

## Sistem Klasifikasi Indeks Massa Tubuh Dengan Metode Fuzzy dan Persentase Kadar Lemak Untuk Informasi Konsumsi Kalori Berbasis Database

### *Body Mass Index Classification System Using Fuzzy Method and Body Fat Percentage for Information on Calorie Consumption Based on Database*

<sup>1</sup>Dyah Ayu Girindraswari, <sup>2</sup>Irmalia Suryani Faradisa, <sup>3</sup>Muhammad Ibrahim Ashari  
Teknik Elektro S1, Institut Teknologi Nasional Malang, Indonesia

<sup>1</sup> girindraswarid@gmail.com, <sup>2</sup> irmaliafaradisa@yahoo.com, <sup>3</sup>ibrahim\_ashari@lecturer.itn.ac.id

**Abstrak**—Sistem klasifikasi Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan metode fuzzy dan persentase kadar lemak untuk informasi konsumsi kalori berbasis database ini merupakan sistem yang digunakan untuk meminimalisir terjadinya penyakit kronis (seperti obesitas, serangan jantung, dan lain-lain), dengan pengguna mampu memantau serta melihat informasi terkait Indeks Massa Tubuh yang ditentukan dengan metode Fuzzy Mamdani, persentase kadar lemak yang ditentukan dengan metode perhitungan prediksi berdasarkan British Journal of Nutrition, kebutuhan kalori, serta makanan/minuman apa saja yang dapat dikonsumsi. Pada penentuan Indeks Massa Tubuh, digunakan data berat badan dari sensor load cell serta tinggi badan dari sensor ultrasonic HCSR-04. Sedangkan pada persentase kadar lemak dan kebutuhan kalori diperlukan data tinggi badan, berat badan, jenis kelamin, usia, serta faktor aktivitas yang dimasukkan melalui keypad. Seluruh komponen tersebut diintegrasikan dengan Arduino Mega 2560. Data pada Arduino Mega 2560 dikirimkan menuju LCD 20X4 sebagai tampilan serta NodeMCU V3 ESP8266 untuk dikirimkan menuju website HTML sebagai penyimpanan data sekaligus tampilan data. Berdasarkan hasil pengujian, diperoleh nilai error pada masing-masing sensor dan metode fuzzy serta persentase kadar lemak yang kurang dari 5%. Adapun error sensor berat load cell sebesar 1.0586%, sensor ultrasonic HCSR-04 sebesar 0.6068%, metode fuzzy sebesar 2.21% serta 2.89%, dan persentase kadar lemak sebesar 4.902%.

**Kata Kunci:** Indeks Massa Tubuh (IMT), Persentase Kadar Lemak, Fuzzy Logic, Database, Load Cell dan HX711, Ultrasonic HCSR-04, Arduino Mega 2560, NodeMCU V3 ESP8266.

#### I. PENDAHULUAN

Kesehatan buruk berkaitan erat dengan malnutrisi dan meningkatkan resiko penyakit infeksi dan penyakit kronis, seperti masalah kardiovaskular (berupa komplikasi jantung dan pembuluh darah, hipertensi, dan stroke),

diabetes, dan kanker yang menjadi penyebab kematian di Indonesia [1]. Indeks Massa Tubuh adalah indikator yang hanya dapat menentukan status gizi seseorang, sehingga diperlukan indikator persentase lemak tubuh, karena kadar lemak pada perempuan dan laki-laki memiliki perbedaan yang dapat mempengaruhi Indeks Massa Tubuh. Kadar lemak laki-laki memiliki nilai yang lebih kecil dibandingkan dengan perempuan. Hal ini dikarenakan perempuan mengalami dua kali penimbunan lemak dari laki-laki yang berperan sebagai pelindung organ tubuh, sedangkan laki-laki akan mengalami perkembangan otot [2]. Sehingga diperlukan perhitungan persentase kadar lemak dengan metode perhitungan rumus prediksi berdasarkan British Journal of Nutrition, yaitu dengan menggunakan nilai Indeks Massa Tubuh.

Penentuan kategori Indeks Massa Tubuh sebagai status gizi serta persentase kadar lemak dapat ditentukan secara manual. Namun, cara tersebut kurang efektif apabila pengukuran dilakukan oleh banyak orang dan membutuhkan waktu yang cepat. Selain itu, pengukuran yang masih dilakukan secara manual serta menggunakan data pengukuran dari waktu yang lampau menjadi masalah ketidak-akuratan data. Adapun data hasil pengukuran tersebut tidak disimpan, sehingga seseorang tidak dapat memonitoring status gizi tiap bulannya.

Dengan pengukuran Indeks Massa Tubuh menggunakan sensor berat (Load Cell) sebagai pengukur berat badan serta sensor ultrasonic HCSR-04 sebagai pengukur tinggi badan, serta metode fuzzy sebagai metode klasifikasi Indeks Massa Tubuh dengan pengukuran persentase lemak menggunakan metode perhitungan prediksi berdasarkan British Journal of Nutrition. Hasil dari pengukuran akan diolah untuk menentukan kebutuhan kalori serta menentukan makanan

apa saja yang dapat dikonsumsi seseorang dengan nilai kalori serta kadar lemak tertentu. Sehingga penulis berharap, dengan adanya alat ini mampu memberikan manfaat bagi seseorang yang ingin memiliki tubuh ideal serta sehat, dengan alat yang lebih aman dan efektif.

Sesuai dengan latar belakang permasalahan, yang akan dibahas pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Cara menentukan klasifikasi Indeks Massa Tubuh dengan metode Fuzzy.
2. Cara menentukan persentase kadar lemak.
3. Cara menampilkan informasi Indeks Massa Tubuh, persentase kadar lemak, kebutuhan kalori, serta makanan/minuman yang dikonsumsi menggunakan database.
4. Rancang Bangun dari sistem klasifikasi Indeks Massa Tubuh dan persentase kadar lemak dengan metode Fuzzy untuk memberikan informasi konsumsi kalori berbasis database.

Rancang bangun Sistem Klasifikasi Indeks Massa Tubuh dengan Metode Fuzzy dan Persentase Kadar Lemak Untuk Informasi Konsumsi Kalori Berbasis Database ini bertujuan :

Untuk merancang sistem klasifikasi IMT (Indeks Massa Tubuh) dengan metode Fuzzy Mamdani sebagai penentu kategori Indeks Massa Tubuh serta metode pengukuran prediksi sebagai penentu persentase kadar lemak, sehingga pengguna mampu meminimalisir terjadinya gizi tidak seimbang serta mempermudah pengguna untuk mengatur pola hidup sehat. Selain itu, dengan adanya database, pengguna dapat mengakses informasi terkait Indeks Massa Tubuh, persentase kadar lemak, kebutuhan kalori, serta makanan/minuman apa saja yang dapat dikonsumsi.

## II. KAJIAN PUSTAKA

### A. Indeks Masa Tubuh

Berdasarkan pendapat WHO/UNO/FAO tahun 1985 [3], Indeks Massa Tubuh adalah perangkat sederhana yang dapat memonitor status gizi, terutama mengenai kekurangan serta kelebihan berat badan [4]. IMT atau Indeks Massa Tubuh adalah metode sederhana dalam memprediksi obesitas [5]. Nilai IMT dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut :

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (Kg)}}{[\text{Tinggi Badan (m)}]^2} \quad (1)$$

Hasil dari pengukuran Indeks Massa Tubuh sesuai dengan standar yang dinyatakan pada tabel IMT, seperti pada tabel 1.

