

BAB II

LANDASAN TEORI

2.1 Penelitian Terdahulu

Penelitian tentang alat ukur tinggi dan berat badan sudah pernah dibuat oleh Rizki Mulia Utama dan Rhenza Syasepta dengan judul alat ukur tinggi dan berat badan digital berbasis *microcontroller* pada tahun 2008, berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan system ini mampu mengukur tinggi maksimal 200cm dan berat maksimal 100kg. Namun pada alat tersebut tidak menampilkan tingkat ideal tinggi dan berat badan manusia.

Alat ukur tinggi dan berat badan juga pernah dibuat oleh Eko Kurniawan tahun 2008 menggunakan sensor *flexiforce*, namun pada sensor *flexiforce* pembacaan data berat masih belum akurat.

Alat ukur tinggi badan dan berat badan juga pernah dibuat oleh Adi Wira Yhuda dan Kusuma Jayadi pada tahun 2009, menggunakan IC *microcontroller* Atmega89S51 dan tampilannya menggunakan *seven segment*.

sedangkan alat ukur tinggi dan berat badan juga pernah dibuat oleh Randy Mukadar tahun 2015 menggunakan IC *microcontroller* ATmega8535 tetapi pada kedua alat tersebut suara putaran motor masih terdengar keras.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan suatu pengukuran yang menghubungkan (membandingkan) berat badan dengan tinggi badan. Walaupun dinamakan “indeks”, IMT sebenarnya adalah rasio atau nisbah yang dinyatakan sebagai berat badan (dalam kilogram) dibagi dengan kuadrat tinggi badan (dalam meter) (Marekensson, 2004). Rumus penghitungan *Body Mass Index* (BMI) atau Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah

$$BMI = Weight / (Height)^2 \dots\dots\dots(2-1)$$

Keterangan:

1. *Body Mass Index* (BMI) : Indeks Massa Tubuh (kg.m⁻²)
2. *Weight* : Berat badan (kg)
3. *Height* : Tinggi badan (m)

Dengan IMT, akan diketahui apakah berat badan seseorang dinyatakan normal, kurus atau gemuk. Penggunaan IMT hanya untuk orang dewasa berumur > 18 tahun dan tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil, dan olahragawan. Batas ambang IMT ditentukan dengan merujuk ketentuan FAO/WHO dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Klasifikasi Indeks Massa Tubuh (WHO, 2004)

<i>Classification</i>	<i>BMI (kg/m²) Principal cut-off points</i>
<i>Underweight</i>	< 18,50
<i>Severe thinness</i>	< 16,00
<i>Moderate thinness</i>	16,00 – 16,99
<i>Mild thinness</i>	17,00 – 18,49
<i>Normal Range</i>	18,50 – 25,99
<i>Pre Obese</i>	25,00 – 29,99
<i>Obese</i>	> 30,00
<i>Obese class I</i>	30,00 – 34,99
<i>Obese class II</i>	35,00 – 39,99
<i>Obese class III</i>	> 40,00

Untuk kepentingan Indonesia, batas ambang dimodifikasi lagi berdasarkan pengalaman klinis dan hasil penelitian di beberapa negara berkembang seperti China, Thailand, Kamboja dan Indonesia. Pada akhirnya diambil kesimpulan bahwa batas ambang Indeks Masa Tubuh (IMT) untuk Indonesia telah ditetapkan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia (Depkes RI) dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.2 Batas Ambang IMT Indonesia (Depkes, 2003)

Jenis Kelamin	Kategori IMT (Kg/m ²)				
	Sangat Kurus	Kurus	Normal	Gemuk	Sangat Gemuk
Laki-laki	<17,0	17,0 - 18,5	18,5 – 25,0	25,0 – 27,0	>27,0
Perempuan	<16,0	16,0 – 17,5	17,5 – 23,0	23,0 – 27,0	>27,0

Keterangan:

1. $IMT < 17,0$: keadaan orang tersebut disebut kurus dengan kekurangan berat badan tingkat berat atau Kurang Energi Kronis (KEK) berat.
2. $IMT 17,0 - 18,4$: keadaan orang tersebut disebut kurus dengan kekurangan berat badan tingkat ringan atau KEK ringan.
3. $IMT 18,5 - 25,0$: keadaan orang tersebut termasuk kategori normal.
4. $IMT 25,1 - 27,0$: keadaan orang tersebut disebut gemuk dengan kelebihan berat badan tingkat ringan.
5. $IMT > 27,0$: keadaan orang tersebut disebut gemuk dengan kelebihan berat badan tingkat berat (Direktorat Gizi Masyarakat RI, 2000)[1].

