

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Body Mass Index (BMI)

2.1.1 Pengertian

Body Mass Index (BMI) merupakan ukuran yang digunakan untuk menilai proporsionalitas perbandingan antara tinggi dan berat seseorang. BMI sering digunakan dokter untuk menilai seseorang itu obesitas atau tidak. *Body Mass Index* (BMI) merupakan teknik untuk menghitung *index* berat badan, sehingga dapat diketahui kategori tubuh kita apakah tergolong kurus, normal dan obesitas (kegemukan). *Body Mass Index* (BMI) dapat digunakan untuk mengontrol berat badan sehingga dapat mencapai berat badan normal sesuai dengan tinggi badan. BMI adalah kalkulasi statistik yang dimaksudkan sebagai sarana untuk melakukan penaksiran. BMI bisa diterapkan pada sekelompok orang untuk menentukan trend, atau bisa juga diterapkan secara individual. Saat diterapkan pada individual, hanya satu dari beberapa penaksiran yang digunakan untuk menentukan resiko terhadap penyakit yang berhubungan dengan berat badan (underweight, overweight, atau obese). (Syukra Alhamda, 2015)

2.1.2 Sejarah BMI

Formula yang digunakan untuk menghitung BMI itu sudah dikembangkan selama lebih dari 100 tahun yang lalu oleh seorang ahli matematik asal Belgia, Lambert Adolphe Quetelet.

Quetelet, yang menyebut kalkulasinya Quetelet Index of Obesity, adalah salah seorang ahli statistik pertama yang menerapkan konsep regular bell-shaped statistical distribution pada fisika dan fitur dari tingkah laku manusia.

Dia percaya bahwa dengan mengukur dan menganalisa statistik secara seksama, maka karakteristik dari populasi bisa ditentukan secara matematis.

Penjelasan secara matematis dari karakteristik khusus populasi mengarahkannya pada konsep hipotesis “orang rata-rata,” yang mengukur antara satu individu dengan individu lainnya.

Dalam usahanya untuk menjelaskan hubungan antara berat yang satu dengan berat yang lain dalam orang rata-rata, dia mengembangkan formula untuk menghitung body mass index.

Untuk menghitung BMI dibutuhkan dua ukuran, yaitu berat dan tinggi badan. Untuk menghitung BMI menggunakan satuan metrik, berat dalam kilogram (kg) dibagi dengan tinggi badan dalam satuan meter (m).

Sedangkan untuk mengkalkulasikan BMI dalam satuan imperial, berat dalam pound (lb) dibagi dengan tinggi badan dalam inchi (in), kemudian di kali dengan 703.

Hasil kalkulasi tersebut menghasilkan angka yang menjadi BMI seseorang. Angka ini, jika dibandingkan dengan distribusi statistik dari BMI untuk orang dewasa yang berusia 20-29 tahun, akan menunjukkan apakah berat badan orang tersebut kurang, rata-rata, berlebih, atau obese.

Kelompok usia 20-29 tahun dipilih sebagai standard karena mewakili orang dewasa yang sudah berkembang secara penuh pada titik dalam kehidupan mereka saat secara statistik mereka punya lemak tubuh paling sedikit.

Formula untuk menghitung BMI pada anak-anak itu sama dengan orang dewasa, namun hasilnya diterjemahkan dengan cara yang berbeda.

Meski formula untuk menghitung BMI itu dikembangkan pada pertengahan 1800-an, namun penggunaannya di masih jarang sebelum pertengahan tahun 1980-an.

Sebelum BMI mulai umum digunakan, kegemukan atau kekurusan seseorang ditentukan melalui tabel yang menunjukkan jenjang berat badan ideal, atau jenjang berat menurut tinggi badan.

Tinggi badan diukur dalam interval satu inchi, dan berat badan jenjang berat badan ideal diukur secara terpisah menurut jenis kelamin. Informasi yang digunakan untuk mengembangkan tabel berat ideal ini berasal dari data yang dikumpulkan selama beberapa dekade dan dikompilasi oleh perusahaan asuransi.

