

# Implementasi Logika Fuzzy Pada Body Mass Index

Hartiono Khoirun Abdulloh<sup>1</sup>

Jurusan Teknik Elektro, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
Jl. Arief Rahman Hakim No.100,  
Klampis Ngasem, Kec. Sukolilo, Kota SBY, Jawa Timur 60117  
Telp. (031) 5997244  
hakhoiruna@gmail.com

## ABSTRAK

Body mass index atau indeks massa tubuh adalah standar untuk mengetahui status kondisi tubuh seseorang. Kriteria indeks massa tubuh dibagi menjadi lima yaitu sangat kurus, kurus, normal, gemuk, sangat gemuk sesuai dengan tabel klasifikasi nilai indeks massa tubuh. Ukuran tinggi badan dan berat badan adalah 2 indikator yang menentukan nilai indeks massa tubuh. Penghitungan BMI dengan menggunakan metode fuzzy dikarenakan pergeseran area jangkauan yang dapat diubah sesuai dengan keperluan. Sistem ini dibangun oleh loadcell sebagai alat ukur berat badan dengan kesalahan rata-rata pengukuran 0,41 % dan sensor ultrasonik sebagai alat ukur tinggi badan dengan kesalahan rata-rata pengukuran 0,54 %. Hasil pengujian alat yang merupakan implementasi logika fuzzy yang dilakukan sebanyak 20 kali menunjukkan persentase keberhasilan pengukuran alat jika dibandingkan dengan perhitungan manual desain fuzzy BMI adalah 100%.

**Kata Kunci:** body mass index, sensor, ultrasonik, loadcell, bmi, fuzzy

## 1. PENDAHULUAN

BMI (Body Mass Index) merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengetahui kondisi status berat badan seseorang yang dapat membantu untuk menentukan kondisi status berat badan seseorang terhadap resiko masalah kesehatan yang diakibatkan kekurangan atau kelebihan berat badan. Komponen utama dari perhitungan BMI adalah berat badan dan tinggi badan.

Alat ukur yang digunakan antara lain sensor ultrasonik sebagai alat ukur ketinggian dan sensor berat loadcell sebagai alat ukur berat badan. Sedangkan sensor berat loadcell digunakan untuk mengukur berat badan dengan memanfaatkan perbedaan tegangan yang dihasilkan oleh sensor berat loadcell. Hasil pengukuran dari kedua sensor tersebut diatas akan diproses oleh mikrokontroler Atmega32 yang berfungsi sebagai processor. Hasil proses oleh mikrokontroler yang merupakan hasil pengukuran akan ditampilkan pada layar LCD.

Alat yang dibuat pada penelitian ini menggunakan full bridge loadcell yang terdiri dari 4 buah loadcell dengan konfigurasi jembatan wheatstone yang digunakan untuk mengukur berat badan dan sensor ultrasonik yang digunakan untuk mengukur tinggi badan.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Body Mass Index (Index Massa Tubuh)

Body Mass Index (BMI) atau Index Massa Tubuh (IMT) adalah suatu indikator untuk menentukan berat badan normal jika dibandingkan dengan tinggi badan. Berikut rumus untuk menentukan BMI :

$$BMI = \frac{\text{Berat Badan}}{\text{Tinggi Badan}^2}$$

### 2.2. Logika Fuzzy

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menjalankan proses dalam logika fuzzy adalah Fuzzifikasi, Rule Evaluation, Defuzzifikasi.

#### Fuzzifikasi

Langkah pertama untuk mendesain suatu logika fuzzy adalah mengambil nilai *crisp input*, dan menentukan fungsi derajat keanggotaan untuk masing-masing *fuzzy set* yang sesuai.

#### Rule Evaluation

Pada tahap ini dilakukan penentuan kondisi dari masing-masing *fuzzy input* dan *fuzzy rule* yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy output*. *Fuzzy rule* (aturan fuzzy) dituliskan dengan perintah *if...then....*

#### Defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi, *fuzzy output* dirubah menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Hasil output himpunan fuzzy diperoleh dengan memilih nilai minimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah fuzzy, dan mengaplikasikannya ke *output* dengan menggunakan operator OR (*union*).

