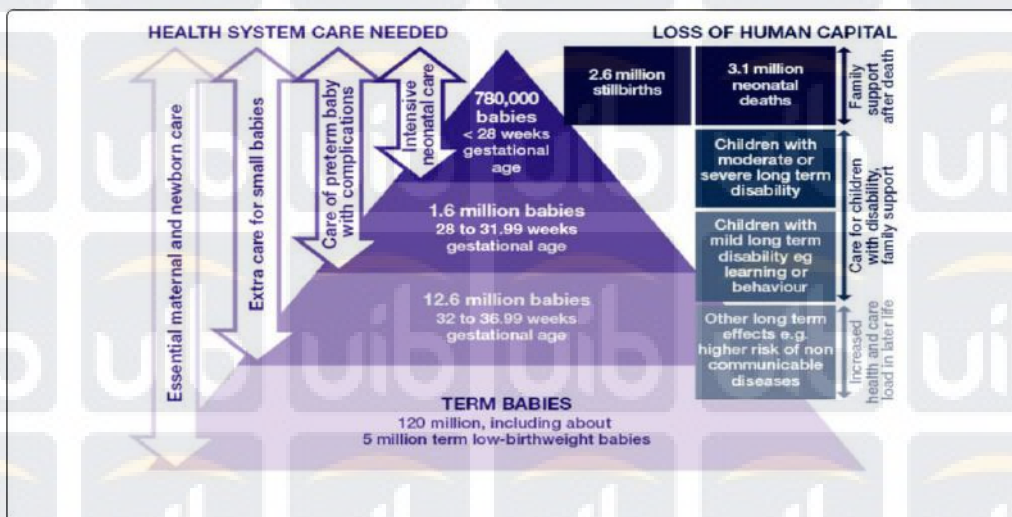


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Penelitian Terkait

Salah satu masalah yang paling *sensitive* dari bidang biomedis adalah perawatan bayi prematur. Di negara Bangladesh, sebagian besar orang disana tinggal di sekitar garis kemiskinan. Perawatan bayi yang baru lahir sangat mahal dan banyak yang tidak terjangkau bagi mereka.



Gambar 2 . 1 Segitiga piramida keguguran bayi di dunia [1]


Pada gambar 2 . 1 sebagian besar bayi prematur (> 80%) berusia antara 32 dan 37 minggu kehamilan, dan banyak yang mati sia – sia. Kematian ini disebabkan oleh tidak tersedianya perawatan yang baik atau tidak dapat diandalkan incubator tradisional dikarenakan perawatan sangatlah penting untuk setiap bayi baru lahir yang terdiri dari berbagai macam dukungan antara lain menyusui, perawatan termal, dan perawatan kulit serta kabel higienis.

Sekitar 10 % bayi premature lahir 28 hingga < 32 minggu kehamilan, dan untuk bayi yang lahir sebelum usia 28 minggu memerlukan perawatan intensif.

Pada tahun 1990, beberapa bayi dibawah usia kehamilan 25 minggu masih dapat hidup namun pada tahun 2010, 95 % bayi premature dibawah 28 minggu selamat dan selebihnya bayi yang lahir sebelum usia kehamilan 25 minggu bertahan tetapi yang terakhir memiliki resiko gangguan yang lebih tinggi [1].

Ruangan bayi untuk prematur harus dijaga menyerupai temperature di rahim seorang ibu yaitu antara 36°C sampai dengan 37°C . Seorang bayi prematur pada umumnya memerlukan perawatan khusus dengan menempatkan didalam inkubator agar temperature tubuhnya tetap terjaga. Oksigen juga termasuk hal penting untuk pernafasan bayi prematur. Untuk merancang sistem kontrol yang berbasis mikrokontroller dapat menggunakan sensor suhu atau DS18B20 dengan target harga murah [2].


Suhu badan bayi untuk normal core dengan jarak sekitar 98,8 dan 99,9 F. Jika peningkatan suhu yang meningkat lebih dari 2°F dari suhu normal $98,6^{\circ}\text{F}$ maka bayi akan jatuh sakit. Kemudian jika peningkatan suhu badan bayi lebih dari 7°F maka bayi akan jatuh sakit parah, jika suhu menurun sebalik dengan tingkat suhu yang sama maka akan bayi akan kedinginan. Kemudian pada tabel berikut ini adalah suhu yang dicapai agar menjaga temperature badan bayi premature sesuai dengan umur dan berat badan bayi premature [7].



Temperature Range

Age	1000 To 1200 gms	1201 To 1500 gms	1501 To 2500 gms	>2500 gms & >36 weeks
0 - 12 hrs	35.0	34.0	33.3	32.8
12 - 24 hrs	34.5	33.8	32.8	32.4
24 - 96 hrs	34.5	33.5	32.3	32.0

Gambar 2 . 2 Tabel temperature badan bayi premature 1 [7]



Temperature Range

Age	< 1500 gms	< 1501 To 2000 gms	< 2500 gms to 36 weeks
5 - 14 days	33.5	32.1	32.0
2 - 3 weeks	33.1	31.7	30.0
3 - 4 weeks	32.6	31.4	
4 - 5 weeks	32.0	30.9	
5 - 6 weeks	31.4	30.4	

Gambar 2 . 3 Tabel temperature badan bayi premature 2 [7]

Pada gambar 2 . 3 diatas adalah tabel temperature yang harus dicapai menurut penelitian Universitas SRM. Jika suhu badan bayi premature menurun drastis akan menyebabkan jatuh sakit sehingga dapat diatasi dengan automatic inkubator agar suhu tetap dalam ruang lingkup. Temperatur badan bayi terbagi dua macam yaitu: hypothermia dan hyperthermia, dimana hypothermia adalah temperatur yang dibawah badan normal dan hyperthermia adalah temperature yang diatas badan normal. Hyperthermia dapat difinisikan temperatur yang diatas

dari 98,6 °F atau 37 ° C, pada orang dewasa dapat menimbulkan demam, heat syndromes atau tumbang, cramps, dan stroke [7].

Pemantauan berat bayi pada saat ini juga menjadi hal penting agar dapat mengetahui pertumbuhan bayi. Pemantauan berat dapat menggunakan sensor sel beban untuk inkubator bayi yang baru lahir terdiri dari sel beban, sirkuit sinyal pengkondisi dan mikrokontroler Arduino Uno R3. Kinerja sensor ini menggunakan berbagai berat benda dari 0 hingga 3000 g menghasilkan kesalahan error sebesar 4,313 % dan dengan ambang batas 12,5 g [3].

Untuk menjaga suhu udara yang tetap pada inkubator dapat di kontrol dengan metode fuzzy logic controller. Kontrol nilai error yang toleran memiliki kemampuan untuk meningkatkan keandalan sistem yang kompleks dan kinerja sistem. Sistem kontrol kesalahan toleran memiliki kemampuan untuk mendeteksi dan mengisolasi kesalahan sistem selain kesalahan diagnosis [6].

2.2. Metode Fuzzy Logic Controller

Metode *fuzzy logic mamdani* atau dikenal sebagai Metode Max-Min, merupakan metode yang dikenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan *output pada fuzzy logic*, diperlukan 4 tahapan yaitu:

1. Fuzzifikasi
2. Fungsi implikasi
3. Rule Evaluation
4. Defuzzifikasi

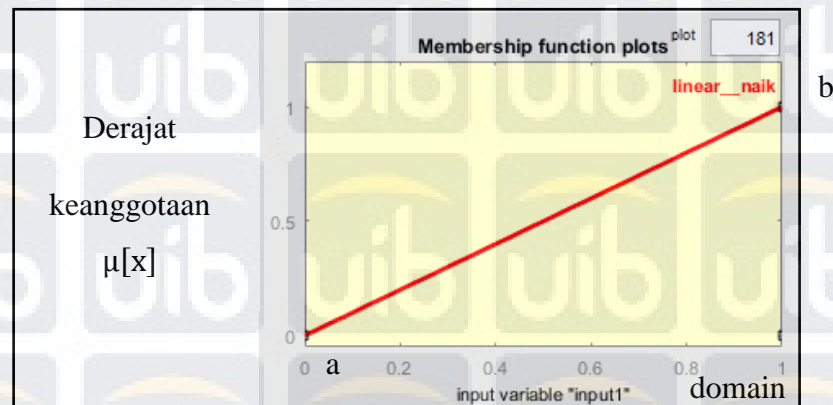
1. Pembentukan atau fuzzyfikasi

Metode mamdani dari variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan fuzzy. Ada beberapa macam representasi himpunan fuzzy :

A. Representasi kurva linier

Ada 2 kondisi pada *fuzzy linier* :

a. Linear garis naik, yaitu suatu himpunan yang mulai dari domain nilai keanggotaan 0 ke domain nilai keanggotaan 1 atau dimulai dari sisi kiri paling bawah kekanan atas.