Tabel 1 Tabel Indeks Massa Tubuh pada Orang Indonesia

Kelebihan BB Tingkat Berat	>27.0
Gemuk Kelebihan BB Tingkat Ringan	>25.0 – 27.0
Normal	>18.7 – 25.0
Kekurangan BB Tingkat Ringan	17.0 – 18.5
Kurus Kekurangan BB Tingkat Berat	<17.0

### B. Presentase Lemak Tubuh

Persentase lemak tubuh merupakan persentase lemak total terhadap berat badan pada tubuh dan digunakan sebagai indikator kesehatan. Kelebihan kadar lemak mampu meningkatkan resiko penyakit berbahaya dalam tubuh. Lemak merupakan sumber energi terbesar dalam tubuh, yaitu sebesar 9 kal dalam 1 gram<sup>[6]</sup>. Seseorang dengan kegiatan cukup berat, disarankan untuk banyak mengonsumsi lemak, agar dapat menghemat makanan yang dimakan sebelum berkegiatan. Namun, lemak yang berlebihan tidak baik untuk kesehatan tubuh, karena dapat menimbulkan obesitas, kolesterol tinggi, serta hipertensi. Sehingga kadar lemak dalam tubuh memiliki batas tertentu sebagai indikator. Adapun persentase kadar lemak total pada laki-laki secara normal sebesar 15-20%, sedangkan pada perempuan sebesar 20-25%<sup>[7]</sup>.

Karena lemak tidak sepadat otot dan tulang, maka diperlukan adanya pengukuran lemak tubuh dalam bentuk persentase. Banyak metode yang dapat digunakan dalam penentuan nilai persentase lemak, salah satunya yaitu dengan rumus perhitungan prediksi berdasarkan penelitian yang termuat dalam British Journal of Nutrition. Data yang digunakan dalam metode ini yaitu nilai Indeks Massa Tubuh serta usia. Adapun rumus prediksi tersebut ialah sebagai berikut<sup>[8]</sup> :

$$\text{Laki - laki} = (1.20 \times IMT) + (0.23 \times \text{Usia}) - 10.8 - 5.4 \% \quad (2)$$

$$\text{Perempuan} = (1.20 \times IMT) + (0.23 \times \text{Usia}) - 5.4 \% \quad (3)$$

Berdasarkan metode perhitungan persentase di atas, maka dapat ditentukan kategori persentase kadar lemak berdasarkan jenis kelamin beserta hasil perhitungan persentase kadar lemak, seperti yang ditunjukkan pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 1 Kategori Persentase Kadar Lemak

Jenis Kelamin	Kurus	Normal	Cukup Gemuk	Gemuk
Laki-laki	≤10%	10-20%	20-25%	≥25%
Perempuan	≤20%	20-30%	30-35%	≥35%

### C. Fuzzy Logic

Lotfi A. Zadeh merupakan pengembangan himpunan logika fuzzy yang berpendapat bahwa logika benar dan salah dari Boolean konvensional tidak dapat mengatasi ketidakterhinggaan pada suatu masalah. Oleh karena itu, dalam waktu yang bersamaan suatu masalah dapat dikatakan sebagian benar dan sebagian salah.

Variabel fuzzy pada suatu keadaan yang diwakilkan oleh sebuah kelompok disebut sebagai himpunan fuzzy. Dalam himpunan tegas, nilai keanggotaan sebuah unsur a dalam suatu himpunan X, yang dituliskan dengan  $f_X[a]$ , di mana terdiri dari dua kemungkinan yaitu bernilai 1 sehingga suatu unsur menjadi anggota himpunan, serta bernilai 0 yang diartikan suatu unsur tidak menjadi anggota himpunan. Nilai keanggotaan suatu himpunan fuzzy terletak pada rentang 0-1. Himpunan fuzzy terdiri dari 2 bagian, yaitu **linguistik** yang

diartikan sebagai bagian yang mewakili suatu keadaan tertentu dengan bahasa alami, seperti : Tinggi Badan Rendah, Normal, dan Tinggi, serta **numeris** sebagai angka yang memperlihatkan ukuran suatu variabel, seperti : 150, 170, 190<sup>[9]</sup>.

#### D. Database

Database merupakan kelompok data yang menjelaskan kegiatan organisasi yang berhubungan. Sehingga database dapat diartikan sebagai kelompok data yang saling berhubungan dan merupakan fakta suatu objek, orang dan lainnya yang dijelaskan dalam bentuk nilai. Adanya database bertujuan untuk mengatur data sehingga pengambilan data dapat dengan mudah, tepat, serta cepat. Terdapat beberapa syarat dari database, yaitu tidak adanya pengulangan serta data-data yang berubah, tidak terjadi kesulitan dalam mengakses data, dan *Multiple User*. Database memiliki beberapa kelebihan, diantaranya dapat dipakai secara bersama-sama, data dikontrol dalam satu pusat, akurat, penggunaan ruang penyimpanan yang efisiensi, lengkap, aman, mudah dalam pembuatan aplikasi baru, dapat digunakan secara langsung, kebebasan data, cepat dan mudah, serta *user view*<sup>[10]</sup>.

#### E. Load Cell dan HX711

*Load cell* merupakan sensor yang digunakan untuk mendeteksi beban. Sensor ini terdiri dari 3 kabel dengan warna yang berbeda, yaitu kabel merah sebagai tegangan masukan, kabel hitam sebagai ground, kabel hijau sebagai output positif dari sensor, serta kabel putih sebagai ground keluaran sensor<sup>[11]</sup>. *Load Cell* yang digunakan pada penelitian ini memiliki kapasitas berat maksimum 200 kg, namun pada perancangan penelitian ini beban maksimum yang digunakan ialah 180 kg, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.

Modul HX711 merupakan modul amplifier yang digunakan dalam timbangan digital yang mengubah sinyal analog menjadi digital. Prinsip kerja dari modul ini yaitu sebagai penguat tegangan pada *load cell* serta memiliki presisi 24-bit *Analog to Digital Converter (ADC)*<sup>[11]</sup>.

#### F. Ultrasonic HCSR-04

Sensor *ultrasonic* HCSR-04 merupakan komponen yang berfungsi sebagai pengukur jarak benda dari 2 cm hingga 400 cm. Pada penelitian ini, sensor *ultrasonic* HCSR-04 digunakan untuk mengukur tinggi badan. Prinsip kerja sensor ini yaitu sensor HCSR-04 memancarkan gelombang *ultrasonic* sebesar 40 kHz dari pin *Trigger* yang mengenai salah satu bagian dari objek atau benda. Setelah mengenai permukaan benda, maka gelombang akan dipantulkan kembali menuju sensor HCSR-04. Gelombang yang kembali tersebut diterima oleh pin *Echo* sensor, yang selanjutnya dilakukan perhitungan selisih waktu transmisi gelombang pantulan dan waktu penerima gelombang pantulan<sup>[12]</sup>.