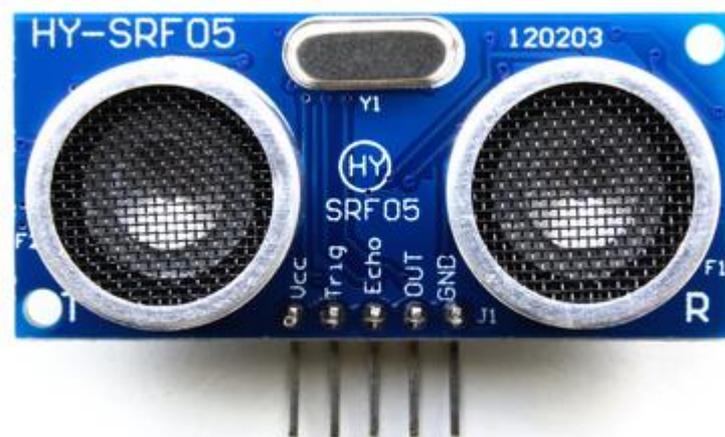
2.2.2 Sensor *Ultrasonic*

Gelombang *ultrasonic* adalah gelombang yang memiliki frekuensi di atas 20 kHz dan tidak dapat didengar oleh telinga manusia. Gelombang *ultrasonic* tergolong dalam gelombang mekanik longitudinal, sehingga secara fisik gelombang *ultrasonic* mempunyai sifat yang sama dengan gelombang suara biasa yang dapat didengar oleh telinga manusia. Karena termasuk jenis gelombang mekanik, maka gelombang *ultrasonic* hanya dapat merambat dan bergetar melalui suatu medium penghantar dan tidak dapat merambat melalui ruang hampa (vakum). Selain itu kecepatan rambat gelombang *ultrasonic* di ruang bebas sama dengan cepat rambat gelombang suara, yaitu kurang lebih 344 m/s.

Suatu gelombang *ultrasonic* yang merambat melalui suatu *medium*, getarannya merupakan getaran dari partikel-partikel *medium* yang dilaluinya.

Gelombang *ultrasonic* akan dipantulkan kembali ke arah gelombang tersebut dipancarkan bila terjadi diskontinuitas pada *medium* dimana gelombang *ultrasonic* itu merambat. Dengan demikian sifat gelombang *ultrasonic* ini dapat digunakan untuk mengukur jarak dengan syarat selang waktu antara saat pulsa dikirim dan pulsa pantul diterima, jarak antara alat pengukur dan benda penghalang bisa dihitung[2].

SRF05 adalah sensor non-kontak pengukur jarak menggunakan *ultrasonic*. Prinsip kerja sensor ini adalah *transmitter* mengirimkan seberkas gelombang *ultrasonic*, lalu diukur waktu yang dibutuhkan hingga datangnya pantulan dari objek. SRF05 dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3 cm – 4 m dengan *output* panjang pulsa yang sebanding dengan jarak objek. Sensor ini hanya memerlukan 2 *pin* I/O untuk berkomunikasi dengan *microcontroller*, yaitu *TRIGGER* dan *ECHO*. Untuk mengaktifkan SRF05 *microcontroller* mengirimkan pulsa positif melalui *pin* *TRIGGER* minimal 10 μ s, selanjutnya SRF05 akan mengirimkan pulsa positif melalui *pin* *ECHO* selama 100 μ s hingga 18 ms, yang sebanding dengan jarak objek. Sensor *ultrasonic* dapat dilihat pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Sensor *Ultrasonic*

Spesifikasi dari sensor *ultrasonic* SRF05 adalah sebagai berikut :

1. Bekerja pada tegangan DC 5 volt.
2. Beban arus sebesar 30 mA – 50 mA.
3. Menghasilkan gelombang dengan frekuensi 40 KHz.
4. Jangkauan jarak yang dapat dideteksi 3 cm – 400 cm.
5. Membutuhkan *trigger input* minimal sebesar 10 uS.
6. Dapat digunakan dalam dua pilihan mode yaitu *input trigger* dan *output echo* terpasang pada *pin* yang berbeda atau *input trigger* dan *output echo* terpasang dalam satu *pin* yang sama[3].