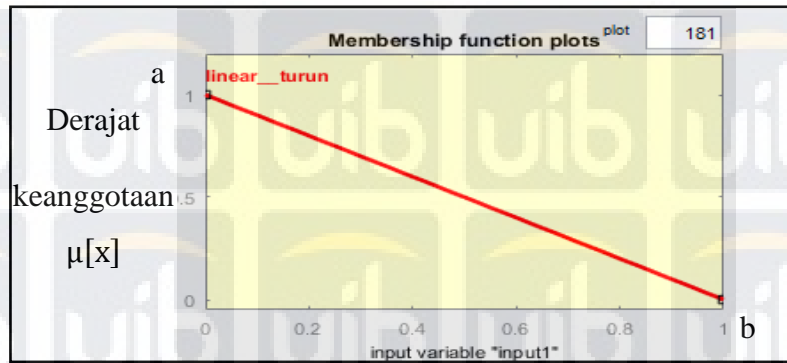
Gambar 2 . 4 Fuzzy kurva linier naik

Sumber: (Data Primer)

Fungsi pada garis naik ini :

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases}$$

b. Linear turun, yaitu himpunan yang dimulai dari domain nilai keanggotaan 1 ke domain nilai keanggotaan 0 atau dimulai dari sisi kiri atas ke kanan bawah.



Gambar 2 . 5 Fuzzy kurva linier turun

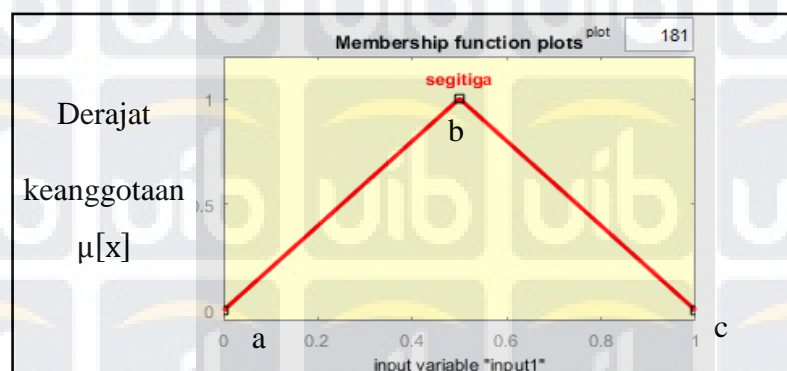
Sumber: (Data Primer)

Fungsi pada garis turun ini:

$$\mu [x] = \begin{cases} \frac{b-x}{b-a} ; a \leq x \leq b \\ 0; \end{cases}$$

B. Representasi Kurva Segitiga

Pada kurva segitiga merupakan kurva gabungan antara linear turun dan naik. Pada kurva segitiga ini terdapat 3 *parameter* yaitu a, b dan c seperti gambar 2 . 6. Kurva segitiga ini umumnya digunakan untuk menunjukkan fungsi untuk keanggotaan himpunan normal.



Gambar 2 . 6 Fuzzy kurva segitiga

Sumber: (Data Primer)

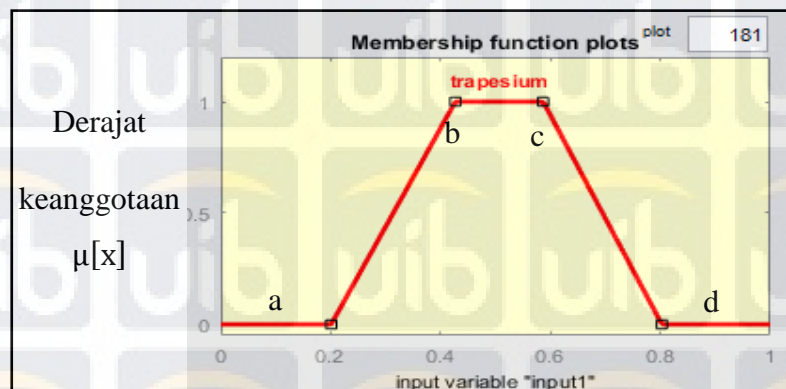
Fungsi pada garis segitiga ini :

$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{x - a}{b - a}; & a \leq x \leq b \\ \frac{b - x}{c - b}; & b \leq x \leq c \end{cases}$$

dan derajat keanggotaan akan bernilai = 1 ketika $x = b$

C. Representasi Kurva Trapesium

Kurva garis trapesium ini sebenarnya menyerupai kurva segitiga tapi perbedaan dengan kurva segitiga terdapat satu titik atau memiliki nilai derajat keanggotaan sama dengan 1, tapi jika di kurva trapesium ada beberapa titik yang punya nilai keanggotaan = 1 yaitu $b \leq x \leq c$. Pada kurva trapesium terdapat 4 parameter penting yaitu a, b, c dan d. Dapat lihat pada gambar 2 . 7 di bawah ini:



Gambar 2 . 7 Fuzzy kurva trapesium

Sumber: (Data Primer)

Di antara beberapa perbedaan pembahasan diatas kesamaan kurva segitiga dan kurva trapesium. Derajat keanggotaan untuk $a < x < b$ dan $c < x \leq d$ terdapat karakteristik yang menyerupai fungsi garis segitiga.

Fungsi pada garis trapesium ini:

$$\mu [x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{x-a}{b-a}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{d-x}{d-c}; & x \geq d \end{cases}$$

2. Aplikasi fungsi implikasi

Metode Mamdani, fungsi implikasi biasanya menggunakan Min.

Rule ke-1

If Pelayanan jelek OR makanan tengik THEN Tip Murah

$$\alpha_1 = \max(\mu_{T_{jelek[7]}}, \mu_{T_{tengik[8]}}) = \max(0,0) = 0$$

Rule ke-2

If Pelayanan Sedang THEN Tip Standar

$$\alpha_1 = \mu_{T_{sedang[7]}} = 0,5$$

Rule ke-3

If Pelayanan Bagus OR Makanan Lezat THEN Tip Mahal

$$\alpha_1 = \max(\mu_{T_{Bagus[7]}}, \mu_{T_{Lezat[8]}}) = \max(0,25, 0,5)$$

Gambar 2 . 8 Contoh Proses penerapan operator logika berdasarkan aturan IF-THEN 'k [16]

Pada gambar 2 . 8, diperoleh hasil untuk $\alpha_1 = 0$, $\alpha_2 = 0.5$ dan $\alpha_3 = 0.5$. Nilai-nilai ini adalah nilai-nilai yang berada pada sumbu-Y. Langkah selanjutnya adalah memasukkan nilai-nilai tersebut ke dalam fungsi keanggotaan *output*, sesuai dengan aturan IF-THEN yang telah ditetapkan.

