

PENGEMBANGAN SISTEM PENGUKURAN INDEKS MASA TUBUH DIGITAL MENGGUNAKAN METODE FUZZY LOGIC

Yoga Saputra¹, Iman Fahrizi^{2*}, Abdurahman Dwijotomo³, Sumantri Kurniawan Risandriya⁴

^{1,2,4} Prodi Teknologi Rekayasa Elektronika, Politeknik Negeri Batam; Jalan Ahmad Yani, Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau, Indonesia, 29461

³ Prodi Teknik Mekatronika, Politeknik Negeri Batam; Jalan Ahmad Yani, Batam Kota, Kota Batam, Kepulauan Riau, Indonesia, 29461

Keywords:

Indeks masa tubuh,
Fuzzy logic.

Corespondent Email:
iman@polibatam.ac.id

Abstrak. Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah salah satu indikator yang digunakan untuk menilai status gizi seseorang berdasarkan berat badan dan tinggi badan. Namun, perhitungan IMT untuk pasien dirumah sakit perlu pengukuran fisik manual dan tidaklah efisien. Oleh karena itu, penelitian ini mengusulkan prototipe yang mampu mengukur IMT dengan mudah dengan penggunaan sensor dan komputasi logika fuzzy untuk meningkatkan akurasi dan fleksibilitas dalam penilaian IMT. Sistem yang dikembangkan menggunakan beberapa input variabel, yaitu berat badan, tinggi badan, usia, dan jenis kelamin. Logika fuzzy diterapkan untuk memprediksi kondisi pasien berdasarkan nilai input berat dan tinggi apakah hasilnya kurus, ideal, obesitas. Pengujian sistem dilakukan dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan metode konvensional dan evaluasi oleh ahli gizi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem IMT digital berbasis logika fuzzy mampu



Copyright © [JITET](#) (Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan). This article is an open access article distributed under terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY NC)

Abstract. *Body Mass Index (BMI) is one of the indicators used to assess an individual's nutritional status based on body weight and height. However, BMI calculation for hospital patients requires manual physical measurements, making the process inefficient. Therefore, this study proposes a prototype capable of measuring BMI easily through the use of sensors and fuzzy logic computation to improve accuracy and flexibility in BMI assessment. The developed system uses several input variables, namely body weight, height, age, and gender. Fuzzy logic is applied to predict the patient's condition based on BMI values, whether categorized as underweight, normal, or obese. System testing was conducted by comparing the results with conventional methods and evaluations by nutrition experts. The findings show that the fuzzy logic-based digital BMI system can accurately and practically classify body condition. The implementation of this system is expected to assist medical personnel and the general public in performing more comprehensive and precise nutritional status assessments.*

1. PENDAHULUAN

Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi saat ini telah menciptakan banyak manfaat yang membantu manusia dalam menjalankan tugasnya sehari-hari. Dampak dari kemajuan tersebut melahirkan berbagai inovasi untuk

menciptakan sistem otomatisasi guna mengurangi kesalahan akibat faktor manusia (Human Error) [1]. Indeks Massa Tubuh(IMT) merupakan alat ukur atau skrining yang dipakai untuk menentukan komposisi tubuh IMT individu berdasar berat dan tinggi badannya

yang kemudian dihitung menggunakan metode tersebut [2]. Obesitas cenderung menjadi dominan pada IMT individu yang berusia di atas 18 tahun. Ada 11,7% kasus obesitas atau berat badan berlebih pada kelompok usia dewasa, serta 10% kasus berat badan berlebih [3].

Menurut data Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, angka obesitas pada perempuan mencapai 26,9%, lebih tinggi dibandingkan laki-laki sebesar 16,3%. Namun, mungkin terdapat perbedaan nilai IMT tergantung pada usia dan jenis kelamin [4]. Pada umumnya, berat dan tinggi badan individu diukur dengan metode dan alat pengukur yang beragam, dan untuk menghitung IMT juga masih menggunakan metode tersebut [5]. Banyak kasus kesehatan bermunculan karena dipengaruhi oleh ketidasadaran orang terhadap nilai IMT mandiri. Kasus penyakit seperti penyakit jantung, stroke, kesehatan mental/depresi, dan lain sebagainya adalah kasus yang disebabkan dari obesitas dan prosesnya muncul apabila dibiarkan terlalu lama. Seharusnya penyakit yang disebutkan diatas bisa dihindari apabila orang lebih sadar terhadap IMT sejak dini agar siaga dan mampu menjaga diri sendiri.

