

BAB II

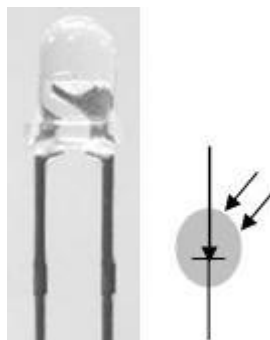
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor

Sensor adalah alat untuk mendeteksi atau mengukur suatu besaran fisis berupa variasi mekanis, magnetis, panas, sinar dan kimia dengan diubah menjadi tegangan dan arus listrik. Sensor itu sendiri terdiri dari transduser dengan atau tanpa penguat/pengolah sinyal yang terbentuk dalam satu sistem pengindra. Dalam lingkungan sistem pengendali dan robotika, sensor memberikan kesamaan yang menyerupai mata, pendengaran, hidung, lidah yang kemudian akan diolah oleh controller sebagai otaknya. [1]

2.1.1 Sensor Photodioda

Photodioda adalah sensor cahaya yang termasuk kategori sensor cahaya photo conductive yaitu sensor cahaya yang akan mengubah perubahan intensitas cahaya yang diterima menjadi perubahan konduktansi pada terminal sensor tersebut. Photodioda merupakan sensor cahaya yang akan mengalirkan arus listrik satu arah saja dimana akan mengalirkan arus listrik dari kaki anoda ke kaki katoda pada saat menerima intensitas cahaya.



Gambar 2.1 Sensor Photodioda [2]

2.1.1.1 Prinsip Kerja Sensor Photodioda

Ketika sebuah photon (satu satuan energi dalam cahaya) dari sumber cahaya diserap, hal tersebut membangkitkan suatu elektron dan menghasilkan sepasang pembawa muatan tunggal, sebuah elektron dan sebuah hole, di mana suatu hole adalah bagian dari kisi-kisi semikonduktor yang kehilangan elektron. Arah arus yang melalui sebuah semikonduktor adalah kebalikan dengan gerak muatan pembawa. Cara tersebut didalam sebuah photodiode digunakan untuk mengumpulkan photon menyebabkan pembawa muatan (seperti arus atau tegangan) mengalir/terbentuk di bagian-bagian elektroda. Intinya dari prinsip kerja photodioda yaitu Cahaya yang diserap oleh photodioda terjadinya pergeseran foton menghasilkan pasangan electron-hole dikedua sisi electron menuju [+] sumber dan hole menuju [-] sumber sehingga arus akan mengalir di dalam rangkaian. [2]

2.1.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 2.2 Sensor Ultrasonik HC-SR04 [3]

HC-SR04 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang ultrasonik, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. Lamanya waktu ini sebanding dengan dua kali jarak sensor dengan objek, sehingga jarak sensor dengan objek dapat ditentukan persamaan:

$$\text{Jarak} = \frac{\text{Kecepatan Suara} \times \text{Waktu Pantul}}{2} \quad [2.1]$$

HC-SR04 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3 cm – 3 m dengan output panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu *trigger* dan *echo*. Untuk mengaktifkan SRF04 mikrokontroler mengirimkan pulsa positif melalui pin *trigger* minimal 10 μs , selanjutnya SRF04 akan mengirimkan pulsa positif melalui pin *echo* selama 100 μs hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek.

Spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 adalah sebagai berikut:

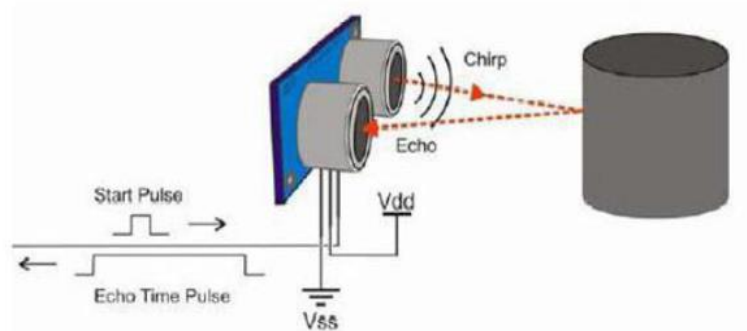
- Dimensi: 43 mm (P) x 20 mm (L) x 17 mm (T)
- Tegangan: 5VDC
- Konsumsi Arus: 30 mA (rata – rata), 50 mA (max)
- Frekuensi Suara: 40 kHz
- Jangkauan Minimum: 3cm
- Jangkauan Maksimum: 3 m
- Sensitivitas: Mampu mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak >2m
- Input *Trigger*: 10 μS minimum, pulsa level TTL
- Pulsa *Echo*: Sinyal level TTL positif, lebar berbanding proporsional dengan jarak yang dideteksi.

