

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Berat Badan dan Tinggi Badan

Berat badan adalah parameter antropometri yang sangat labil. Dalam keadaan normal, dimana dalam keadaan seimbang antara konsumsi dan kebutuhan zat gizi, berat badan akan berkembang mengikuti pertambahan usia. Sebaliknya dalam keadaan abnormal terdapat dua kemungkinan perkembangan berat badan yaitu dapat berkembang cepat atau lebih lambat dari keadaan normal. Sedangkan tinggi badan merupakan salah satu parameter yang dapat melihat keadaan status gizi sekarang dan keadaan yang telah lalu. Dimana, Tinggi badan merupakan jarak vertikal yang diukur dari alas kaki sampai ke ujung kepala. [3]



Gambar 2.1 Pengukuran Tinggi dan Berat Badan

2.2. Menentukan Kondisi Tubuh Ideal

Cara yang paling umum digunakan untuk menentukan kondisi tubuh ideal adalah dengan menggunakan IMT. Caranya adalah berat badan dalam satuan kilogram dibagi dengan tinggi badan dengan satuan meter yang sebelumnya sudah

dikuadratkan. Untuk mengetahui nilai IMT ini, dapat dihitung dengan rumus berikut [4]:

$$\text{Indeks Massa Tubuh} = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan}^2 \text{ (m)}} \dots\dots\dots 2.1$$

Setelah hasil perhitungan IMT sudah diketahui, kemudian kondisi tubuh manusia dapat disesuaikan dengan tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.1. Kondisi Tubuh Berdasarkan IMT Kondisi Tubuh

(Sumber : Fadli, 2013)

Klasifikasi	Nilai IMT
Kurus (Underweight)	< 18
Normal (Ideal)	18 - 25
Gemuk (Overweight)	>25

2.3. Denyut Nadi

Nadi adalah aliran darah yang menonjol dan dapat diraba di berbagai tempat pada tubuh. Nadi merupakan indikator status proses sirkulasi dalam tubuh. Sirkulasi merupakan alat atau media respirasi melalui apasel yang menerima nutrien dan membuang sampah yang dihasilkan dari metabolisme. Supaya sel berfungsi secara normal harus ada aliran darah yang kontinyu dan dengan volume sesuai yang didistribusikan darah ke sel - sel yang membutuhkan nutrient.

Nadi adalah denyut nadi yang teraba pada dinding pembuluh darah arteri yang berdasarkan *systol* dan *gystole* dari jantung. Nadi yang disebabkan oleh gelombang bergerak menuruni cabang vaskular. Bentuk nadi arterial dimodifikasi oleh kompliansi dan ukuran arteri [5]. Denyut nadi atau juga dikenal dengan detak jantung adalah tanda penting dalam bidang medis yang bermanfaat untuk mengevaluasi dengan cepat kesehatan atau mengetahui kebugaran secara umum. Jumlah denyut nadi setiap manusia berbeda - beda, hal tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor

antara lain, berat badan, aktivitas, pekerjaan, makanan, umur, emosi dan lain sebagainya. Berdasarkan umur dapat dilihat melalui Tabel 2.2. dibawah ini.

Tabel 2.2. Kecepatan Normal Denyut Nadi Saat Istirahat Dipengaruhi Faktor Umur

(Sumber : <https://digilib.uns.ac.id>)

No.	Usia	BPM (Beat Per Minute)
1	< 1 Bulan	90 – 170
2	< 1 Tahun	80 – 160
3	2 Tahun	80 – 120
4	6 Tahun	75 – 115
5	10 Tahun	70 – 110
6	14 Tahun	65 – 100

Seorang Dr. Edward R. Laskowski, M.D selaku *physical medicine and rehabilitation specialist* mengatakan bahwa, “Pada orang dewasa yang sehat, saat sedang istirahat maka denyut jantung yang normal adalah sekitar 60 – 100 denyut per menit (bpm). Jika didapatkan denyut jantung yang lebih rendah saat sedang istirahat, pada umumnya menunjukkan fungsi jantung yang lebih efisien dan lebih baik kebugaran kardiovaskularnya”. Hal ini menandakan bahwa denyut jantung dapat seseorang dibedakan berdasarkan dari kondisi fisik seseorang. Kondisi fisik tersebut dapat diartikan bahwa suatu kondisi yang melakukan suatu kegiatan atau aktivitas sehingga memicu pergerakan jantung untuk memompa darah lebih cepat ke seluruh tubuh [6].

Dari referensi [7] yang menjelaskan survey terhadap 20 pekerja yang diukur berdasarkan antara perbedaan denyut nadi tenaga sebelum dan sesudah bekerja. Hasil

data nya adalah didapat sebagian besar pekerja mengalami peningkatan denyut nadi sebanyak 75% dibandingkan pekerja yang mengalami penurunan sebanyak 25%. Peningkatan dan penurunan ini terjadi dikarenakan beberapa faktor pendukung seperti riwayat kesehatan, intensitas lama kerja, sikap kerja, kondisi psikis dan lain sebagainya.

Untuk dapat mengukur denyut nadi dengan akurat bisa menggunakan alat yang bernama elektrokardiograf. Namun pengukuran ini juga dapat dilakukan dengan cara sederhana, yaitu menggunakan metode 2 jari (jari telunjuk dan jari tengah) untuk melakukan perabaan pada nadi di pergelangan tangan dekat pangkal ibu jari atau di daerah leher. Saat merasakan denyut nadi, lihatlah jam untuk menghitung jumlah denyut selama 15 detik. Hasil yang didapatkan dikalikan 4, maka akan didapatkan jumlah denyut jantung anda per menit [8]. Selain itu pula untuk dapat mengukur denyut nadi maksimal dapat digunakan dengan rumus :

$$\text{Denyut nadi maksimal (bpm)} = 220 - \text{Usia} \dots\dots\dots 2.2$$

Dan untuk mengukur persentase aktivitas yang akan dilakukan dapat pula digunakan rumus :

$$\frac{\text{Denyut Nadi Aktivitas}}{\text{Denyut Nadi Maksimal}} \times 100\% \dots\dots\dots 2.3$$

Denyut nadi yang normal dapat dihitung ketika seseorang berada dalam kondisi istirahat, santai dan sedang tidak melakukan aktivitas fisik [9]. Berikut beberapa nilai normal nadi yang dihitung dalam satu kali permenit (frekuensi) :

- a. Nadi normal pada bayi dapat mengalami perubahan seiring bertambahnya umur dan berkembangnya sistem sirkulasi bayi. Nadi normal bayi usia 0 – 3 bulan 100 – 160, usia 3 – 6 bulan 90 – 120, usia 6 – 12 bulan 80 – 120, usia 1 – 10 tahun 70 – 130, usia 10 – 18 tahun 60 – 100 kali permenit.
- b. Nadi normal pria dewasa 55 – 75 kali permenit.
- c. Nadi normal wanita dewasa 60 – 80 kali permenit.
- d. Nadi normal ibu hamil 80 – 90 kali permenit.