Seringkali penentuan IMT di rumah sakit menggunakan pengukuran fisik dan pencatatan manual. Hal tersebut rawan terhadap kesalahan manusia seperti kesalahan pencatatan maupun perhitungan. Selain itu, pencatatan pasien di rumah sakit juga menghabiskan kertas dan tidaklah efisien karena membutuhkan waktu lebih untuk proses pengukuran. Untuk itu perlu adanya suatu solusi supaya proses tersebut menjadi lebih singkat dan praktis. Pada penelitian ini, dibuatkan alat prototype yang mampu mengukur IMT pasien dengan menggunakan bantuan sensor elektronik untuk mengukur data berat dan tinggi tubuh. Alat yang dibuat mampu menampilkan hasil data pasien apakah kurus, ideal, dan obesitas secara langsung tanpa perlu menunggu lama.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada penelitian sebelumnya telah dianalisis relasi antara masa dari lemak tubuh dengan pengukuran IMT. Penelitian tersebut mengukur 41 mahasiswa program sarjana keperawatan Universitas Muhammadiyah Malang angkatan 2012-2015. Dengan menggunakan sensor Bioelectrical Impedance Analysis, didapatkan

hubungan positif antara kedua variabel tersebut namun alat yang dipakai untuk mengukur masih perlu pemasangan banyak kabel sensor sehingga tidaklah nyaman untuk dipakai.

Terdapat juga penelitian penentuan berat badan ideal dan pengklasifikasian IMT pasien apakah kurus, normal maupun obesitas dengan bantuan SVM. Variabel IMT didapatkan melalui perhitungan data berat badan, umur, beserta tinggi tubuh. Dan hasilnya dikelompokkan dengan SVM K-Means Clustering. Dari penelitian tersebut data pasien telah berhasil dikelompokkan namun penelitian tersebut hanya sekedar analisis data yang didapat dari rumah sakit dan tidak ada realisasi alat maupun pemakaian sensor sehingga belum sampai tahap prototype maupun penerapan alat [6] [7].

Dalam penelitian lain, Metode Computer Vision dan regresi linier digunakan untuk membuat alat Indeks Massa Tubuh (IMT) [8]. Berdasarkan temuan penelitian, sistem ini dapat menghitung Indeks Massa Tubuh (BMI) secara real time menggunakan foto deteksi tepi tubuh manusia tanpa memerlukan penyimpanan sampel sebelumnya [9]. Persamaan yang menggambarkan hubungan antara jumlah piksel suatu gambar dan sentimeter (cm) dihasilkan dengan menerapkan metode analisis regresi linier. Dengan tingkat akurasi 98,96% dan kesalahan rata-rata 1,04%, persamaan analisis regresi ini menghasilkan pembacaan ketinggian yang luar biasa. Pendugaan berat badan dapat dilakukan dengan menggunakan metode Body Surface Area (BSA) dengan multiplier dengan akurasi sebesar 88,54% dan ratarata ketidakakuratan sebesar 11,4%. Namun alat berbasis kamera mempunyai kendala yaitu perlu kalibrasi yang sangat kompleks disebabkan distorsi gambar pada setiap kamera tidaklah selalu sama.

Dari inspirasi penelitian diatas, penelitian ini mencoba menerapkan pembuatan prototype alat yang mampu mengukur IMT yang mudah dipakai, dan nyaman tanpa perlu repot menggunakan banyak kabel. Pasien hanya perlu berdiri di timbangan berat, dan alat otomatis mengukur ketinggian dan mengklasifikasikan data IMT pasien apakah kurus, ideal, maupun gemuk. Fuzzy logic dipilih untuk mengklasifikasikan IMT karena sistem tersebut sangat ringan dan mudah di implementasikan

pada mikrokontroller berkomputasi rendah seperti arduino [10] [11] [12] [13].

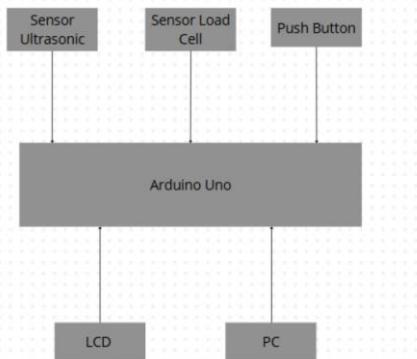
Logika fuzzy juga menjadi pilihan dibanding logika lain (K-means, K-Nearest, KNN, Decision Tree, dll) untuk berbagai sistem dalam pengambilan keputusan karena memiliki keunggulan sebagai berikut:

- Memiliki ide yang sangat dasar sehingga gampang untuk dipahami.
- Sangat mudah beradaptasi, artinya dapat berubah seiring dengan lingkungan.
- Bersikaplah toleran terhadap informasi palsu. [14].
- mampu mengatur fungsi non-linier yang sangat rumit.
- mampu menggunakan keahlian atau pengalamannya.
- Harus bisa berkolaborasi dengan metode kontrol yang bersifat konvensional.
- Berdasarkan pada bahasa yang umum digunakan agar mudah dipahami [15] [16].