Tabel tersebut menentukan probabilitas dari kematian yang berhubungan dengan tinggi dan berat badan, dan telah digunakan oleh perusahaan untuk menentukan rating asuransi jiwa.

Data tersebut tidak menyertakan orang-orang yang mempunyai penyakit kronis, atau mereka yang tidak bisa mendapat asuransi jiwa karena faktor kesehatan.

Ketertarikan untuk menggunakan BMI di Amerika mulai meningkat sejak awal tahun 1980-an, saat para peneliti mulai prihatin terhadap perkembangan penduduk Amerika.

2.1.3 Perhitungan BMI

Rumus dibawah yang digunakan untuk mengukur tinggi dan berat badan dengan mengacu pada Body Mass Index (BMI) :

$$\text{BMI} = \frac{\text{BERAT (kg)}}{\text{TINGGI (m)}^2}$$

Kemudian untuk mengkategorikan klasifikasi berat badan, hasil hitung BMI tersebut dapat dicocokkan pada Tabel Klasifikasi BMI menurut versi organisasi kesehatan dunia, WHO yang disepakati tahun 2004 sebagai berikut :

Classification	BMI(kg/m ²)	
	Principal cut-off points	Additional cut-off points
Underweight	< 18.50	< 18.50
Severe thinness	< 16.00	< 16.00
Moderate thinness	16.00 - 16.99	16.00 - 16.99
Mild thinness	17.00 - 18.49	17.00 - 18.49
Normal range	18.50 - 24.99	18.50 - 22.99
		23.00 - 24.99
Overweight	≥ 25.00	≥ 25.00
Pre-obese	25.00 - 29.99	25.00 - 27.49
		27.50 - 29.99
Obese	≥ 30.00	≥ 30.00
Obese class I	30.00 - 34.99	30.00 - 32.49
		32.50 - 34.99
Obese class II	35.00 - 39.99	35.00 - 37.49
		37.50 - 39.99
Obese class III	≥ 40.00	≥ 40.00

Source: Adapted from WHO, 1995, WHO, 2000 and WHO 2004.

Gambar 2.1 Tabel BMI

Kemungkinan keterbatasan BMI saat diterapkan pada individual adalah:

- BMI tidak membedakan antara lemak dan otot. BMI cenderung untuk memperkirakan tingkat "kegemukan" yang terlalu tinggi diantara para atlet elite dicabang olahraga misalnya football, angkat besi, dan binaraga. Karena otot lebih berat dibanding lemak, banyak atlet yang tubuhnya berotot dikelompokkan sebagai overweight, meski mereka punya persentase lemak tubuh yang kecil dan kondisi fisik yang prima.
- BMI cenderung untuk memperkirakan tingkat kegemukan yang terlalu rendah pada manula karena massa otot dan tulang mereka sudah banyak berkurang dan digantikan dengan lemak untuk alasan yang sama dengan tingkat kegemukan dikalangan atlet.
- BMI tidak membedakan tipe-tipe tubuh. Orang yang bertubuh besar (bertulang besar) menggunakan standard yang sama dengan orang yang bertubuh kecil.
- Pengelompokan berat dalam BMI itu *absolute*, sedangkan dalam banyak kasus resiko kesehatan akan berubah seiring perubahan BMI. Seseorang dengan BMI 24,9 dikelompokkan sebagai berat badan normal, sementara orang yang punya BMI 25,1 dikelompokkan *overweight*. Dalam realitasnya resiko kesehatan mereka mungkin cukup mirip.
- BMI tidak memperhitungkan penyakit atau obat-obatan yang mungkin menyebabkan *water retention*.
- BMI tidak membedakan antara gender, ras, atau etnis. Dua orang dengan BMI yang sama mungkin punya resiko kesehatan yang berbeda karena gender atau faktor genetik.
- BMI adalah *index comparative* dan tidak mengukur jumlah lemak tubuh secara langsung. Metode lain memberikan pengukuran lemak tubuh secara langsung, namun metode ini mahal dan membutuhkan peralatan khusus serta pelatihan untuk menggunakannya dengan benar. Beberapa contoh dari pengukuran ini antara lain pengukuran ketebalan lipatan kulit, *underwater (hydrostatic) weighing*, *bioelectrical impedance*, dan

dual-energy x-ray absorptiometry (DXA). Mengkombinasikan antara BMI, lingkar pinggang, sejarah kesehatan keluarga, dan analisa gaya hidup, akan memberikan informasi yang cukup untuk menganalisa berbagai resiko kesehatan yang berhubungan dengan berat badan dengan biaya yang minimal.