If Pelayanan Jelek OR Makanan Tengik THEN Tip Murah \Rightarrow

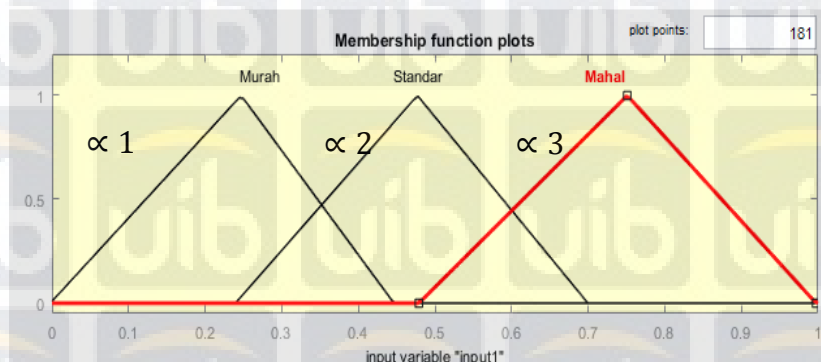
$$\alpha_1 = 0$$

If Pelayanan Jelek OR Makanan Tengik THEN Tip Murah \Rightarrow

$$\alpha_2 = 0,5$$

If Pelayanan Jelek OR Makanan Tengik THEN Tip Murah \Rightarrow

$$\alpha_3 = 0,5$$



Gambar 2 . 9 Proses Implikasi pada daerah output

Sumber: (Data Primer)

Alpha1 bernilai nol. Nilai nol tidak akan memotong satu fungsipun. Oleh karena itu, alpha1 tidak akan memberi pengaruh pada proses implikasi di daerah output. Alpha2 akan digunakan untuk memotong fungsi STANDAR, sebab hal ini memenuhi

kriteria pada aturan ke-2. α_3 digunakan untuk memotong fungsi keanggotaan MAHAL, sebab memenuhi kriteria aturan ke-3. Karena sama-sama memiliki nilai 0.5, maka garis akan terlihat berhimpitan. Titik-titik potong ini selanjutnya ditarik turun untuk dicari nilainya pada sumbu-X. Ini adalah kebalikan dari proses sebelumnya. Dengan mengetahui persamaan garis yang memotong fungsi STANDAR dan MAHAL, maka nilai sumbu-X dengan sangat mudah dapat diketahui.

3. Rule Evaluation

Tidak seperti pemahaman yang monoton, jika sistem terdapat dari beberapa aturan, inferensi yang didapat dari sekumpulan dan korelasi antar aturan. Terdapat 3 metode yang digunakan akan dilakukan inferensi pada sistem ini memiliki beberapa macam yaitu: additive, maximum dan probabilistik atau OR.

- Metode Maksimum

Metode maksimum digunakan untuk penyelesaian solusi himpunan *fuzzy* didapat dengan memasukkan nilai maksimum pada aturan, kemudian dilanjutkan untuk mengubah daerah pada *fuzzy*, dan pengaplikasikannya ke *output* untuk melakuakn operasi logika OR. Pada proposisi yang sudah dievaluasi, maka output didapatkan suatu himpunan fuzzy dengan mencerminkan kontribusi setiap proposisi yang berbeda. Pada umum dituliskan dengan:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \max(\mu_{sf}[x_i], \mu_{kf}[x_i]) \dots \dots \dots (1)$$

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan untuk solusi fuzzy sampai aturan ke-
i;-

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan untuk konsekuen fuzzy aturan ke-i;

- Metode Penjumlahan (Sum)

Metode penjumlahan menggunakan himpunan fuzzy yang didapat dengan melakukan penjumlahan terhadap semua output fuzzy. Biasanya dirumuskan berikut ini:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow \min(1, \mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) \dots \dots \dots (2)$$

menggunakan rumus:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan untuk solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan untuk konsekuen fuzzy aturan ke-i;

- Metode logika OR

Metode Probabilitas atau OR menggunakan himpunan fuzzy yang didapat dengan melakukan penjumlahan terhadap semua output untuk fuzzy. Umumnya ditulis:

$$\mu_{sf}[x_i] \leftarrow (\mu_{sf}[x_i] + \mu_{kf}[x_i]) - (\mu_{sf}[x_i] * \mu_{kf}[x_i]) \dots \dots \dots (3)$$

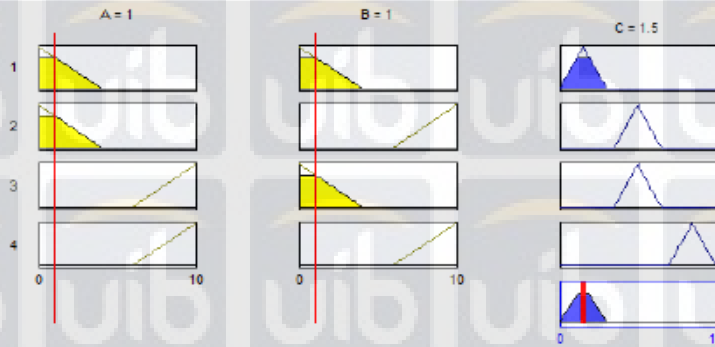
$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan untuk solusi fuzzy sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan untuk konsekuen fuzzy aturan ke-i;

4. Defuzzifikasi

Proses defuzzifikasi merupakan himpunan fuzzy yang didapatkan melalui pengkomposisi pada setiap aturan fuzzy, sedangkan output yang dihasilkan merupakan bilangan pada

domain himpunan fuzzy tersebut. Jika diberi suatu himpunan fuzzy dalam jarak tertentu, maka harus melakukan pengambilan suatu nilai crisp tertentu yang digunakan untuk output.



Gambar 2 . 10 Fuzzyfikasi

Sumber: (Data Primer)

Metode defuzzifikasi pada komposisi untuk aturan

MAMDANI, antara lain:

a. Metode Centroid (Composite Moment)

Metode centroid digunakan untuk menyelesaikan crisp yang didapat dengan cara mengambil titik pusat (z^*) pada daerah fuzzy. Pada umumnya dirumuskan:

The diagram shows a fuzzy membership function $\mu_x(z)$ on a coordinate system with z on the horizontal axis and μ on the vertical axis. A vertical line is drawn at z^* . The formula for z^* is given as:

$$z^* = \frac{\int \mu_x(z) \cdot z \cdot dz}{\int \mu_x(z) \cdot dz}$$

Two red arrows point from the denominator and numerator of the formula to the labels "Momen" and "Luas daerah" respectively.

Gambar 2 . 11 Rumus centroid pada proses defuzzyfikasi

[16]

Terlihat bahwa trapezium akan dibagi menjadi beberapa bagian berbentuk segitiga dan persegi panjang. Rumus mencari luas segitiga sudah lazim, yaitu alas pada segitiga dikali tinggi pada segitiga dibagi menjadi dua, sedangkan rumus untuk mencari luas persegi panjang yaitu panjang dikalikan dengan lebar.

b. Metode Bisektor

Metode ini digunakan hampir sama dengan metode sebelumnya dan digunakan untuk menyelesaikan crisp yang didapat dengan cara mengambil nilai pada domain fuzzy yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan daerah fuzzy. Umumnya ditulis dengan:

$$Z \text{ p sedemikian sehingga } \int_{\sin}^p \mu(z) dz = \int_p^{\sin} \mu(z) dz$$

c. Metode Rata - rata dari Maximum (MOM)

Metode rata – rata digunakan untuk menyelesaikan crisp yang didapat dengan mengambil nilai rata-rata yang dimiliki oleh nilai keanggotaan tertinggi.

d. Metode Nilai Terbesar dari Maximum (LOM)

Metode ini berfungsi menyelesaikan crisp yang didapat dengan mengambil nilai terbesar dari nilai keanggotaan tertinggi yang dimiliki.

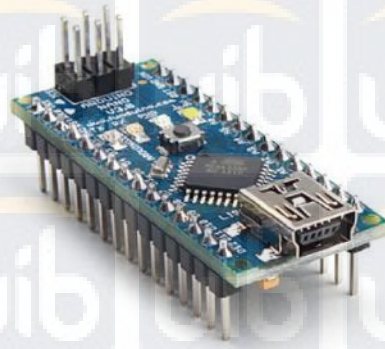
e. Metode Nilai Terkecil dari Maximum (SOM)

Metode SOM ini digunakan untuk solusi crisp yang didapat dengan mengambil nilai terkecil dari nilai keanggotaan tertinggi yang dimiliki.