2.1.2.1 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik

Frekuensi kerja sensor ultrasonik pada daerah di atas gelombang suara dari 40 KHz – 400 KHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima. Struktur unit pemancar dan penerima sangatlah sederhana, sebuah kristal *piezoelectric* dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar. Tegangan bolak – balik yang memiliki frekuensi kerja 40 KHz – 400 KHz diberikan pada plat logam. Struktur atom dari kristal *piezoelectric* akan berkontraksi (mengikat), mengembang atau menyusut terhadap polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek

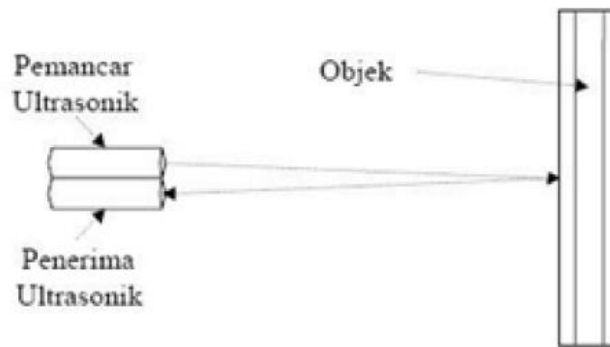
piezoelectric. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang ultrasonik yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya). Pantulan gelombang ultrasonik akan terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek *piezoelectric* menghasilkan sebuah tegangan bolak – balik dengan frekuensi yang sama. Besar amplitudo sinyal elektrik yang dihasilkan unit sensor penerima tergantung dari jauh dekatnya objek yang dideteksi serta kualitas dari sensor pemancar dan sensor penerima.

Untuk lebih jelas tentang prinsip kerja dari sensor ultrasonik dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.



Gambar 2.3 Prinsip Kerja Sensor Ultrasonik [3]

Proses sensing yang dilakukan pada sensor ini menggunakan metode pantulan untuk menghitung jarak antara sensor dengan objek sasaran. Jarak antara sensor tersebut dihitung dengan cara mengalikan setengah waktu yang digunakan oleh sinyal ultrasonik dalam perjalanannya dari rangkaian pengirim (Tx) sampai diterima oleh rangkaian penerima (Rx) dengan kecepatan rambat dari sinyal ultrasonik tersebut pada media rambat yang digunakannya, yaitu udara. Waktu dihitung ketika pemancar aktif dan sampai ada input dari rangkaian penerima dan bila pada melebihi batas waktu tertentu rangkaian penerima tidak ada sinyal input maka dianggap tidak ada halangan didepannya. Prinsip pantulan dari sensor ultrasonik ini dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut ini.



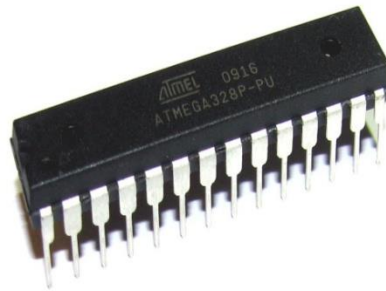
Gambar 2.4 Prinsip Pemantulan Sensor Ultrasonik [3]

2.2 Mikrokontroler ATmega 328

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil (*“special purpose computers”*) di dalam satu IC yang berisi CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi serial dan parallel, Port *input/output*, ADC. Mikrokontroler digunakan untuk suatu tugas dan menjalankan suatu program (Andrianto,heri.2013). Saat ini keluarga mikrokontroler yang ada di pasaran yaitu Intel 8048 dan 8051(MCS51), Motorola 68HC11, Microchip PIC, Hitachi H8, dan Atmel AVR.

ATmega328 adalah mikrokontroler keluaran Atmel yang merupakan anggota dari keluarga AVR 32-bit. Mikrokontroler ini memiliki kapasitas *flash (memory program)* sebesar 32 Kb (32.768 bytes), memori (static RAM) 2 Kb (2.048 bytes), dan EEPROM (*non-volatile memory*) sebesar 1024 bytes. Kecepatan *clock* yang dapat dicapai adalah 16 MHz.

ATmega328 adalah prosesor yang kaya fitur. Dalam chip yang dipaketkan dalam bentuk DIP-28 ini terdapat 20 pin Input/Output (21 pin bila pin reset tidak digunakan, 23 pin bila tidak menggunakan osilator eksternal), dengan 6 di antaranya dapat berfungsi sebagai pin ADC (*analog-to-digital converter*), dan 6 lainnya memiliki fungsi PWM (*pulse width modulation*). Berikut adalah bentuk fisik dari ATmega328 dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bentuk Fisik ATmega328 [3]

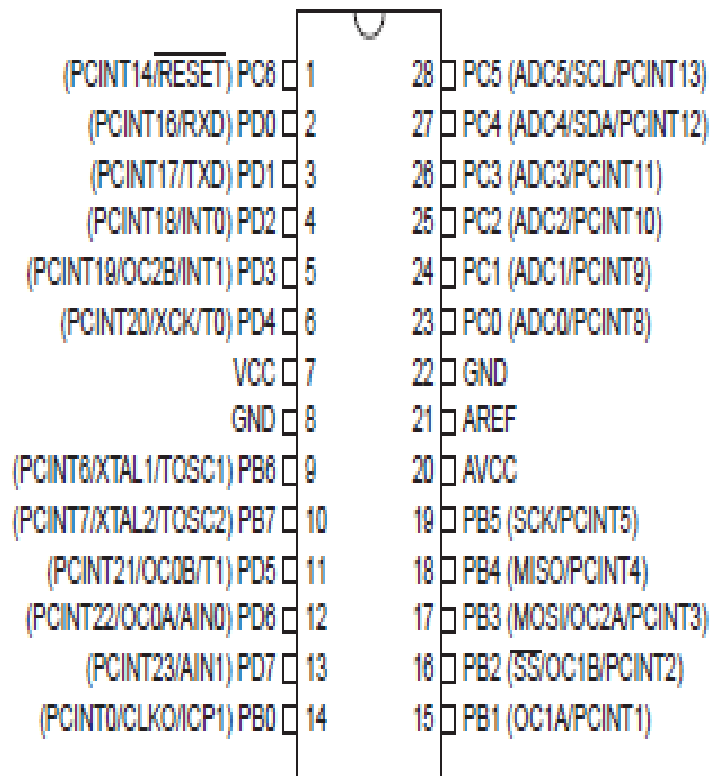
Mikrokontroler ini diproduksi oleh atmel dari seri AVR. Untuk seri AVR ini banyak jenisnya, yaitu Atmega 328, Atmega 8535, Mega 8515, Mega 16, dan lain-lain.