Selain itu ada pula kegunaan dari *Body Mass Index* (BMI) ini adalah :

1. Sebagai indikator untuk menentukan status berat badan seseorang apakah memiliki badan yang kurus, normal dan obesitas (kegemukan).
2. Serta dapat membantu nilai status berat badan seseorang terhadap resiko masalah kesehatan seseorang.

2.2 Mikrokontroller

Mikrokontroler merupakan keseluruhan sistem komputer yang dikemas menjadi sebuah chip di mana di dalamnya sudah terdapat mikroprosesor, I/O pendukung, memori bahkan ADC yang mempunyai satu atau beberapa tugas yang spesifik, berbeda dengan mikroprosesor yang berfungsi sebagai pemroses data. Mikrokontroller AVR (*Alf and Vegard's Risc processor*) yang berasal dari nama dua mahasiswa *Norwegian Institute of Technology* (NTH), yaitu Alf-Egil Bogen dan Vegard Wollan. Mikrokontroler digunakan dalam produk dan alat yang dikendalikan secara otomatis, seperti sistem kontrol mesin, *remote control*, mesin kantor, peralatan rumah tangga, alat berat, dan mainan. Dengan mengurangi ukuran, biaya, dan konsumsi tenaga dibandingkan dengan mendesain menggunakan mikroprosesor memori, dan alat I/O yang terpisah, kehadiran mikrokontroler membuat kontrol elektrik untuk berbagai proses menjadi lebih ekonomis. Dengan penggunaan mikrokontroler ini maka :

- Sistem elektronik akan menjadi lebih ringkas
- Rancang bangun sistem elektronik akan lebih cepat karena sebagian besar dari sistem adalah perangkat lunak yang mudah dimodifikasi

- Pencarian gangguan lebih mudah ditelusuri karena sistemnya yang kompak

Agar sebuah mikrokontroler dapat berfungsi, maka mikrokontroler tersebut memerlukan komponen eksternal yang kemudian disebut dengan sistem minimum. Untuk membuat sistem minimal paling tidak dibutuhkan sistem clock dan reset, walaupun pada beberapa mikrokontroler sudah menyediakan sistem clock internal, sehingga tanpa rangkaian *eksternal* pun mikrokontroler sudah beroperasi. Secara umum mikrokontroler AVR dapat dikelompokkan menjadi 5 kelompok, yaitu keluarga Attiny, AT90Sxx, ATmega AVR Xmega, dan AVR32 UC3 yang terdapat pada Tabel 2.1 dibawah ini

Tabel 2.1 Jenis Mikrokontroller AVR

Mikrokontroller AVR		Memori		
Tipe	Jumlah Pin	Flash	EEPROM	SRAM
TinyAVR (8 Bit)	8 – 32	1 – 2K	64 – 128	0 - 128
AT90Sxx (8 Bit)	20 – 44	1 – 8K	128 – 512	0 – 1K
ATmega (8 Bit)	32 – 64	8 – 128K	512 – 4K	512 - 4K
AVR XMEGA (8 /16 Bit)	44 – 100	16 – 384K	512 – 4K	1K – 16K
AVR32 UC3 (32 Bit)	48 - 144	16 – 512K	-	32K – 128K