2.3. Arduino Nano

Arduino nano merupakan suatu perangkat controller kecil, compatible, fleksible, dan breadboard dikembangkan oleh Arduino.cc di Italia dengan chipset ATmega328p. Mikrokontroler adalah chip yang berupa IC dimana dapat menerima, mengolah dan memberi sinyal input atau output dengan bantuan program ke dalam chip tersebut. Input sinyal yang berasal dari sensor merupakan informasi lingkungan sensor, dan kemudian chip tersebut memberikan respon ke output sinyal sesuai dengan program yang dipasangkan ke dalam mikrokontroler [10].

Pada umumnya, mikrokontroler adalah komputer yang berisi satu chip mikroprocessor, memori, Input / Output (I/O) dan komponen lainnya. Proses pengolahan datanya lebih lambat jika dibandingkan dengan komputer PC, kemudian untuk kapasitas RAM dan ROM pada IC ini juga lebih kecil. Salah satu keunggulan pada mikrokontroler adalah memori yang dapat bersifat nonvolatile dimana IC ini dapat memprogram ulang tetapi pengolahan data pada IC ini hanya secara *sequential* atau berurutan.



Gambar 2 . 12 Arduino nano

Sumber: (www.rs-online.com)

Arduino nano memiliki total sebanyak 14 pin digital dan 8 pin analog, pada pin digital berfungsi untuk menghubungkan sensor dengan menggunakan pin input atau memuat drive yang akan digunakan pada pin output. Fungsi yang paling sederhana seperti `pinMode ()` dan `digitalWrite ()` yang digunakan untuk mengontrol aktivitas mereka. Masukan voltase untuk mengoperasikan board ini adalah 0V dan 5V untuk pin digital atau analog. Setiap pin tersebut memiliki resolusi 10 bit untuk mengolah data input / output.

Pin-pin ini selain melayani keperluannya juga dapat digunakan untuk tujuan khusus yang dibahas di bawah ini:

- Pin Serial 0 (Rx) dan 1 (Tx): Pin Rx dan Tx digunakan untuk *transmit* dan *receive* data serial TTL. Mereka menghubungkan dengan ATmega328P USB dan sesuai dengan chip seri TTL.
- Pin Interupsi Eksternal 2 dan 3: Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu interupsi pada nilai rendah, naik atau turun, atau perubahan nilai.

- Pin PWM 3, 5, 6, 9 dan 11: Pin ini memberikan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite ()`.
- Pin SPI 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO) dan 13 (SCK): Pin ini digunakan untuk komunikasi SPI.
- Pin LED 13 built-in: Pin ini terhubung dengan LED built-in, pada saat pin 13 LED HIGH atau aktif dan apabila pin 13 LOW atau mati.
- I2C A4 (SDA) dan A5 (SCA): Digunakan untuk komunikasi IIC menggunakan perpustakaan `Wire`.
- AREF: Digunakan untuk memberikan *reference* tegangan untuk menginput analog dengan cara menggunakan fungsi `analogReference ()`.

Tabel 2. 1 Spekfikasi Arduino Nano

Pin No.	Name	Type	Description
1-2, 5-16	D0-D13	I/O	Digital input/output port 0 to 13
3, 28	RESET	Input	Reset (active low)
4, 29	GND	PWR	Supply ground
17	3V3	Output	+3,3 V Output (from FTDI)
18	AREF	Input	ADC reference
19, 26	A0-A7	Input	Analog input channel 0 to 7
27	+5V	Output or Input	+5V output (from on-board regulator)
30	VIN	PWR	Supply voltage

Sumber: (Data Primer)

2.4. Sensor DHT11 (Sensor Suhu)

Sensor DHT11 merupakan module sensor yang berguna merasakan objek suhu dan kelembapan kemudian mengeluarkan tegangan analog yang di olah oleh mikrokontroller. Module ini terbuat dari IC yang berisi resistor thermistor, sehingga dapat membaca suhu dan kelembapan disekitarnya.



Gambar 2 . 13 Sensor DHT11

Sumber: (<http://www.alselectro.com/dht-11-humidity-sensor.html>)

2.4.1. Spekfikasi DHT11

Item	Measurement Range	Humidity Accuracy	Temperature Accuracy	Resolution	Package
DHT11	20-90%RH 0-50 °C	±5%RH	±2°C	1	4 Pin Single Row
	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	
Power Supply	DC	3V	5V	5.5V	
Current Supply	Measuring	0.5mA		2.5mA	
	Average	0.2mA		1mA	
	Standby	100uA		150uA	
Sampling period	Second	1			
Parameters	Conditions	Minimum	Typical	Maximum	
Humidity					
Resolution		1%RH	1%RH 8 Bit	1%RH	
Repeatability			±1%RH		
Accuracy	25°C		±4%RH		
	0-50°C			±5%RH	
Interchangeability	Fully Interchangeable				
Measurement Range	0°C	30%RH		90%RH	
	25°C	20%RH		90%RH	
	50°C	20%RH		80%RH	
Response Time (Seconds)	1/e(63%)25°C, 1m/s Air	6 S	10 S	15 S	
Hysteresis			±1%RH		
Long-Term Stability	Typical		±1%RH/year		
Temperature					
Resolution		1°C	1°C 8 Bit	1°C	
Repeatability			±1°C		
Accuracy		±1°C		±2°C	
Measurement Range		0°C		50°C	
Response Time (Seconds)	1/e(63%)	6 S		30 S	

Gambar 2 . 14 Tabel Spefikasi Sensor DHT11

Sumber: (<https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>)

Pada datasheet dht11, dimana tegangan supply pada sensor ini adalah 3 – 5,5 V. Kemudian mengumsumsi arus 0,5 mA (3V) dan 2,5mA (5V), Sensor ini dapat mengukur suhu dari 0 – 50° C (temperature) dan 20 sampai 90 % (humidity). Untuk accuracy sensor ini cukup baik yaitu sebesar 1° C dengan resolusi 8 bit.

Jika dicocokkan dengan tegangan output dan resolusi nodemcu, sensor ini dapat digunakan baik. Response pada sensor ini dapat digunakan untuk seperti ruangan yaitu sebesar 6 second

(3V) dan 15 second (5V). Tetapi jika digunakan untuk mengukur suhu body masih kurang efektif dikarenakan response nya 6 second.

2.4.2. Definsi pin DHT11

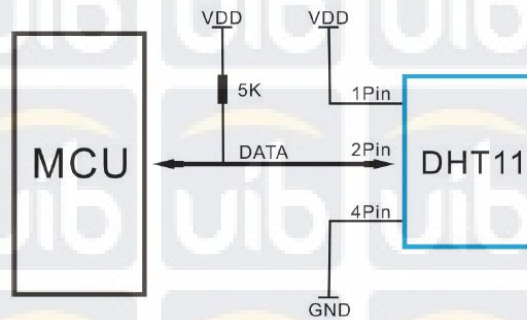


Figure 1 Typical Application

Note: 3Pin – Null; MCU = Micro-computer Unite or single chip Computer

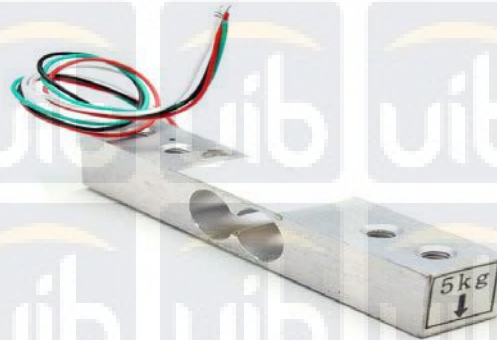
Gambar 2 . 15 Pin pada DHT11

Sumber: (<https://www.mouser.com/ds/2/758/DHT11-Technical-Data-Sheet-Translated-Version-1143054.pdf>)

Pada gambar 2 . 15 merupakan sensor dht11 ini dan memiliki 4 pin yaitu pin pertama adalah VDD atau disebut voltage drain supply, pin 2 adalah pin data dan pin 4 adalah ground. Pada pin data adalah output dari hasil resistor NTC (negative temperature coefficient). NTC adalah alat atau komponen elektronika yang mengubah tahanan saat suhu temperature disekitar berubah, jadi perubahan suhu naik pada menghasilkan tegangan naik dikarenakan resistansinya menurun.