#### G. Arduino MEGA 2560

Sebagai salah satu jenis *single board Microcontroller* milik Arduino, Arduino Mega 2560 seperti pada gambar 2.3,

merupakan papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 8 bit yang diproduksi oleh Atmel. ATmega 2560 memiliki beberapa perangkat tambahan, yaitu komunikasi USART (*Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter*), komunikasi SPI (*Serial Peripheral Interface*), ADC (*Analog to DC Converter*) 10 bit, serta perangkat tambahan lainnya. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital yang dapat digunakan sebagai input maupun output, 16 pin sebagai analog, 15 pin sebagai output PWM, *Jack Power*, tombol *reset*, serta koneksi USB<sup>[13]</sup>. Arduino Mega 2560 pada penelitian ini digunakan untuk mengolah data berat badan, tinggi badan, Indeks Massa Tubuh, persentase kadar lemak, kebutuhan kalori, serta makanan/minuman yang dapat dikonsumsi.

#### H. NodeMCU V3 ESP8266

NodeMCU merupakan firmware open source dan kit pengembangan yang dapat menunjang dalam pembuatan prototype produk internet dengan skrip multi-baris, di mana platform open source IoT nya yakni *Lua NodeMCU*. Lua dimanfaatkan sebagai bahasa skrip oleh NodeMCU yang didasarkan pada proyek Elua pada ESP8266 SDK 1.4. Lua-cjson merupakan salah satu proyek open-source yang terdiri dari firmware Wi-Fi SoC ESP8266 dan hardware berdasarkan modul ESP-12<sup>[14]</sup>.

NodeMCU ESP8266 terdiri dari 13 pin GPIO dengan 10 kanal PWM. Tegangan input NodeMCU yaitu 3.3~5V. NodeMCU memiliki *clock speed* sebesar 40/26/24 Mhz, Wi-Fi IEEE 802.11 b/g/n dengan frekuensi 2.4 GHz-2.5 GHz<sup>[15]</sup>. Pada penelitian ini, NodeMCU V3 ESP8266 difungsikan sebagai pengirim data yang telah diolah oleh Arduino Mega 2560 menuju internet.

#### I. Website

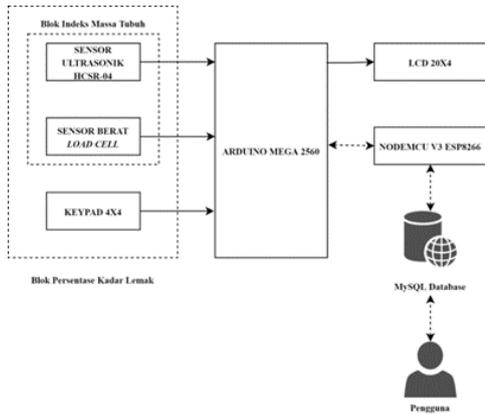
*World Wide Web* atau *website* adalah sebuah ruang informasi dalam suatu layanan jaringan<sup>[16]</sup>. *Website* berkaitan erat dengan data yang berfungsi sebagai media dalam menunjukkan gambar, multimedia, dan teks pada internet<sup>[17]</sup>. Adapun *website* terbagi menjadi 3 jenis<sup>[18]</sup>, yaitu *website* statis (tampilan tidak berubah-ubah), *website* dinamis (tampilan dapat berubah-ubah sesuai dengan struktur serta selalu dapat diupdate), dan *website* interaktif (banyak digunakan sebagai forum, diskusi, blog, jual beli, dan sebagainya).

*Website* memberikan banyak manfaat dalam menyebarkan informasi secara digital, sehingga siapapun dan dimanapun seseorang dapat mengakses informasi tersebut, selama terdapat internet. Informasi pada *website* merupakan informasi internasional dan tidak terbatas<sup>[19]</sup>.

### III. METODOLOGI PENELITIAN

Bagian ini membahas tentang perancangan awal sistem yang terbagi menjadi dua perancangan, yaitu perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Tiap-tiap bagian disusun secara sistematis sehingga dihasilkan sebuah sistem sesuai dengan fungsi pada perencanaan awal.

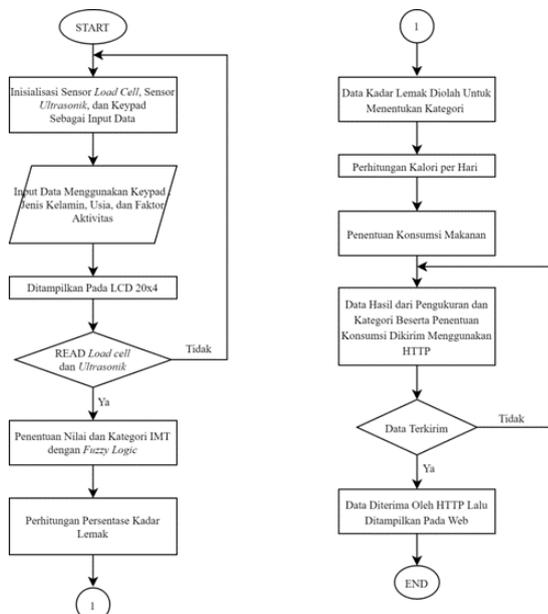
### A. Diagram Blok Keseluruhan



Gambar 1. Blok Diagram Keseluruhan

Cara kerja dari blok diagram pada gambar 3.1 yang pertama ialah memasukkan data usia, jenis kelamin, dan jenis aktivitas melalui keypad 4X4, yang kemudian ditampilkan pada LCD 20x4. Setelah itu melakukan pengukuran berat badan dengan *sensor load cell* dan tinggi badan dengan *sensor ultrasonic* HCSR-04. Hasil pengukuran berat badan dan tinggi badan diolah dengan rumus Indeks Massa Tubuh untuk mendapatkan nilai beserta kategorinya menggunakan metode *fuzzy* Mamdani. Nilai Indeks Massa Tubuh digunakan dalam rumus prediksi perhitungan persentase kadar lemak menurut *British Journal of Nutrition*. Hasil perhitungan persentase kadar lemak digunakan untuk menentukan kategori kadar lemak yang ditentukan berdasarkan jenis kelamin. Kategori Indeks Massa Tubuh, persentase kadar lemak, serta jenis aktivitas digunakan untuk menentukan informasi terkait makanan yang harus dikonsumsi. Informasi pengukuran, penentuan, serta makanan yang dikonsumsi akan dikirimkan ke website dengan *http* untuk disimpan dan sebagai *display* yang dapat dilihat kapanpun dan di manapun.