### 2.3. Sensor Jarak

Sensor yang digunakan untuk mengukur jarak benda adalah sensor ultrasonik yang mempunyai dua buah transduser yaitu transmitter sebagai pemancar gelombang bunyi ultrasonik dan receiver sebagai penerima gelombang pantul yang dihasilkan oleh pemancar sensor ultrasonik.

### 2.4. Sensor berat

*Loadcell strain gauge* adalah *loadcell* yang digunakan untuk mengukur tekanan atau gaya (deformasi atau *strain*) dengan memanfaatkan perubahan resistansi pada *loadcell*.

### 2.5. Jembatan Wheatstone

Rangkaian jembatan *wheatstone* adalah suatu rangkaian keseimbangan yang digunakan untuk membandingkan dua tegangan. Besar tegangan antara titik A sama dengan besar tegangan antara titik B, maka kondisi tersebut galvanometer(g) akan menunjukkan angka nol dan jembatan dikatakan “seimbang”. Karena besar tegangan yang sama antara titik A dan B maka tidak ada arus yang mengalir ke galvanometer. Persamaannya sebagai berikut

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_x}$$

### 2.6. HX711

HX711 adalah sebuah modul yang di dalamnya terdapat 24-bit *analog to digital converter* (ADC) yang dirancang untuk sensor timbangan digital dan kontrol dalam industri yang penggunaannya terhubung sensor dengan konfigurasi jembatan *wheatstone*. Prinsip kerja dari modul ini adalah mengkonversi perubahan yang terukur dalam perubahan resistansi dan mengkonversinya ke dalam besaran tegangan melalui rangkaian yang ada.

### 2.7. Arduino

Arduino Uno adalah suatu sistem minimum mikrokontroler yang menggunakan mikrokontroler *ATmega328*. Perangkat tersebut sudah mampu mendukung kinerja mikrokontroler.

### 2.8. Software Arduino

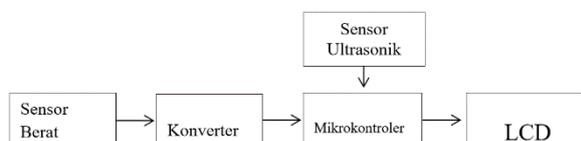
IDE (*Integrated Development Environment*) Arduino yang merupakan salah satu software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan Java. IDE Arduino terdiri dari: *Editor program, Compiler, Uploader*.

### 2.9. LCD Module 2004A

Perangkat *display* yang digunakan sebagai tampilan proses adalah LCD dot matrik 4 x 20 karakter. Dalam perancangan dan pembuatan alat ini digunakan LCD tipe 2004A.

## IV. METODOLOGI PENELITIAN

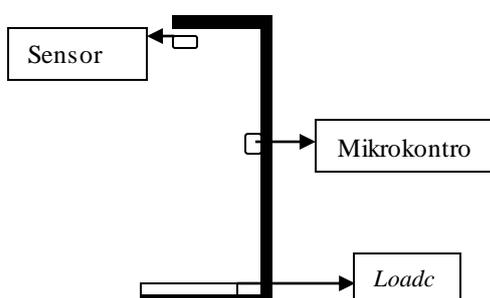
### 3.1 Perancangan Sistem.