2.5. Load Cell (Weight Sensor)

Load cell merupakan sebuah *transducer* yang dapat menghasilkan keluaran yang linier sesuai dengan memberi beban atau tekanan. Load cell menggunakan metode strain gauge yaitu 4 buah resistor yang berhubungan dengan rangkaian *Wheatstone bridge*.



Gambar 2 . 16 Load Cell

Sumber: (<https://tr.dhgate.com/product/wholesale-brand-new-portable-electronic-weight/376786433.html>)

2.5.1 Spekfikasi Load Cell 20KG

Mechanical	
Housing Material	Aluminum Alloy
Load Cell Type	Strain Gauge
Capacity	20kg
Dimensions	55.25x12.7x12.7mm
Mounting Holes	M5 (Screw Size)
Cable Length	550mm
Cable Size	30 AWG (0.2mm)
Cable - no. of leads	4
Electrical	
Precision	0.05%
Rated Output	1.0±0.15 mv/V
Non-Linearity	0.05% FS
Hysteresis	0.05% FS
Non-Repeatability	0.05% FS
Creep (per 30 minutes)	0.1% FS
Temperature Effect on Zero (per 10°C)	0.05% FS
Temperature Effect on Span (per 10°C)	0.05% FS
Zero Balance	±1.5% FS
Input Impedance	1130±10 Ohm
Output Impedance	1000±10 Ohm
Insulation Resistance (Under 50VDC)	≥5000 MOhm
Excitation Voltage	5 VDC
Compensated Temperature Range	-10 to ~+40°C
Operating Temperature Range	-20 to ~+55°C
Safe Overload	120% Capacity
Ultimate Overload	150% Capacity

Gambar 2 . 17 Tabel Spefikasi Sensor Load Cell

Sumber:

(https://media.digikey.com/pdf/Data%20Sheets/Seeed%20Technology/114990100_Web.pdf)

Pada gambar 2 . 17 bahwa sensor load cell ini dapat mengukur 0 – 20 KG, memiliki 4 kabel yaitu merah, hitam, hijau dan putih. Keempat kabel tersebut dirangkain menggunakan metode strain gauge dan jembatan wheatstone. Pada tengah sensor tersebut terdapat gembung dan memiliki dua strain gauge yang terpasang terbalik menghasilkan hambatan yang berbeda saat salah satu sisi yang di berikan tekanan.

Pemasangan sensor load cell 20 KG :



Gambar 2 . 18 Pemasangan load cell

Sumber: (https://www.phidgets.com/docs/Load_Cell_Primer)

Formula untuk mengkalibrasi load cell:

$$\text{Measured Force} = A * \text{Measured mV/V} + B \text{ (offset).}$$

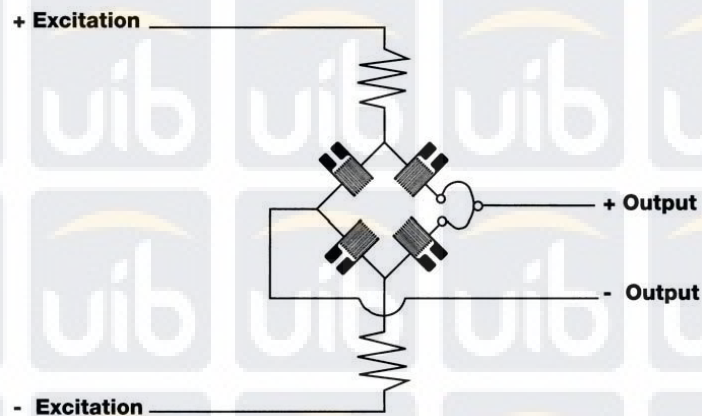
$$\text{Capacity} = A * \text{Rated Output.}$$

$$A = \text{Capacity} / \text{Rated Output.}$$

$$A = 20 / 1.0$$

$$A = 20.$$

$$\text{Offset} = 0 - 20 * \text{Measured Output.}$$

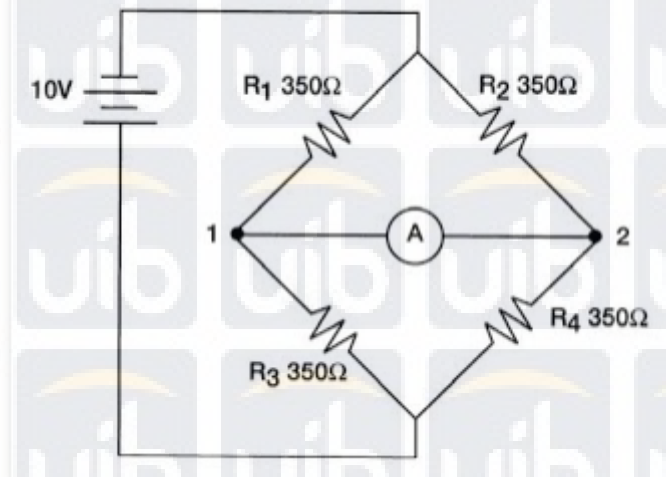


Gambar 2 . 19 Rangkaian load cell 20 KG

Sumber: [17]

Strain gauge adalah kawat yang halus yang merupai kotak kemudian ditempelkan pada media plastic atau kertas. Kawat yang

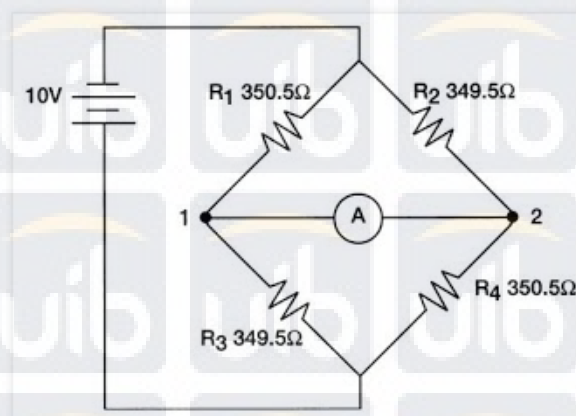
digunakan dalam sensor ini adalah jenis tembaga lapis nikel berdiameter sekitar 0,001 inci. Fungsi dari strain gauge ini adalah seperti rangkaian jembatan wheatstone.



Gambar 2 . 20 Contoh perhitungan rangkaian strain gauge

Sumber: [17]

Ketika tegangan yang mengalir pada rangkaian tersebut, arus dan tegangan pada R_1/R_3 dengan R_2/R_4 adalah sama berdasarkan hukum kirchoff II. Jika pada saat resistansi R_1 dan R_4 menjadi 350,5 ohm, arus pada titik R_2 dan R_4 menuju ke titik R_1 dan R_2 .