2.2.3 Sensor Load Cell

Load cell adalah komponen utama pada sistem timbangan digital. Tingkat keakurasian timbangan bergantung dari jenis *load cell* yang dipakai. Sensor *load cell* apabila diberi beban pada inti besi maka nilai resistansi di *strain gauge*-nya akan berubah yang dikeluarkan melalui tiga buah kabel. Dua kabel sebagai eksitasi dan satu kabelnya lagi sebagai sinyal keluaran ke kontrolnya. Sensor *load cell* terdiri dari konduktor, *strain gauge*, dan *wheatstone bridge*[4]. Sensor *load cell* dapat dilihat pada gambar 2.2.



Gambar 2.2 Sensor *Load Cell*

2.2.4 *Arduino Nano*

Arduino merupakan sebuah *platform* dari *physical computing* yang bersifat *open source*. Pertama-tama perlu dipahami bahwa kata “*platform*” di sini adalah sebuah pilihan kata yang tepat. *Arduino* tidak hanya sekedar sebuah alat pengembangan, tetapi ia adalah kombinasi dari *hardware*, bahasa pemrograman dan *Integrated Development Environment* (IDE) yang canggih. IDE adalah sebuah *software* yang sangat berperan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam *memory microcontroller Arduino Nano* adalah salah satu papan pengembangan *microcontroller* yang berukuran kecil, lengkap dan mendukung penggunaan *breadboard*. *Arduino Nano* diciptakan dengan basis *Microcontroller ATmega328* (untuk *Arduino Nano* versi 3.x) atau *ATmega 168* (untuk *Arduino* versi 2.x). *Arduino Nano* kurang lebih memiliki fungsi yang sama dengan *Arduino Duemilanove*, tetapi dalam paket yang berbeda. *Arduino Nano* tidak menyertakan colokan DC berjenis *Barrel Jack*, dan dihubungkan ke komputer menggunakan port USB Mini-B. *Arduino Nano* dirancang dan diproduksi oleh perusahaan Gravitech.

2.2.4.1 Konfigurasi *Pin Arduino Nano*

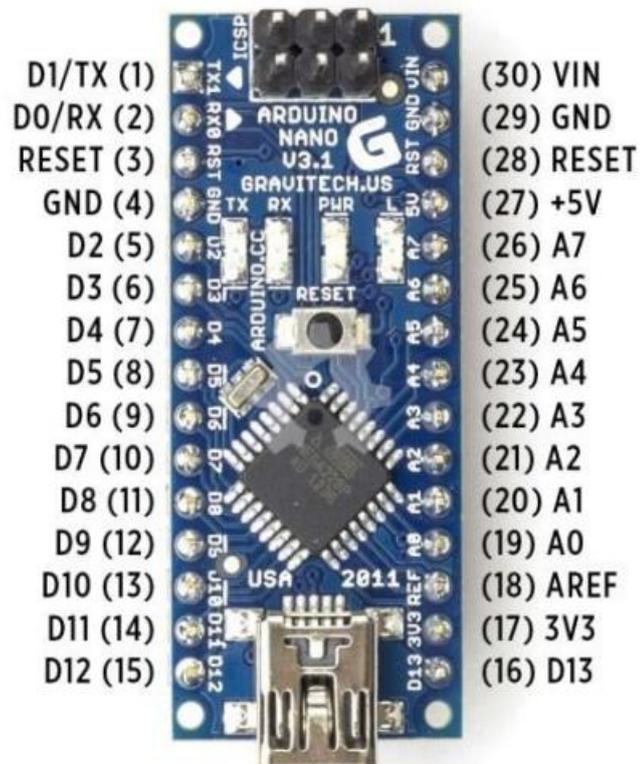
Konfigurasi *pin Arduino Nano* memiliki 30 *Pin*. Berikut Konfigurasi *pin Arduino Nano* beserta tabel pada 2.1 dan gambar pada 2.3.

1. VCC merupakan *pin* yang berfungsi sebagai *pin* masukan catu daya digital.
2. GND merupakan *pin ground* untuk catu daya digital.