3. METODE PENELITIAN

3.1 Kosep Perancangan Sistem

Agar gambaran sistem yang direncanakan terlihat jelas, maka perlu diberikan penjelasan rinci yaitu dengan memanfaatkan diagram blok. Arduino Uno R3, sensor ultrasonik, sensor beban, modul HX711, layar LCD, dan modul I2C semuanya termasuk dalam diagram blok alat pengukur tinggi dan berat badan berbasis mikrokontroler yang ditunjukkan di bawah ini. Di bawah ini adalah diagram ikhtisar blok:



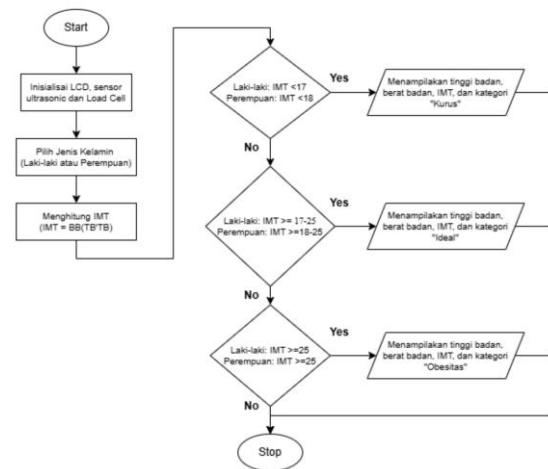
Gambar 1. Diagram Blok Sistem

- Sensor Ultrasonic Jarak antara sensor ultrasonik dan kepala manusia diukur oleh sensor ini.

- Sensor Loadcell Tekanan yang diciptakan oleh beban suatu benda yang bertumpu padanya dideteksi oleh sensor ini. Modul HX711 yang dipasang pada load cell berfungsi sebagai penguat sinyal keluaran. Sinyal tersebut kemudian dikirim ke Arduino.
- Arduino Uno R3 bertindak sebagai hub untuk semua perangkat yang digunakan. Di sini data dari load cell dan sensor ultrasonik akan diproses sebelum ditampilkan pada panel LCD.
- LCD Tergantung pada perangkat lunak yang ditulis dan dimasukkan ke dalam mikrokontroler Arduino Uno, keluaran mikrokontroler dapat ditampilkan secara digital sebagai karakter, huruf, atau angka menggunakan layar kristal cair.
- PC Hasil pengukuran akan disimpan dalam program pengolah data di komputer atau PC dengan menggunakan software Visual Studio untuk membuat formulir Windows dan Microsoft Excel untuk menyimpan data hasil pengukuran

3.2 Flowchart Sistem

Diagram Alir Program untuk Logika digunakan untuk menjelaskan secara rasional setiap langkah program komputer. Bentuk Flowchart sistem ditunjukkan pada gambar berikut:



Gambar 2. Flowchart Sistem

Berikut algoritma yang mudah dipahami berdasarkan flowchart:

Algoritma Sistem Penghitung IMT

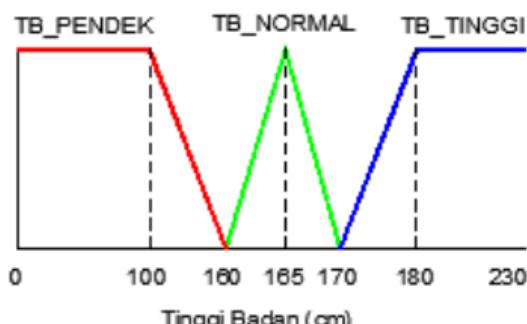
- 1) Mulai Sistem Hidupkan perangkat untuk memulai proses.
- 2) Persiapkan Alat Aktifkan layar LCD, sensor ultrasonik, dan load cell.
- 3) Input Data Pengguna Apakah Laki Laki Laki-laki atau Perempuan melalui selector saklar
- 4) Ukur Berat dan Tinggi Badan a) Berat badan diukur menggunakan load cell (dalam kg). b) Tinggi badan diukur menggunakan sensor ultrasonik (dalam meter).
- 5) Hitung IMT a) Gunakan rumus:
- 6) Bandingkan dengan Standar IMT a) Laki-laki: • Kurus: IMT < 17 • Ideal: > 17 IMT ≤ 25 • Obesitas: IMT > 25 b) Perempuan: • Kurus: IMT < 18 • Ideal: 18 ≤ IMT ≤ 25 • Obesitas: IMT > 25
- 7) Tampilkan Kategori IMT a) Hasil ditampilkan di layar LCD: • Kurus, Ideal, atau Obesitas.
- 8) Selesai Sistem selesai dan siap digunakan kembali.

Fuzzifikasi Input:

Proses ini mencoba mengklasifikasikan variabel input dengan pendekatan linguistik yang mudah dipahami. Proses Fuzzifikasi pada tiap input dibagi menjadi tiga. Variabel input yang dipakai pada alat ini adalah tinggi badan dari pembacaan sensor ultrasonik dan juga berat badan dari pembacaan sensor loadcell. Tabel 1 dan Tabel 2 beserta Gambar 1 dan 2 menunjukkan pembagian fuzzifikasi input.