Mikrokontroler ATmega328 digunakan pada arduino UNO sebagai otak untuk mengendalikan perangkat elektronik yang akan dirancang. ATmega328 itu sendiri diproduksi oleh ATMEL yang mempunyai arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computing*) dimana arsitektur RISC ini adalah suatu arsitektur yang memiliki instruksi yang sederhana namun memiliki banyak fasilitas tambahan.

Fitur-fitur yang terdapat pada mikrokontroler ATmega328 antara lain :

- Memiliki EEPROM (*Electrically Erasable Programmable Read Only Memory*) sebesar 1KB sebagai tempat penyimpanan data semi permanen karena EEPROM tetap dapat menyimpan data meskipun catu daya dimatikan.
- Memiliki SRAM (*Static Random Access Memory*) sebesar 2KB.
- Memiliki pin I/O digital sebanyak 14 pin 6 diantaranya PWM (*Pulse Width Modulation*) output.
- 32 x 8-bit register serba guna.
- Dengan clock 16 MHz kecepatan mencapai 16 MIPS.
- 32 KB Flash memory dan pada arduino memiliki *bootloader* yang menggunakan 2 KB dari *flash* memori sebagai *bootloader*.
- 130 macam instruksi yang hampir semuanya dieksekusi dalam satu siklus *clock*.

2.2.1 Konfigurasi Pin ATmega328



Gambar 2.6 Konfigurasi Pin ATmega328 [3]

- VCC
Merupakan *supply* tegangan digital.
- GND
Merupakan *ground* untuk semua komponen yang membutuhkan *grounding*.
- Port B merupakan jalur data 8 bit yang dapat difungsikan sebagai input/output. Selain itu PORTB juga dapat memiliki fungsi seperti di bawah ini :
 1. ICP1 (PB0), berfungsi sebagai *Timer Counter 1 input capture* pin.
 2. OC1A (PB1), OC1B (PB2) dan OC2 (PB3) dapat difungsikan sebagai keluaran PWM (*Pulse Width Modulation*).
 3. MOSI (PB3), MISO (PB4), SCK (PB5), SS (PB2) merupakan jalur komunikasi SPI.
 4. Selain itu pin ini juga berfungsi sebagai jalur pemrograman serial (ISP).

5. TOSC1 (PB6) dan TOSC2 (PB7) dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk *timer*.
 6. XTAL1 (PB6) dan XTAL2 (PB7) merupakan sumber *clock* utama mikrokontroler.
- Port C merupakan jalur data 7 bit yang dapat difungsikan sebagai *input/output* digital. Fungsi PORTC antara lain sebagai berikut :
 1. ADC6 *channel* (PC0,PC1,PC2,PC3,PC4,PC5) dengan resolusi sebesar 10 bit. ADC dapat kita gunakan untuk mengubah input yang berupa tegangan analog menjadi data digital.
 2. I²C (SDA dan SDL) merupakan salah satu fitur yang terdapat pada PORTC. I²C digunakan untuk komunikasi dengan sensor atau *device* lain yang memiliki komunikasi data tipe I²C seperti sensor kompas, *accelerometer* *nunchuck*.
 - PortD merupakan jalur data 8 bit yang masing-masing pin-nya juga dapat difungsikan sebagai *input/output*. Sama seperti *Port B* dan *Port C*, *Port D* juga memiliki fungsi dibawah ini :
 1. USART (TXD dan RXD) merupakan jalur data komunikasi serial dengan level sinyal TTL. Pin TXD berfungsi untuk mengirimkan data serial, sedangkan RXD kebalikannya yaitu sebagai pin yang berfungsi untuk menerima data serial.
 2. *Interrupt* (INT0 dan INT1) merupakan pin dengan fungsi khusus sebagai interupsi *hardware*. Interupsi biasanya digunakan sebagai selaan dari program, misalkan pada saat program berjalan kemudian terjadi interupsi *hardware/software* maka program utama akan berhenti dan akan menjalankan program interupsi.
 3. XCK dapat difungsikan sebagai sumber *clock external* untuk USART, namun kita juga dapat memanfaatkan *clock* dari CPU, sehingga tidak perlu membutuhkan *externalclock*.

4. T0 dan T1 berfungsi sebagai masukan *counter external* untuk *timer 1* dan *timer 0*.
5. AIN0 dan AIN1 keduanya merupakan masukan *input* untuk *analog comparator*.

- RESET/PC6

Jika RSTDISBL *Fuse* diprogram, maka PC6 akan berfungsi sebagai pin I/O. Pin ini memiliki karakteristik yang berbeda dengan pin-pin yang terdapat pada port C lainnya. Namun jika RSTDISBL *Fuse* tidak diprogram, maka pin ini akan berfungsi sebagai input reset. Dan jika level tegangan yang masuk ke pin ini rendah dan pulsa yang ada lebih pendek dari pulsa minimum, maka akan menghasilkan suatu kondisi reset meskipun *clock*-nya tidak bekerja.