3. AREF merupakan referensi tegangan untuk *input analog*. Digunakan dengan fungsi `analogReference()`.
4. *RESET* merupakan jalur LOW ini digunakan untuk *me-reset* (menghidupkan ulang) *microcontroller*. Biasanya digunakan untuk menambahkan tombol *reset* pada *shield* yang menghalangi papan utama *Arduino*.
5. Serial RX (0) merupakan *pin* yang berfungsi sebagai penerima TTL data serial.
6. Serial TX (1) merupakan *pin* yang berfungsi sebagai pengirim TT data serial.
7. *External Interrupt* (Interupsi Eksternal) merupakan *pin* yang dapat dikonfigurasi untuk memicu sebuah interupsi pada nilai yang rendah, meningkat atau menurun, atau perubahan nilai.
8. *Output PWM 8-Bit* merupakan *pin* yang berfungsi untuk `analogWrite()`.
9. SPI merupakan *pin* yang berfungsi sebagai pendukung komunikasi.
10. LED merupakan pin yang berfungsi sebagai pin yang diset bernilai *HIGH*, maka LED akan menyala, ketika pin diset bernilai *LOW* maka LED padam. LED Tersedia secara *built-in* pada papan *Arduino Nano*.
11. *Input Analog* (A0-A7) merupakan pin yang berfungsi sebagai *pin* yang dapat diukur/diatur dari mulai *Ground* sampai dengan 5 Volt, juga memungkinkan untuk mengubah titik jangkauan tertinggi atau terendah mereka menggunakan fungsi `analogReference()`.

Tabel 2.3 Konfigurasi *Pin Arduino Nano*

Nomor Pin Arduino Nano	Nama Pin Arduino Nano
1	Digital Pin 1 (TX)
2	Digital Pin 0 (RX)
3 & 28	Reset
4 & 29	GND
5	Digital Pin 2
6	Digital Pin 3 (PWM)
7	Digital Pin 4
8	Digital Pin 5 (PWM)
9	Digital Pin 6 (PWM)
10	Digital Pin 7
11	Digital Pin 8
12	Digital Pin 9 (PWM)
13	Digital Pin 10 (PWM-SS)
14	Digital Pin 11 (PWM-MOSI)
15	Digital Pin 12 (MISO)
16	Digital Pin 13 (SCK)
18	AREF
19	Analog Input 0
20	Analog Input 1
21	Analog Input 2
22	Analog Input 3
23	Analog Input 4
24	Analog Input 5
25	Analog Input 6
26	Analog Input 7
27	VCC
30	Vin



Gambar 2.3 Konfigurasi *Pin Arduino Nano*

2.2.4.2 Spesifikasi *Arduino Nano*

Berikut ini adalah Spesifikasi yang dimiliki oleh *Arduino Nano*:

1. *Microcontroller Atmel* ATmega168 atau ATmega328
2. 5 V Tegangan Operasi
3. 7-12V *input voltage* (disarankan)
4. 6-20V *input voltage (limit)*
5. *Pin digital I/O*14 (6 *pin* digunakan sebagai *output* PWM)
6. 8 *Pin input analog*
7. 40 mA arus DC per *pin I/O*

8. *Flash memory* 16KB (ATmega168) atau 32KB (ATmega328) 2KB digunakan oleh *bootloader*
9. 1 *Kbyte* SRAM (ATmega168) atau 2 *Kbyte* (ATmega328)
10. 512 *Byte* EEPROM (ATmega168) atau 1 *Kbyte* (ATmega328)
11. 16 MHz *clock speed* dan ukuran 1.85cm x 4.3cm

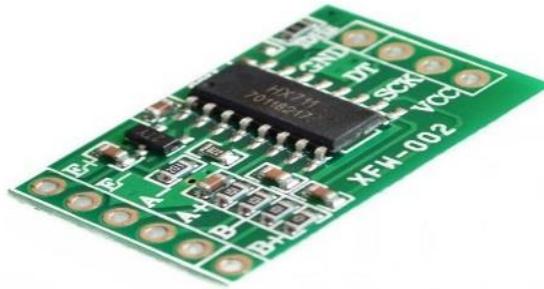
2.2.4.3 Sumber Daya Arduino Nano

Arduino Nano dapat diaktifkan melalui koneksi USB Mini-B, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan belum teregulasi antara 6-20 Volt yang dihubungkan melalui *pin* 30 atau *pin* VIN, atau melalui catu daya eksternal dengan tegangan teregulasi 5 volt melalui *pin* 27 atau *pin* 5V. Sumber daya akan secara otomatis dipilih dari sumber tegangan yang lebih tinggi. *Chip* FTDI FT232L pada *Arduino Nano* akan aktif apabila memperoleh daya melalui USB, ketika *Arduino Nano* diberikan daya dari luar (*Non-USB*) maka *Chip* FTDI tidak aktif dan *pin* 3.3V pun tidak tersedia (tidak mengeluarkan tegangan), sedangkan LED TX dan RX pun berkedip apabila *pin digital* 0 dan 1 berada pada posisi *high*[5].

