

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sensor dan Transduser

Sensor adalah perangkat yang dapat mendeteksi atau mengukur kuantitas fisik. Definisi sensor sesuai dengan *Instrumen Society of America* adalah, sebuah perangkat yang dapat memberikan *output* untuk dapat digunakan sebagai respon terhadap besaran suatu ukur tertentu. Transduser adalah suatu alat yang dapat mengubah suatu bentuk energi ke bentuk energi lainnya. Bentuk-bentuk energi tersebut diantaranya seperti Energi Listrik, Energi Mekanikal, Energi Elektromagnetik, Energi Cahaya, Energi Kimia, Energi Akustik (bunyi) dan Energi Panas. Pada umumnya, semua alat yang dapat mengubah atau mengkonversi suatu energi ke energi lainnya dapat disebut sebagai Transduser (Mustar & Wiyagi, 2017).

2.1.1 Sensor Hujan

Raindrop sensor adalah sebuah alat yang dapat mendeteksi hujan atau adanya cuaca hujan yang berada di sekitarnya, sensor ini dapat digunakan sebagai switch, saat adanya tetesan air hujan yang jatuh melewati raining board yang terdapat pada sensor, selain itu raindrop sensor dapat juga digunakan untuk mengukur intensitas curah hujan (Mustar & Wiyagi, 2017).

Prinsip kerja dari modul sensor ini yaitu pada saat ada air hujan turun dan mengenai panel sensor maka akan terjadi proses elektrolisis oleh air hujan. Dan karena air hujan termasuk dalam golongan cairan elektrolit yang dimana cairan tersebut akan menghantarkan arus listrik.

Pada sensor hujan ini terdapat IC komparator yang dimana *output* dari sensor ini dapat berupa logika *high* dan *low* (*on* atau *off*). Serta pada modul sensor ini terdapat *output* yang berupa tegangan pula. Sehingga dapat dikoneksikan ke pin khusus Arduino yaitu *Analog Digital Converter*. Dengan singkat kata, sensor ini dapat digunakan untuk memantau kondisi ada tidaknya hujan di lingkungan luar



yang dimana *output* dari sensor ini dapat berupa sinyal analog maupun sinyal digital. (Putri, 2019)



Gambar 2.1 Sensor Hujan

Sumber : (Mustar & Wiyagi, 2017)

Spesifikasi sensor hujan :

1. Sensor ini bermaterial dari FR-04 dengan dimensi 5cm x 4cm berlapis nikel dan dengan kualitas tinggi pada kedua sisinya.
2. Pada lapisan modul mempunyai sifat anti oksidasi sehingga tahan terhadap korosi.
3. Tegangan kerja masukan sensor 3.3V – 5V.
4. Menggunakan IC *comparator* LM393 yang stabil.
5. Output dari modul comparator dengan kualitas sinyal bagus lebih dari 15mA.
6. Dilengkapi lubang baut untuk instalasi dengan modul lainnya.
7. Terdapat potensiometer yang berfungsi untuk mengatur sensitifitas sensor.
8. Terdapat 2 *output* yaitu digital (0 dan 1) dan analog (tegangan).
9. Dimensi PCB yaitu 3.2 cm x 1.4 cm.

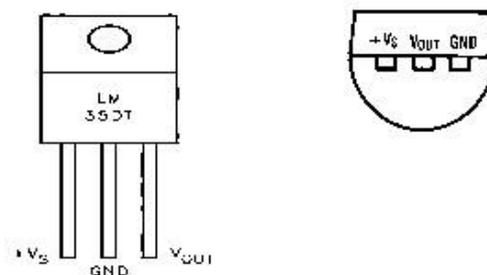


2.1.2 Sensor LM35

Sensor suhu LM35 adalah komponen elektronika yang memiliki fungsi untuk mengubah besaran suhu menjadi besaran listrik dalam bentuk tegangan. Sensor Suhu LM35 yang dipakai dalam penelitian ini berupa komponen elektronika elektronika yang diproduksi oleh *National Semiconductor*. LM35 memiliki keakuratan tinggi dan kemudahan perancangan jika dibandingkan dengan sensor suhu yang lain, LM35 juga mempunyai keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga dapat dengan mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus serta tidak memerlukan penyetelan lanjutan (Allo, Mamahit, & Bahrin, 2013).

Meskipun tegangan sensor ini dapat mencapai 30 volt akan tetapi yang diberikan kesensor adalah sebesar 5 volt, sehingga dapat digunakan dengan catu daya tunggal dengan ketentuan bahwa LM35 hanya membutuhkan arus sebesar 60 μA hal ini berarti LM35 mempunyai kemampuan menghasilkan panas (*selfheating*) dari sensor yang dapat menyebabkan kesalahan pembacaan yang rendah yaitu kurang dari 0,5 $^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25 $^{\circ}\text{C}$. (Zaputra, 2016)

2.1.2.1 Struktur Sensor LM35



Gambar 2.2 Sensor Suhu LM35

Sumber : (Zaputra, 2016)

Gambar diatas menunjukkan bentuk dari LM35 tampak depan dan tampak bawah. 3 pin LM35 menunjukan fungsi masing-masing pin diantaranya, pin 1 berfungsi sebagai sumber tegangan kerja dari LM35, pin 2 atau tengah digunakan sebagai tegangan keluaran atau V_{out} dengan jangkauan kerja dari 0 Volt sampai dengan 1,5 Volt dengan tegangan operasi sensor LM35 yang dapat digunakan antar