- AVcc

Pin ini berfungsi sebagai *supply* tegangan untuk ADC. Untuk pin ini harus dihubungkan secara terpisah dengan VCC karena pin ini digunakan untuk analog saja. Bahkan jika ADC pada AVR tidak digunakan tetap saja disarankan untuk menghubungkannya secara terpisah dengan VCC. Jika ADC digunakan, maka AVcc harus dihubungkan ke VCC melalui *low pass filter*.

- AREF

Merupakan pin *referensi* jika menggunakan ADC.

2.2.2 Arduino Uno

Arduino uno adalah salah satu produk berlabel arduino yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler ATmega328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah komputer). Peranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian LED hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil.

Kelebihan-kelebihan dari *board* arduino diantaranya adalah :

- Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya memiliki *bootloader* yang akan menangani program yang di-*upload* dari komputer.
- Bahasa pemrogramannya relatif mudah (bahasa C) dan *software* arduino mudah dioperasikan karena berbentuk GUI (*Graphical User Interface*), IDE (*Interface Development Environment*), memiliki *library* yang cukup lengkap serta gratis dan *open source*.
- Komunikasi serial dan komunikasi untuk *upload* program menggunakan jalur yang sama yaitu melalui jalur USB jadi membutuhkan sedikit kabel.

Arduino merupakan sebuah *board* mikrokontroler yang bersifat *open source*, dimana desain skematik dan pcb bersifat *open source*, sehingga kita dapat menggunakannya maupun melakukan modifikasi. *Board* arduino menggunakan *Chip/IC* mikrokontroler Atmel AVR, misalnya arduino NG *or older* w/Atmega8 (Severino), arduino *Duemilanove or Nano* w/Atmega328, arduino uno. Arduino mega2560 dan lain-lain.

Software untuk membuat, mengkompilasi dan meng-*upload* program yaitu Arduino IDE atau disebut juga arduino *software* yang juga bersifat *open source*. *Software* ini dapat diunduh pada situs <http://www.arduino.cc>. Arduino IDE (Arduino *Software*) menghasilkan file *hex* dari baris kode instruksi program yang menggunakan bahasa C yang dinamakan *sketch* setelah dilakukan *compile* dengan perintah *Compile/Verify*.

Bootloader Chip/IC pada arduino *board* telah diisi oleh program yang dinamakan arduino *bootloader*, yang memungkinkan kita meng-*upload* kode program tanpa menggunakan *hardware* tambahan (tanpa menggunakan programmer dari luar seperti : AVR-ISP, STK500, *parallel programmer*, *usb programmer*). *Bootloader* akan aktif selama beberapa detik ketika *board* mengalami reset. Hasil kompilasi dari arduino *software* dapat dipergunakan dan dijalankan tidak hanya pada arduino *board* tetapi juga dapat dijalankan di sistem mikrokontroler avr yang sesuai bahkan tanpa *bootloader*.

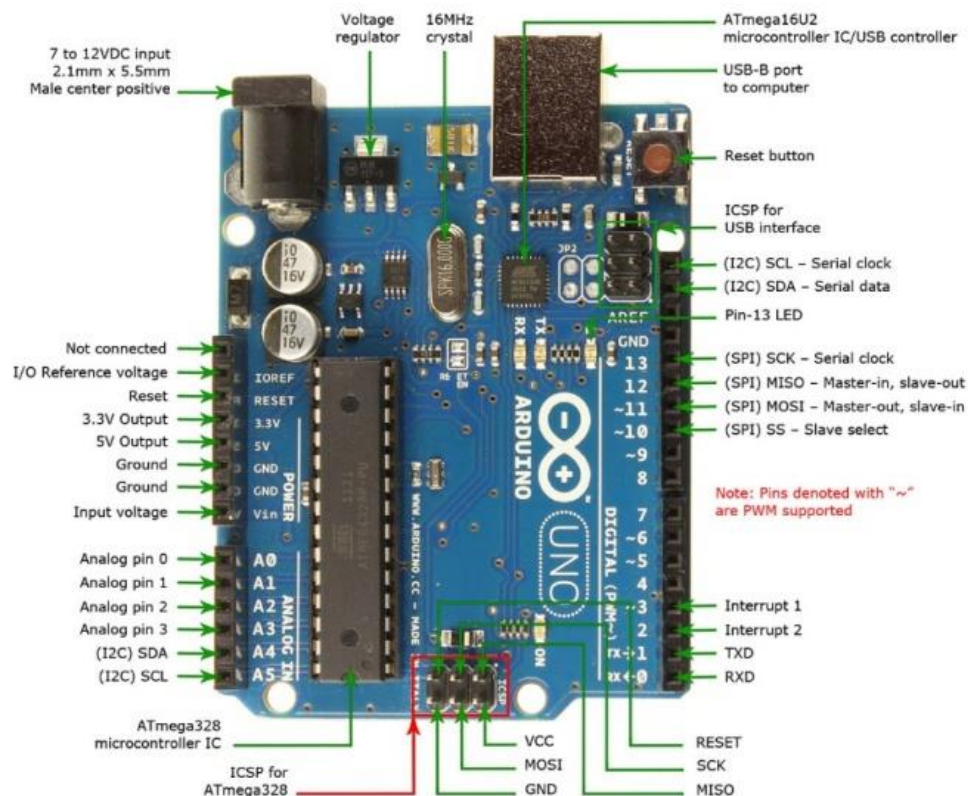


Gambar 2.7 Arduino Uno [3]