2.2.5 IC HX711

HX711 adalah modul timbangan yang memiliki prinsip kerja menguatkan perubahan tegangan yang terukur pada sensor *load cell* dan mengkonversinya ke dalam besaran listrik melalui rangkaian yang ada. Modul melakukan komunikasi dengan computer/mikrokontroller melalui TTL232. HX711 presisi 24-bit *analog digital converter* (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital (*weight*

scales) dan *industrial control* aplikasi yang terkoneksi dengan sensor jembatan (*bridge sensor*)[6]. HX711 dapat dilihat seperti pada gambar 2.4.



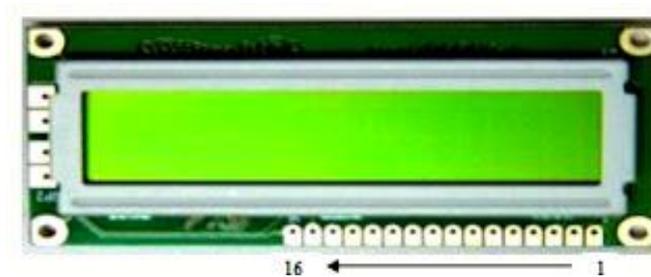
Gambar 2.4 Modul HX711

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. Spesifikasinya adalah sebagai dibawah berikut :

1. *Differential input voltage*: $\pm 40\text{mV}$ (*Full-scale differential input voltage* $\pm 40\text{mV}$).
2. *Data accuracy*: 24 bit (24 bit A / D converter chip.)
3. *Refresh frequency*: 80 Hz.
4. *Operating Voltage* : 5V DC.
5. *Operating current* : $< 10\text{ mA}$.
6. *Size*: $38\text{mm} \times 21\text{mm} \times 10\text{mm}$ [7].

2.2.6 *Liquid Crystal Digital (LCD)*

Layar LCD merupakan suatu media penampilan data yang sangat efektif dan efisien dalam penggunaannya. Untuk menampilkan sebuah karakter pada layar LCD diperlukan beberapa rangkaian tambahan. Untuk lebih memudahkan para pengguna, maka beberapa perusahaan elektronik menciptakan modul LCD. Adapun bentuk fisik LCD 16x2 seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2.5 Bentuk Fisik LCD (Amarilys 2010)

LCD dibagi menjadi dua bagian yaitu bagian depan panel LCD yang terdiri dari banyak dot atau titik LCD dan *microcontroller* yang menempel pada bagian belakang panel LCD yang berfungsi untuk mengatur titik-titik LCD sehingga dapat menampilkan huruf, angka, dan simbol khusus yang dapat terbaca.

2.2.6.1 Fungsi Pin-Pin LCD

Modul LCD berukuran 16 karakter x 2 baris dengan fasilitas *backlighting* memiliki 16 *pin* yang terdiri dari 8 jalur data, 3 jalur kontrol dan jalur-jalur catu daya, dengan fasilitas pin yang tersedia maka lcd 16 x 2 dapat digunakan secara maksimal untuk menampilkan data yang dikeluarkan oleh *microcontroller*, secara ringkas fungsi *pin-pin* pada LCD dituliskan pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Konfigurasi Pin LCD 16x2 (anonimc,2008)

<i>Pin Number</i>	<i>Simbol</i>	<i>Function</i>
1	Vss	GND
2	Vdd	+3v atau +5v
3	Vo	<i>Contrast Adjustment</i>
4	RS	<i>H/L Register Select Signal</i>
5	R/W	<i>H/L Read/Write Signal</i>
6	E	<i>H Enable Signal</i>
7	DB0	<i>H/L Data Bus Line</i>
8	DB1	<i>H/L Data Bus Line</i>
9	DB2	<i>H/L Data Bus Line</i>
10	DB3	<i>H/L Data Bus Line</i>
11	DB4	<i>H/L Data Bus Line</i>
12	DB5	<i>H/L Data Bus Line</i>
13	DB6	<i>H/L Data Bus Line</i>
14	DB7	<i>H/L Data Bus Line</i>
15	A/Vee	<i>+4.2 for LED/Negative Voltage Output</i>
16	K	<i>Power Supply for B/L (OV)</i>

Sedangkan secara umum *pin-pin* LCD diterangkan sebagai berikut:

1. *Pin* 1 dan 2

Merupakan sambungan catu daya, Vss dan Vdd. *Pin* Vdd dihubungkan dengan tegangan positif catu daya, dan Vss pada 0V atau *ground*. Meskipun

data menentukan catu 5 Vdc (hanya pada beberapa mA), menyediakan 6V dan 4.5V yang keduanya bekerja dengan baik, bahkan 3V cukup untuk beberapa modul.