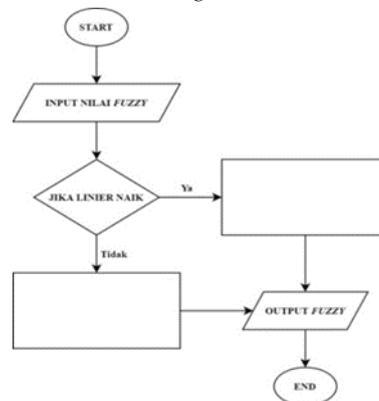
### B. Flowchat Keseluruhan



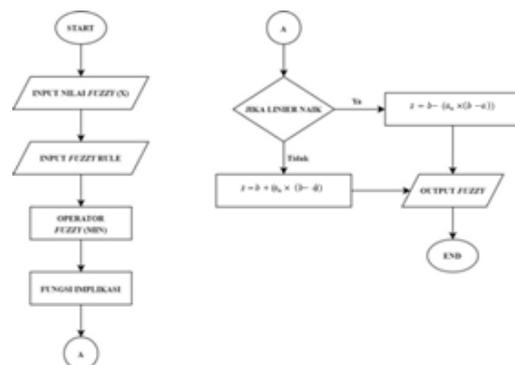
### Gambar 2. Flowchart Program Secara Keseluruhan

Flowchart sistem klasifikasi Indeks Massa Tubuh dengan metode *fuzzy* dan kadar lemak untuk informasi konsumsi kalori secara keseluruhan pada gambar 2. Dimulai dari inialisasi sensor berat load cell, sensor ultrasonic HCSR-04, serta keypad sebagai input data nama, usia, jenis kelamin, serta jenis aktivitas. Selanjutnya, data-data masukan ditampilkan pada LCD 20X4 dan *load cell* serta HCSR-04 melakukan pembacaan data pada objek/target. Jika load cell dan HCSR-04 tidak membaca data, maka proses akan kembali menuju inialisasi tiap komponen masukan. Akan tetapi, ketika *load cell* dan HCSR-04 dapat membaca data, maka selanjutnya penentuan Indeks Massa Tubuh (IMT) beserta dengan kategorinya menggunakan metode *fuzzy* logic. Setelah penentuan kategori dengan *fuzzy*, nilai IMT beserta data usia dimasukkan ke dalam rumus pengukuran persentase kadar lemak untuk kemudian dikategorikan. Seluruh data diolah untuk menentukan kebutuhan kalori perhari yang kemudian digunakan sebagai penentu konsumsi makanan. Kemudian seluruh data yang diinputkan melalui keypad, hasil pengukuran beserta penentuan, dikirimkan menuju internet menggunakan HTTP. Apabila data terkirim, maka data-data tersebut akan muncul pada *website*. Namun, apabila data-data tidak terkirim, maka akan kembali pada proses pengiriman.

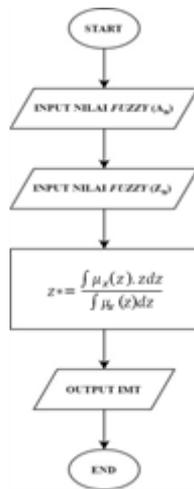
### C. Flowchart Fuzzt Logic



Gambar 3. Flowchart Fuzzifikasi Penentuan Nilai dan Kategori IMT



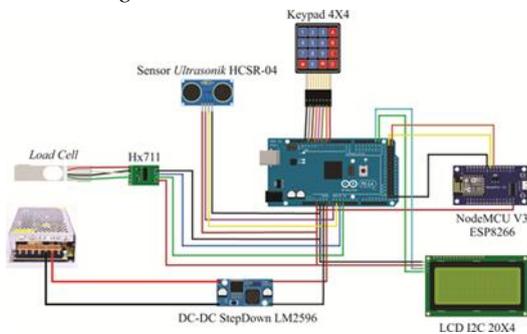
Gambar 4. Flowchart Inference System Penentuan Nilai dan Kategori IMT



Gambar 5. Flowchart Defuzzifikasi Penentuan Nilai dan Kategori IMT

Diagram alir atau *flowchart* pada gambar 3, 4, dan 5 menggambarkan urutan dalam mengolah data Indeks Massa Tubuh untuk menentukan kategori dengan metode *fuzzy*. Pada proses pertama metode *fuzzy* dengan metode Mamdani yaitu *fuzzyfikasi*. Proses pertama *fuzzyfikasi* adalah input nilai *fuzzy* berupa data berat badan dan tinggi badan. Data berat badan dan tinggi badan tersebut dibentuk menjadi *Membership Function* dengan rumus  $\mu = \frac{b-x}{b-a}$  atau  $\mu = \frac{x-a}{b-a}$ . *Membership Function* tersebut digunakan untuk output *fuzzy*. Selanjutnya yaitu proses *Inference System*, yang terdiri dari input nilai *fuzzy* yang digunakan untuk menentukan input *rule*. Kemudian *rule-rule* tersebut diolah dengan operator minimum atau MIN (mencari nilai terendah pada rule yang ada) untuk mempersempit aturan sesuai dengan data input dan mendapatkan nilai output yang diinginkan. Proses terakhir yaitu *deffuzzyfikasi*, dimulai dengan input nilai *fuzzy* yang kemudian diolah dengan aturan-aturan yang ada untuk mendapatkan nilai *crisp/tegas* dengan metode *deffuzzyfikasi Center of Area (CoA)*. Dari nilai tersebut maka dapat ditentukan nilai beserta kategori Indeks Massa Tubuh.

#### D. Perancangan Hrdware



Gambar 6. Rangkaian Keseluruhan Alat

Keterangan :

- LCD I2C 20X4 terhubung dengan pin SDA (*Serial Data*) dan SCL (*Serial Clock*) pada pin 20 (SDA) dan 21 (SCL) Arduino Mega 2560.
- Keypad 4X4 terhubung dengan pin digital 13-6 pada Arduino Mega 2560. Pin 13-10 sebagai konfigurasi baris 4-1 pada keypad, serta pin 6-9 sebagai konfigurasi kolom 4-1 pada keypad.
- 4 kabel berwarna hitam, putih, hijau, dan merah pada *load cell* terhubung dengan penguat HX711 masing-masing pada pin E+, E-, A-, serta A+. Dari HX711, kemudian dihubungkan dengan pin Arduino Mega 2560. Pin GND terhubung dengan pin GND, pin DT terhubung dengan pin A2, pin SCK terhubung dengan pin A3, serta pin VCC terhubung dengan pin 5V.
- Sensor *ultrasonic* HCSR-04 terhubung dengan Arduino Mega 2560 melalui pin-pin digitalnya, yaitu pin VCC terhubung dengan pin 5V, pin Trigger sebagai *transmitter* terhubung dengan pin A0, pin Echo sebagai *receiver* terhubung dengan pin A1, serta pin GND terhubung dengan pin GND.
- NodeMCU ESP8266 terhubung dengan pin-pin pada Arduino Mega 2560. Pin GND terhubung dengan pin GND pada Arduino, pin digital 5/GPIO 14 pada NodeMCU terhubung dengan pin digital 22, pin digital 6/GPIO 12 pada NodeMCU terhubung dengan pin digital 23, serta pin VCC terhubung dengan pin 5V pada Arduino.

#### IV. SIMULASI DAN ANALISA

Hasil pengujian beberapa komponen dan keseluruhan sistem akan dibahas pada bagian ini. Hasil pengujian alat ini akan menjadi dasar dalam penentuan kesimpulan serta beberapa hal yang harus diperbaiki agar alat dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan perancangan yang telah disusun.

##### A. Pengujian dan Kalibrasi Sensor Load Cell

Pengujian *load cell* pada sistem ini bertujuan untuk membandingkan nilai berat yang terbaca oleh sensor *load cell* dengan nilai berat yang terbaca oleh timbangan badan pada umumnya. Dalam pengujian ini, objek yang digunakan sebanyak 10, yaitu 5 barang dan 5 orang, dengan berat yang berbeda-beda. Sebelum melakukan pengukuran berat, terlebih dahulu dilakukan pengkalibrasian pada *load cell*. Gambar 4.1 menunjukkan proses kalibrasi berat menggunakan *load cell*.