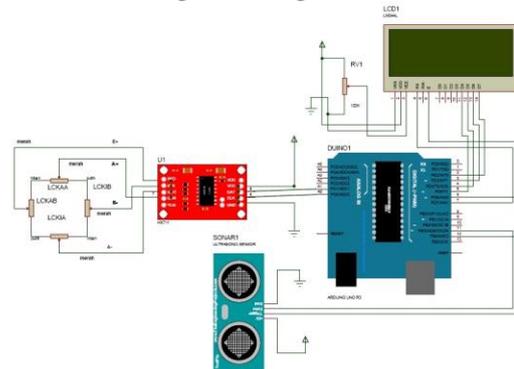
Gambar 1 Blok sistem

### 3.2. Perancangan Alat

#### 3.2.1 Perancangan Mekanik



Gambar 2 Rancangan mekanik BMI  
3.2.2 Perancangan Perangkat Keras

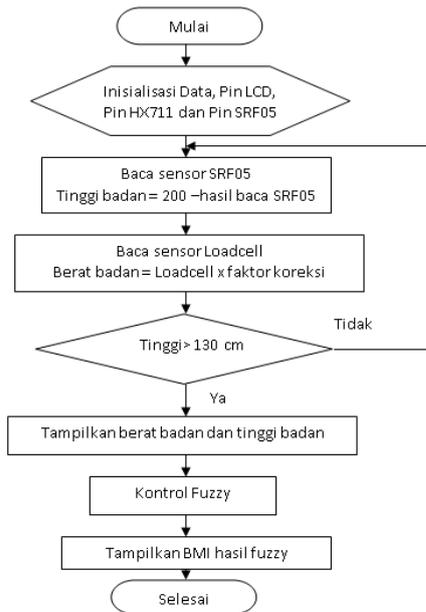


Gambar 3 Rangkaian keseluruhan sistem pada alat.

Langkah yang dilakukan dalam penelitian ini untuk merangkai dan menyusun hardware hingga menjadi suatu kesatuan alat yang terintegrasi adalah sebagai berikut:

1. Alat ukur berat badan pada alat yang dibuat adalah dengan memanfaatkan *loadcell* yang dirangkai dengan hubungan *fullbridge wheatstone* yang langsung dihubungkan ke modul HX711 yang dirancang untuk sensor *loadcell*. Tegangan analog yang masuk ke modul HX711 akan diubah menjadi tegangan digital sehingga dapat diolah oleh *board arduino*.
2. Alat ukur tinggi badan pada alat yang dibuat adalah dengan memanfaatkan sensor ultrasonik SRF05 yang dihubungkan langsung ke *board arduino*.
3. LCD 4x20 digunakan untuk menampilkan hasil pengukuran dari kedua sensor tersebut diatas sekaligus menampilkan hasil perhitungan BMI dengan logika *fuzzy*. Data yang ditampilkan antara lain : berat badan, tinggi badan, hasil perhitungan BMI dengan *fuzzy*, kelompok status BMI.

#### 3.2.3 Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 4 Flowchart Sistem

### 3.2.4 Perancangan Logika Fuzzy

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam menjalankan proses dalam logika fuzzy adalah Fuzzifikasi, Rule Evaluation, Defuzzifikasi.

#### 3.2.4.1 Fuzzifikasi

Penentuan himpunan fuzzy beserta fungsi keanggotaannya yang terdiri dari dua variabel yaitu variabel berat badan dan variabel tinggi badan. Berikut perancangan himpunan fuzzy yang digunakan pada penelitian ini.

a. Himpunan Fuzzy Variabel Berat Badan yaitu ringan, normal, berat.

b. Himpunan Fuzzy Variabel Tinggi Badan yaitu rendah, normal, tinggi.

c. Himpunan Fuzzy Hasil BMI yaitu kurus sekali, kurus, normal, gemuk, gemuk sekali.

#### 3.2.4.2 Rule Evaluation

Setelah pembentukan himpunan fuzzy, maka tahapan selanjutnya adalah menentukan aturan-aturan yang berlaku pada himpunan fuzzy tersebut.

Tabel 1 Rule evaluation dalam penentuan BMI

		Berat Badan		
		Ringan	Normal	Berat
Tinggi Badan	Rendah	Normal	Gemuk	Gemuk
	Sedang	Kurus	Normal	Gemuk
	Tinggi	Kurus	Kurus	Normal

#### 3.2.4.3 Defuzzifikasi

Pada proses defuzzifikasi, fuzzy output dirubah menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Output defuzzifikasi diperoleh menggunakan metode rata-rata terbobot.

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.2 Pengujian Alat

#### 4.2.1 Pengujian Sensor Berat

Tabel 2 Hasil pengujian sensor berat

Uji ke	Timbangan Digital (kg)	Sensor Berat (kg)	%error sensor berat
1	73,1	72,9	0,27
2	58,2	57,9	0,52
3	65,9	65,5	0,61
4	27,6	26,8	2,90
5	59,1	58,7	0,68
6	47,9	47,7	0,42
7	37,2	36,8	1,08
8	67,5	67,2	0,44
9	39,9	39,4	1,25
10	79,9	79,7	0,25
Rata-rata %error			0,84

#### 4.2.2 Pengujian Sensor Jarak

Tabel 3 Hasil pengujian sensor jarak

No	Jarak (mistar dlm cm)	Sensor Jarak (cm)	%error
1	10	10	0,00
2	20	20	0,00
3	50	50	0,00
4	70	70	0,00
5	80	79	1,25
6	90	88	2,22
7	100	99	1,00
8	110	109	0,91
9	120	99	17,50
10	130	99	23,85
Rata-rata %error			4,67