Gambar 2 . 21 Rangkaian saat resistansi berubah

Sumber: [17]

2.5.2 Rangkaian ADC Driver HX711

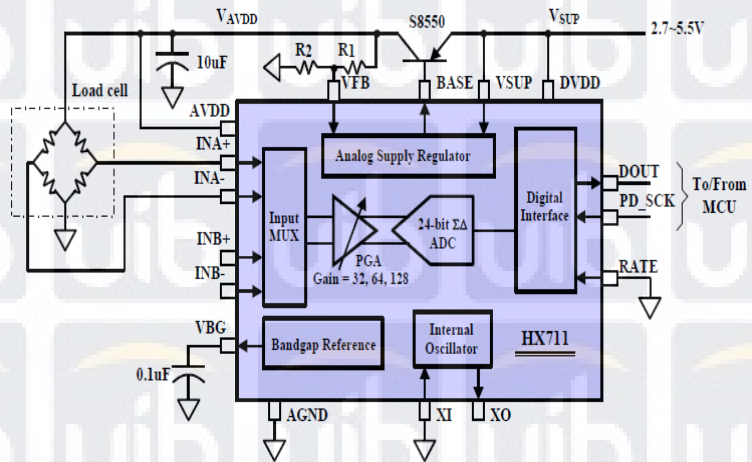


Fig. 1 Typical weigh scale application block diagram

Gambar 2 . 22 Block diagram ADC driver (HX711)

Sumber: (<https://login.pcbpower.com/Documents/16efa370-0007-4d97-a4fd-3d59bffa1d38/PM14050.pdf>)

Pada gambar diatas menunjukkan bahwa ADC driver ini memiliki 6 input dan 4 output. Rangkaian pada driver ini terdapat rangkaian seperti MUX, amplifier, regulator, oscillator, dan adc. Keempat kabel dari output load cell dimasukin ke A+, A-, B+ dan B.

Definisi pin ADC Driver HX711

Regulator Power	VSUP	1	16	DVDD	Digital Power
Regulator Control Output	BASE	2	15	RATE	Output Data Rate Control Input
Analog Power	AVDD	3	14	XI	Crystal I/O and External Clock Input
Regulator Control Input	VFB	4	13	XO	Crystal I/O
Analog Ground	AGND	5	12	DOUT	Serial Data Output
Reference Bypass	VBG	6	11	PD_SCK	Power Down and Serial Clock Input
Ch. A Negative Input	INNA	7	10	INPB	Ch. B Positive Input
Ch. A Positive Input	INPA	8	9	INNB	Ch. B Negative Input

SOP-16L Package

Gambar 2 . 23 Pin pada ADC driver HX711

Sumber: (<https://login.pcbpower.com/Documents/16efa370-0007-4d97-a4fd-3d59bffa1d38/PM14050.pdf>)

2.6. LCD 16 x 2

2.1. Spesifikasi LCD 16 x 2

Parameter	Symbol	Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
Supply voltage for LCD	V_{DD-V_0}	$T_a = 25^\circ\text{C}$	-	3.0	-	V
Input voltage	V_{DD}		3.1	3.3	3.5	
Supply current	I_{DD}	$T_a = 25^\circ\text{C}, V_{DD} = 3.3\text{V}$	-	1.5	2.5	mA
Input leakage current	I_{LKG}		-	-	1.0	μA
"H" level input voltage	V_{IH}		2.2	-	V_{DD}	
"L" level input voltage	V_{IL}	Twice initial value or less	0	-	0.6	
"H" level output voltage	V_{OH}	$LOH = 0.25\text{mA}$	2.4	-	-	V
"L" level output voltage	V_{OL}	$LOH = 1.6\text{mA}$	-	-	0.4	
Backlight supply voltage	V_F		-	3.0		
Backlight supply current	I_{LED}	$V_{LED} = 3.3\text{V}, R = 25\Omega$			16	mA

Gambar 2 . 24 Tabel Spesifikasi lcd 16 x 2

Sumber: (<https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/ADM1602K-NSW-FBS-3.3v.pdf>)

Pada gambar 1.1 bahwa tegangan yang digunakan untuk LCD 16 x 2 yaitu minimal (3,1V) sampai maximum (3,5V). Kemudian lcd ini mengonsumsi 1,5 mA – 2,5 mA tanpa backlight, jika menggunakan backlight mencapai 16,5 mA sampai 18,5 mA.

2.2. Definisi pin LCD 16 x 2

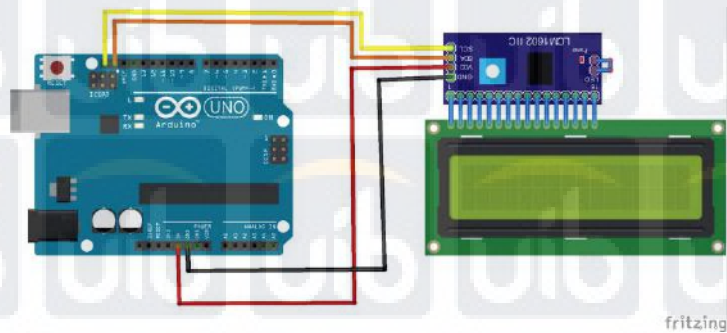


Gambar 2 . 25 Definisi pin LCD 16 x 2

Sumber: (<https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/ADM1602K-NSW-FBS-3.3v.pdf>)

Pada gambar 2 . 25 diatas adalah definisi pin pada LCD 16 x 2, dimana vcc dipasangkan di pin no.1 dan ground dipasang di pin no.2. kemudian data dikirim dari arduino atau nodemcu ke pin 7 – 14. Pin pada no. 3 LCD yaitu pin untuk pengaturan kontras LCD serta pin 15 & 16 digunakan untuk LED. RS pada pin LCD digunakan untuk register select , pin 5 digunakan untuk read / write dan pin 6 digunakan untuk enable. Register select adalah indikator atau menentukan jenis data yang masuk, kemudian read/write adalah instruksi pada modul jika low menulis data dan enable adalah menahan data yang masuk atau keluar.

2.3. Pemasangan LCD dan driver lcd 16 x 2



Gambar 2 . 26 Pemasangan LCD 16 x 2

Sumber: (<http://kelasrobotcom.blogspot.com/2016/09/bagiamana-cara-mengetahui-alamat-pada-LCD-i2C.html>)

Pada pemasangan LCD dengan I2C hanya menggunakan 4 kabel yang berhubung microcontroller, dimana 4 kabel tersebut yaitu vcc, gnd, sda, dan scl. Pin data sda dan scl menggunakan alamat 0 x 27 ke I2C kemudian bus address yang menghubungkan ke LCD 16 x 2. Kontras pada LCD 16 x 2 dapat di setting dengan mengatur potensio I2C agar angka atau tampilan lebih mudah dilihat. SCL adalah serial clock yang berfungsi untuk clock dan SDA berfungsi sebagai pembawa data.

2.7. Pulse sensor (XD-58C)

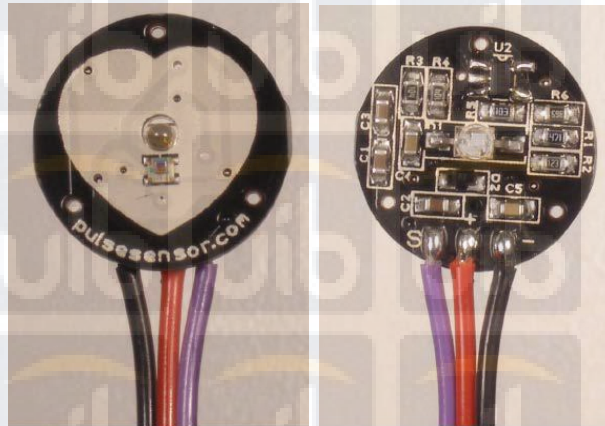
Pada pulse sensor ini menggunakan power supply 3V atau 5V dengan magnification 330 dan jarak wavelength sebesar 609NM. Cara kerja pulse sensor ini menggunakan filter dan Op-Amp untuk meningkatkan amplitude dari pulsa gelombang dan menormalisasi sinyal ke titik referensi.

