warnanya menjadi hitam ketika tegangan diterapkan antara bidang latar dan pola elektroda yang terdapat pada sisi dalam lempeng kaca bagian depan. Keunggulan LCD adalah hanya menarik arus yang kecil (beberapa micro ampere), sehingga alat atau sistem menjadi portable karena dapat menggunakan catu daya yang kecil. Keunggulan lainnya adalah tampilan yang diperlihatkan dapat dibaca dengan mudah di bawah terang sinar matahari. Di bawah sinar cahaya yang remang- remang dalam kondisi gelap, sebuah lampu (berupa LED) harus dipasang dibelakang layar tampilan.

LCD yang digunakan adalah jenis LCD yang menampilkan data dengan 2 baris tampilan pada display. Keuntungan dari LCD ini adalah :

1. Dapat menampilkan karakter ASCII, sehingga dapat memudahkan untuk membuat program tampilan.
2. Mudah dihubungkan dengan port I/O karena hanya menggunakan 8 bit data dan 3 bit control.
3. Ukuran modul yang proporsional.
4. Daya yang digunakan relative sangat kecil.

Untuk lebih jelasnya berikut adalah Tabel konfigurasi LCD 2x16 yang ditunjukkan pada gambar 2.12



Gambar 2.14

Konfigurasi Pin LCD

Operasi dasar pada LCD terdiri dari empat, yaitu instruksi mengakses proses internal, instruksi menulis data, instruksi membaca kondisi sibuk, dan instruksi membaca data. ROM pembangkit sebanyak 192 tipe karakter, tiap karakter dengan huruf 5x7 dot matrik. Kapasitas pembangkit RAM 8 tipe karakter (membaca program), maksimum pembacaan 80x8 bit tampilan data. Perintah utama LCD adalah Display Clear, Cursor Home, Display ON/OFF, Display Character Blink, Cursor Shift, dan Display Shift. Tabel 2.3 menunjukkan operasi dasar LCD.

Tabel 2.1

Operasi Dasar LCD

RS	RW	Operasi
0	0	Input instruksi ke LCD
0	1	Membaca status flag (DB ₇) dan alamat counter (DB ₀ ke DB ₆)

1	0	Menulis data
1	1	Membaca data

Tabel 2.2 Konfigurasi Pin LCD

Pin No.	Keterangan	Konfigurasi Hubung
1	GND	Ground
2	VCC	Tegangan+5VDC
3	VEE	Ground
4	RS	Kendali RS
5	RW	Ground
6	E	Kendali E/Enable
7	D0	Bit 0
8	D1	Bit 1
9	D2	Bit 2
10	D3	Bit 3
11	D4	Bit 4
12	D5	Bit 5
13	D6	Bit 6
14	D7	Bit 7
15	A	Anoda (+5VDC)
16	K	Katoda (Ground)

Tabel 2.3 Konfigurasi LCD

Pin	Bilangan Biner	Keterangan
RS	0	Inisialisasi
	1	Data
RW	0	Tulis LCD / W (write)
	1	Baca LCD / R (read)
E	0	Pintu data terbuka
	2	Pintu data tertutup

Lapisan film yang berisi kristal cair diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah ditanami elektroda logam transparan. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun diri agar cahaya yang mengenainya akan dipantulkan atau diserap. Dari hasil pemantulan atau penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk pola huruf, angka, atau gambar sesuai yang di aktifkan.

LCD membutuhkan tegangan dan daya yang kecil sehingga sangat populer untuk aplikasi pada kalkulator, arloji digital, dan instrument elektronika, lain seperti Global Positioning System (GPS), barograph display dan multimeter digital. LCD umumnya dikemas dalam bentuk Dual In Line Package (DIP) dan mempunyai kemampuan untuk menampilkan beberapa kolom dan baris dalam satu panel. Untuk membentuk pola, baik karakter maupun gambar pada kolom dan baris secara bersamaan digunakan metode Screening.

Metode screening adalah mengaktifkan daerah pertolongan suatu kolom dan suatu baris secara bergantian dan cepat sehingga seolah-olah aktif semua. Penggunaan metode ini dimaksudkan untuk menghemat jalur yang digunakan untuk mengaktifkan panel LCD. Saat ini telah dikembangkan berbagai jenis LCD, mulai jenis LCD biasa, Passive Matrix LCD (PWLCD), hingga Thin-Film Transistor Active Matrix (IFT-AMLCD). Kemampuan LCD juga telah ditingkatkan dari yang monokrom hingga yang mampu menampilkan ribuan warna tersebut selain untuk loader ketika mem-program, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Arduino menyediakan 20 pin I/O, yang terdiri dari 6 pin input analog dan 14 pin digital input/output. Untuk 6 pin analog sendiri bisa juga difungsikan sebagai output 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 kita bisa lihat pin digital diberi keterangan 0-13, jadi untuk menggunakan pin analog menjadi output digital, pin analog yang pada keterangan board 0-5 kita ubah menjadi pin 14-19. Dengan kata lain pin analog 0-5 berfungsi juga sebagai pin output digital 14-19. Sifat open source arduino juga

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

2.9. Modul I2C (Inter Integrated Circuit)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didesain khusus untuk pengontrolan IC. System I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrol.