Tabel 1. Data Rata Rata Tinggi Badan Orang Indonesia

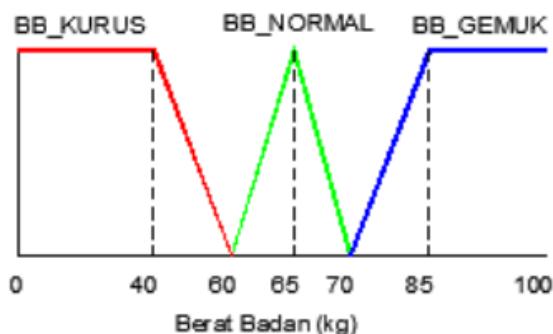
No	Tinggi Badan (cm)	Keterangan
1	100-160	Pendek
2	160-170	Normal
3	170-230	Tinggi



Gambar 3. Desain Membership Input Tinggi Badan (cm)

Tabel 2. Data Rata Rata Berat Badan Orang Indonesia

No	Berat Badan (Kg)	Keterangan
1	40-60	Kurus
2	60-70	Normal
3	70- >85	Gemuk



Gambar 4. Desain Membership Input Berat Badan (kg)

Penentuan IMT Output:

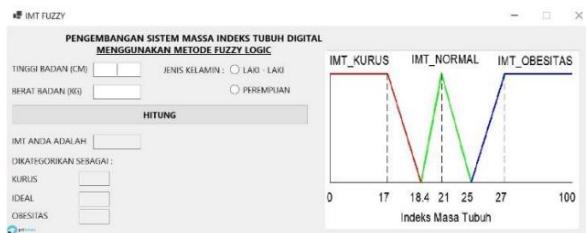
IMT dihitung melalui perhitungan rumus di bawah ini:

$$IMT = \frac{\text{Berat Badan (kg)}}{\text{Tinggi Badan (m)} \times \text{Tinggi Badan (m)}} \quad (1)$$

Selanjutnya IMT tersebut dibagi menjadi 3 kategori output berdasarkan aturan fuzzy mengikuti tabel 3 dan Gambar 5.

Tabel 3. Keterangan IMT

No	IMT	Keterangan
1	<17	Kurus
2	>17-25	Ideal
3	>25	Obesitas

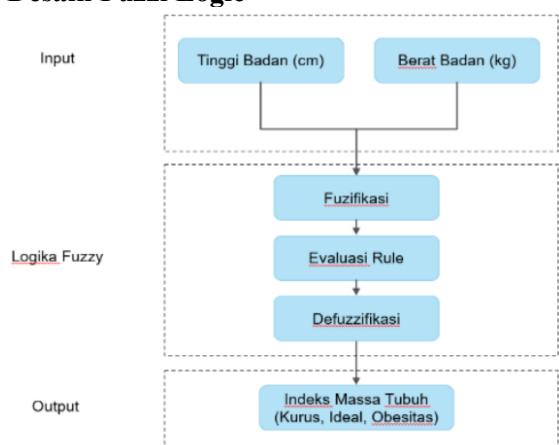


Gambar 5. Desain Membership Output IMT



Gambar 6. Batas Ambang Batas Indeks IMT(Sumber:<https://p2ptm.kemkes.go.id/infographicp2ptm/obesitas/tabel-batas-ambang-indeks-massa-tubuh-imt>)

Desain Fuzzy Logic



Gambar 7. Diagram Blok Fuzzy IMT

1. Variabel Input: Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kategori IMT seperti tinggi dan berat badan. Setiap variabel input memiliki rentang nilai yang relevan dengan IMT.
 2. Variabel Output: Kategori indeks masa tubuh, yang dapat dibagi menjadi kategori kurus, ideal, atau obesitas.
 3. Fuzzifikasi Proses mengubah masukan kuantitatif atau tajam (sebagai lawan dari fuzzy) menjadi variabel fuzzy dikenal sebagai "fuzzifikasi". Tujuan dari fuzzifikasi adalah untuk menentukan seberapa besar setiap input memenuhi setiap himpunan fuzzy yang telah ditentukan sebelumnya.
 4. Evaluasi Rule (Inferensi Fuzzy) Evaluasi aturan, terkadang disebut sebagai inferensi fuzzy, dilakukan setelah fuzzifikasi. Untuk memastikan nilai keanggotaan variabel keluaran berdasarkan nilai keanggotaan yang diperoleh dari fuzzifikasi, diterapkan aturan fuzzy yang ditentukan

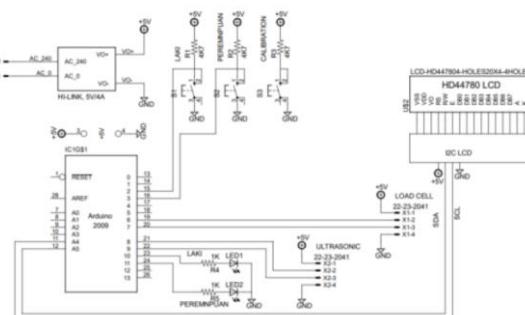
Tabel 4. Rule Base Fuzzy Logic

Rule Base		Tinggi Badan		
		TB_PENDEK	TB_NORMAL	TB_TINGGI
Berat Badan	BB_KURUS	IMT_KURUS	IMT_KURUS	IMT_KURUS
	BB_NORMAL	IMT_NORMAL	IMT_NORMAL	IMT_NORMAL
	BB_GEMUK	IMT_OBESITAS	IMT_NORMAL	IMT_NORMAL

5. Defuzzifikasi Setelah mendapatkan nilai keanggotaan pada variabel output dari evaluasi rule, langkah terakhir adalah defuzzifikasi. Proses pengubahan nilai keanggotaan fuzzy dari variabel keluaran menjadi nilai yang jelas atau nyata yang dapat dimanfaatkan sebagai keluaran sistem disebut dengan defuzzifikasi.