Gambar 7. Nilai Kalibrasi Load Cell

Kalibrasi *load cell* dilakukan dengan seseorang berdiri di tengah timbangan serta berat badan orang tersebut diketahui. Berat badan yang digunakan sebagai acuan dalam penentuan nilai kalibrasi ialah 59.85 kg yang terukur pada timbangan berat badan. Agar mendapatkan nilai kalibrasi *load cell* yang sesuai, perlu dilakukan penambahan atau pengurangan *calibration factor* pada serial monitor Arduino IDE hingga pembacaan berat sesuai dengan berat badan yang diketahui. Sehingga diperoleh nilai kalibrasi sebesar 7902. Berdasarkan nilai kalibrasi tersebut didapatkan hasil pengukuran berat pada 10 objek yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 2 Hasil Pengujian *Load Cell*

Pembacaan Berat		Selisih (kg)	Error (%)
Timbangan (kg)	<i>Load Cell</i> (kg)		
5.16	5.06	0.10	1.9380
7.75	7.89	0.14	1.8065
49.05	48.80	0.25	0.5097
54.25	54.55	0.30	0.5530
57.50	57.61	0.11	0.1913
59.85	59.83	0.02	0.0334
67.85	67.86	0.01	0.0147
68.15	68.35	0.20	0.2934
70.20	69.00	1.20	1.7094
70.70	68.20	2.50	3.5361
Rata-rata error			1.0586

Berdasarkan tabel 3, untuk mendapatkan nilai *error* digunakan persamaan (4), sedangkan rumus rata-rata *error* ditunjukkan pada persamaan (5) di bawah ini :

$$\text{Error} = \frac{\text{Selisih}}{\text{Pembacaan Timbangan}} \times 100\% \quad (4)$$

$$\text{Rata - rata} = \frac{\sum \text{Error}}{\sum \text{Pengujian}} \quad (5)$$

Dari sebanyak 10 pengujian pada *load cell* didapatkan hasil *error* dengan rata-rata sebesar 1.0586%. *Error* terbesar berada pada berat badan 70.70 kg, dan *error* terkecil pada berat badan 67.85 kg. Nilai *error* yang berbeda-beda ini dikarenakan pada saat pengukuran di beberapa waktu, *load*

*cell* tidak dapat membaca berat dengan stabil, hal ini dipengaruhi oleh pengujian yang terlalu banyak bergerak.

### B. Pengujian Sensor Ultrasonic HCSR-04

Dilakukannya pengujian sensor *ultrasonic* HCSR-04 bertujuan agar menghasilkan pengukuran jarak sebagai tinggi badan yang akurat. Pengujian sensor HCSR-04 ini dilakukan dengan membandingkan tinggi badan seseorang yang diukur secara manual dengan mengambil beberapa data tinggi badan seseorang menggunakan sensor HCSR-04. Pengujian sensor *ultrasonic* HCSR-04 ditunjukkan pada gambar 8



Gambar 8. Pengujian Sensor Ultrasonic HCSR-04

Adapun hasil pengujian pada HCSR-04 sebagai pengukur tinggi badan terdapat pada tabel 4.

Tabel 3 Hasil Pengujian Sensor *Ultrasonic* HCSR-04

Pembacaan Tinggi Badan		Selisih (m)	Error (%)
Manual (m)	Sensor <i>Ultrasonic</i> HCSR-04 (m)		
138	140.57	2.57	1.8623
152	153.17	1.17	0.7697
158	158	0	0.00
163	160.64	2.36	1.4479
166	166	0	0.00
161	162	1	0.62
163	163	0	0.00
167	167	0	0.00
172	173.31	1.31	0.7616
Rata-rata error			0.6068

Dari persamaan (4) dan (5), didapat nilai *error* beserta rata-rata *error* pada persamaan di atas sebesar 0.6068%. Dengan nilai *error* terbesar yakni 1.8623% serta nilai *error* terendah yaitu 0%. Nilai *error* tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya akibat pada saat pengukuran, pengujian tidak berpandangan lurus ke depan/menunduk serta benda yang digunakan pada saat pengukuran memiliki permukaan yang tidak rata. Sehingga hal tersebut mempengaruhi sensor HCSR-04 untuk melakukan pengukuran. Namun, secara garis besar berdasarkan nilai *error* pada masing-masing pengukuran menghasilkan pengukuran yang akurat. Hal ini menandakan bahwa sensor HCSR-04 bekerja dengan baik.

### C. Analisa Logika Fuzzy Mamdani

Pada penelitian ini logika *fuzzy* berfungsi sebagai pengubah input yang berupa berat badan dan tinggi badan, sehingga mendapatkan output Indeks Massa Tubuh yang sesuai. Dalam metode ini, setiap aturan yang berbentuk

fungsi implikasi (“sebab-akibat”) anteseden yang berbentuk konjungsi (AND) memiliki nilai keanggotaan minimum (min)<sup>[20]</sup>. Sehingga tahapan proses logika *fuzzy* Mamdani ini antara lain :

1. Fuzzifikasi

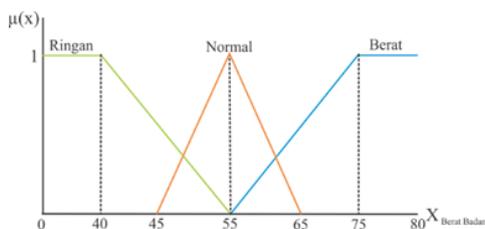
a. Pembuatan Variabel Berat Badan

Variabel berat badan terdiri dari tiga himpunan, yaitu ringan, normal, dan berat, seperti yang dijelaskan pada tabel 5.

Tabel 4 Variabel Berat Badan

Variabel	Himpunan	Semesta	Domain
Berat Badan	Ringan	[35, 100]	[35, 55]
	Normal		[45, 65]
	Berat		[55, 100]

Berdasarkan tabel 5, sebagai variabel input berat badan dapat dibentuk kurva bahu kiri, segitiga, serta bahu kanan dengan representatif digambarkan pada gambar



Gambar 9. Kurva Representatif Berat Badan

Dari gambar 9. di atas, dapat ditentukan derajat keanggotaan variabel berat badan, yaitu :

$$\mu_{ringan}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 40 \\ \frac{55-x}{55-40}, & 40 \leq x \leq 55 \\ 0, & x \geq 55 \end{cases} \quad (6)$$

$$\mu_{normal}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 45 \text{ atau } x \geq 65 \\ \frac{x-45}{55-45}, & 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65-x}{65-55}, & 55 \leq x \leq 65 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu_{berat}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 55 \\ \frac{x-55}{75-55}, & 55 \leq x \leq 75 \\ 1, & x \geq 75 \end{cases} \quad (8)$$

b. Pembuatan Variabel Tinggi Badan

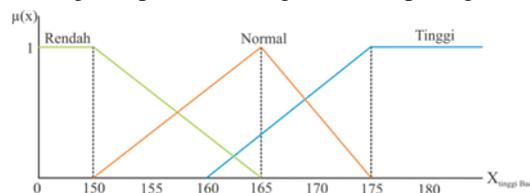
Variabel tinggi badan terdiri dari tiga himpunan, yaitu rendah, normal, dan tinggi, seperti yang dijelaskan pada tabel 6.

Tabel 5 Variabel Tinggi Badan

Variabel	Himpunan	Semesta	Domain
Tinggi	Rendah	[145,	[145,

Badan		190]	165]
	Normal		[150, 175]
	Tinggi		[160, 190]

Berdasarkan tabel 6, variabel input tinggi badan dapat dibentuk kurva bahu kiri, segitiga, dan kurva bahu kanan dengan representatif digambarkan pada gambar 4.4.