2. *Pin 3*

Pin 3 merupakan *pin* kontrol Vee, yang digunakan untuk mengatur kontras *display*. Idealnya *pin* ini dihubungkan dengan tegangan yang bisa dirubah untuk memungkinkan pengaturan terhadap tingkatan kontras *display* sesuai dengan kebutuhan, *pin* ini dapat dihubungkan dengan *variable resistor* sebagai pengatur kontras.

3. *Pin 4*

Pin 4 merupakan *Register Select (RS)*, masukan yang pertama dari tiga *command control input*. Dengan membuat RS menjadi *high*, data karakter dapat ditransfer dari dan menuju modulnya.

4. *Pin 5*

Read/Write (R/W), untuk memfungsikan sebagai perintah *write* maka R/W *low* atau menulis karakter ke modul. R/W *high* untuk membaca data karakter atau informasi status dari *register*-nya.

5. *Pin 6*

Enable (E), input ini digunakan untuk *transfer* aktual dari perintah-perintah atau karakter antara modul dengan hubungan data. Ketika menulis ke *display*, data ditransfer hanya pada perpindahan *high* atau *low*. Tetapi ketika membaca dari *display*, data akan menjadi lebih cepat tersedia setelah perpindahan dari *low* ke *high* dan tetap tersedia hingga sinyal *low* lagi.

6. Pin 7-14

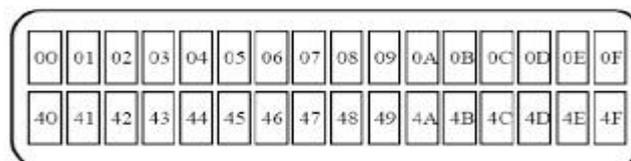
Pin 7 sampai 14 adalah delapan jalur data/data bus (D0 sampai D7) dimana data dapat ditransfer ke dan dari *display*.

7. Pin 16

Pin 16 dihubungkan kedalam tegangan 5 Volt untuk memberi tegangan dan menghidupkan lampu latar/*Backlight* LCD.

2.2.6.2 Pengalamatan LCD

Pengalamatan LCD dimulai dengan menghidupkan modul LCD, karakter kursor pada LCD diposisikan pada awal baris pertama (alamat 00H). Masing-masing sewaktu sebuah karakter dimasukkan, kursor bergerak ke alamat selanjutnya 01H, 02H dan seterusnya. Sebuah alamat awal yang baru bergerak ke alamat selanjutnya, harus dimasukkan sebagai sebuah perintah. Dengan cara mengirimkan sebuah perintah *Set Display Address*, nilai 80H. Dengan dua *line* karakter, baris yang pertama dari karakter, baris pertama mulai pada alamat 00H dan baris ke dua pada alamat 40H. Hubungan antara tata letak alamat-alamat terlihat pada gambar 2.6[7].



Gambar 2.6 Pengalamatan LCD (anonimc,2008)

2.2.7 Sistematis Pengukuran

Penulis melakukan pengukuran dengan membandingkan modul yang dibuat dengan alat layak pakai dan dilakukan penghitungan nilai rata-rata dan *error*.

2.2.7.1 Rata-rata

Rata-rata adalah nilai atau hasil pembagian dari jumlah data yang diambil atau diukur dengan banyaknya pengambilan data atau banyaknya pengukuran.

Dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Rata-rata}(x) = \frac{\sum xi}{n} \dots\dots\dots (2-2)$$

Keterangan:

x = Rata-rata

$\sum xi$ = Jumlah nilai data

n = Banyak data (1,2,3,...,n)

2.2.7.2 Error (%)

Error adalah selisih antara *mean* terhadap masing-masing data, dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Error \%} = \frac{Y-X}{Y} \times 100 \dots\dots\dots (2-3)$$

Keterangan:

Y = Rata-rata pembanding

X = Rata-rata modul