2.2.2.1 Spesifikasi Arduino Uno

Arduino uno terbentuk dari prosesor yang dikenal dengan Mikrokontroler ATmega 328. Mikrokontroler ATmega 328 memiliki beberapa fitur atau spesifikasi yang menjadikannya sebagai solusi pengendali yang efektif untuk berbagai keperluan. Fitur-fitur tersebut antara lain :

- Tegangan operasi sebesar 5 V
- Tegangan input sebesar 6 – 20 V
- Tegangan input yang disarankan 7 – 12 V
- Jumlah pin I/O digital sebanyak 14 pin dimana 6 pin diantaranya merupakan keluaran dari PWM
- Jumlah pin I/O analog sebanyak 6 pin
- Arus DC tiap pin I/O sebesar 40 mA
- Arus DC untuk pin 3.3 V sebesar 50 mA
- *Flash memory* sebesar 32 Kb dan sekitar 0,5 Kb digunakan oleh *bootloader*.
- SRAM 2 Kb
- EEPROM 1 Kb
- Kecepatan *clock* sebesar 16 MHz.



Gambar 2.8 Board Arduino Uno [3]

2.2.2.2 Power

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. *Power*-nya diselek secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok *jack* adaptor pada koneksi port input *supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 - 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt.

Penjelasan pada pin *power* adalah sebagai berikut :

- **Vin**

Tegangan input ke *board* arduino ketika menggunakan tegangan dari luar (seperti yang disebutkan 5 volt dari koneksi USB atau tegangan yang

diregulasikan). Pengguna dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika tegangan suplai menggunakan *power jack*, aksesnya menggunakan pin ini.

- **5V**

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

- **3V3**

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

- **Pin Ground**

Berfungsi sebagai jalur *ground* pada arduino

- **Memori**

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.

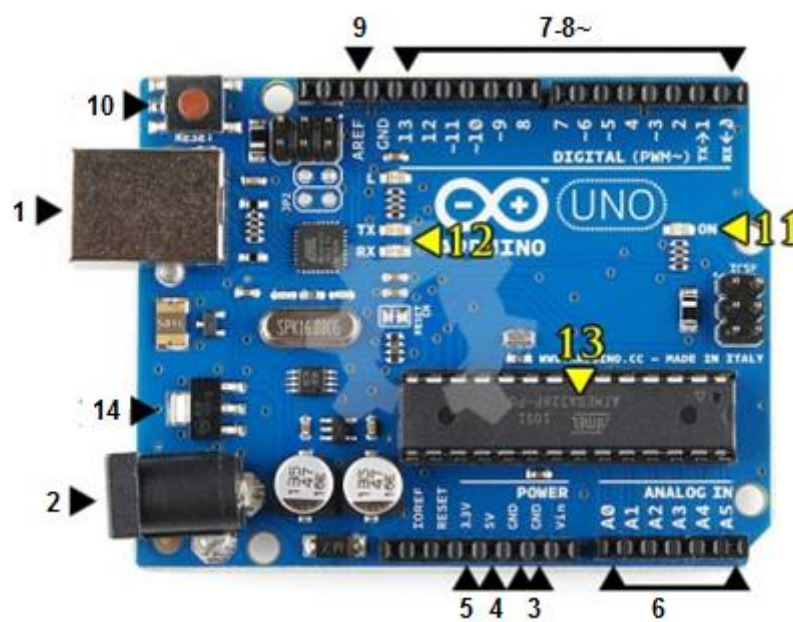
2.2.2.3 Input & Output

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 :

- Serial : 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirim (TX) TTL data serial. Pin ini terhubung pada pin yang koresponding dari USB ke TTL chip serial.
- *Interrupt eksternal* : 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk *trigger* sebuah interap pada *low value*, *rising* atau *falling edge*, atau perubahan nilai.
- PWM : 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Mendukung 8-bit output PWM dengan fungsi *analogWrite()*.

- SPI : 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mensupport komunikasi SPI, yang mana masih mendukung *hardware*, yang tidak termasuk pada bahasa arduino.
- LED : 13. Ini adalah dibuat untuk koneksi LED ke digital pin 13. Ketika pin bernilai HIGH, LED hidup, ketika pin LOW, LED mati.

2.2.2.4 Bagian-Bagian Arduino Uno



Gambar 2.9 Bagian-bagian Arduino UNO [3]

Tabel 2.1 Penjelasan Bagian Arduino Uno

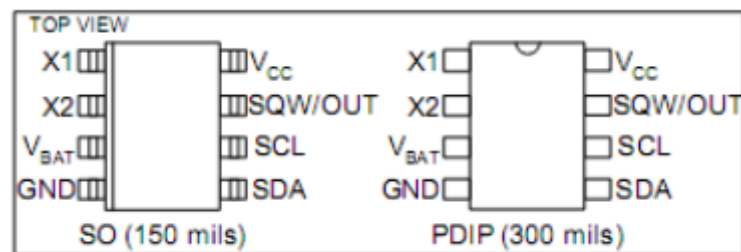
No	Nama	Deskripsi
1	USB <i>Female Type-B</i>	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan arduino
2	<i>Barrel Jack</i>	Sebagai input sumber antara 7-12V
3	Pin GND	Sebagai sumber pentanahan (<i>Ground</i>)
4	Pin 5V	Sebagai Sumber tegangan 5V
5	Pin 3,3V	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6	A0-A5	Sebagai Analog Input
7-8~	2-13	Sebagai I/O digital
8~	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9	AREF	Sebagai Analog Referensi untuk fungsi ADC
10	Tombol RESET	Sebagai perintah Reset Arduino
11	LED	Sebagai Indikator Daya
12	LED Rx Tx	Sebagai Indikator Rx Tx saat pengisian program
13	Mikrokontroler	Sebagai otak arduino dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14	Regulator Tegangan	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui barrel jack dengan tegangan maksimal input sebesar 20V.