Dari gambar 10. dapat ditentukan derajat keanggotaan variabel tinggi badan yaitu :

$$\mu_{rendah}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 150 \\ \frac{165-x}{165-150}, & 150 \leq x \leq 165 \\ 0, & x \geq 165 \end{cases} \quad (9)$$

$$\mu_{normal}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 150 \text{ atau } x \geq 175 \\ \frac{x-150}{165-150}, & 150 \leq x \leq 165 \\ \frac{175-x}{175-165}, & 165 \leq x \leq 175 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu_{tinggi}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 160 \\ \frac{x-160}{175-160}, & 160 \leq x \leq 175 \\ 1, & x \geq 175 \end{cases} \quad (11)$$

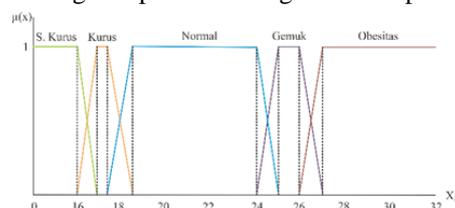
c. Pembuatan Variabel Indeks Massa Tubuh

Variabel Indeks Massa Tubuh terdiri dari lima himpunan, yaitu sangat kurus, kurus, normal, gemuk, dan obesitas, seperti yang dijelaskan pada tabel 7.

Tabel 6 Variabel Indeks Massa Tubuh

Variabel	Himpunan	Semesta	Domain
Indeks Massa Tubuh	Sangat Kurus	[12, 33]	[12, 17]
	Kurus		[16, 18.5]
	Normal		[17.5, 25]
	Gemuk		[24, 27]
	Obesitas		[26, 33]

Berdasarkan tabel 7, variabel output Indeks Massa Tubuh dapat dibentuk kurva bahu kiri, trapesium, serta bahu kanan dengan representatif digambarkan pada gambar 11.



Gambar 11. Kurva Representatif Indeks Massa Tubuh

Dari gambar 11, dapat ditentukan derajat keanggotaan variabel Indeks Massa Tubuh yaitu :

$$\mu_{\text{sangatkurus}}(x) = \begin{cases} 1, & x \leq 16 \\ 17 - x, & 16 \leq x \leq 17 \\ 0, & x \geq 17 \end{cases} \quad (12)$$

$$\mu_{\text{kurus}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 16 \text{ atau } x \geq 18.5 \\ x - 16, & 16 \leq x \leq 17 \\ 18.5 - x, & 17.5 \leq x \leq 18.5 \\ 1, & 17 \leq x \leq 17.5 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu_{\text{normal}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 17.5 \text{ atau } x \geq 25 \\ x - 17.5, & 17.5 \leq x \leq 18.5 \\ 25 - x, & 24 \leq x \leq 25 \\ 1, & 18.5 \leq x \leq 24 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu_{\text{gemuk}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 24 \text{ atau } x \geq 27 \\ x - 24, & 24 \leq x \leq 25 \\ 27 - x, & 26 \leq x \leq 27 \\ 1, & 25 \leq x \leq 26 \end{cases} \quad (15)$$

$$\mu_{\text{obesitas}}(x) = \begin{cases} 0, & x \leq 26 \\ x - 26, & 26 \leq x \leq 27 \\ 1, & x \geq 27 \end{cases} \quad (16)$$

## 2. Rule-Based

Setelah *fuzzyfikasi* dilakukan, selanjutnya yaitu pembentukan pengetahuan *fuzzy* berupa aturan. Aturan-aturan tersebut dibentuk dengan tujuan sebagai pernyataan input dan output. Masing-masing aturan adalah fungsi implikasi dengan operator yang digunakan dalam menghubungkan 2 input ialah AND serta yang memetakan input-output ialah IF-THEN. Adapun 9 aturan dibuat dalam penelitian ini ditunjukkan pada tabel 8.

Tabel 7 Aturan Fuzzy

Berat Badan	Tinggi Badan	IMT
IF Ringan	AND Rendah	THEN Normal
IF Ringan	AND Normal	THEN Kurus
IF Ringan	AND Tinggi	THEN Sangat Kurus
IF Normal	AND Rendah	THEN Gemuk
IF Normal	AND Normal	THEN Normal
IF Normal	AND Tinggi	THEN Kurus
IF Berat	AND Rendah	THEN Obesitas
IF Berat	AND Normal	THEN Gemuk
IF Berat	AND Tinggi	THEN Normal

## 3. Mesin Inferensi

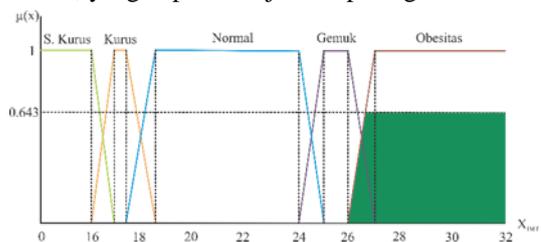
Setelah pembentukan aturan, aturan-aturan tersebut diproses pada aplikasi fungsi implikasi. Penelitian ini menggunakan fungsi implikasi MIN (minimum) yang berarti nilai keanggotaan yang berperan sebagai konsekuen pada proses ialah nilai minimum variabel berat badan dan tinggi badan. Oleh karena itu, didapatkan daerah *fuzzy* pada variabel Indeks Massa Tubuh untuk tiap aturan. Berdasarkan hasil pengujian, didapatkan beberapa data, sebagai contoh berat badan sebesar 67.86 kg dan tinggi badan 140.57 cm.

[R7] IF Berat Badan BERAT AND Tinggi Badan RENDAH THEN Indeks Massa Tubuh OBESITAS.

$\alpha$ -predikat7 =  $\mu_{\text{Berat Badan BERAT}} \cap \mu_{\text{Tinggi Badan RENDAH}}$

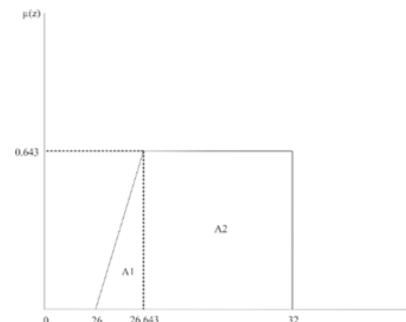
$$\begin{aligned} &= \min(\mu_{\text{Berat Badan BERAT}}, \mu_{\text{Tinggi Badan RENDAH}}) \\ &= \min(0.643, 1) \\ &= 0.643 \end{aligned}$$

Berdasarkan fungsi implikasi aturan ketujuh didapatkan kategori Indeks Massa Tubuh obesitas dengan nilai 0.643, yang dapat ditunjukkan pada gambar 12.



## 4. Defuzzyfikasi

Tahap terakhir ialah *defuzzyfikasi* yang berfungsi mengubah nilai *fuzzy* menjadi nilai tegas. Di bawah ini merupakan perhitungan *defuzzyfikasi* menggunakan metode Centroid.