2.4. Metode *Fuzzy*

Untuk sistem yang sederhana, metode konvensional memiliki akurasi yang sangat tinggi, namun apabila sistem yang dibuat lebih kompleks maka kita akan kesulitan dalam membuat model matematika untuk mengendalikan sistem. Oleh karena itu, lahirlah metode baru yang disebut *soft computing* yang pertama kali diperkenalkan oleh Prof. Lotfi Zadeh. Metode ini dibuat tanpa menggunakan permodelan matematika sistem, tetapi menggunakan metode yang meniru sistem kecerdasan manusia. Dari peniruan logika manusia, lahir metode logika fuzzy; dari struktur jaringan syaraf dan otak manusia, lahir metode jaringan syaraf tiruan (*artificial neural networks*); dari gabungan keduanya (logika *fuzzy* dan jaringan syaraf tiruan) dan metode-metode lainnya [10].

Logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1, tingkat keabuan antara hitam dan putih, dan konsep tidak pasti dalam bentuk linguistic seperti ‘sedikit’, ‘lumayan’, dan ‘sangat’. Logika *fuzzy* berhubungan dengan set *fuzzy* dan teori kemungkinan. Pada referensi [10] saat ini telah banyak penelitian dan produk yang dihasilkan menggunakan control logika *fuzzy*, diantaranya :

- a. Pada tahun 1990 pertama kali dibuat mesin cuci dengan logika *fuzzy* di Jepang. Sistem *fuzzy* digunakan untuk menentukan putaran yang tepat secara otomatis berdasarkan jenis kotoran, banyaknya kotoran, dan jumlah yang akan dicuci. Mesin ini menggunakan sensor optik yang mengeluarkan cahaya ke air dan mengukur bagaimana cahaya tersebut sampai keujung lainnya. Semakin kotor air maka sinar yang sampai juga akan semakin redup. Di samping itu, sistem juga dapat menentukan jenis kotoran (daki atau minyak).
- b. Transmisi otomatis pada mobil. Mobil Nissan telah menggunakan sistem *fuzzy* pada transmisi otomatis dan mampu menghemat bensin 12 - 17%.
- c. Kereta bawah tanah Sendai mengontrol pemberhentian otomatis pada area tertentu.
- d. Ilmu kedokteran dan biologi, seperti sistem diagnosis, penelitian kanker, dan manipulasi peralatan prostetik.

- e. Manajemen dan pengambilan keputusan, seperti manajemen basis data, tata letak pabrik, dan sistem pembuat keputusan di militer..
- f. Ilmu lingkungan, seperti kendali kualitas air dan pendeteksi cuaca.

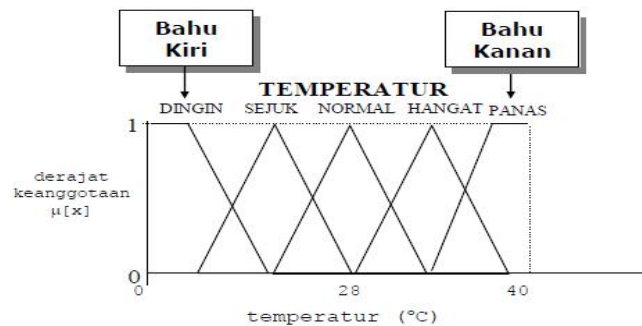
2.4.1. Himpunan Fuzzy

Ada beberapa hal yang harus diketahui dalam membuat memahami sistem fuzzy, yaitu :

a. Variabel fuzzy

Variabel fuzzy merupakan variabel yang hendak dibahas dalam suatu sistem fuzzy, contoh: umur, temperatur, permintaan, jarak.

b. Himpunan fuzzy



Gambar 2.2 Himpunan Fuzzy Pada Variabel Temperature

Himpunan fuzzy merupakan suatu grup yang mewakili suatu kondisi atau keadaan tertentu dalam suatu variabel fuzzy. Contoh variabel temperatur terbagi menjadi lima himpunan fuzzy, yaitu DINGIN, NORMAL, HANGAT, dan PANAS. Gambar 2.2 berikut merupakan contoh himpunan fuzzy pada variabel temperatur.

c. Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel fuzzy. Semesta pembicaraan merupakan himpunan *real* yang senantiasa naik (bertambah) secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Adakalanya nilai semesta pembicaraan ini tidak dibatasi

atasnya. Contoh : semesta pembicaraan untuk variabel temperatur adalah $[0\ 40]$.

d. Domain

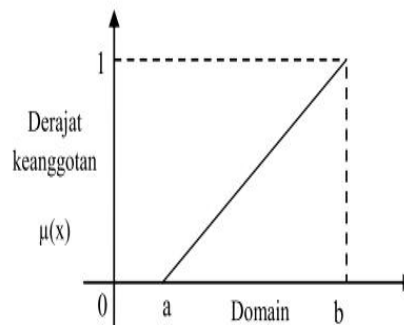
Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang akan diijinkan dalam semesta pembicaraan dan boleh dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Seperti halnya semesta pembicaraan, domain merupakan himpunan bilangan real yang senantiasa naik secara monoton dari kiri ke kanan. Nilai domain dapat berupa bilangan positif atau negatif. Contoh : DINGIN = $[0\ 20]$, SEJUK = $[15\ 25]$, NORMAL = $[20\ 30]$, HANGAT = $[25\ 35]$ dan PANAS = $[30\ 40]$.

2.4.2. Fungsi Keanggotaan

Fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik-titik input ke dalam nilai keanggotaan yang memiliki interval 0 sampai 1. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk mendapatkan nilai keanggotaan adalah dengan melalui pendekatan fungsi. Ada beberapa fungsi yang dapat digunakan, yaitu :

a. Representasi Linier

Pada representasi linier, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai garis lurus. Ada 2 keadaan himpunan fuzzy yang linier. Pertama, Kenaikan himpunan dimulai pada nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan nol $[0]$ bergerak ke kanan menuju nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih tinggi.