2.3 RTC (Real Time Clock) DS 1307

RTC (*Real Time Clock*) DS1307 adalah IC yang dibuat oleh perusahaan Dallas Semiconductor. IC ini memiliki kristal yang dapat mempertahankan frekuensinya dengan baik. *Real-time clock* DS1307 memiliki fitur sebagai berikut:

- *Real-time clock* (RTC) menyimpan data-data detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan hari dalam seminggu, dan tahun *valid* hingga 2100.
- 56-byte, *battery-backed*, RAM *nonvolatile* (NV) RAM untuk penyimpanan.
- Antarmuka serial *Two-wire* (I2C).
- Sinyal keluaran gelombang-kotak terprogram (*Programmable squarewave*).
- Deteksi otomatis kegagalan-daya (*power-fail*) dan rangkaian *switch*.
- Konsumsi daya kurang dari 500mA menggunakan mode baterai cadangan dengan operasional osilator.
- Tersedia fitur industri dengan ketahanan suhu: -40oC hingga +85oC.
- Tersedia dalam kemasan 8-pin DIP atau SOIC.

Sedangkan daftar pin RTC DS1307 diperlihatkan pada Gambar 2.11.

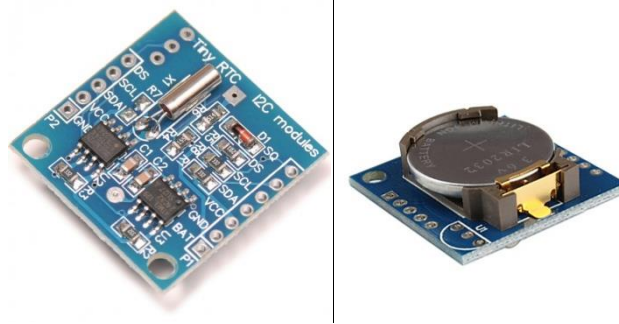


Gambar 2.10 Pin RTC DS1307 [4]

Penjelasan dari masing-masing pin adalah sebagai berikut:

- X1 dan X2 adalah pin yang dihubungkan dengan kristal 32.768 KHz.
- VBAT adalah pin yang dihubungkan dengan baterai +3V.
- GND adalah pin yang dihubungkan ke *ground*
- SDA adalah pin yang difungsikan sebagai jalur data.
- SCL adalah pin yang difungsikan sebagai jalur *clock*.
- SQW/OUT adalah pin yang digunakan sebagai keluaran sinyal kotak.

- VCC adalah pin yang digunakan untuk mencatu tegangan 5V.



Gambar 2.11 module RTC (Real Time Clock) [4]

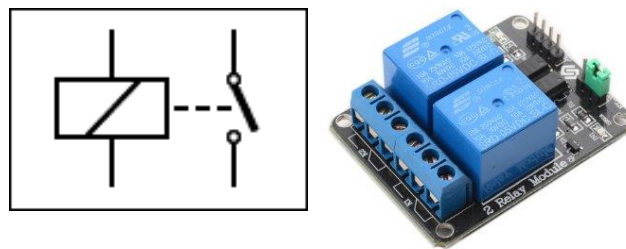
2.4 Relay

Relay adalah berfungsi Saklar yang berkerja berdasarkan input yang dimilikinya. pada relay akan terjadi perubahan posisi OFF ke ON pada saat diberikan energi elektromagnetik pada armature relay tersebut. Relay pada dasarnya terdiri dari 2 bagian utama yaitu bagian kumparan dan contact point. Ketika kumparan diberikan tegangan DC atau AC, maka akan terbentuklah medan elektromagnetik yang mengakibatkan contact point akan mengalami switch ke bagian lain. *Contact point* akan kembali *switch* ke posisi semula jika tidak ada lagi arus yang mengalir pada kumparan relay. Relay memiliki kondisi contact point dalam 2 posisi. Kedua posisi ini akan berubah pada saat relay mendapat tegangan sumber pada kumparan. Kedua posisi tersebut adalah:

- Posisi NO (*Normally Open*), yaitu posisi contact point yang terhubung ke terminal NO (*Normally Open*). Kondisi ini akan terjadi pada saat relay mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.
- Posisi NC (*Normally Close*), yaitu posisi contact point yang terhubung ke terminal NC (*Normally Close*). Kondisi ini terjadi pada saat relay tidak mendapat tegangan sumber pada elektromagnetnya.