2.3 Arduino

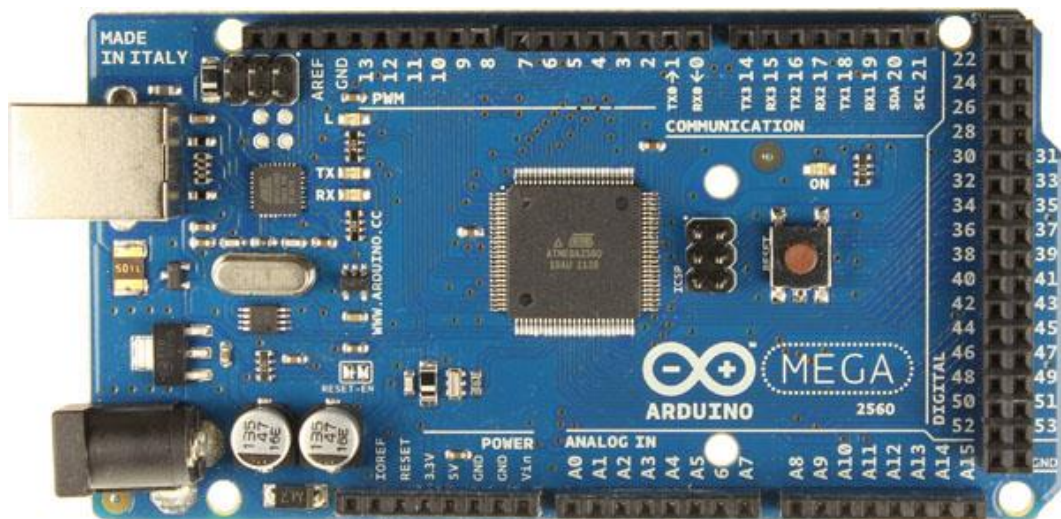
Menurut Heri dan Aan (2016;15), Arduino adalah sebuah perangkat perangkat prototipe elektronik berbasis mikrokontroller yang fleksibel dan *open-source*, perangkat keras dan perangkat lunaknya mudah digunakan. Arduino dapat

digunakan ‘mendeteksi’ lingkungan dengan menerima masukan dari berbagai sensor serta dapat ‘mengendalikan’ peralatan sekitarnya.

Selain itu, board Arduino juga memiliki kelebihan antara lain :

1. Tidak perlu perangkat chip programmer karena didalamnya memiliki *bootloader* yang akan menangani program di-*upload* dari *computer*.
2. Bahasa pemrogramannya relatif mudah dan *software* arduino mudah dioperasikan karena berbentuk GUI (*Graphical User Interface*), IDE (*Integrated Development Environment*), serta memiliki *library* yang cukup lengkap.
3. Komunikasi serial dan komunikasi untuk *upload* program menggunakan jalur yang sama yaitu melalui jalur USB / komunikasi serial sehingga hanya sedikit membutuhkan kabel.

2.4 Arduino Mega 2560



Gambar 2.2 Arduino Mega 2560

Menurut Heri dan Aan (2016;27) Arduino Mega 2560 adalah *board* arduino yang menggunakan ic mikrokontroller Atmega 2560. *Board* ini memiliki 54 digital *input/output* (15 buah dapat digunakan sebagai *output* PWM), 16 buah analog input, 4 UARTs (*universal asynchronous receiver/transmitter*), osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, *jack power*, soket ICSP (*In-Circuit System*

Programming), dan tombol *reset*. Selain itu, Board Arduino Mega 2560 ini memiliki spesifikasi tersendiri yang terdapat pada Tabel 2.2 ;

Tabel 2.2 Spesifikasi Arduino Mega 2560

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	Atmega 2560
Tegangan Operasional	5V
Tegangan Input (rekomendasi)	7 - 12 V
Tegangan Input (limit)	6 – 20 V
Pin Digital I/O	54 (15 buah diantaranya dapat digunakan sebagai <i>output</i> PWM)
Pin Analog Input	16 (A0 s.d A.15)
Arus DC per Pin I/O	40 mA
Arus DC untuk Pin 3.3 V	50 mA
Memori Flash	256 KB
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

Dari masing – masing 54 digital pin Arduino Mega 2560 dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode*, *digital Write*, dan *digital Read*. Arduino Mega 2560 beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin

dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA. Selain itu, beberapa pin memiliki fungsi khusus, antara lain:

- Serial yang digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) data pada Tabel 2.3 yaitu :