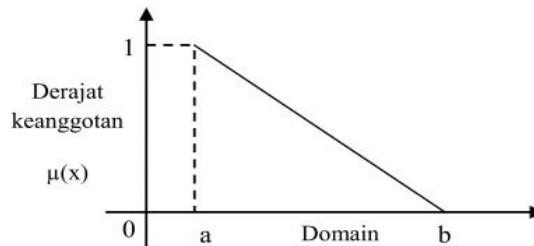


Gambar 2.3. Representasi Linier Naik

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots 2.4$$

Kedua, Garis lurus dimulai dari nilai domain dengan derajat keanggotaan tertinggi pada sisi kiri, kemudian bergerak menurun ke nilai domain yang memiliki derajat keanggotaan lebih rendah.



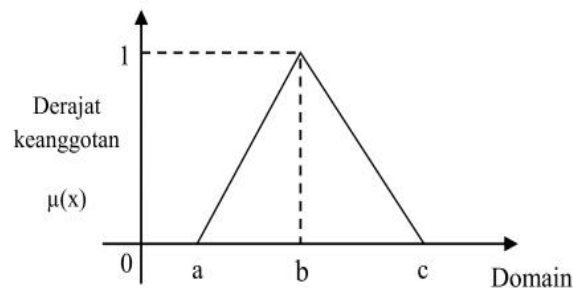
Gambar 2.4. Representasi Linier Turun

Fungsi Keanggotaan :

$$\mu(x) = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \dots\dots\dots 2.5$$

b. Representasi Kurva segitiga

Kurva segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara 2 garis (linier) seperti terlihat pada gambar 2.5 di bawah ini.



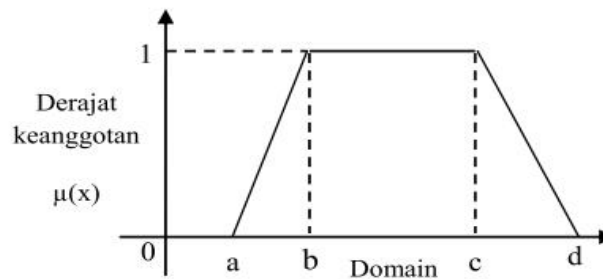
Gambar 2.5. Representasi Kurva Segitiga

Fungsi keanggotaannya :

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ (b-x)/(c-b); & b \leq x \leq c \end{cases} \dots\dots\dots 2.6$$

c. Kurva Trapesium

Kurva trapezium pada dasarnya seperti bentuk segitiga , hanya saja pada rentang tertentu ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1.



Gambar 2.6. Representasi Kurva Trapesium

Fungsi keanggotaannya:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ (x-a)/(b-a); & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ (b-x)/(c-b); & x \geq d \end{cases} \dots\dots\dots 2.7$$

2.4.3. Model *Fuzzy Mamdani*

Metode Mamdani sering juga dikenal dengan nama metode min – max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output diperlukan 4 tahapan, diantaranya :

1. Pembentukan himpunan fuzzy Pada metode mamdani baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy.
2. Aplikasi fungsi implikasi Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah min.
3. Komposisi aturan

Metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem fuzzy, yaitu Metode Max (Maximum). Secara umum dapat dituliskan :

$$\mu_{sf}[X_i] = \max (\mu_{sf} [X_i], \mu_{kf} [X_i])$$

Dengan :

$\mu_{sf}[X_i]$ = nilai keanggotaan solusi fuzzy sampai aturan ke i

$\mu_{kf} [X_i]$ = nilai keanggotaan konsekuan fuzzy aturan ke i

4. Metode Crntroid

Pada metode ini, solusi crips diperoleh dengan mengambil titik pusat (z^*) daerah fuzzy. Secara umum dirumuskan :

$$z^* = \frac{\sum_{j=1}^n z_j \mu(z_j)}{\sum_{j=1}^n \mu(z_j)} \dots\dots\dots 2.8$$

2.4.4. Model Fuzzy Sugeno

Penalaran dengan metode Sugeno hampir sama dengan penalaran Mamdani, hanya saja output (konsekuen) system tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985, sehingga ini sering juga dinamakan dengan metode TSK. Metode TSK terdiri dari 2 jenis, yaitu : a. Model fuzzy Sugeno Orde-Nol Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah :

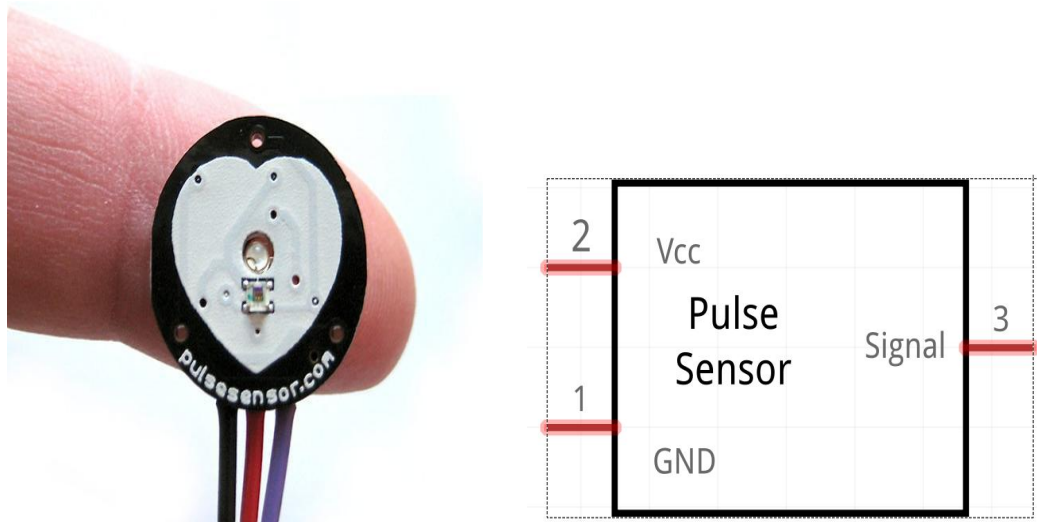
- a. Model fuzzy Sugeno Orde-Nol Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Nol adalah : IF (x_1 is A_1) o (x_2 is A_2) o (x_3 is A_3) o ... o (x_N is A_N) THEN $z = k$ Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan k adalah suatu konstanta (tegas) sebagai konsekuen.
- b. Model fuzzy Sugeno Orde-Satu Secara umum bentuk model fuzzy Sugeno Orde-Satu adalah : IF (x_1 is A_1) o ... o (x_N is A_N) THEN $z = p_1 * x_1 + \dots + p_N * x_N + q$ Dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke-i sebagai anteseden dan p_i adalah suatu konstanta (tegas) ke-i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen.