3.3 Perancangan Perangkat Keras

Skema Rangkaian Secara Keseluruhan Mengikuti uraian skema rangkaian untuk setiap komponen mesin-dimulai dengan catu daya, sensor sel beban, LCD, tombol tekan, dan sensor ultrasonik-skema rangkaian keseluruhan dibuat dalam satu desain untuk menggambarkan hubungan antar berbagai bagian. dengan Arduino berfungsi sebagai pengontrol utama. Untuk ringkasan skema rangkaian ala, perhatikan gambar 8 di bawah ini



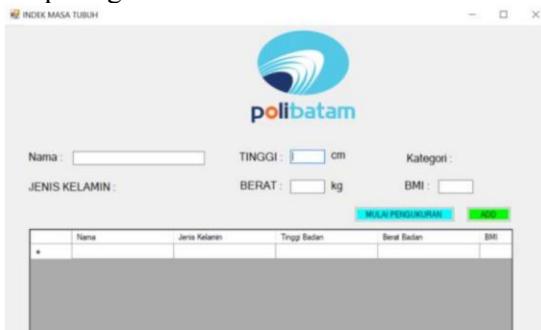
Gambar 8. Skema Rangkaian Keseluruhan

Rangkaian elektronik membutuhkan LCD untuk menampilkan data IMT kepada pengguna. Terdapat juga 2 saklar untuk konfigurasi pengguna apakah berjenis lelaki/ perempuan. Selain itu terdapat loadcell untuk mengukur berat tubuh dari pengguna, ultrasonik untuk mengukur tinggi badan pengguna, dan terakhir adalah mikrokontroller dipakai untuk memproses perhitungan IMT berdasarkan input sensor sebelumnya dengan menggunakan algoritma fuzzy.

3.4 Perancangan GUI Software

Untuk membantu proses penyimpanan data timbangan dan hasil IMT, dibuatkan sebuah

aplikasi pembantu yang di rancang menggunakan Visual Studio C. Software yang dibuat berbasis Aplikasi Windows Form supaya bersifat interaktif dan mempermudah proses penyimpanan data. Software tersebut menerima data dari serial komunikasi arduino dan mencatat data keseluruhan meliputi berat badan, tinggi badan dan IMT yang didapat. Software yang telah dibuat memiliki tampilan seperti pada gambar 9 di bawah ini:



Gambar 9. Tampilan Aplikasi GUI Windows Form Alat Ukur IMT

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Alat yang telah dirancang diaktualisasikan menggunakan desain berbasis besi untuk frame bodi. Sensor ultrasonik diletakkan di bagian atas frame, dan timbangan loadcell diletakkan dibagian dasar frame dan dilindungi oleh cover pelindung. Tidak lupa perlengkapan elektronik dibuatkan cover box plastik bewarna hitam yang diletakkan dipertengahan ketinggian timbangan. Bentuk hasil aktualisasi desain dapat dilihat pada gambar 10, 11, dan 12 secara berurutan.

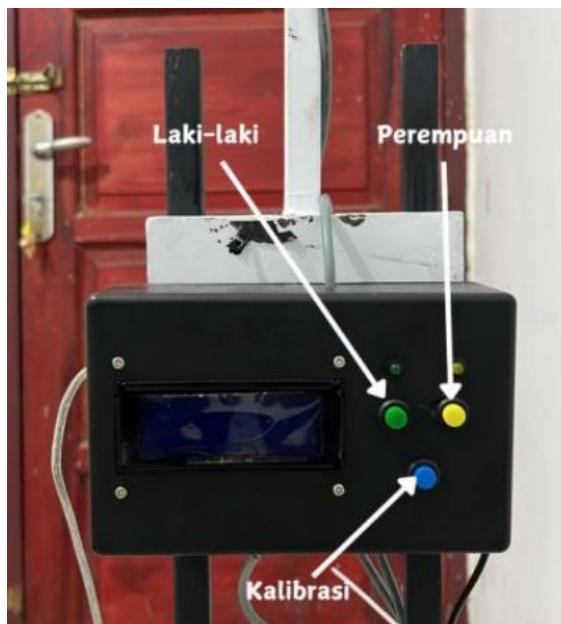


Gambar 10. Hasil Pembuatan Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan



Gambar 11. sensor Ultrasonik

Pada Gambar 11 menunjukkan posisi dari sensor ultrasonik. Agar dapat mengukur tinggi badan pengguna, modul sensor perlu diposisikan supaya menghadap kebawah mengarah ke loadcell. Dengan demikian, alat tersebut dapat mengukur jarak sensor terhadap kepala manusia sebagai sumber referensi untuk mengukur tinggi badan manusia.

**Gambar 12.** Box Elektronik

Pada gambar 12, menunjukkan perancangan box elektronik. Dimana terdapat beberapa tombol yang dipakai untuk saklar pemilihan jenis kelamin pengguna yang akan ditimbang. Ini dikarenakan perhitungan IMT Pengguna Laki laki dan Perempuan tidak lah sama.