Langkah pertama pada penentuan *defuzzyfikasi* dengan Centroid ialah menghitung luas setiap daerah pada grafik yang ditunjukkan gambar 13.

$$LA_1 = \frac{a \times t}{2} = \frac{0.643 \times 0.643}{2} = \frac{0.413449}{2} = 0.206725$$

$$LA_2 = a \times t = 5.357 \times 0.643 = 3.444551$$

$$L_{\text{total}} = 3.6512755$$

Selanjutnya yaitu menentukan momen pada setiap daerah yang ada pada grafik.

$$M_1 = \int_{26}^{26.643} (z - 26)z \, dz = 5.4634529$$

$$M_2 = \int_{26.643}^{32} (0.643)z \, dz = 100.9994021465$$

$$M_{total} = 106.462855$$

Berdasarkan nilai  $L_{total}$  dan  $M_{total}$ , maka defuzzifikasi dapat dihitung dan ditentukan kategorinya sebagai berikut :

$$Z^* = \frac{\int \mu_x(z)z \, dz}{\int \mu_x(z) \, dz} = \frac{106.462855}{3.6512755} = 29.1577 \text{ (Obesitas)}$$

Melalui proses-proses fuzzyfikasi hingga defuzzifikasi di atas, dengan memberikan contoh berat badan sebesar 67.86 kg dan tinggi badan 140.57 cm diperoleh nilai output Indeks Massa Tubuh yang dihitung secara manual sebesar 29.1577 dengan kategori “obesitas”. Sedangkan pada perhitungan MATLAB diperoleh IMT obesitas sebesar 30.20 serta pada program Arduino diperoleh nilai sebesar 30.60. Adapun antara perhitungan manual, MATLAB, serta menggunakan program Arduino, terdapat perbedaan hasil pengukuran. Perbedaan hasil pengukuran tersebut dipengaruhi oleh pembulatan angka pada perhitungan MATLAB serta program Arduino. Namun, perbedaan hasil pengukuran ini tidak berpengaruh terhadap kategori Indeks Massa Tubuh serta nilai error yang dihasilkan antara perhitungan manual dengan MATLAB serta perhitungan manual dengan program Arduino kurang dari 5%.

#### D. Pengujian Persentase Kadar Lemak

Pengujian persentase kadar lemak terdiri dari pengujian hasil perhitungan rumus prediksi oleh British Journal of Nutrition. Hasil perhitungan persentase kadar lemak tersebut kemudian dikategorikan menjadi beberapa kelompok yang dibandingkan dengan alat *Body Monitor* untuk mengetahui keakuratan alat. Berikut ini ialah hasil perhitungan beserta kategori kadar lemak berdasarkan rumus prediksi perhitungan oleh British Journal of Nutrition pada persamaan (2) dan (3), yang ditunjukkan pada tabel 9.

Tabel 8 Perbandingan Hasil Pengukuran Persentase Kadar Lemak

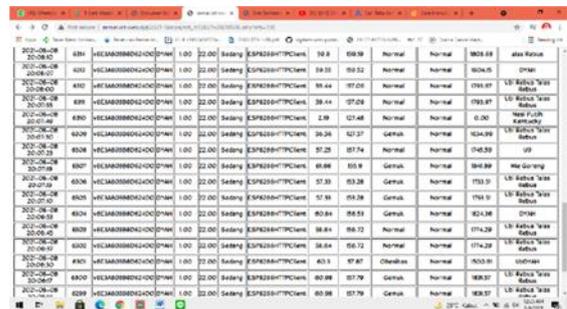
No.	IMT	Persentase Kadar Lemak		Selisih	Error
		Alat <i>Body Monitor</i>	Sistem Penelitian		
1.	23.87	27.9 % (Normal)	28.304 % (Normal)	0.404	1.448
2.	30.57	29.8 % (Gemuk)	25.774 % (Cukup Gemuk)	4.026	13.51
3.	26.24	20.9 %	20.578 %	0.322	1.541

		(Cukup Gemuk)	(Cukup Gemuk)		
4.	26.94	20.2 % (Cukup Gemuk)	20.828 % (Cukup Gemuk)	0.628	3.109
Rata-rata error					4.902

Berdasarkan hasil perbandingan pengukuran persentase kadar lemak pada tabel di atas, dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan nilai serta kategori pada penentuan persentase kadar lemak. Penyebab perbedaan yang cukup signifikan ini ialah perhitungan persentase kadar lemak yang berbeda antar sistem. Pada alat penelitian ini, perhitungan persentase kadar lemak menggunakan data jenis kelamin, usia, serta Indeks Massa Tubuh. Sedangkan, pada alat *Body Monitor*, terdapat data resistansi dalam tubuh yang mempengaruhi perhitungan. Selain itu, kategori yang digunakan ialah kategori yang berasal dari alat *Body Monitor*, sehingga dapat mempengaruhi penentuan kategori persentase kadar lemak. Akan tetapi, karena nilai rata-rata error yang didapatkan pada sistem ini sebesar 4.902%, di mana kurang dari 5%, maka dapat disimpulkan bahwa sistem penentuan persentase kadar lemak ini bekerja dengan baik.

#### E. Pengujian Database

Pengujian database ini menampilkan seluruh data yang disimpan sebagai hasil dari proses data pada Arduino Mega 2560, antara lain data nama, jenis kelamin, usia, serta faktor aktivitas yang dimasukkan melalui keypad 4X4. Selain itu, ada pula data berat dan tinggi badan yang diinputkan melalui sensor berat *Load Cell* dan sensor *Ultrasonic HCSR-04*. Data-data tersebut kemudian diolah sehingga mendapatkan kategori Indeks Massa Tubuh yang ditentukan dengan metode *Fuzzy Mamdani*, kategori persentase kadar lemak, BMR, serta makanan yang dapat dikonsumsi. Tampilan *website* sebagai hasil pengujian database ditunjukkan pada gambar 14.



## V. KESIMPULAN

Setelah perancangan, pengujian, serta analisa sistem, maka terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, yang nantinya dapat digunakan sebagai perbaikan maupun pengembangan sistem selanjutnya, antara lain :

1. Didapatkan nilai *error* sebesar 1.0586 % pada pengujian sensor berat *Load Cell* yang dibandingkan dengan timbangan berat badan manual. *Error* tersebut disebabkan pengukuran yang dilakukan pada beberapa waktu, pembacaan sensor kurang stabil karena dipengaruhi oleh pengujian yang terlalu banyak bergerak. Namun, nilai tersebut masih berada di bawah 5%, sehingga dapat disimpulkan alat bekerja dengan baik.
2. Pada pengujian sensor *Ultrasonic* HCSR-04 didapatkan nilai *error* 0.6068 %. Hal ini disebabkan beberapa faktor, antara lain pada saat pengukuran, pengujian tidak berpandangan lurus ke depan/menunduk serta benda yang digunakan dalam pengujian memiliki permukaan yang tidak rata. Tetapi, karena nilai *error* masih berada di bawah 5% maka dapat disimpulkan alat mampu bekerja dengan baik.
3. Pengujian klasifikasi Indeks Massa Tubuh dengan metode *Fuzzy Mamdani* didapatkan perbedaan pada hasil perhitungan antara perhitungan manual, MATLAB, serta program Arduino. Hal ini dikarenakan adanya pembulatan pada hasil perhitungan MATLAB serta program Arduino. Akan tetapi, perbedaan nilai tersebut menghasilkan *error* yang kurang dari 5%, sehingga dapat disimpulkan sistem mampu bekerja dengan baik.
4. Hasil pengujian persentase kadar lemak menunjukkan bahwa perhitungan nilai beserta penentuan kategori yang dihasilkan pada sistem ini memberikan hasil yang baik dan memiliki tingkat kesesuaian yang mendekati dengan alat *Body Monitor*. Adanya perbedaan pada nilai persentase beserta penentuan kategori disebabkan perbedaan pada metode serta penggunaan data dalam perhitungan. Akan tetapi, karena nilai *error* kurang dari 5% maka dapat disimpulkan bahwa penentuan nilai serta kategori persentase kadar lemak bekerja dengan baik.
5. Berdasarkan hasil tampilan *website* pada gambar 4.9, dapat disimpulkan bahwa data yang telah diolah oleh Arduino Mega 2560 serta NodeMCU V3 ESP8266 mampu ditampilkan oleh *website*, serta data-data tersebut dapat tersimpan dengan baik pada database.