Dilihat dari desain saklarnya maka relay dibedakan menjadi:

- SPST (*Single Pole Single Throw*), relay ini memiliki 4 terminal yaitu 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 2 terminal saklar. Relay ini hanya memiliki posisi NO (*Normally Open*) saja.
- SPDT (*Single Pole Double Throw*), relay ini memiliki 5 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 3 terminal saklar, relay jenis ini memiliki 2 kondisi NO dan NC.
- DPST (*Double Pole Single Throw*), relay jenis ini memiliki 6 terminal yaitu terdiri dari 2 terminal untuk input kumparan elektromagnetik dan 4 terminal saklar untuk 2 saklar yang masing-masing saklar hanya memiliki kondisi NO saja.
- DPDT (*Double Pole Double Throw*), relay jenis ini memiliki 8 terminal yang terdiri dari 2 terminal untuk kumparan elektromagnetik dan 6 terminal untuk 2 saklar dengan 2 kondisi NC dan NO untuk masing-masing saklarnya. Penulis menggunakan relay dengan catuan tegangan 12V DC berjenis SPDT (*Single Pole Double Throw*).



Gambar 2.12 Simbol dan Bentuk Relay [5]

2.5 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah motor dengan sistem umpan balik tertutup dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo merupakan salah satu jenis motor DC.

Berbeda dengan motor *Stepper*, motor servo beroperasi secara *Close Loop*. Poros motor dihubungkan dengan rangkaian kendali, sehingga jika putaran poros belum sampai pada posisi yang diperintahkan maka rangkaian kendali akan terus mengoreksi posisi hingga mencapai posisi yang diperintahkan. Motor servo banyak digunakan pada peranti R/C (*Remote Control*) seperti mobil, pesawat, helikopter, kapal, dan sebagai aktuator robot maupun penggerak pada kamera.



Gambar 2.13 Motor servo [5]

Keunggulan dari penggunaan motor servo adalah :

- Tidak bergetar dan tidak ber-resonansi saat beroperasi.
- Daya yang dihasilkan sebanding dengan ukuran dan berat motor.
- Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.
- Resolusi dan akurasi dapat diubah dengan hanya mengganti *Encoder* yang dipakai.
- Tidak berisik saat beroperasi dengan kecepatan tinggi.

Kelemahan dari penggunaan motor servo adalah :

- Memerlukan pengaturan yang tepat untuk menstabilkan umpan balik.
- Motor menjadi tidak terkendali jika tidak memberikan umpan balik.
- Beban berlebih dalam waktu yang lama dapat merusak motor.
- Penggunaan arus listrik sebanding dengan beban yang diberikan.

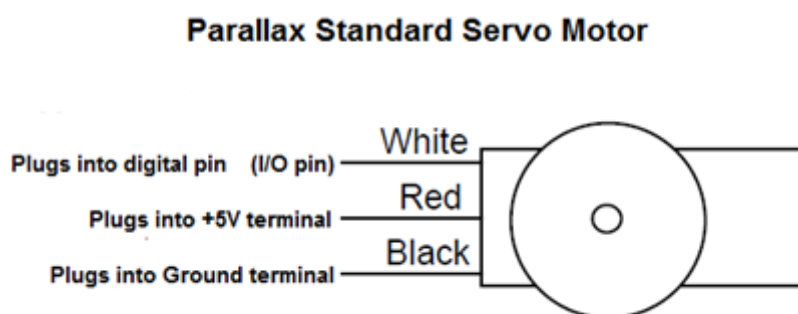
2.5.1 Prinsip Kerja Motor Servo

Seperti namanya, servo motor adalah sebuah servo. Lebih khusus lagi adalah servo *Loop* tertutup yang menggunakan umpan balik posisi untuk

mengontrol gerakan dan posisi akhir. Masukan kontrolnya adalah beberapa sinyal, baik analog atau digital, yang mewakili posisi yang diperintahkan untuk poros *Output*.

Motor servo merupakan motor yang berputar lambat, dimana biasanya ditunjukkan oleh *Rate* putarannya yang lambat, namun demikian memiliki torsi yang lebih kuat karena pada *Internal Gear*-nya.

Motor servo memiliki 3 kabel yaitu putih sebagai *I/O Pin*, merah sebagai *VCC* dan hitam sebagai *Ground*. Dengan demikian motor servo dapat dikontrol melalui kabel *I/O* yang berwarna putih. Pada gambar 2. Di bawah ini merupakan *Pin-pin* dari pengkabelan motor servo yang dihubungkan pada rangkaian pengontrol.



Gambar 2.14 Pin Out Kabel Motor Servo [6]

Di dalam motor servo terdapat sebuah karakteristik , yaitu :

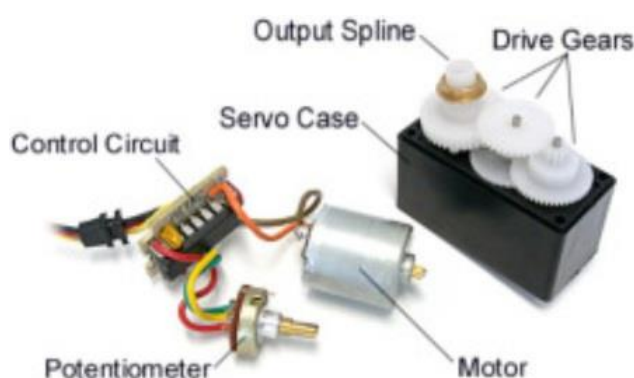
- jalur : *Power*, *Ground* dan *Control*.
- Sinyal *Control* mengendalikan posisi.
- Operasional dari motor servo dikendalikan oleh pulsa sebesar 20ms, dimana lebar pulsa antara 500 μ s dan 2400 μ s menyatakan akhir dari *Range* sudut maksimum.
- Kontruksi di dalamnya meliputi *Internal Gear*, Potensiometer dan *Feedback Control*.