Specification pulse sensor atau XD-58C

- ❖ Material : FR4
- ❖ Power Supply Voltage : 3V / 5V
- ❖ Magnification : 330
- ❖ Wavelength : 609NM
- ❖ Package Dimensions : 86 * 75 * 5 mm

Ketika sensor tidak dalam kontak dengan sumber denyut jantung keluaran dari sinyal tersebut berada di titik tengah dari tegangan atau $V/2$. Tetapi ketika sensor menyentuh sumber denyut nadi maka akan mengubah cahaya yang dipantulkan ketika darah dipompa melalui jaringan sehingga akan membuat sinyal berfluktuasi di sekitar titik referensi. Data dari pulse sensor ini berupa analog dc kemudian mengubah ke sinayl digital dc menggunakan ADC (Analog Digital Converter) sehingga data dapat ditampilkan ke LCD.

2.7.1. Definisi pin pulse sensor



Gambar 2 . 27 Definisi pin pulse sensor

Sumber: (<https://pulsesensor.com/>)

Pada gambar 2 . 27 diatas adalah definisi pin pada pulse sensor, dimana vcc dipasangkan di pin no.2 atau merah kemudian gnd dipasangkan ke pin no. 3 atau hitam dan data ke arduino dipasang ke pin no.1 pada sensor ini.

2.8. A6 mini GSM module

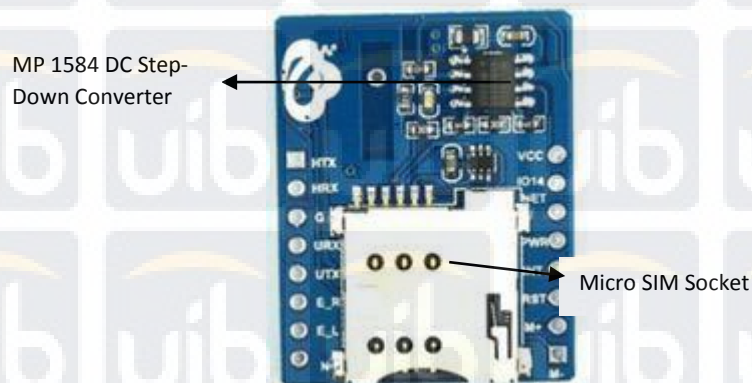
Module ini terdapat chip seluler A6 GSM dari Ai-Thinker (Produsen modul WiFi ESP8266). Module tersebut dapat berkomunikasi dengan mikrokontroller melalui UART dan mendukung baud rate dari 1200 bps sampai 115200 bps serta deteksi Auto-Baud. Semua pin pada data perlu dipecahkan ke header 0,1 pitch dari chip GSM A6 ini.



Gambar 2 . 28 Komponen pada mini gsm a6

Sumber: (<https://www.robotics.org.za/MINI-A6>)

Gambar 2 . 28 adalah module ini membutuhkan antenna eksternal untuk berkomunikasi segala jenis data atau suara dan beberapa perintah dari SIM. Pada module ini juga memiliki antenna kecil mempunyai 2 dBi gain dan 50 Ω impedansi yang dapat mencakup cukup luas. Perbedaan module ini dengan A6 GSM lain adalah tidak memiliki tombol power untuk mengaktifkan / menonaktifkan secara manual tetapi pada pinnya memiliki power key yang berfungsi sama. Jadi hanya menambahkan button kemudian menghubungkan ke Reset mikrokontroller.



Gambar 2 . 29 Komponen pada mini gsm a6

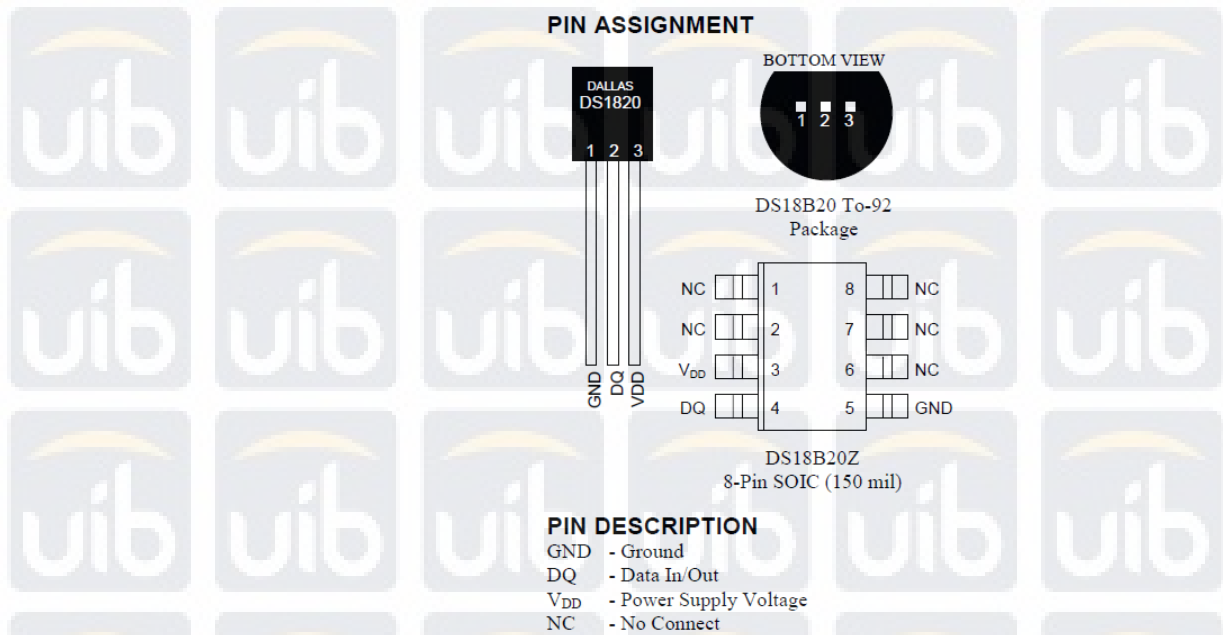
Sumber: (<https://www.robotics.org.za/MINI-A6>)

Module ini bekerja pada tegangan 3,3V ke 4,2V, untuk menjaga tegangan suplai aman pada tegangan 4,1V maka memerlukan regulator dan beban arus yang cukup besar. Cara kerja soket kartu SIM hanya memasukin SIM ke socket dengan mendorong hingga berbunyi.

2.9. Sensor DS18B20

Sensor ini adalah sensor thermometer digital yang mensuplay 9 sampai dengan 12 bit. Informasi yang dikirim lewat *interface* 1 kabel, sensor ini memiliki 4 komponen utama: 1. 64 bit lasered ROM, 2. Temperature sensor, 3. Nonvolatile temperature alarm yang tertrigger TH dan TL dan 4. Sebuah konfigurasi register.

- Hanya memerlukan 1 kabel untuk komunikasi
- Power supply berkisaran : 3.0 V ke 5.5 V
- Rentang suhu operasional : - 55 ° C sampai dengan +125° C
- Tidak memerlukan komponen eksternal
- Tingkat akurasi ± 0.5 ° C dari -10 ° C sampai dengan + 85 ° C



Gambar 2 . 30 Definisi pin pada sensor DS18B20

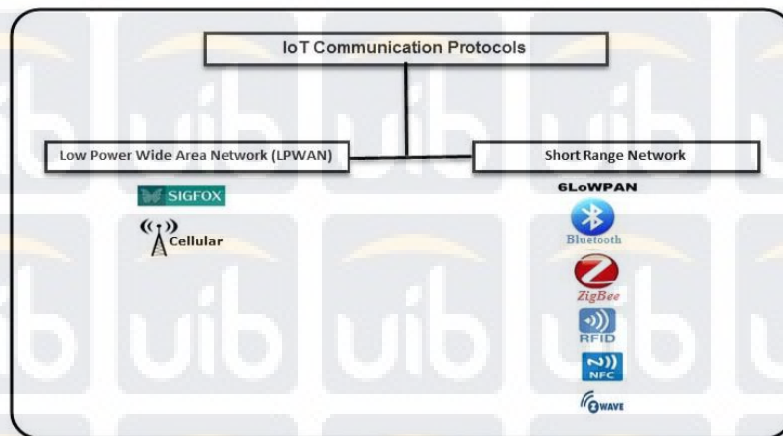
Sumber: (<https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS18B20-PAR.pdf>)

2.10. *Internet of Things*

Internet of things telah menjadi bidang penelitian tersendiri sejak berkembangnya teknologi internet dan media komunikasi lain. Dengan hadirnya teknologi ini, manusia dapat untuk mengontrol dan menganalisa data dari sensor ataupun mesin dari jarak jauh tanpa menyentuh alat tersebut. *IoT* dapat berfungsi penting di integrasi dari komunikasi, kontrol and processing informasi yang menyebrangi berbagai macam transportasi. Aplikasi dari *IoT* akan berlanjut terhadap semua aspek seperti sistem transportasi contoh mobil dan pengendara atau pengguna [19].