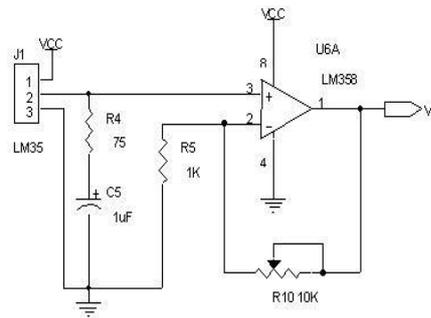
dapat dijadikan patokan bagi penggunaannya. Jika nilainya berubahubah untuk kondisi yang relatif tidak ada perubahan, maka alat ukur yang demikian ini tidak dapat digunakan. (Zaputra, 2016)

2.1.2.2 Karakteristik Sensor LM35.

1. Memiliki sensitivitas suhu, dengan faktor skala linier antara tegangan dan suhu $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$, sehingga dapat dikalibrasi langsung dalam *celcius*.
2. Memiliki ketepatan atau akurasi kalibrasi yaitu $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu 25°C
3. Memiliki jangkauan maksimal operasi suhu antara -55°C sampai $+150^{\circ}\text{C}$.
4. Bekerja pada tegangan 4 sampai 30 volt.
5. Memiliki arus rendah yaitu kurang dari $60 \mu\text{A}$.
6. Memiliki pemanasan sendiri yang rendah (*low-heating*) yaitu kurang dari $0,1^{\circ}\text{C}$ pada udara diam.
7. Memiliki impedansi keluaran yang rendah yaitu $0,1 \text{ W}$ untuk beban 1 mA .
8. Memiliki ketidaklinieran hanya sekitar $\pm \frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$.

Sensor LM35 bekerja dengan mengubah besaran suhu menjadi besaran tegangan. Tegangan ideal yang keluar dari LM35 mempunyai perbandingan 100°C setara dengan 1 volt. Sensor ini mempunyai pemanasan diri (*self heating*) kurang dari $0,1^{\circ}\text{C}$, dapat dioperasikan dengan menggunakan power supply tunggal dan dapat dihubungkan antar muka (*interface*) rangkaian control yang sangat mudah.

IC LM 35 sebagai sensor suhu yang teliti dan terkemas dalam bentuk Integrated Circuit (IC), dimana output tegangan keluaran sangat linear terhadap perubahan suhu. Sensor ini berfungsi sebagai pengubah dari besaran fisis suhu ke besaran tegangan yang memiliki koefisien sebesar $10 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ yang berarti bahwa kenaikan suhu 1°C maka akan terjadi kenaikan tegangan sebesar 10 mV .



Gambar 2.4 Rangkaian Sensor LM35

Sumber : (Zaputra, 2016)

IC LM 35 ini tidak memerlukan pengkalibrasian atau penyetelan dari luar karena ketelitiannya sampai lebih kurang seperempat derajat celcius pada temperature ruang. Jangka sensor mulai dari -55°C sampai dengan 150°C , IC LM35 penggunaannya sangat mudah, difungsikan sebagai kontrol dari indicator tampilan catu daya terbelah. IC LM 35 dapat dialiri arus $60\ \mu\text{A}$ dari supplay sehingga panas yang ditimbulkan sendiri sangat rendah kurang dari 0°C di dalam suhu ruangan.

Untuk mendeteksi suhu digunakan sebuah sensor suhu LM35 yang dapat dikalibrasikan langsung dalam C (celcius), LM35 ini difungsikan sebagai basic temperature sensor.

Adapun keistimewaan dari IC LM 35 adalah :

- Kalibrasi dalam satuan derajat celcius.
- Lineritas $+10\ \text{mV}/^{\circ}\text{C}$.
- Akurasi $0,5^{\circ}\text{C}$ pada suhu ruang.
- Range $+2^{\circ}\text{C} - 150^{\circ}\text{C}$.
- Dioperasikan pada catu daya $4\ \text{V} - 30\ \text{V}$.
- Arus yang mengalir kurang dari $60\ \mu\text{A}$



Gambar 2.5 Sensor LM35-DZ

Sumber : (Zaputra, 2016)

LM35DZ adalah komponen sensor suhu berukuran kecil seperti transistor (TO-92). Komponen yang sangat mudah digunakan ini mampu mengukur suhu hingga 100 derajat Celcius. Dengan tegangan keluaran yang terskala linear dengan suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 derajat Celcius, maka komponen ini sangat cocok untuk digunakan sebagai teman eksperimen kita, atau bahkan untuk aplikasi-aplikasi seperti termometer ruang digital, mesin pasteurisasi, atau termometer badan digital.

LM35 dapat disuplai dengan tegangan mulai 4V-30V DC dengan arus pengurusan 60 mikroampere, memiliki tingkat efek self-heating yang rendah (0,08 derajat Celcius), dan termasuk kerabat dekat dompet kita-kita, self-heating adalah efek pemanasan oleh komponen itu sendiri akibat adanya arus yang bekerja melewatinya. Untuk komponen sensor suhu, parameter ini harus dipertimbangkan dan diupakara atau di-*handle* dengan baik karena hal ini dapat menyebabkan kesalahan pengukuran. Seperti sensor suhu jenis RTD PT100 atau PT1000 misalnya, komponen ini tidak boleh dieksitasi oleh arus melebihi 1 miliampere, jika melebihi, maka sensor akan mengalami selfheating yang menyebabkan hasil pengukuran senantiasa lebih tinggi dibandingkan suhu yang sebenarnya.