Apabila komposisi aturan menggunakan metode Sugeno maka defuzzifikasi dilakukan dengan cara menilai rata-ratanya (Weight Average). Adapun persamaannya dapat dilihat di bawah ini. [11]

$$WA = \frac{a_1 z_1 + a_2 z_2 + \dots + a_n z_n}{a_1 + a_2 + \dots + a_n} \dots\dots\dots 2.9$$

2.5. Sensor *Pulse* (Denyut Nadi)

Sensor *pulse* adalah sebuah sensor denyut jantung yang bertugas untuk mengubah sinyal fisiologi ke bentuk elektrik atau bentuk lain yang mudah di baca atau diolah sehingga mikrokontroler dapat mengelolah dan memberikan informasi kepada perangkat agar mengetahui jumlah denyut jantung permenit (BpM) seseorang agar di ketahui seseorang dalam keadaan normal [5]. Bentuk sensor *pulse* dapat dilihat seperti Gambar 2.7 berikut :



Gambar 2.7. Sensor *Pulse*

Sensor *pulse* adalah sebuah sensor denyut jantung yang dirancang untuk Arduino. Pada sensor *pulse* terdapat fitur yaitu sensor bisa bekerja dengan baik pada tegangan 5V dan 3,3V di mikrokontroler. Sensor ini berukuran kecil sehingga memudahkan dalam penggunaannya. Terdapat kode warna kabel dengan terminal male 3 kawat (*ground*, *power*, *data*) konektor standar.

Sensor ini dapat mendeteksi denyut nadi pada telapak tangan dengan cara menggabungkan data denyut jantung ke dalam aplikasi yang telah dibuat. Tegangan keluaran sensor *pulse* adalah 3 – 5 V dan pada saat arus 4 mA membutuhkan 5 V. Alat ini menggunakan filter dan Op – Amp untuk meningkatkan *amplitude* dari pulsa

gelombang dan menormalisasi sinyal ke titik referensi. Ketika sensor tidak dalam kontak dengan sumber denyut jantung keluaran dari sinyal tersebut berada di titik tengah dari tegangan atau $V/2$. Ketika sensor menyentuh sumber denyut nadi maka akan berubah menjadi cahaya yang dipantulkan ketika darah di pompa melalui jaringan dan akan membuat sinyal berfluktuasi di sekitar titik referensi.

Sensor *pulse* bekerja dengan cara memanfaatkan cahaya. Saat sensor ini diletakkan dipermukaan kulit, sebagian besar cahaya diserap atau dipantulkan oleh organ dan jaringan (kulit, tulang, otot, darah). Namun sebagian cahaya akan melewati jaringan tubuh yang cukup tipis. Ketika jantung memompa darah melalui tubuh, dari setiap denyut yang terjadi, timbul gelombang pulsa (jenis seperti gelombang kejut) yang bergerak di sepanjang arteri dan menjalar ke jaringan kapiler di mana sensor pulsa terpasang. Sensor pulsa dirancang untuk mengukur *Inter Beat Interval* (IBI). IBI adalah selang waktu pada denyut jantung dalam mili detik dengan waktu momen sesaat dari jantung berdetak. BPM berasal setiap detak dari rata-rata setiap 10 kali IBI. Jadi, ketika mikrokontroler Arduino dinyalakan dan berjalan dengan sensor pulsa yang disambungkan ke pin analog 0, terus-menerus (setiap 2 ms) akan membaca nilai sensor berdasarkan denyut jantung yang terukur. Pengukuran denyut nadi bisa menjadi hal yang sangat berguna. Sejak lama dokter telah menggunakan metode pengukuran denyut nadi untuk menentukan stres, relaksasi, tingkat kebugaran fisik, dan kondisi medis.

2.6. Arduino

Komponen utama didalam papan Arduino adalah sebuah 8 bit dengan merk ATmega yang dibuat oleh Atmel Corporation. Berbagai papan Arduino menggunakan tipe ATmega yang berbeda-beda tergantung dari spesifikasinya, sebagai contoh Arduino Uno menggunakan ATmega328 sedangkan Arduino Mega 2560 yang lebih canggih menggunakan ATmega2560.

Adapun data teknis board Arduino Mega2560 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.3. Data Teknik Board Arduino Mega 2560

Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB

Clock Speed 16 MHz Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- a) 1.0 pinout : Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
- b) Sirkuit RESET.
- c) Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.

Sumber Daya tegangan Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER. Papan Arduino mega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat

papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

a) VIN : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.

b) 5V : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.

c) 3V3 : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.

d) GND : Pin Ground atau Massa. e) IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

Memori Arduino ATmega2560 memiliki 256 KB flash memory untuk menyimpan kode (yang 8 KB digunakan untuk bootloader), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

Mikrokontroler Arduino Mega2560, Mikrokontroler adalah piranti elektronik berupa Integrated Circuit (IC) yang memiliki kemampuan manipulasi data

(informasi) berdasarkan suatu urutan instruksi (program) yang dibuat oleh programmer dimana di dalamnya sudah terdapat Central Proccesssing Unit (CPU), Random Access Memory (RAM), Electrically Erasable Programmable Read Only Memori (EEPROM), I/O, Timer dan peralatan internal lainnya yang sudah saling terhubung terorganisasi dengan baik oleh pabrik pembuatnya dan dikemas dalam satu chip yang siap pakai. Umumnya mikrokontroler memiliki instruksi manipulasi bit, akses ke I/O secara langsung serta proses interupsi yang cepat dan efisien. Penggunaan mikrokontroler sudah banyak ditemui dalam berbagai peralatan elektronik, seperti telepon digital, microwave oven, televisi, dan lain- lain. Mikrokontroller juga dapat digunakan untuk berbagai aplikasi dalam industri seperti: sistem kendali, otomasi, dan lain-lain.