Tabel 2.3 Pin Serial RX dan TX

Nomor Pin	Nama Pin	Keterangan
2	PE0 (RXD0/PCINT8)	Digital pin 0 (RX0)
3	PE1 (TXD0)	Digital pin 1 (TX0)
12	PH0 (RXD2)	Digital pin 17 (RX2)
13	PH1 (TX0)	Digital pin 16 (TX2)
45	PD2 (RXD1/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)
63	PJ0 (RXD3/PCINT9)	Digital pin 15 (RX3)
64	PJ1 (TXD3/PCINT10)	Digital pin 14 (TX3)

- *Eksternal Interupsi* pada pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah *interupsi* pada nilai yang rendah, meningkat, menurun atau perubahan nilai yang terdapat pada Tabel 2.4 ;

Tabel 2.4 Pin Eksternal Interupsi

Nomor Pin	Nama Pin	Keterangan
6	PE4 (OC3B/INT4)	Digital pin 2 (PWM)
7	PE5 (OC3C/INT5)	Digital pin 3 (PWM)
43	PD0 (SCL/INT0)	Digital pin 21 (SCL)
44	PD1 (SDA/INT1)	Digital pin 20 (SDA)
45	PD2 (RXD1/INT2)	Digital pin 19 (RX1)
46	PD3 (TXD1/INT3)	Digital pin 18 (TX1)

- SPI (*Serial Pheriperal Interface*) merupakan salah satu mode komunikasi serial. Pin ini mendukung komunikasi SPI (*Serial Pheriperal Interface*) menggunakan *SPI Library* dan juga terhubung dengan *header ICSP (In Circuit Serial Programming)* yang terdapat pada Tabel 2.5 ;

Tabel 2.5 Pin SPI (Serial Pheriperal Interface)

Nomor Pin	Nama Pin	Keterangan
19	PB0 (SS/PCINT0)	Digital pin 53 (SS)
20	PB1 (SCK/PCINT1)	Digital pin 52 (SCK)
21	PB2 (MOSI/PCINT2)	Digital pin 51 (MOSI)
22	PB3 (MISO/PCINT3)	Digital pin 50 (MISO)

2.5 Sensor Ultrasonik HC-SR04



Gambar 2.3 Sensor Ultrasonik HC-SR04

Menurut Heri dan Aan (2016;99), sensor ultrasonik yang terdapat pada Gambar 2.3 bekerja dengan cara memancarkan suatu gelombang dan kemudian menghitung waktu pantulan gelombang tersebut. Sensor tersebut terdiri dari sebuah *chip* pembangkit sinyal 40 KHz, sebuah *speaker* ultrasonik, dan sebuah *micropone* ultrasonik. *Speaker* ultrasonik mengubah sinyal 40 KHz menjadi suara sedangkan *microphone* ultrasonik berfungsi untuk mendekteksi pantulan suaranya. Selain itu, sensor utrasonik ini memiliki spesifikasi tersendiri yang terdapat pada Tabel 2.6 yaitu :

Tabel 2.6 Spesifikasi Sensor Ultrasonic HC-SR04

Spesifikasi	Keterangan
Tegangan Kerja	5 Vdc
Konsumsi Arus	30 – 35 mA
Jangkauan Deteksi	2 cm – 300cm
Frekuensi Ultrasonik	40 Khz

2.6 Sensor Load Cell

**Gambar 2.4 Load Cell**

Sensor Load Cell yang terdapat pada Gambar 2.4 merupakan sensor berat, apabila *Load cell* diberi beban pada inti besinya maka nilai resistansi di *strain gauge* akan berubah. Umumnya *Load cell* terdiri dari tiga buah kabel, dimana dua kabel sebagai eksitasi dan satu kabel lainnya sebagai sinyal keluaran.