Vout adalah tegangan keluaran sensor yang terskala linear terhadap suhu terukur, yakni 10 milivolt per 1 derajat celcius. Jadi jika $V_{out} = 530\text{mV}$, maka suhu terukur adalah 53 derajat Celcius. Dan jika $V_{out} = 320\text{mV}$, maka suhu terukur



adalah 32 derajat Celcius. Tegangan keluaran ini bisa langsung diumpankan sebagai masukan ke rangkaian pengkondisi sinyal seperti rangkaian penguat operasional dan rangkaian filter, atau rangkaian lain seperti rangkaian pembanding tegangan dan rangkaian Analog-to-Digital Converter.

Rangkaian dasar tersebut cukup untuk sekedar bereksperimen atau untuk aplikasi yang tidak memerlukan akurasi pengukuran yang sempurna. Akan tetapi tidak untuk aplikasi yang sesungguhnya. Terbukti dari eksperimen yang telah saya lakukan, tegangan keluaran sensor belumlah stabil. Pada kondisi suhu yang relatif sama, jika tegangan suplai saya ubah-ubah (saya naikkan atau turunkan), maka V_{out} juga ikut berubah. Memang secara logika hal ini sepertinya benar, tapi untuk instrumentasi hal ini tidaklah diperkenankan. Dibandingkan dengan tingkat kepresisian, maka tingkat akurasi alat ukur lebih utama karena alat ukur seyogyanya dapat dijadikan patokan bagi penggunaannya. Jika nilainya berubah-ubah untuk kondisi yang relatif tidak ada perubahan, maka alat ukur yang demikian ini tidak dapat digunakan.

2.1.2.3 Prinsip Kerja Sensor LM35

Secara prinsip sensor akan melakukan penginderaan pada saat perubahan suhu setiap suhu 1 °C akan menunjukkan tegangan sebesar 10 mV. Pada penempatannya LM35 dapat ditempelkan dengan perekat atau dapat pula disemen pada permukaan akan tetapi suhunya akan sedikit berkurang sekitar 0,01 °C karena terserap pada suhu permukaan tersebut. Dengan cara seperti ini diharapkan selisih antara suhu udara dan suhu permukaan dapat dideteksi oleh sensor LM35 sama dengan suhu disekitarnya, jika suhu udara disekitarnya jauh lebih tinggi atau jauh lebih rendah dari suhu permukaan, maka LM35 berada pada suhu permukaan dan suhu udara disekitarnya .

Jarak yang jauh diperlukan penghubung yang tidak terpengaruh oleh interferensi dari luar, dengan demikian digunakan kabel selubung yang ditanahkan sehingga dapat bertindak sebagai suatu antenna penerima dan simpangan didalamnya, juga dapat bertindak sebagai perata arus yang mengoreksi pada kasus



yang sedemikian, dengan menggunakan metode *bypass* kapasitor dari V_{in} untuk ditanahkan.

Maka dapat disimpulkan prinsip kerja sensor LM35 sebagai berikut:

- Suhu lingkungan di deteksi menggunakan bagian IC yang peka terhadap suhu
- Suhu lingkungan ini diubah menjadi tegangan listrik oleh rangkaian di dalam IC, dimana perubahan suhu berbanding lurus dengan perubahan tegangan output.
- Pada seri LM35

$$V_{out} = 10 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$$

Tiap perubahan 1°C akan menghasilkan perubahan tegangan output sebesar 10mV

2.2.3 Sensor Limit switch

Limit switch (saklar pembatas) adalah saklar atau perangkat elektromekanis yang mempunyai tuas aktuator sebagai pengubah posisi kontak terminal (dari *Normally Open/ NO ke Close* atau sebaliknya dari *Normally Close/NC ke Open*). Posisi kontak akan berubah ketika tuas aktuator tersebut terdorong atau tertekan oleh suatu objek. Sama halnya dengan saklar pada umumnya, *limit switch* juga hanya mempunyai 2 kondisi, yaitu menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Dengan kata lain hanya mempunyai kondisi *ON* atau *Off* (Wihagno, 2017).

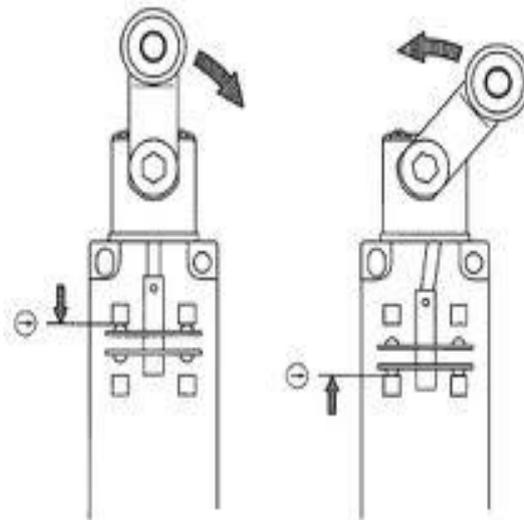


Gambar 2.6 limit Switch

Sumber : (Wihagno, 2017)



Namun sistem kerja *limit switch* berbeda dengan saklar pada umumnya, jika pada saklar umumnya sistem kerjanya akan diatur/ dikontrol secara manual oleh manusia (baik diputar atau ditekan). Sedangkan *limit switch* dibuat dengan sistem kerja yang berbeda, limit switch dibuat dengan sistem kerja yang dikontrol oleh dorongan atau tekanan (kontak fisik) dari gerakan suatu objek pada aktuator, sistem kerja ini bertujuan untuk membatasi gerakan ataupun mengendalikan suatu objek/mesin tersebut, dengan cara memutuskan atau menghubungkan aliran listrik yang melalui terminal kontakannya.