1) Konfigurasi Pin Arduino Mega 2560, Konfigurasi pin mikrokontroller ATmega 2560 adalah sebagai berikut: a. VCC merupakan pin yang digunakan sebagai masukan sumber tegangan.

b. GND merupakan pin untuk Ground

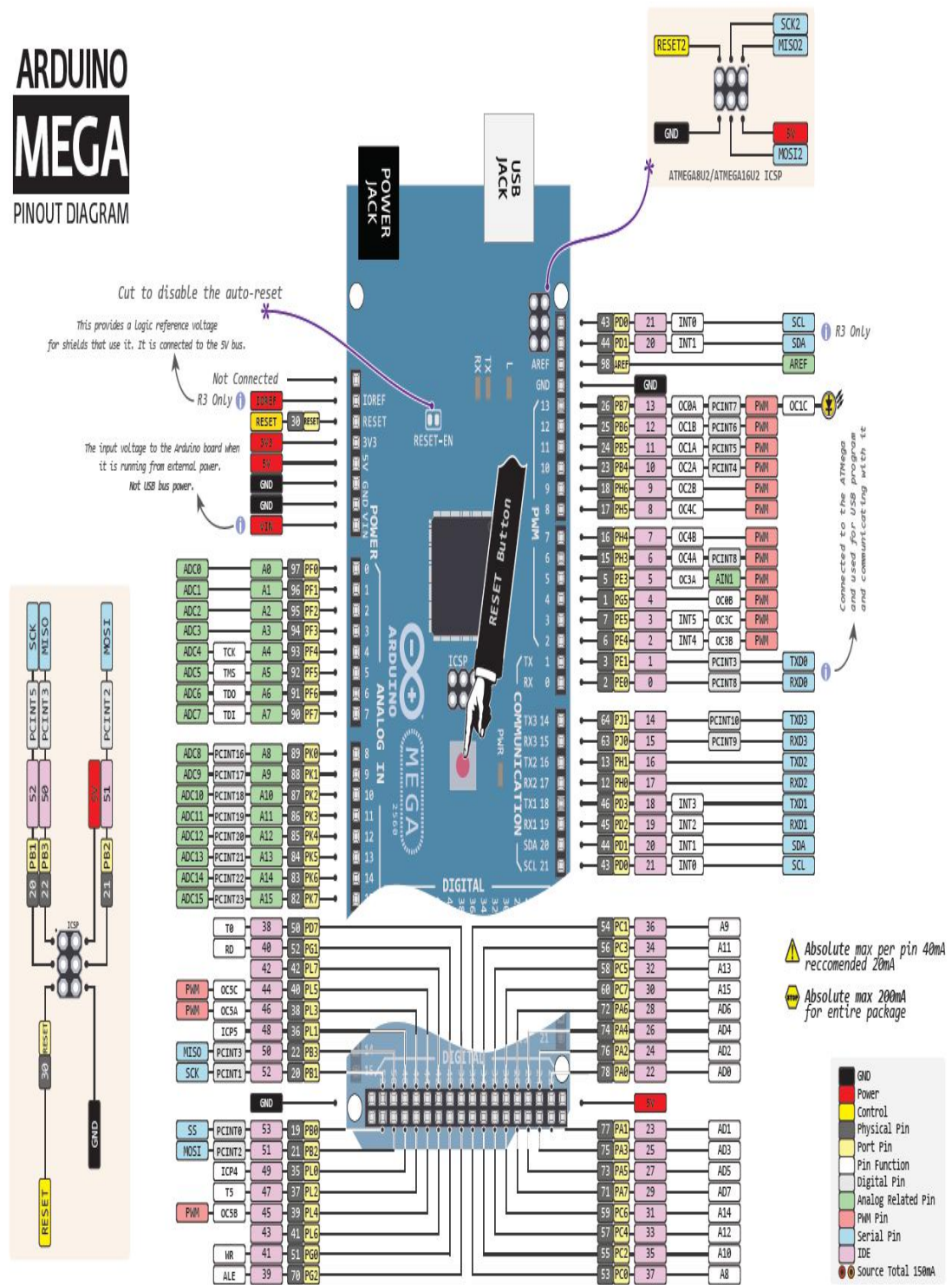
c. XTAL1/ XTAL2, XTAL digunakan sebagai pin external clock.

d. Port A, B, C ,D, E, H, dan L merupakan 8 bit port I/O dengan internal pull-up resistor. Port G merupakan 6 bit port I/O dengan internal pull-up resistor.