#### 4.2.3 Pengujian Fuzzy BMI

Tabel 4 Hasil pengujian fuzzy BMI

No	Berat Badan (kg)	Tinggi Badan (cm)	BMI alat	Perhitungan fuzzy BMI
1	40	140	Normal	Normal
2	40	163	Kurus	Kurus
3	40	180	Sangat Kurus	Sangat Kurus
4	57	140	Normal	Normal
5	57	163	Normal	Normal
6	57	180	Kurus	Kurus
7	75	140	Sangat Gemuk	Sangat Gemuk
8	75	163	Normal	Normal
9	75	180	Normal	Normal
10	50	140	Normal	Normal

BB	TB	$\mu_{BB}$	$\mu_{TB}$	$\alpha = \min(\mu_{BB} \cap \mu_{TB})$ Dengan alat		Fuzzy BMI	% Error TB	% Error BB	% Error Total
No	Manual								
Ringan	Rendah	0	0	0					
Ringan	TB(cm)	BB(kg)	TB(cm)	BB(kg)					
1	135	31	136	31,2	Normal	0,74	0,65	0,69	
2	169	71	169	70,65	Normal	0,0	0,49	0,25	
3	164	84	165	83,2	Normal	0,61	0,95	0,78	
4	155	75	156	74,8	Normal	0,65	0,27	0,46	
5	150	81	151	80,6	Gemuk	0,67	0,49	0,58	
6	167	59	166	58,6	Normal	0,60	0,68	0,64	
7	156	70	155	70,1	Normal	0,64	0,14	0,39	
8	165	80	166	79,9	Normal	0,6	0,125	0,36	
9	160	75	161	75,36	Normal	0,63	0,48	0,56	
10	155	55	155	55,4	Normal	0	0,73	0,36	
11	152	83	151	83,1	Gemuk	0,66	0,12	0,39	
12	157	75	158	75,2	Normal	0,64	0,27	0,45	
13	135,5	40	134	40,1	Normal	1,11	0,25	0,68	
14	165	60	163	60,1	Normal	1,21	0,17	0,69	
15	176,5	74	176	74,2	Normal	0,28	0,27	0,28	
16	159	78	159	77,9	Normal	0	0,13	0,06	
17	182	80	181	80,1	Normal	0,55	0,12	0,34	
18	142	41	141	40,5	Normal	0,70	1,22	0,96	
19	150	77	150	77,1	Gemuk	0	0,13	0,06	
20	136	41	136	41,1	Normal	0	0,24	0,12	
<b>% Error rata-rata</b>							0,54	0,41	0,47

Berikut perhitungan secara manual BMI dengan logika *fuzzy* menggunakan data uji ke 6 dengan berat badan 57 kg dan tinggi badan 180 cm.

**Fuzzifikasi**

**Perhitungan  $\mu$  berat badan.**

$\mu_{Ringan} = 0$  karena jika  $x > 55$  maka nilai  $\mu_{Ringan} = 0$

$$\mu_{Normal} = \frac{70-x}{15} ; \text{ karena berat badan obyek yang diukur berada di } 55 < x \leq 70$$

$$= \frac{70-57}{15}$$

$$= \frac{13}{15} = 0,87$$

$\mu_{Berat} = 0$  ; karena berat badan obyek yang diukur tidak berada di  $60 \leq x \leq 180$  maka  $\mu_{Berat} = 0$

**Perhitungan  $\mu$  tinggi badan.**

$\mu_{Rendah} = 0$  ; karena tinggi badan obyek yang diukur tidak berada di  $0 \leq x \leq 160$  maka  $\mu_{Rendah} = 0$

$\mu_{Sedang} = 0$  ; karena tinggi badan obyek yang diukur tidak berada di  $150 \leq x \leq 165$  maka  $\mu_{Sedang} = 0$

$$\mu_{Tinggi} = \frac{x-165}{35} ; \text{ karena tinggi badan obyek yang diukur berada } x < 165$$

$$= \frac{180-165}{35}$$

$$= \frac{15}{35} = 0,43$$

Langkah selanjutnya adalah mencari nilai minimum ( $\alpha$ ) dari perbandingan  $\mu$  berat badan dan  $\mu$  tinggi badan.