Gambar 2.7 Cara Kerja Limit Switch

Sumber : (Wihagno, 2017)

2.2 Microcontroller

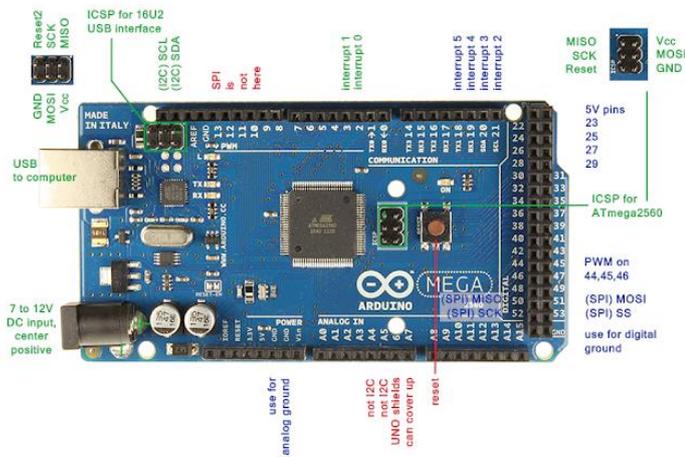
Microcontroller adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan input output. Dengan kata lain, Microcontroller adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja microcontroller sebenarnya membaca dan menulis



data. Sekedar contoh, bayangkan diri Anda saat mulai belajar membaca dan menulis, ketika Anda sudah bisa melakukan hal itu Anda bisa membaca tulisan apapun baik buku, cerpen, artikel dan sebagainya, dan Andapun bisa pula menulis hal-hal sebaliknya. Begitu pula jika Anda sudah mahir membaca dan menulis data maka Anda dapat membuat program untuk membuat suatu sistem pengaturan otomatis ini menggunakan microcontroller sesuai keinginan apa yang anda inginkan. Microcontroller merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh microcontroller ini.

2.2.1 Arduino Mega 2560

Salah satu jenis Microcontroller yaitu Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 ialah papan microcontroller berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital input / output, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai output PWM, 16 pin sebagai input analog, dan 4 pin sebagai UART (port serial hardware), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, jack power, header ICSP, dan tombol reset. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung microcontroller. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC – DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega. Arduino Mega 2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip Atmega 16U2 (Atmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega 2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.



Gambar 2.8 Board Arduino Mega 2560

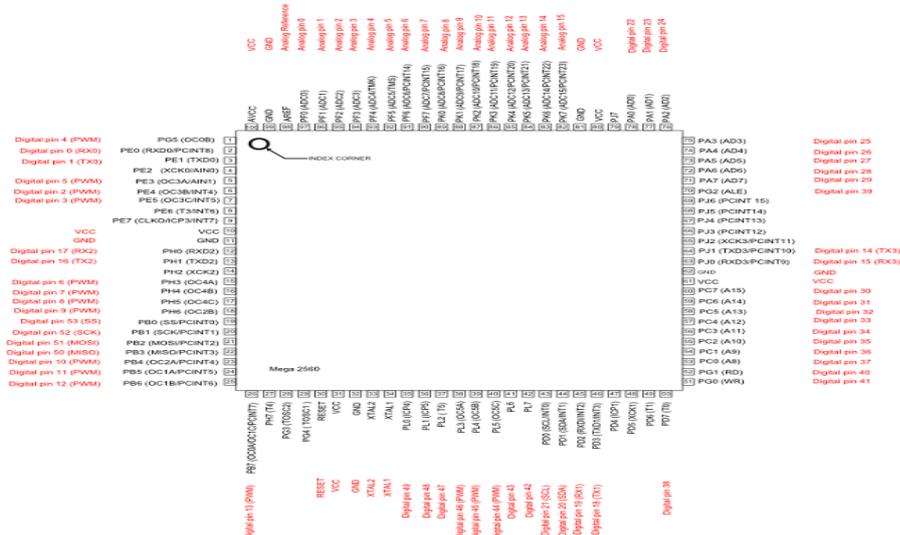
Sumber : (Yuliansyahh, 2016)

Pin digital Arduino Mega2560 ada 54 Pin yang dapat di gunakan sebagai Input atau Output dan 16 Pin Analog berlabel A0 sampai A15 sebagai ADC, setiap Pin Analog memiliki resolusi sebesar 10 bit. Arduino Mega 2560 di lengkapi dengan pin dengan fungsi khusus, sebagai berikut :

- **Serial 4 buah** : 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 di gunakan untuk menerima data serial TTL dan Pin (Tx) untuk mengirim data serial TTL
- **External Interrupts 6 buah** : 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)
- **PWM 15 buah** : 2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13 dan 44,45,46 pin-pin tersebut dapat di gunakan sebagai Output PWM 8 bit
- **SPI** : Pin 50 (MISO), Pin 51 (MOSI), Pin 52 (SCK), Pin 53 (SS) ,Di gunakan untuk komunikasi SPI menggunakan SPI Library
- **I2C** : Pin 20 (SDA) dan Pin 21 (SCL) , Komunikasi I2C menggunakan wire library
- **LED** : 13. Buit-in LED terhubung dengan Pin Digital 13



Berikut ini adalah bagian-bagian ATmega2560 PIN OUT.