Pada saat proses pengukuran berlangsung, nantinya manusia yang diukur harus berdiri diatas sensor loadcell. Tidak lupa jenis kelamin harus dipilih terlebih dahulu untuk pengukuran IMT yang akurat. Hasil yang didapat selanjutnya dikirimkan dari arduino ke sebuah PC untuk membantu proses pencatatan agar mudah dianalisa. Hasil pencatatan data dibantu oleh aplikasi GUI dan hasilnya pencatatan akan terhitung mulai dari Tinggi Badan, Berat Badan, dan perhitungan Body Mass Index dan tersimpan dalam bentuk file CSV yang dapat dibuka melalui Microsoft Excel. Gambar 13 menunjukkan hasil dari pencatatan tersebut.

Nama	Jenis Kelamin	Tinggi Badan	Berat Badan	BMI ^
M Aulia Fakhri	Laki-Laki	173	73	24,49
Resti Angreni	Perempuan	149	43	19,58
Tio Saputra	Laki-Laki	175	56	18,26
Eko Satrio	Laki-Laki	172	79	26,52
Asri Devi	Perempuan	158	55	22,12

Gambar 13. Kolom Tabel Data pada Aplikasi Alat Ukur IMT

4.1 Pengujian Pencatatan Pengukuran IMT

Proses pengujian pencatatan pengukuran IMT dilakukan untuk mengetahui apakah alat yang dirancang mampu mengukur IMT pada manusia. Proses pelaksanaan dengan cara manusia yang diukur harus berdiri di atas loadcell, dan pada box elektronik dipilih jenis

kelamin manusia yang diukur hingga muncul nilai IMT. Nantinya angka data IMT dipakai untuk mengklasifikasikan kategori tubuh manusia berdasarkan rumusan fuzzy yang dirancang yaitu menjadi 3 kategori Ideal, Kurus, dan Obesitas. Proses pengukuran berlangsung selama 10 kali terhadap 10 orang berbeda. Hasil dari pencatatan pengujian dapat dilihat dari tabel 4 berikut:

Tabel 4. Data Hasil Pencatatan Aplikasi Alat Ukur IMT

No	Nama	Jenis Kelamin	Berat (Kg)	Tinggi(C m)	Nilai IMT	Kategori
1	M. Aulia Fakhri	Laki-laki	73,97	173,81	24,49	Ideal
2	Resti Angreni	Perempuan	43,89	149,70	19,58	Ideal
3	Tio Saputra	Laki-laki	56,10	175,30	18,26	Kurus
4	Eko Satrio	Laki-laki	79,88	172,27	26,92	Ideal
5	Asri Devi	Perempuan	55,79	158,80	22,12	Ideal
6	Anda Saputra	Laki-laki	90,20	175,90	29,15	Obesitas
7	Asmi	Laki-laki	65,77	155,44	27,22	Obesitas
8	Melia Deswati	Perempuan	78,90	155,23	32,74	Obesitas
9	Alkan	Perempuan	40,44	158,92	16,01	Kurus
10	Yasnima r	Perempuan	76,68	152,12	33,14	Obesitas

Dari data tersebut telah berhasil untuk mencatat Nilai IMT yang sudah diklasifikasikan menggunakan metode Fuzzy untuk mengetahui kategori tubuh manusia yang diukur. Terlihat pada tabel bahwa semakin tinggi nilai IMT, maka masuk dalam kategori obesitas dan semakin kecil IMT maka masuk dalam kategori kurus. Data dari tabel 4 menunjukkan hasil yang bernilai 19.58 hingga 24.49 menunjukkan tubuh yang ideal.

4.2 Pengujian Tampilan Layar LCD Pada Sistem Elektronik

Pengujian dilakukan dengan memakai timbangan IMT secara langsung melalui tampilan LCD yang terintegrasi. Disini data IMT bisa dilihat secara langsung pada layar LCD yang terletak di box elektronik. Hasil dari pengujian dapat dilihat pada tabel 5 berikut ini.

Tabel 5. Pengujian Tampilan Layar LCD

No.	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Tampilan tanpa program		Sesuai
2	Tampilan saat pengukuran		Sesuai

Terlihat pada tabel diatas, bahwa sistem elektronik mampu menampilkan data IMT secara langsung tanpa perlu terhubung ke aplikasi GUI di PC.