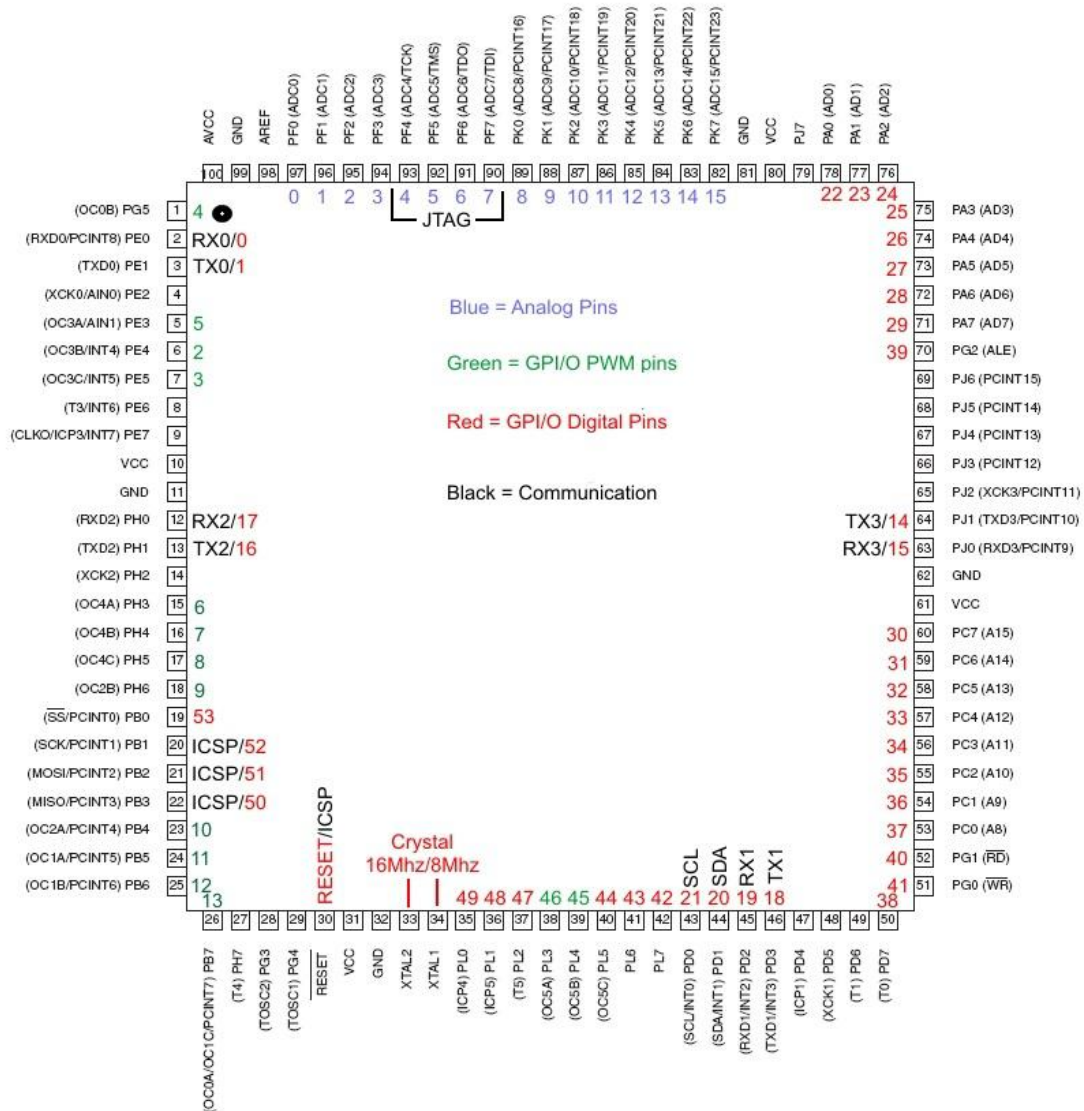
e. Port F (PF0:PF7) dan Port K (PK0:PK7) merupakan pin I/O dan merupakan pin masukan ADC.

f. AVCC adalah pin masukan untuk tegangan ADC. g. AREF adalah pin masukan untuk tegangan referensi eksternal ADC. [12]

Konfigurasi pin Arduino Mega2560 dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 2.8 Arduino ATmega2560

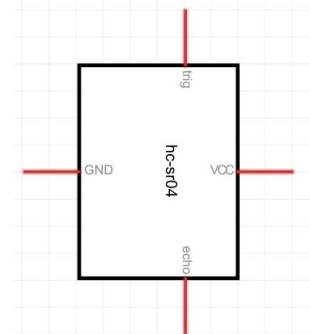


Gambar 2.9 Pin Arduino ATmega2560

2.7. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini dengan radar ultrasonik. Gelombang ultrasonik di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik. Jarak antara waktu Sensor HC-SR04 adalah sensor pengukur jarak berbasis gelombang ultrasonik. Prinsip kerja sensor ini dengan radar ultrasonik.

Gelombang ultrasonic di pancarkan kemudian di terima balik oleh receiver ultrasonik, jarak antara waktu.



Gambar 2.10 Ultrasonik HC-SR04

Sensor HC-SR04 adalah versi low cost dari sensor ultrasonic PING buatan parallax. Perbedaannya terletak pada pin yang digunakan. HC-SR0 menggunakan pin sedangkan PING buatan parallax menggunakan 3 pin. Pada Sensor HC-SR04 pin trigger dan output diletakkan terpisah. Sedangkan jika menggunakan PING dari 4 Parallax pin trigger dan output telah diset default menjadi satu jalur.

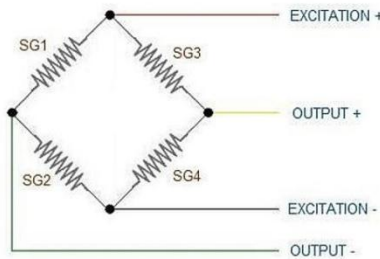
Tidak ada perbedaan signifikan dalam pengimplementasiannya. Jangkauan jarak sensor lebih jauh dari PING buatan parallax, dimana jika ping buatan parallax hanya mempunyai jarak jangkauan maksimal 350 cm sedangkan sensor HC-SR04 mempunyai kisaran jangkauan maksimal 400-500cm. [4]

2.8. Sensor Berat (*Load Cell*)

Load cell adalah sebuah alat uji perangkat listrik yang dapat mengubah suatu energi menjadi energi lainnya yang biasa digunakan untuk mengubah suatu gaya menjadi sinyal listrik. Perubahan dari satu sistem ke sistem lainnya ini tidak langsung terjadi dalam dua tahap saja tetapi harus melalui tahap-tahap pengaturan mekanikal, kekuatan dan energi dapat merasakan perubahan kondisi dari baik menjadi kurang baik.



Gambar 2.11 Sensor *Load Cell*



Gambar 2.12 *Wheatstone Bridge*

Pada *strain guage* (*load cell*) atau biasa disebut dengan deformasi *strain gauge*. *The strain gauge* mengukur perubahan yang berepengaruh pada strain sebagai sinyal listrik, karena perubahan efektif terjadi pada beban hambatan kawat listrik. Sebuah sel/slot beban umumnya terdiri dari empat aspek pengukur regangan dalam sistem konfigurasi pada *Wheatstone Bridge*. Sel/slot beban dari satu *strain gauge* atau dua pengukur regangan.