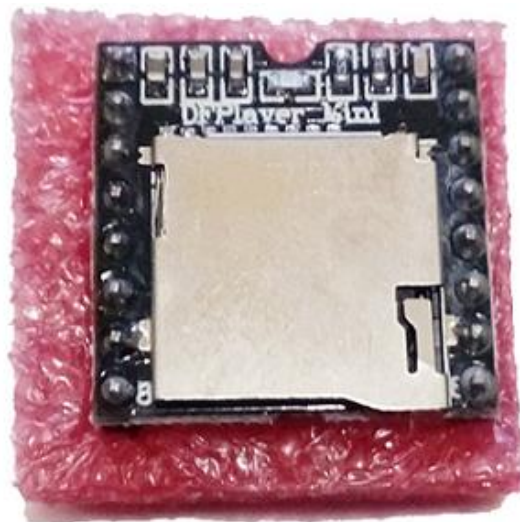
Sensor Load Cell adalah alat *electromekanik* yang biasa disebut *Transducer*, yaitu gaya yang bekerja berdasarkan prinsip deformasi sebuah material akibat adanya tegangan mekanis yang bekerja, kemudian merubah gaya

mekanis menjadi sinyal listrik. Untuk menentukan tegangan mekanis didasarkan pada hasil penemuan Robert Hooke, bahwa hubungan antara tegangan mekanis dan deformasi yang diakibatkan disebut regangan. Regangan ini terjadi pada lapisan kulit dari material sehingga memungkinkan untuk diukur menggunakan sensor regangan atau *Strain Gauge*. Spesifikasi sensor load bisa dilihat pada Tabel 2.7 berikut;

Tabel 2.7 Spesifikasi Sensor Load Cell

No	Nama	Keterangan
1	<i>Red Wire</i>	VCC (Input Voltage 5 V)
2	<i>Black Wire</i>	GND (Power Ground)
3	<i>White Wire</i>	Signal - (untuk mentransaksikan data -)
4	<i>Green Whire</i>	Signal + (untuk mentransaksikan data +)

2.7 Modul DFPlayer Mini



Gambar 2.5 Modul DFPlayer Mini

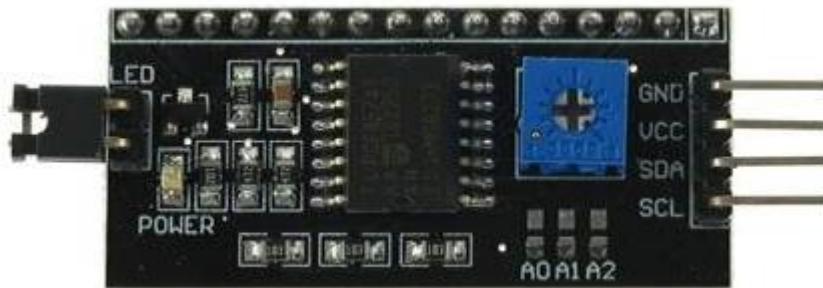
Modul DFPlayer Mini yang ada pada Gambar 2.5 merupakan sebuah modul MP3 serial yang menyediakan kesempurnaan integrasi MP3, WMV *hardware decoding*. Sedangkan *softwarenya* mendukung driver TF Card, mendukung sistem file FAT16, FAT32. Melalui perintah – perintah serial sederhana untuk

menentukan memutar musik, serta bagaimana cara memutar musik dan fungsi lainnya, tidak melalui operasi yang rumit, mudah digunakan, stabil dan dapat diandalkan adalah fitur – fitur yang paling penting dari modul ini. Adapaun spesifikasi yang dimiliki oleh modul DFPlayer ini terdapat pada Tabel 2.8;

Tabel 2.8 Spesifikasi Modul DFPlayer Mini

Pin	Nama	Keterangan
1.	VCC	Input Voltage 3.2 V – 5 V
2.	RX	UART Serial Input
3.	TX	UART Serial Output
4.	DAC_R	Audio Output Right Channel
5.	DAC_L	Audio Output Left Channel
6.	SPK2	Speaker
7.	GND	Power Ground
8.	SPK1	Speaker
9.	IO1	Trigger Port 1
10.	GND	Power Ground
11.	IO2	Trigger Port 2
12.	ADKEY1	Port 1
13.	ADKEY2	Port 2
14.	USB+	USB+ DP
15.	USB-	USB- DM
16.	Busy	Playing Status

2.8 I2C (Inter Integrated Circuit)



Gambar 2.6 I2C (Inter Integrated Circuit)