4.3 Pengujian Sensor Load Cell

Sensor Load cell pada sistem ini mengukur masa atau berat badan. Pengujian disini mencoba mengukur kehandalan dari sensor load dalam mengukur data berulang kali. Sensor yang bagus mempunyai hasil yang konsisten meskipun diulang berulang kali. Proses pengujian diulang 10 kali untuk 10 orang/ objek berbeda. Selain itu hasil dari timbangan juga dibandingkan dengan timbangan eksternal supaya bisa terlihat keakuratan hasil timbangan loadcell. Nampak hasil dari pengujian dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini:

Tabel 6. Hasil Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Alat Ukur IMT Dan Timbangan Digital

Objek ke-	Hasil Pengukuran Ke-										Pengukuran dengan timbangan digital (Kg)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	73,97	73,12	72,10	73,14	73,80	74,10	73,70	74,68	73,78	73,89	73,63	73,97
2	43,89	43,20	43,70	42,90	43,70	42,98	42,88	43,12	43,70	43,10	43,32	43,80
3	56,10	56,30	57,40	57,10	56,30	56,80	56,19	56,20	57,22	56,23	56,58	56,78
4	79,88	79,77	79,12	78,25	78,60	79,10	79,79	79,87	79,55	79,44	79,34	79,89
5	55,79	55,70	55,89	54,44	54,32	55,10	55,78	55,65	55,12	55,30	55,31	55,74
6	90,20	90,40	90,70	90,80	91,20	91,12	91,28	90,10	90,17	90,30	90,63	90,99
7	65,77	65,78	65,75	65,60	65,00	65,20	64,90	64,98	65,55	65,73	65,43	65,85
8	78,90	78,93	78,79	78,86	78,12	78,30	78,93	78,91	78,88	78,80	78,74	78,92
9	40,44	40,42	41,34	41,20	41,09	40,89	40,34	40,46	40,42	40,33	40,69	40,48
10	76,68	76,70	76,30	76,22	75,79	75,90	75,98	76,30	76,49	76,45	76,28	76,53

Terlihat hasil dari timbangan terdapat fluktiasi selisih hingga 0.98Kg ketika dipakai untuk menimbang objek sama berulang kali. Kemungkinan ini disebabkan karena noise pada elektrikal yang tidak terisolasi sempurna menyebabkan sinyal pembacaan data elektronik terganggu. Namun dari hasil yang didapat, jika dibandingkan dengan pengukuran timbangan eksternal, hasil errornya masih dibawah angka 1%.

4.4 Pengujian Tinggi Badan Melalui Sensor Ultrasonik.

Pengujian di bagian ini mempunyai proses sama dengan pengujian load cell sebelumnya,

namun sensor yang diuji adalah ultrasonik yang dipakai untuk mengukur ketinggian manusia. Hasil dari pengukuran diulang 10 kali untuk 10 manusia/ objek berbeda. Tabel 8 menunjukkan hasil dari pengukuran tersebut.

Tabel 8. Hasil Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Alat Ukur IMT dan Meteran

Objek ke-	Hasil Pengukuran Ke-										Pengukuran dengan meteran (Cm)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
1	173,81	173,23	172,90	173,88	173,23	173,83	173,79	173,23	173,73	173,82	173,62	173,8
2	149,70	149,71	149,66	145,70	149,55	149,78	149,90	149,66	149,71	149,65	149,30	149,7
3	175,30	175,33	174,90	175,56	175,12	175,32	175,31	175,44	175,39	175,44	175,31	175,9
4	172,27	172,30	172,16	172,27	172,27	172,27	172,27	172,27	172,27	172,27	172,26	172,5
5	158,80	158,80	158,80	158,88	158,43	158,81	157,98	157,90	158,90	158,78	158,61	158,9
6	175,90	175,92	175,55	175,98	175,44	175,78	175,98	175,23	175,78	175,88	175,74	175,8
7	155,44	155,43	155,55	154,80	155,90	155,47	155,12	155,35	155,66	155,16	155,39	155,5
8	155,23	155,12	155,32	155,44	155,13	155,33	156,30	155,21	155,12	154,46	155,27	155,5
9	158,92	158,23	158,88	158,75	158,23	158,66	158,90	159,12	158,12	158,23	158,60	158,9
10	152,12	152,13	152,43	153,13	152,78	152,09	152,07	152,16	152,19	152,23	152,33	152,5

Nampak hasil dari pembacaan berulang berfluktuasi hingga 1cm. Namun jika dibandingkan dengan pengukuran manual menggunakan meteran, error yang dihasilkan masih dibawah 1%.

4.5 Pengujian Pencatatan Pengukuran IMT Menggunakan Aplikasi GUI

Proses pengujian pencatatan pengukuran IMT dilakukan melalui bantuan aplikasi GUI yang sudah dibuat. Pada saat menguji, alat IMT yang didesain dihubungkan langsung ke PC untuk menghubungkan Arduino ke Aplikasi GUI melalui serial komunikasi. Aplikasi nantinya harus menginput nama secara manual, namun untuk tinggi dan berat akan tercatat berdasarkan data yang diterima dari arduino.

Hasil dari pengukuran tampak pada Gambar berikut:

Sebelum direcord	
Sesudah direcord	

Gambar 14. Pengujian Kolom Data Record

Kolom koneksi ini berisi pilihan untuk “COM” dan nilai “Baudrate”. Nilai ini harus disesuaikan dengan nilai baudrate yang dipilih pada arduino, jika diarduino dipilih 9600 maka

pada aplikasi ini juga dipilih 9600, jika tidak maka data pengukuran tidak akan diterima karna berbeda nilai baudrate-nya.