Tabel 5 Tabel Fuzzifikasi

**Proses Rule evaluation**

Untuk berat badan normal dan tinggi badan tinggi yang mana pada tabel *rule evaluation* memiliki nilai *output* BMI kurus, maka untuk mendapatkan nilai Z pada BMI normal perhitungannya seperti di bawah ini.

$$\alpha_{Kurus} = \frac{22,5-z}{2,75} ; \text{ sesuai dengan himpunan } fuzzy \text{ untuk output BMI}$$

$$0,43 = \frac{22,5-z}{2,75}$$

$$Z = 22,5 - (0,43 \times 2,75)$$

$$Z = 22,5 - 1,1825$$

$$Z = 21,3175$$

**Proses Defuzzifikasi**

Proses defuzzifikasi menggunakan rata-rata terbobot sebagai berikut.

$$BMI = \frac{\sum \alpha Z}{\sum \alpha}$$

$$BMI = \frac{0,43 \times 21,3175}{0,43} = 21,3175$$

Dari proses *fuzzy* diatas diperoleh BMI dengan nilai *output* 21,3175 dimana pada *fuzzy* BMI berada pada status berat badan kurus.

**4.2.4 Pengujian Alat Keseluruhan**

Tabel 6 Hasil uji alat di lapangan

## VI KESIMPULAN

Alat yang dibuat pada penelitian ini dapat digunakan dan dimanfaatkan sebagai alat ukur untuk menentukan indikator indeks masa tubuh (*body mass index*) dengan total tingkat kesalahan pengukuran 0,47%. Pengimplementasian logika *fuzzy* pada pengukuran BMI telah sesuai dengan desain *rule evaluation*. Logika *fuzzy* membantu untuk menentukan nilai BMI dengan *input* dari sensor yang hasil pengukurannya cenderung bergerak naik turun terutama pada batas area dua kondisi tertentu. Alat yang dibuat sensitifitasnya berkurang jika obyek menggunakan penutup kepala terutama yang terbuat dari kain, misal : topi, jilbab.

## VII DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abdul Kadir, "Arduino", Penerbit Andi Yogyakarta.
- [2] Brians W. Evans (2007), "Arduino Programming Notebook".
- [3] Daniel H. Sheingold (1980), "Transducers Interfacing Handbook", A Guide to Analog Signal Conditioning", Analog Device, Inc, 1980.
- [4] David B. Katzin, M.S., "Fat and Calorie Guide", from US Government Actuarial Information
- [5] Glinka, J., Artaria, M.D., Koesbardiati, T. (2008), "Metode Pengukuran Manusia", Penerbit Airlangga University Press.
- [6] Jacob Fraden (2010), "Handbook of Modern Sensors : Physic, Design, and Applications", Springer.
- [7] Karl Hoffman, "Applying the Wheatstone Bridge Circuit".
- [8] Leonid Reznik (1997), "Fuzzy Controllers", Newnes.
- [9] Lucky Kurniawan, "MEDCA" Alat Pengukur BMI (Body Mass Index) dan BMR (Basal Metabolic Rate) dengan Coin Reseptor sebagai syarat untuk pemakaian", Teknik Elektronika, Fakultas Teknik UNY.
- [10] Marhaposan Situmorang, "Penentuan Indeks Masa Tubuh (IMT) melalui Pengukuran Berat dan Tinggi Badan Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dan PC", Departemen Fisika, FMIPA USU, Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika.
- [11] Measurement Computing Corporation, "Data Acquisition 3rd Edition, A Reference For DAQ And Analog & Digital Signal Conditioning", 2004-2012.
- [12] Sri Kusumadewi (2004), Hari Purnomo, "Aplikasi Logika Fuzzy Untuk Pendukung Keputusan", Penerbit Graha Ilmu
- [13] Utama Rizki Mulia, Rhenza Syasepta, Rachmansyah, "Alat Ukur Tinggi Dan Berat Badan Digital Berbasis Mikrokontroler", Jurusan Teknik Komputer AMIK GI MDP.
- [14] William M. Murray and William R. Miller (1992), "The Bonded Electrical Resistance Strain Gauge", Oxford University Press.

Halaman ini sengaja dikosongkan