Penelitian yang dibuat ini tidak jauh dari kekurangan dan kesalahan. Oleh karena itu, diperlukan adanya perbaikan serta pengembangan pada sistem ini. Adapun saran dari penulis untuk perbaikan serta pengembangan pada sistem ini, yaitu :

1. Penggunaan tiang perlu menggunakan bahan yang cukup kuat dan tidak lentur.
2. Menggunakan sensor *Load Cell Half Bridge* yang disusun menjadi 4 bagian, sebagai pengukur berat badan.
3. Benda yang digunakan dalam pengujian harus memiliki permukaan yang rata.
4. Penambahan fitur *face recognize* atau *fingerprint*, sehingga tidak perlu menginputkan data melalui keypad.
5. Pengukuran persentase kadar lemak perlu ditambahkan metode dalam pengukurannya, salah satu metodenya yaitu *Bioelectrical Impedance Analysis* (BIA) agar pengukuran dapat lebih akurat dan aktual karena menggunakan resistansi dalam tubuh, serta perlu adanya

pengembangan pada tampilan nilai dan kategori persentase kadar lemak.

6. Diperlukannya penggunaan metode dalam saran makanan yang dikonsumsi, agar didapatkan hasil yang lebih maksimal.

Pengembangan database menjadi Internet of Things (IoT) agar mempermudah dalam memberikan informasi.

## VI. DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Indonesia, Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 2014, Jakarta: Menteri Kesehatan Republik Indonesia, 2014.
- [2] Archilona, Zega Yudama; Nugroho, K. Heri; Puruhita, Niken;, "Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh (IMT) dengan Kadar Lemak Total (Studi Kasus pada Mahasiswa Kedokteran Undip)," Jurnal Kedokteran Diponegoro, vol. V, no. 2, pp. 122-131, 2016.
- [3] Susilowati, "Pengukuran Status Gizi dengan Antropometri Gizi," Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Jenderal Ahmad Yani Cimahi, Depok, 2008.
- [4] D. R. Syarif, "Childhood Obesity : Evaluation and Management.," in National Obesity Symposium II, Surabaya, 2003.
- [5] Lisbet C. A, "Hubungan Antara Obesitas Berdasarkan Klasifikasi Indeks Massa Tubuh Dengan Kejadian Sindroma Metabolik pada Karyawan Bank," Nexus Medicus, vol. 16, pp. 20-25, 2004.
- [6] G. Wiarso, Panduan Berolahraga Untuk Kesehatan dan Kebugaran, Yogyakarta: Graha Ilmu, 2015.
- [7] Suharyana, "Kebugaran Jasmani," Yogyakarta, Jogja Global Media, 2013, p. 168.
- [8] P. Deurenberg, J. A. Weststrate and J. C. Seidell, "Body Mass Index As a Measure of Body Fatness : Age- and Sex- Specific Prediction Formulas," British Journal of Nutrition, vol. LXV, no. 2, pp. 105-114, 1991.
- [9] L. Yaqien, Sistem Pendukung Keputusan Penilaian Prestasi Kerja Karyawan Menggunakan Metode Fuzzy Mamdani, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, 2014.
- [10] F. Dafinci, Aplikasi Database Karyawan Outsource pada PT. Limapilar Teknologi, Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, 2010.
- [11] M. R. Putra, Aplikasi Sensor Load Cell Sebagai Pengukur Berat Serpihan Cangkir PLastik Air Mineral Untuk Menonaktifkan Motor AC pada Rancang Bangun Mesin Penghancur Plastik, Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya, 2016.
- [12] A. F. P. Wardhana, Rancang Bangun Sistem Pengendalian Level pada Tanki Penampungan Menggunakan Sensor Ultrasonic pada Mini Plant Pemurnian Garam, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember, 2017.
- [13] Pradipta, Gagat Mughni; Nabilah, Nida; Islam, Hannif Izzatul; Saputra, Dendy Handy; Said, Sofyan;

- Kurniawan, Ade; Syafutra, Heriyanto; Neiman, Shelvie Nidya; Irzaman, "Pembuatan Prototipe Sistem Keamanan Laboratorium Berbasis Arduino Mega," Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016, vol. V, pp. 31-36, 2016.
- [14] M. K. Teknologi and K. K. R. Non-asbestos, in *Jurnal Iptek*, 2018, pp. 45-52.
- [15] N. Nugraha, "Rancang Bangun Sistem Monitor dan Kendali Ruang Laboratorium Berbasis Arduino Ethernet Shield," *Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. II, no. 1, pp. 1-6, 2016.
- [16] B. Raharjo, *Belajar Pemrograman Web*, Bandung: Modula, 2011.
- [17] A. F. Sibero, *Web Programming Power Pack*, Yogyakarta: MediaKom, 2013.
- [18] O. A. Santoso, "Pengertian Website dan Contohnya," 2016. [Online]. Available: <https://oliviaagnez..> [Accessed 9 Maret 2021].
- [19] Riyanto, Slamet; Kurniawati, Inung Diah, "Rancang Bangun Website Desa Kresek-Madiun Untuk Media Informasi Potensi Wisata Alam dan Kuliner," *JUSIKOM PRIMA (Jurnal Sistem Informasi Ilmu Komputer Prima)*, vol. I, no. 2, pp. 43-48, 2018.
- [20] Febriany, Nadya; Agustina, Fitriani; Marwati, Rini, "Aplikasi Metode Fuzzy Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Kebutuhan Kalori Harian Balita Menggunakan Software MATLAB," *EurekaMatika*, vol. V, no. 1, pp. 84-96, 2017.

#### VII. BIODATA PENULIS



Dyah Ayu Girindraswari lahir di Surabaya, 19 Mei 1999 merupakan anak pertama pasangan Abihasta Prasetya dan Ririn Soediarini. Penulis menyelesaikan pendidikan dasar di SD Integral Luqman Al-Hakim pada tahun 2005-2011 dilanjutkan dengan pendidikan tingkat menengah di SMP Islam Terpadu Permata Mojokerto pada tahun 2011-2014 dan SMA Negeri 2 Kota Mojokerto pada tahun 2014-2017. Penulis memulai pendidikan di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2017 dengan mengambil jurusan Teknik Elektro S-1 dan peminatan Elektronika, penulis aktif dalam kegiatan Komunitas Robot ITN Malang serta asisten laboratorium Konversi Energi Elektrik Teknik Elektro S-1 ITN Malang. E-mail : [girindraswarid@gmail.com](mailto:girindraswarid@gmail.com)