Gambar 2.15 Modul I2C

Untuk menyambungkan LCD dengan board arduino uno memerlukan 6 pin digital untuk mengendalikan sebuah modul LCD. Modul I2C yang digunakan pada tugas akhir ini adalah I2C LCD 1602 2004 LCD 16x2. Dengan menggunakan modul I2C ini dapat mengurangi penggunaan pin pada board arduino yang hanya menggunakan 2 pin analog A5 dan A6 yang dihubungkan dengan SDA dan SCL untuk menghubungkan LCD dengan board arduino.

2.10. Step Down DC LM2596



Gambar 2.16 Step Down LM2596

Modul step down atau penurun tegangan DC LM2596 ini akan menyelesaikan masalah perbedaan tegangan yang dibutuhkan dengan yang tersedia. Seringkali dalam pembuatan rangkaian elektronika atau modul-modul mikrokontroler terdapat perbedaan tegangan kerja antar modul sehingga memerlukan sebuah modul regulator untuk menyesuaikan tegangan. Modul step down DC to DC LM2596 ini membantu anda untuk menurunkan tegangan ke tegangan yang lebih rendah.

- Input voltage : DC 3V - 40V
- Output voltage: DC 1.5V - 35V (tegangan output harus lebih rendah dengan selisih minimal 1.5 V)
- Arus max : 3 A
- Ukuran board : 42 mm x 20 mm x 14 mm

Modul regulator penurun tegangan ini menggunakan bahan solid capacitor dan PCB berkualitas untuk menjamin kualitas tegangan yang dibutuhkan. Untuk menyesuaikan tegangan cukup dengan memutar potensio yang ada pada board. Perhatikan pada tanda input dan output, serta polaritas positif dan negatif jangan sampai terbalik karena akan merusak modul.

2.11. Flowchart

Flowchart atau diagram alir merupakan sebuah diagram dengan simbol simbol grafis yang menyatakan aliran algoritma atau proses yang menampilkan langkah-langkah yang disimbolkan dalam bentuk kotak, beserta urutannya dengan

menghubungkan masing masing langkah tersebut menggunakan tanda panah.

Flowchart dapat memberikan solusi selangkah demi selangkah untuk penyelesaian masalah yang ada di dalam proses atau algoritma tersebut. Simbol-simbol yang di pakai dalam *flowchart* dibagi menjadi 3 kelompok:

1) Flow direction symbols

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

2) Processing symbols

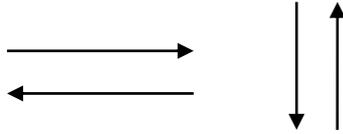
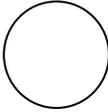
Menunjukkan jenis operasi pengolahan dalam suatu proses/prosedur.

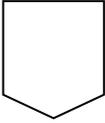
3) Input / Output symbols

Menunjukkan jenis peralatan yang digunakan sebagai media *input* atau *output*.

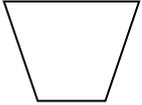
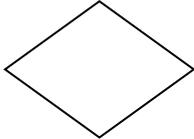
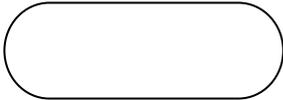
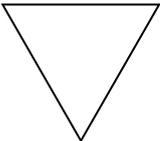
Tabel-tabel berikut menampilkan simbol-simbol yang digunakan dalam menyusun flowchart.

Tabel 2.4 Flow Direction Symbols

Simbol	Keterangan
	Simbol arus/ <i>flow</i> , yaitu menyatakan jalannya arus suatu proses.
	Simbol <i>communication link</i> , yaitu menyatakan transmisi data dari satu lokasi ke lokasi lain.
	Simbol <i>connector</i> , berfungsi menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang sama.

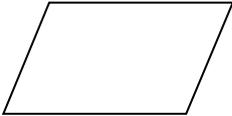
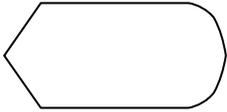
	Simbol <i>offline connector</i> , menyatakan sambungan dari proses ke proses lainnya dalam halaman yang berbeda.
---	--

Tabel 2.5 *Processing Symbols*

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

	<p>Simbol manual <i>input</i>, memasukkan data secara manual dengan menggunakan <i>online keyboard</i>.</p>
---	---

Tabel 2.6 Input / Output Symbols

Simbol	Keterangan
	<p>Simbol <i>input/output</i>, menyatakan proses <i>input</i> atau <i>output</i> tanpa tergantung jenis peralatannya.</p>
	<p>Simbol <i>disk storage</i>, menyatakan <i>input</i> berasal dari <i>disk</i> atau <i>output</i> disimpan ke <i>disk</i>.</p>
	<p>Simbol <i>document</i>, mencetak keluaran dalam bentuk dokumen (melalui printer).</p>
	<p>Simbol <i>display</i>, mencetak keluaran dalam layar monitor.</p>