Untuk mencapai tujuan utama dalam IOT harus menjembatani kesenjangan antara dunia fisik dan dunia informasi. Sebuah sensor yang mengumpulkan data ke dalam format mesin dan kemudian dipertukarkan ke

berbagai bentuk format data (Things) [8]. Pada lingkungan IoT terdiri dari sejumlah besar perangkat dan kendala yang cukup banyak terutama volume penyimpanan dan kemampuan pemrosesan, jangkauan radio serta masa pakai. Oleh karena itu membutuhkan protocol komunikasi yang dapat secara efisien dalam mengelola kondisi ini [9].



Gambar 2 . 31 *IoT communication protocols*

Sumber: (<https://www.researchgate.net/publication/320614944>)

Umumnya, protokol komunikasi untuk IoT dapat dikategorikan menjadi:

(1) LPWAN dan (2) jaringan jarak pendek, seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas.

Characteristics	6LoWPAN	ZigBee	BlueTooth LE	RFID	NFC	SigFox	Cellular	Z-Wave
Range	Short Range 10-100 m [12]	Short Range 10-100 m [12]	Short Range ~15-30 m [15]	Short Range Up to 200 m [18]	Short Range 0-10cm 0-1m 10cm-1m [15]	Long Range 10km(URBAN)) 50km (RURAL) [20]	Several km [31]	30m (indoors) 100(outdoors)) [12]
Security	AES [13]	AES [13]	E0 Stream AES-128 [13]	RC4 [32]	RSA AES [25]	Partially addressed [29]	RC4 [27]	AES-128 [13]
Spreading	DSSS [17]	DSSS [17]	FHSS [17]	DSSS [33]	GSMA [23]	DSSS [11]	DSSS [27]	No [17]
Modulation Type	BPSK O-QPSK [12]	BPSK/BPSK O-QPSK [12]	TDMA [17]	FSK PSK [32]	ASK [23]	UNB DBPSK (UL), GFSK(DL) [20]	BPSK OFDM [27]	BFSK [28]
Features	Commonly Used Internal Access [31]	Mesh Network [31]	Low power version available [31]	Low Cost [31]	Security [31]	Long Battery life (up to 20 years) Low Cost [10]	Longer Range [31]	Simple Protocol [31]
Common Applications	Monitor and Control via internet [31]	Home industry monitoring and controlling [31]	Wireless headsets, Audio Applications [31]	Tracking, Inventory, Access [31]	Payment, Access [31]	Street Lighting Energy meters [24]	M2M [31]	Home Monitoring and Control [31]

Gambar 2 . 32 Tabel IoT protokol komunikasi

Sumber: (<https://www.researchgate.net/publication/320614944>)

Dalam hal jangkauan, SigFox dan Seluler lebih panjang dari jangkauan beberapa KM. Namun, 6LoWPAN, ZigBee, BLE, NFC, Z-Wave, dan RFID memiliki rentang yang lebih pendek yang mencakup kurang dari KM [9].

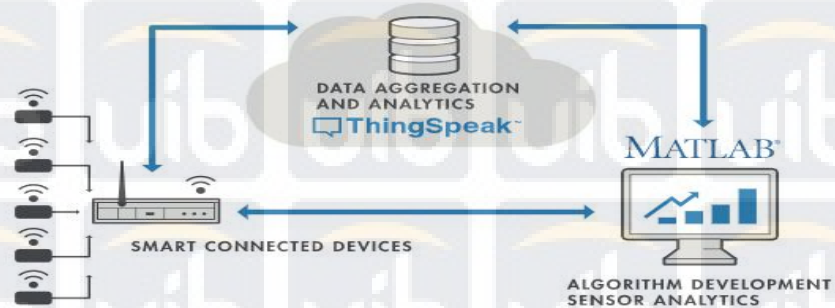
Data yang berasal dari sensors perlu diarah untuk ditransfer, dimodifikasi, dikendalikan, diakui, disimpan atau diekspor ke perangkat lain. Untuk melakukan tugas ini dapat dilakukan melalui protokol seperti http, https, mqtt, xmpp, dan coap. Pentransfer data harus menggunakan unit pemrosesan yang sesuai dan portabilitas data yang andal. Protokol transfer data dapat dibagi 2 kategori yang bernama:

1. *File transfer protocols*
2. *Messaging protocols*

Protokol transfer file cocok untuk aplikasi web sedangkan protokol mes-saging paling cocok untuk framework IoT. Protokol transfer file tidak cocok dalam format yang ada untuk IoT, karena node IoT adalah node sensor dasar yang digunakan dalam pengumpulan data mentah dari skenario aplikasi framework [11].

2.11. Thingspeak

ThingSpeak adalah layanan internet bersedia untuk mengaplikasi sistem *internet of thing*. Thingspeak berisi suatu aplikasi yang disertakan API untuk pengguna memudahkan menyimpan atau mengambil data dengan berbagai perangkat yang pengaksesan menggunakan HTTP melalui berbagai jaringan. Jika seorang sedang membuat aplikasi yang memerlukan pengaksesan data, dia hanya perlu login atau mengakses menggunakan key API yang terhubung di ke perangkat [18].



Gambar 2 . 33 Diagram IOT System Thingspeak

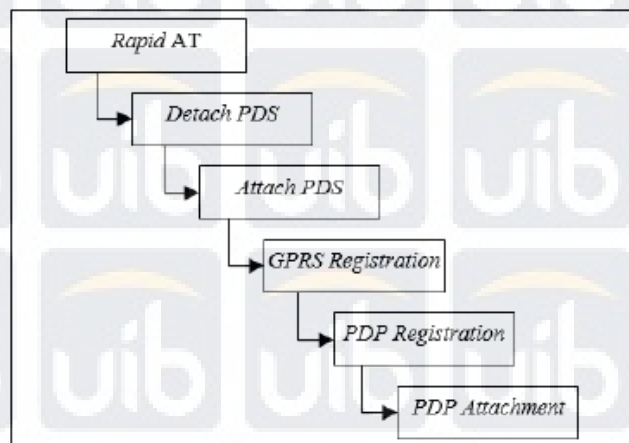
Sumber : Data Primer

Pada gambar 2 . 36 adalah diagram kinerja sistem thingspeak yang berbasis IOT.

2.12. AT Command

AT Command adalah perintah yang berfungsi untuk kontrol sebuah alat komunikasi atau modem. AT dapat terjabarkan menjadi *Attention*.

Sebelum memulai modem atau module GSM biasanya dapat memulai dengan perintah AT. Contoh sederhana untuk mengetes module GSM yaitu AT+CSQ (syntax cek kualitas sinyal), AT+CCID (syntax cek sim pada module tersebut telah terpasang), AT+CREG? (syntax cek network yang teregestrasi sim). Pada module GSM memiliki syntax atau perintah AT yang berbeda, sehingga perlu untuk membaca buku manual atau *datasheet*.



Gambar 2 . 34 Tahap konektivitas GPRS untuk module A6 mini GSM

Sumber : Data Primer

Pada gambar 2.34 adalah tahap – tahap untuk memulai konektivitas GPRS module A6 mini GSM. Pada tahap awal module gsm di mulai dengan rapid AT yaitu perintah mengecek komunikasi penggunaan perintah AT sebelum perintah lain digunakan.