Gambar 2.9 Spesifikasi dari Arduino Mega 2560

Sumber : (Yuliansyah, 2016)

Tabel 2.1 Spesifikasi dari Arduino Mega 2560

Sumber : (Yuliansyah, 2016)

Microcontroller	ATmega 2560
Tegangan Operasi	5V
Inputvoltage (disarankan)	7-12V
InputVoltage (limit)	6-20V
Jumlah pin I/O digital	54 (15 pin digunakan sebagai output PWM)
Jumlah pin input analog	16
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	256 KB (8 KB digunakan untuk bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz



1.2.2 Arduino Uno

Arduino Uno merupakan salah satu jenis arduino dengan menggunakan IC Atmega328. Arduino memiliki pin I/O sejumlah 14 buah digital I/O pin dan 6 pin *analog input*. Arduino Uno dilengkapi dengan sebuah *oscillator* 16 Mhz, sebuah *port USB*, *power jack DC*, *ICSP header*, dan tombol reset. Board ini sudah cukup lengkap, dan hampir memiliki segala sesuatu yang dibutuhkan untuk sebuah mikrokontroler. Dengan penggunaan yang cukup sederhana, anda tinggal menghubungkan catudaya dari USB ke PC anda atau melalui adaptor AC/DC ke *jack DC*. (Ilearning Media. 2015)

Arduino Uno dapat ditenagai dengan *supply* yang diperoleh dari koneksi kabel USB, atau via eksternal dengan tegangan berkisar 7 Volt hingga 12 Volt. Gambar 2.2 menunjukkan bentuk fisik dari arduino uno.



Gambar 2.10 Bentuk Fisik Arduino Uno

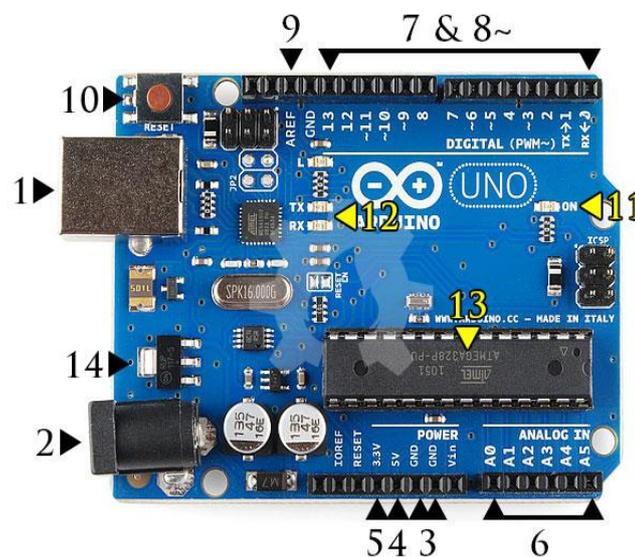
(Raharja, 2014)

Arduino Uno terbentuk dari *processor* 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.

Berikut ini adalah bagian-bagian dari Arduino Uno yang ditunjukkan pada gambar 2.7 dan dijelaskan pada tabel 2.1.



Gambar 2.11 Bagian-bagian Arduino Uno

(Data sheet Arduino Atmega328,2017)



Tabel 2.2 Penjelasan Bagian-bagian Arduino Uno

(Data sheet Arduino Atmega328,2017)

No	Nama	Deskripsi
1	USB <i>FemaleType-B</i>	Sebagai sumber DC 5V sekaligus untuk jalur pemrograman antara PC dan <i>arduino</i>
2	<i>BarrelJack</i>	Sebagai <i>input</i> sumber antara 7-12V
3	<i>Pin GND</i>	Sebagai sumber pentanahan (<i>Ground</i>)
4	<i>Pin 5V</i>	Sebagai Sumber tegangan 5V
5	<i>Pin 3,3V2</i>	Sebagai Sumber tegangan 3,3V
6	A0-A5	Sebagai <i>AnalogInput</i>
7	2-13	Sebagai I/O <i>digital</i>
8	0-1	Sebagai I/O sekaligus bisa juga sebagai Rx Tx
9	AREF	Sebagai <i>Analog Referensi</i> untuk fungsi ADC
10	Tombol <i>RESET</i>	Sebagai perintah <i>ResetArduino</i>
11	LED	Sebagai <i>Indikator Daya</i>
12	LED Rx Tx	Sebagai <i>Indikator Rx Tx</i> saat pengisian program
13	Mikrokontroler	Sebagai otak <i>arduino</i> dengan menggunakan mikrokontroler AVR Atmega328
14	<i>Regulator Tegangan</i>	Berfungsi sebagai pembatas atau penurun tegangan yang masuk melalui <i>barreljack</i> dengan tegangan maksimal <i>input</i> sebesar 20V.



1.2.3 Komunikasi

Arduino Mega 2560 memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, dengan Arduino lain, atau dengan microcontroller lainnya. Arduino ATmega 328 menyediakan 4 hardware komunikasi serial UART TTL (5 Volt). Sebuah chip ATmega 16U2 (ATmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang terdapat pada papan digunakan sebagai media komunikasi serial melalui USB dan muncul sebagai COM Port Virtual (pada Device komputer) untuk berkomunikasi dengan perangkat lunak pada komputer, untuk sistem operasi Windows masih tetap memerlukan file inf, tetapi untuk sistem operasi OS X dan Linux akan mengenali papan sebagai port COM secara otomatis. Perangkat lunak Arduino termasuk didalamnya serial monitor memungkinkan data tekstual sederhana dikirim ke dan dari papan Arduino. LED RX dan TX yang tersedia pada papan akan berkedip ketika data sedang dikirim atau diterima melalui chip USB-to-serial yang terhubung melalui USB komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial seperti pada pin 0 dan 1).