Di dalam motor servo terdapat potensiometer yang digunakan sebagai sensor posisi. Potensiometer tersebut dihubungkan dengan *Output Shaft* untuk mengetahui sudut posisi dari *Output Gear* pada motor servo. Ketika motor DC

(*Direct Current*) berputar, maka *Output Shaft* juga berputar dan sekaligus memutar potensiometer.

Rangkaian *Control* kemudian dapat membaca kondisi potensiometer tersebut untuk mengetahui posisi *Actual Shaft*. Jika posisinya sesuai dengan yang diinginkan, maka motor DC akan berhenti. Sudut operasi motor servo (*Operating Angle*) bervariasi tergantung jenis motor servo.

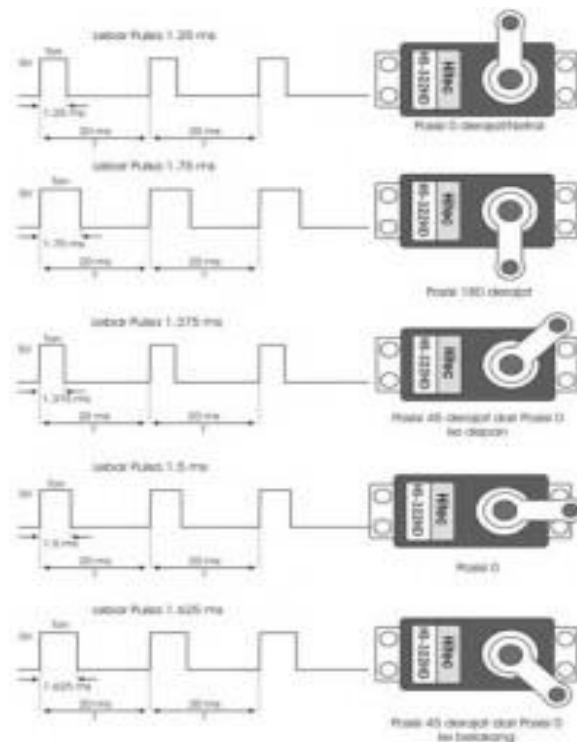
Pada gambar 2. Merupakan *Internal Gear* dan kontrol elektronik untuk mengatur pergerakan dari motor.



Gambar 2.15 Kontruksi Motor Servo [6]

2.5.2 Pengaturan Motor Servo

Motor Servo akan bekerja secara baik jika pada bagian *Pin* kontrolnya diberikan sinyal PWM dengan frekuensi 50Hz. Di mana pada saat sinyal dengan frekuensi 50Hz tersebut dicapai pada kondisi *Ton Duty Cycle* 1,5 ms, maka rotor dari motor akan berhenti tepat di tengah-tengah (sudut 0° / netral). Pada saat *Ton Duty Cycle* dari sinyal yang diberikan kurang dari 1,5ms, maka rotor akan berputar ke arah kiri dengan membentuk sudut yang besarnya linier terhadap besarnya *Ton Duty Cycle*, dan akan bertahan diposisi tersebut. Dan sebaliknya, jika *Ton Duty Cycle* dari sinyal yang diberikan lebih dari 1,5ms, maka rotor akan berputar ke arah kanan dengan membentuk sudut yang linier pula terhadap besarnya *Ton Duty Cycle*, dan bertahan diposisi tersebut.



Gambar 2.16 Pulsa Kendali Motor Servo [6]

2.6 Pompa *Submersible* DC

Pompa adalah suatu alat atau mesin yang digunakan untuk memindahkan cairan dari suatu tempat ke tempat yang lain melalui suatu media perpipaan dengan cara menambahkan energi pada cairan yang dipindahkan dan berlangsung secara terus menerus.

Pompa air *submersible* adalah perangkat yang memiliki motor tertutup rapat dekat atau digabungkan dengan tubuh pompa. Seluruh komponen terendam dalam cairan/air yang akan dipompa. Keuntungan utama dari jenis pompa *submersible* adalah bahwa hal itu mencegah kavitasi pompa, masalah terkait dengan perbedaan elevasi tinggi antara pompa dan permukaan cairan.



Gambar 2.17 Pompa *Submersible* DC [7]

2.6.1 Prinsip Kerja Pompa *Submersible* DC

Prinsip kerja pompa *submersible* ialah dengan *impeller* yang diputar dengan kecepatan rotasi yang sangat tinggi sehingga mengalami gaya sentrifugal. Karena pada dasarnya pompa ini juga merupakan pompa sentrifugal multistage yang dioperasikan secara *vertical*.

2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

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.

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 2.18 Bentuk Fisik LCD 16x2 [8]

2.7.1 Fitur LCD 16 x 2

Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah:

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

2.7.2 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 2.2 Keterangan pin LCD

No	Nama	Keterangan Fungsi
1	VSS	Dihubungkan ke <i>ground</i> .
2	VDD	Catu daya positif.
3	V0	Pengatur kontras. Potensiometer 10K Ohm bisa digunakan untuk mengatur tingkat kontras.
4	RS	<i>Register Select</i> : RS = <i>High</i> untuk mengirim data RS = <i>Low</i> untuk mengirim instruksi
5	R/W	<i>Read/Write control bus</i> : R/W = <i>High</i> untuk membaca data di LCD
6	E	<i>Enable</i> :E = <i>High</i> supaya LCD dapat diakses
7-14	DB0-DB7	Data (Input/Output)
15	V+/BLA	Catu daya positif untuk layar
16	V-/BLK	Catu daya negatif untuk layar