Output sinyal listrik biasanya disediakan serta di urutankan beberapa milivolt dan membutuhkan amplifikasi oleh penguat instrumentasi sebelum dapat digunakan. Output dari pemantauan perubahan kondisi dapat ditingkatkan untuk menghitung gaya yang diterapkan untuk perbaikan dan pemantauan kondisinya. Berbagai jenis sel/slot beban yang ada termasuk sel/slot beban hidrolik,

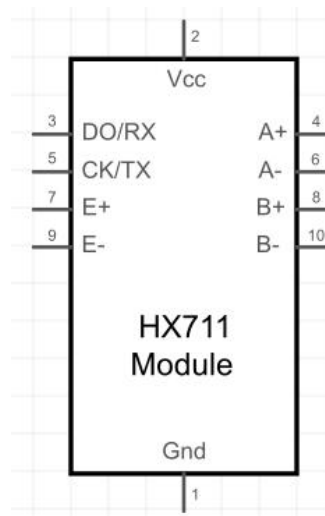
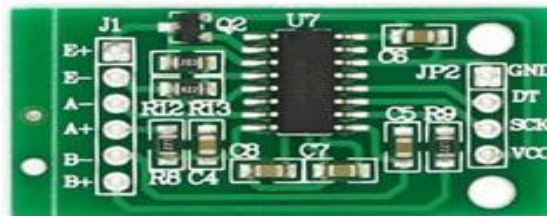
Strain gauge merupakan bagian terpenting dari sebuah load cell, dengan fungsi untuk mendeteksi besarnya perubahan dimensi jarak yang disebabkan oleh suatu elemen gaya. Strain gauges secara umum digunakan dalam pengukuran presisi gaya, berat, tekanan, torsi, perpindahan dan kuantitas mekanis lainnya. Setelahnya

dikonversi menjadi energi tegangan kedalam anggota mekanis. Strain gauge menghasilkan perubahan pada nilai tahanan yang proporsional dengan perubahan jangka panjang atau perubahan melalui lamanya proses.

Load cell merupakan alat pengujian dan perangkat untuk membantu kinerja dan komponen pada sensor *load cell* (*strain gauge*). [4]

2.9. HX711

HX711 adalah sebuah komponen terintegrasi dari “Avia Semi Conductor”, HX711 presisi 16-bit analog to digital converter (ADC) yang didesain untuk sensor timbangan digital dalam industrial control aplikasi yang terkoneksi sensor jembatan (datasheet HX 711).

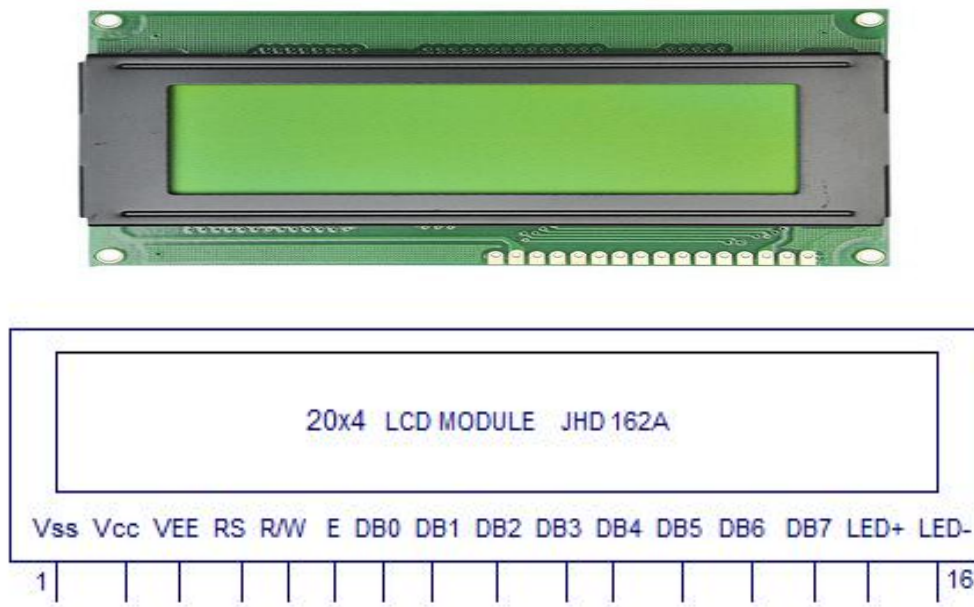


Gambar 2.13. HX711

Setelah *load cell* mengirimkan hasil timbang yang melebihi batas maksimal berat yang berbentuk sinyal analog maka di rubah menjadi bentuk sinyal digital. Pi DOUT dan PD_SCK mendapat inputan dari load cell dimana weight sensor module akan merubah dari sinyal analog menjadi sinyal digital dengan bentuk seperti getaran pulsa pulsa 1,2 dan seterusnya. [4]

2.10. LCD (*Liquid Crystal Display*)

LCD (*Liquid Crystal 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 mentransimsikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Crystal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karkater, huruf, angka ataupun grafik. LDC biasa yang sering digunakan adalah jenis LCD 16 x 2 yang artinya lebar *display* 2 baris 16 kolom dengan 16 pin konektor.



Gambar 2.14. LCD 20x4

Adapun konfigurasi dan deskripsi dari pin-pin LCD antara lain:

1. VSS (pin 1)

Merupakan sumber tegangan +5V.

2. VCC (pin 2)

Merupakan sambungan ground .

3. VEE (pin 3)

Merupakan input tegangan Kontras LCD .

4. RS Register *Select* (pin 4)

Merupakan register pilihan 0 = Register Perintah, 1 = Register Data.

5. R/W (pin 5)

Merupakan *read select* , 1 = Read, 0 = Write.

6. *Enable Clock* LCD (pin 6)

Merupakan masukan logika 1 setiap kali pengiriman atau pembacaan data.

7. DB0 – DB7 (pin 7 – pin 14)

Merupakan Data Bus 1 – 7 ke port.

8. Anoda (pin 15)

Merupakan masukan Tegangan positif *backlight*.

9. Katoda (pin 16)

Merupakan masukan Tegangan negatif *backlight*.

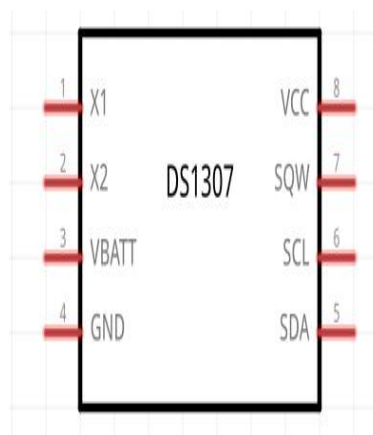
Display karakter pada LCD diatur oleh pin EN, RS dan RW. Jalur EN dinamakan *Enable*. Jalur ini digunakan untuk memberitahu LCD bahwa sebuah data sedang dikirimkan. Untuk mengirimkan data ke LCD, maka melalui program EN harus dibuat logika low “0” dan set pada dua jalur kontrol yang lain RS dan RW. Ketika dua jalur yang lain telah siap, set EN dengan logika “1” dan tunggu dan berikutnya di set. [13]

2.11. RTC (*Real Time Clock*)

RTC (Real Time Clock) DS1307 adalah IC yang dibuat oleh perusahaan Dallas Semiconductor. DS1307 merupakan sebuah IC yang dapat digunakan sebagai

pengatur waktu yang meliputi detik, menit, jam, hari, tanggal, bulan dan tahun. Pengaksesan data dilakukan dengan sistem serial sehingga hanya membutuhkan dua jalur untuk berkomunikasi yaitu jalur clock untuk membawa informasi data clock dan jalur data yang membawa data atau yang sering disebut dengan I2C (Inter-integrated Circuit).

Untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler ATmega16, RTC DS1307 menggunakan jenis komunikasi serial I2C. Fungsi pustaka yang digunakan adalah `i2c.h`. Dengan fungsi ini kita tidak perlu direpotkan lagi dengan pendefinisian protokol komunikasi serial I2C, tetapi cukup memanggil beberapa fungsi yang telah disediakan oleh CodeVisionAVR. Adapun fungsi utama yang digunakan dalam menginisialisasi I2C dalam CodeVisionAVR adalah `i2c_init (void)`. [14]



Gambar.2.15. RTC DS1307

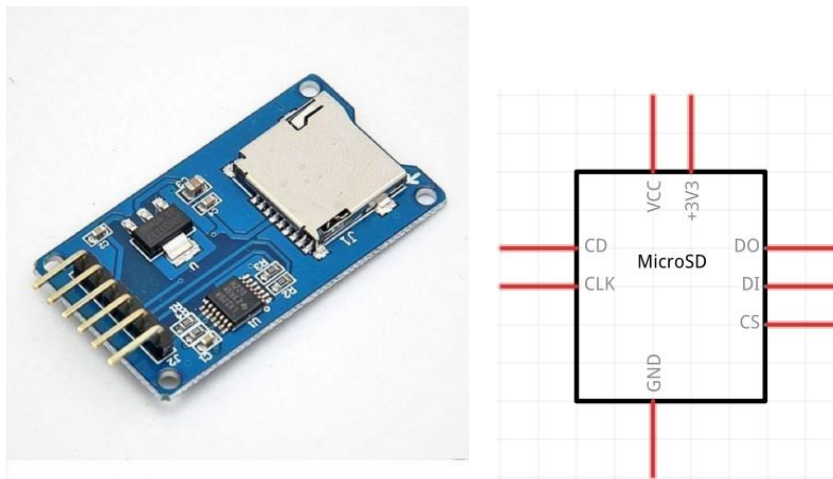
2.12. Data Logger Shield

Data Logger Shield Merupakan komponen yang digunakan Arduino dan berfungsi untuk menambahkan fitur logging ke memori SDCard. Komponen ini memiliki 1 slot untuk memasang memori SDcard dan builtin RTC DS1307, sehingga log yang direkam menjadi kartu memori dapat menampilkan waktu pada saat input. Komponen ini mendukung kartu memori SD dengan format FAT16 dan FAT32, dalam transfer data kartu memori dapat dipindahkan ke PC atau smartphone secara langsung.

Fitur yang dimiliki adalah sebagai berikut :

1. Sirkuit shifter level 3.3v dapat digunakan mencegah kerusakan pada kartu SD
2. RTC / Real Time Clock digunakan menghemat waktu bahkan saat Arduino dicabut. Cadangan baterai bertahan bertahun-tahun.
3. Area prototyping untuk konektor penyolder, sirkuit atau sensor.
4. Regulator 3.3V onboard merupakan tegangan referensi yang baik dan juga dapat diandalkan untuk menjalankan kartu SD, karena dalam proses komponen ini dapat berjalan tanpa hambatan.

Data logger disuplai dengan sumber arus 12 V, untuk mengoperasikan data logger diperlukan konfigurasi software terlebih dahulu. Ide Arduino digunakan untuk Pemrograman mikrokontroler (Andi Setiono, 2010) [15]



Gambar.16. Data Longger Shield

2.13. Perbandingan Penelitian

Tabel 2.4. Perbandingan Jurnal dan Penelitian 5 Tahun Terakhir

No.	Parameter	Metode	Aplikasi	Kekurangan	Kelebihan	Referensi
1.	Pengembangan rancang alat pengukur indeks massa tubuh berbasis ATmega8535 dan databasenya berbasis PC	Pembacaan dan pengukuran data dari sensor dan kemudian akan ditampilkan pada PC	Sensor Ultrasonik, sensor <i>loadcell</i> dan <i>Hyperterminal</i>	Tingkat kalibrasi dengan alat rata-rata sebesar 3,76%	Cara kerja dan sistem yang mudah diterapkan dan bekerja dengan baik dalam nilai IMT (Indeks Massa Tubuh).	[2]
2.	Rancang bangun alat prediksi kondisi tubuh ideal menggunakan metode fuzzy logic sugeno	Pengukuran langsung dari sensor ultrasonik dan <i>loadcell</i> dengan metode <i>fuzzy logic sugeno</i>	Sensor Ultrasonik, <i>loadcell</i> dan LCD	Pengaplikasian terlalu sensitif jika ada gerakan meskipun sedikit.	Dapat menampilkan data secara <i>realtime</i> dan memiliki tingkat error 1,5%	[3]

3.	Perancangan alat pengukur tinggi badan dan berat badan ideal berbasis arduino (Simulasi pengukuran denyut nadi)	Pengukuran langsung dari sensor ultrasonik, dan sensor <i>loadcell</i>	Sensor ultrasonik, <i>loadcell</i> dan LCD	Pengaplikasian pada mekanikalnya kurang kuat.	Hasil pembacaan data lebih maksimal dan akurat	[9]
4.	Rancang Bangun Timbangan Digital dengan Keluaran Berat Berbasis Arduino UNO pada <i>Automatic Machine Measurement Mass and Dimension</i>	Pengukuran langsung dari sensor ultrasonik, dan sensor <i>loadcell</i> dengan tampilan PC	Sensor <i>loadcell</i>	Sistem pengukuran sulit karena mengatur posisi menggunakan perbandingan massa standar dengan beberapa parameter yang mempengaruhi hasil pembacaan alat.	Output hasil pengukuran dapat langsung ditampilkan sekaligus pada PC	[10]