Sebuah Software Serial library memungkinkan untuk komunikasi serial pada salah satu pin digital Mega 2560. ATmega 2560 juga mendukung komunikasi TWI dan SPI. Perangkat lunak Arduino termasuk Wirelibrary digunakan untuk menyederhanakan penggunaan bus TWI. Untuk komunikasi SPI, menggunakan SPI library. Perangkat Lunak (IDE Arduino) Integrated Development Environment (IDE) Arduino merupakan aplikasi yang mencakup editor, compiler, dan uploader dapat menggunakan semua seri modul keluarga Arduino, seperti Arduino Duemilanove, Uno, Bluetooth, Mega. Kecuali ada beberapa tipe board produksi Arduino yang memakai microcontroller di luar seri AVR, seperti mikroprosesor ARM. Saat menulis kode program atau mengkompilasi modul hardware Arduino tidak harus tersambung ke PC atau Notebook, walaupun saat proses unggahan ke board diperlukan modul hardware.

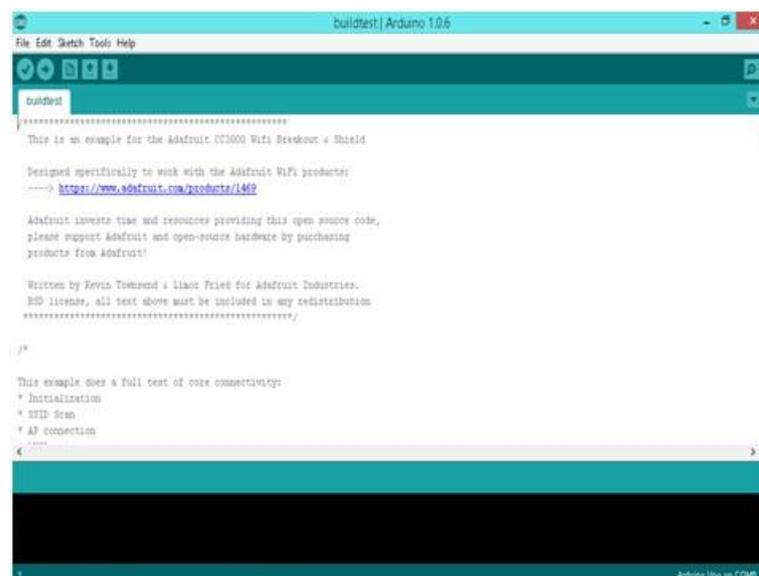
IDE Arduino juga memiliki keterbatasan tidak mendukung fungsi debugging hardware maupun software. Proses kompiasi IDE Arduino diawali dengan proses pengecekan kesalahan sintaksis sketch, kemudian memanfaatkan



pustaka Processing dan avr – gcc sketch dikompilasi menjadi berkas object, lalu berkas-berkas object digabungkan oleh pustaka Arduino menjadi berkas biner. Berkas biner ini diunggah ke chip microcontroller via kabel USB, serial port DB9, atau Serial Bluetooth.

Compiler IDE Arduino juga memanfaatkan pustaka open source AVRLibc sebagai standar de-facto pustaka referensi dan fungsi register microcontroller AVR. Pustaka AVRLibc ini sudah disertakan dalam satu paket program IDE Arduino. Meskipun demikian, kita tidak perlu mendefinisikan directive#include dari pustaka AVRLibc pada sketch karena otomatis compiler me-link pustaka AVRLibc tersebut.

Ukuran berkas biner HEX hasil kompilasi akan semakin besar jika kode sketch semakin kompleks. Berkas biner memiliki ekstensi .hex berisi data instruksi program yang biasa dipahami oleh microcontroller target. Selain itu, port paralel juga dipakai untuk mengunggah bootloader ke microcontroller. Meskipun demikian, cara ini sudah jarang digunakan karena sekarang hampir tidak ada mainboard PC yang masih menyediakan port paralel, dan pada notebook juga sudah tidak menyertakan port paralel.



Gambar 2.12 Tampilan Sketch di Arduino IDE

Sumber (Yuhardiansyah, 2016)

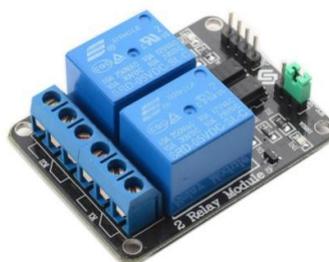


Pada Gambar Terlihat button (tombol) yang ada di IDE Arduino, button compile berfungsi untuk kompilasi sketch tanpa unggah ke board bisa dipakai untuk pengecekan kesalahan kode sintaks sketch. Button upload untuk mengunggah hasil kompilasi sketch ke board target. Pesan error akan terlihat jika board belum terpasang atau alamat port COM belum terkonfigurasi dengan benar.

Berkas Pustaka yang tersimpan di dalam direktori yang sama sketchbook akan terlihat dalam Tab sketchbook. Berkas pustaka yang tersimpan di direktori /Arduino/libraries/ tidak ditampilkan pada tab sketch meskipun bias diakses oleh sketch lain.

2.3 Relay

Relay adalah komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, relay merupakan saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (solenoid) di dekatnya. Ketika solenoid dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada solenoid sehingga kontak saklar akan menutup. Pada saat arus dihentikan, gaya magnet akan hilang, tuas akan kembali ke posisi semula dan kontak saklar kembali terbuka. Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 ampere AC 220 V) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0.1 ampere 12 Volt DC). Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. (Wahyudi, 2015)



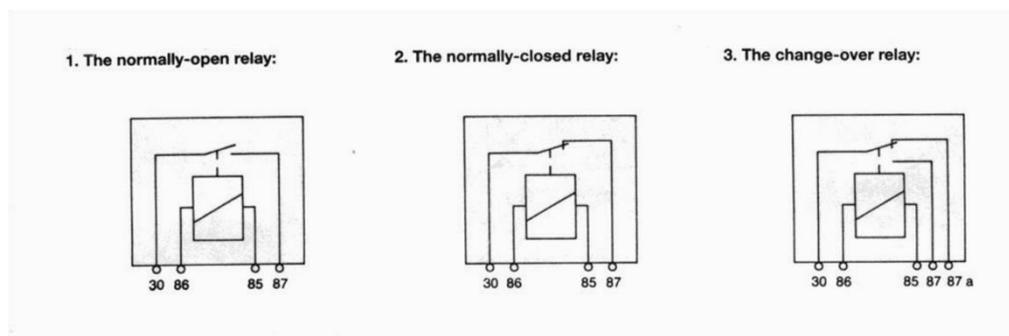
Gambar 2.13 Relay

Sumber : (Afrian,2015)