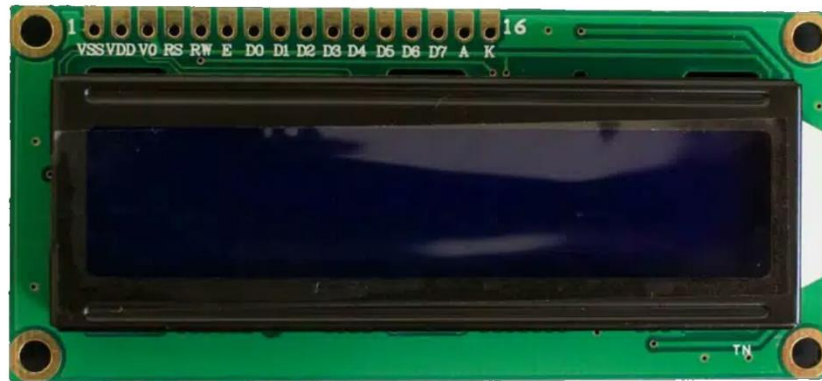
I2C(*Inter Integrated Circuit*) yang terdapat pada gambar 2.6 merupakan standar komunikasi serial dua arah yang menggunakan dua saluran didesain khusus untuk pengontrolan IC. Sistem I2C (*Inter Integrated Circuit*) terdiri dari saluran SCL (*Serial Clock*) dan SDA (*Serial Data*) yang membawa sebuah 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 sebuah sinyal *start* dan mengakhiri *transfer data* dengan membentuk sinyal stop serta membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamat *master*.

Selain itu, modul I2C (*Inter Integrated Circuit*) memiliki spesifikasi tersendiri yang terdapat pada Tabel 2.9 :

Tabel 2.9 Spesifikasi I2C (Inter Integrated Circuit)

Pin	Nama	Keterangan
1.	GND	Power Ground
2.	VCC	Input Voltage 5V
3.	SDA	Serial Data Line (untuk mentransaksikan data)
4.	SCL	Serial Clock Line (untuk menghantarkan sinyal <i>clock</i>)

2.9 LCD (*Liquid Crystal Display*)



Gambar 2.7 LCD (*Liquid Crystal Display*)

Menurut Heri dan Aan (2016;110), LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 yang terdapat pada Gambar 2.7 adalah suatu display dari bahan cairan kristal yang pengoperasiannya menggunakan sistem dot matriks. LCD (*Liquid Crystal Display*) 16 x 2 dapat menampilkan sebanyak 32 karakter yang terdiri dari 2 baris dan tiap baris dapat menampilkan 16 karakter. Selain itu, board LCD 16 x 2 *Blue Blacklight* ini memiliki fungsi nya tersendiri yang bisa dilihat pada Tabel 2.11 yaitu :

Tabel 2.10 Pin-pin pada LCD

Pin	Nama	Fungsi
1.	VSS	<i>Ground Voltage</i>
2.	VCC	+5V
3.	VEE	<i>Contrast Voltage</i>
4.	RS	<i>Register Select</i> 0 = <i>Instruction Register</i> 1 = <i>Data Register</i>
5.	R/W	<i>Read or Write mode</i> 0 = <i>Write mode</i> 1 = <i>Read mode</i>

Setelah *load cell* mengirimkan hasil timbang dari objek kendaraan yang melebihi batas maksimal berat yang berbentuk sinyal analog maka dirubah menjadi bentuk sinyal *digital*. Pin DOUT dan PD_SCK mendapat inputan dari sinyal analog menjadi sinyal *digital* dengan bentuk seperti getaran pulsa 1,2 dan seterusnya.

Tabel 2.11 Spesifikasi Modul HX711

Nama	Keterangan
E+	<i>Red Wire Input</i>
E-	<i>Black Wire Input</i>
A-	<i>White Wire Input</i>
A+	<i>Green Wire Input</i>
DOUT	<i>Serial Data Output</i>
SCK	<i>Power Down Control</i>
VCC	<i>Voltage Input</i>
GND	<i>Ground Input</i>