Dalam pemakaiannya biasanya relay yang digerakkan dengan arus DC dilengkapi dengan sebuah dioda yang di-paralel dengan lilitannya dan dipasang terbalik yaitu anoda pada tegangan (-) dan katoda pada tegangan (+). Ini bertujuan untuk mengantisipasi sentakan listrik yang terjadi pada saat relay berganti posisi dari on ke off agar tidak merusak komponen di sekitarnya.

Kebanyakan relay yang ditemui hanya memiliki tiga kondisi, yakni normally open (NO), normally close (NC), dan change-over (CO). Kondisi NO akan terjadi ketika relay diberi tegangan maka saklar akan terbuka. Kondisi NC merupakan kebalikan dari NO dimana saklar akan tertutup ketika relay diberi tegangan. Sedangkan kondisi CO merupakan kondisi dimana relay akan mengubah posisi saklar ketika diberi tegangan. (Wahyudi, 2015)

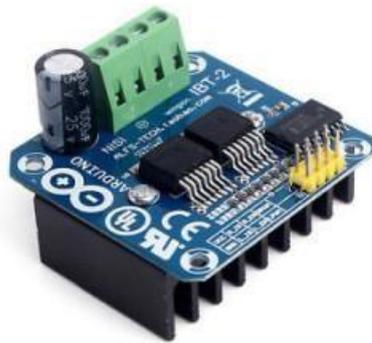


Gambar 2.14 Kondisi relay ketika normally open (NO), normally close (NC), dan change-over (CO)

Sumber : (Wahyudi, 2015)

2.4 Driver Motor Direct Current (DC) BTS7960

Pada *driver motor* DC ini dapat mengeluarkan arus hingga 43A, dengan memiliki fungsi PWM. Tegangan sumber DC yang dapat diberikan antara 5.5V-27V_{DC}, sedangkan tegangan *input level* antara 3.3V-5V_{DC}, *driver motor* ini menggunakan rangkaian *full H-bridge* dengan IC BTS7960 dengan perlindungan saat terjadi panas dan arus berlebihan. (Ahrani, 2014)



Gambar 2.15 BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive PWM

Sumber : (Ahrani, 2014)

Pin konfigurasi dari penggunaan *driver 43A H-Brige Drive PWM* ini dapat dilihat pada gambar dibawah :

1	2	1、 RPWM	: Forward level or PWM signal input, active high
2	3	2、 LPWM	: Inversion level or PWM signal input, active high
3	4	3、 R_EN	: Forward drive enable input , high enable , low close
4	5	4、 L_EN	: Reverse drive enable input , high enable , low close
5	6	5、 R_IS	: Forward drive -side current alarm output
6	7	6、 L_IS	: Reverse drive -side current alarm output
7	8	7、 VCC	: +5 V power input, connected to the microcontroller 5V power supply
8	9	8、 GND	: Signal common ground terminal

Gambar 2.16 Pin Konfigurasi BTS7960 Driver 43A H-Bridge Drive PWM

Sumber : (Ahrani, 2014)

1.5. Motor DC (Motor Power Window)

Motor DC (Power Window) pada prinsipnya sama dengan motor DC pada umumnya yaitu suatu motor yang dapat mengubah energi listrik searah menjadi mekanis yang berupa tenaga penggerak torsi, kecepatan motor DC dapat dikontrol putarannya sesuai torsi diperlukan untuk memenuhi kebutuhan, perputaran motor DC power window ini dapat diatur melalui driver relay motor DC. Driver relay motor DC difungsikan sebagai driver motor yang sangat cocok sebagai pengendali motor DC yang input tegangannya ≥ 12 .

Motor DC power window biasanya digunakan untuk menaikkan dan menurunkan kaca pada pintu mobil. Motor ini memiliki gear yang dapat mengunci



pergerakan, sehingga posisi putaran hanya akan terarah oleh motor DC itu sendiri. Motor ini dibedakan menjadi dua arah posisi motor, yaitu motor kiri dan kanan yang keduanya memiliki posisi gear yang berlawanan. Pada alat konveyor pengisian air ini motor DC (Power Window) difungsikan untuk menggerakkan *belt conveyor* yang akan membawa botol-botol di atasnya. (Pradito, 2015)

Gambar dari motor DC (Motor Power Window) dapat dilihat pada gambar 2.17 di bawah ini.



Gambar 2.17 . Motor DC Power Window

Sumber : (Pradito, 2015)

Spesifikasi Motor Power Window dan Relay Power Window

Motor Power Window

Rate voltage : DC 12 volt

Operating Voltage Range : DC 10 – 16 volt

Operating Temperature Range : - 300 C – (+) 800 C

-220 F – (+) 1760 F

Speed : 40 ± 5 rpm

Load : 4 N.m

Power Window Relay : 200mA (coil load)

12 volt 10 A



2.5 Elemen Pemanas (Heater)

Elemen Pemanas (*Heater*) adalah pemanas listrik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, baik didalam rumah tangga ataupun pada peralatan dan mesin industri. Bentuk dan type dari *Electrical Heating Element* ini bermacam macam disesuaikan dengan fungsi, tempat pemasangan dan media yang akan di panaskan.

Panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik ini bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*Resistance Wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah niklin yang dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman jika digunakan. (Matpuz 2015)



Gambar 2.18 Heater

Sumber : (Matpuz 2015)

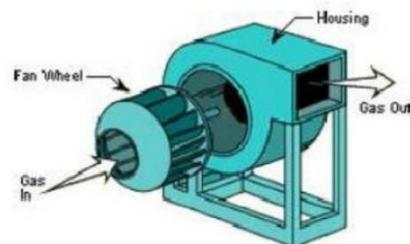
2.6 Blower

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu.

Kipas angin (*fan*) adalah perangkat mekanis yang digunakan untuk membuat aliran gas kontinu seperti udara. Dalam setiap sistem pendingin, yang menggunakan gas sebagai penghantar, kipas angin adalah unit wajib yang menciptakan aliran udara dalam sistem. Sistem ini dapat dilihat dalam kipas angin sederhana yang digunakan di rumah tangga. Ketika membutuhkan tekanan yang tinggi diperlukan *blower* yang digunakan sebagai pengganti kipas angin. Sehingga,



Fan dapat menghasilkan aliran gas dengan sedikit tekanan dan volume gas yang lebih besar, sementara *blower* dapat menghasilkan rasio tekanan yang relative lebih tinggi dengan volume aliran gas yang lebih besar (Hadinata, 2015).



Gambar 2.19 Blower

Sumber : (Hadinata, 2015)

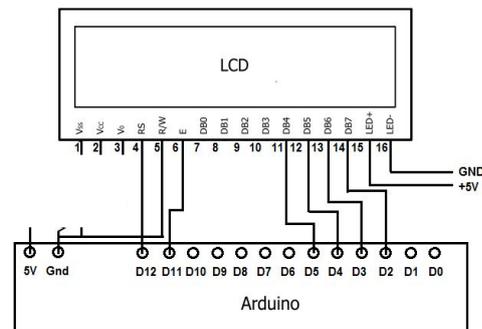
2.7 LCD (Liquid Crystal Display) 20 x 4

LCD (*Liquid Crystal Display*) atau display elektronik adalah salah satu komponen elektronika yang berfungsi sebagai tampilan suatu data, baik karakter, huruf ataupun grafik. LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS logic yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap front-lit atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD merupakan 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.¹ Bentuk fisik dari LCD 20x4 ditunjukkan pada gambar berikut. (Saraswati , 2014)



Gambar 2.20 LCD 4x20

Sumber : (Saraswati , 2014)



Gambar 2.21 Skematik LCD 4x20

Sumber : (Saraswati , 2014)

Pada LCD 4x20 ini sama hal nya dengan LCD 2x16 hanya saja ukuran serta jumlah kolom dan baris. Untuk lebih jelas tentang fungsi masing-masing dari LCD 4x20 dapat dilihat pada tabel II berikut ini ;

Tabel 2.3. Fungsi Pin pada LCD 4x20

Sumber : (Saraswati , 2014)

Pin No	Symbol	Details
1	GND	Ground
2	VCC	Supply Voltage +5V



3	Vo	Contrast Adjustment
4	RS	0>Control Input 1>Data Input
5	R/W	Read/Write
6	E	Enable
7 to 14	D0 to D7	Data
15	VB1	Backlight +5V
16	VB0	Backlight Ground

Fungsi Pin LCD (*Liquid Cristal Display*)

Pada LCD terdiri dari pin- pin sebagai berikut:

- DB0 – DB7 adalah jalur data (data bus) yang berfungsi sebagai jalur komunikasi untuk mengirimkan dan menerima data atau instruksi dari mikrokontroler ke modul LCD
- RS adalah pin yang berfungsi sebagai selektor register (register select) yaitu dengan memberikan logika low (0) sebagai register perintah dan logika high (1) sebagai register data.
- R/W adalah pin yang berfungsi untuk menentukan mode baca atau tulis dari data yang terdapat pada DB0 – DB7 yaitu dengan memberikan logika low (0) untuk fungsi read dan logika high (1) untuk mode write.
- Enable (E), berfungsi sebagai Enable Clock LCD, logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.

2.8 I2C (Inter Integrated Circuit)

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa informasi data antara I²C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai *Master* dan *Slave*. *Master* adalah piranti yang memulai



transfer data pada I²C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamat *master*.

Sinyal *Start* merupakan sinyal untuk memulai semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “1” menjadi “0” pada saat SCL “1”. Sinyal *Stop* merupakan sinyal untuk mengakhiri semua perintah, didefinisikan sebagai perubahan tegangan SDA dari “0” menjadi “1” pada saat SCL “1”.

Sinyal dasar yang lain dalam I2C Bus adalah sinyal *acknowledge* yang disimbolkan dengan ACK Setelah transfer data oleh *master* berhasil diterima *slave*, *slave* akan menjawabnya dengan mengirim sinyal *acknowledge*, yaitu dengan membuat SDA menjadi “0” selama siklus *clock* ke 9. Ini menunjukkan bahwa *Slave* telah menerima 8 bit data dari *Master*. (Wiyudha, 2017)



Gambar 2.22 Modul I2C

Sumber (Wiyudha, 2017)

Dalam melakukan *transfer* data pada I2C Bus, kita harus mengikuti tata cara yang telah ditetapkan yaitu:

- *Transfer* data hanya dapat dilakukan ketika Bus tidak dalam keadaan sibuk.
- Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadan tinggi. Keadaan perubahan “1” atau “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal *Start* atau sinyal *Stop* (Wiyudha, 2017)