Kolom "Data Entry" merupakan tempat data serial yang dikirim dari Arduino ditampilkan pada text box berdasarkan jenis data yang diterima. Misalnya textbox gender akan menampilkan data tentang gender, textbox tinggi badan akan menampilkan data tinggi badan hasil pengukuran, dan lain sebagainya. Tombol "Tambah" akan memindahkan data yang disediakan dalam kolom teks ini ke tabel pengukuran

Pada kolom ini terdapat sebuah tabel yang berfungsi untuk menampilkan hasil pengukuran secara sementara sebelum diekspor ke file excel, setiap data yang ditambahkan melalui tombol "Add" akan tercantum dalam tabel ini.

4.5 Hasil Pengujian Unjuk Kerja Indeks Massa Tubuh (IMT)

Hasil Pengujian Unjuk Kerja Indeks Massa Tubuh (IMT) Hasil pengujian IMT yang didapat dari pengukuran diklasifikasikan sesuai dengan tabel ambang batas IMT yang ada pada tabel 1. Tabel kasifikasi IMT tersebut digunakan sebagai bahan rujukan dalam menentukan kategori berat badan yang diperoleh dari proses pengukuran secara otomatis oleh alat. Pada tabel berikut ini dapat dilihat hasil penghitungan klasifikasi IMT oleh alat

Tabel 9. Hasil Pengujian Unjuk Kerja IMT

No	Jenis Kelamin	Nilai IMT	Kategori	Sesuai	
				Ya	Tidak
1	Laki-laki	24,49	Ideal	✓	-
2	perempuan	19,58	Ideal	✓	-
3	Laki-laki	18,26	Kurus	✓	-
4	Laki-laki	26,92	Ideal	✓	-
5	Perempuan	22,12	Ideal	✓	-
6	Laki-laki	29,15	Obesitas	✓	-
7	Laki-laki	27,22	Obesitas	✓	-
8	Perempuan	32,74	Obesitas	✓	-
9	Perempuan	16,01	Kurus	✓	-
10	Perempuan	33,14	Obesitas	✓	-

Hasil kinerja mikrokontroler dalam menghitung nilai BMI dan mengidentifikasi kategori berat badan apakah benda yang diukur kurus, ideal, gemuk, atau obesitas ditampilkan pada tabel hasil perhitungan nilai BMI di atas. Sudah efektif, dan kategori berat badan sudah

ditetukan secara akurat berbeda dengan menentukan nilai BMI secara manual.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT) digital berbasis logika fuzzy yang lebih adaptif dan akurat dibandingkan metode konvensional. Dengan menggunakan sensor ultrasonic dan load cell, sistem ini mampu mengukur tinggi dan berat badan secara otomatis dan memberikan penilaian status gizi (kurus, normal, gemuk, atau obesitas). Sistem ini terbukti memiliki tingkat keberhasilan tinggi dengan error yang minimal, menjadikannya alat yang efektif untuk membantu tenaga medis dan masyarakat umum dalam pemantauan status gizi

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait dan Politeknik Negeri Batam yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. A. Nugraha, TiningHaryanti dan AshrHafizhTantri, "Perancangan Alat Ukur Berat Badan dan Tinggi Badan dengan Menerapkan Metode Fuzzy Logic Berbasis Arduino," dalam *SNESTIK Seminar Nasional Teknik Elektro,Sistem Informasi, dan Teknik Informatika*, Surabaya, 2024.
- [2] D. A. Girindraswari, I. S. Faradisa dan M. I. Ashari, "Sistem Klasifikasi Indeks Massa Tubuh Dengan Metode Fuzzy Dan Presentasi Kadar Lemak Untuk Informasi Konsumsi Kalori Berbasis Database," *Magnetika*, vol. 8, no. 1, pp. 501-511, 2024.
- [3] N. A. Rizkina, *KLASIFIKASI TINGKAT OBESITAS BERDASARKAN INDEKS MASA TUBUH MENGGUNAKAN ALGORITMA SUPPORT VECTOR MACHINES (SVM)*, Semarang: UNIVERSITAS PGRI SEMARANG, 2024.
- [4] UNICEF, "Analisis Lanskap Kelebihan Berat Badan dan Obesitas di Indonesia," [Online]. Available: <https://www.unicef.org/indonesia/media/16691/file/>. [Diakses 2025].
- [5] Y. R. Nasution dan M. Eka, "PENERAPAN ALGORITMA K-MEANS CLUSTERING PADA APLIKASI MENENTUKAN BERAT BADAN IDEAL," *ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer dan Informatika* , vol. 2, no. 1, pp. 77 - 81, 2018.

- [6] Y. Wiranata dan I. Inayah, "Perbandingan Penghitungan Massa Tubuh Dengan Menggunakan Metode Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Bioelectrical Impedance Analysis (BIA)," *Jurnal Manajemen Kesehatan Yayasan RS Dr Soetomo*, vol. 6, no. 1, p. 43, 2020.
- [7] M. U. Z. Hasibuan dan P. A., "Socialization of The Application of Body Mass Index (IMT) at Suta Club," *Jurnal Cerdas Sifa Pendidikan*, vol. 10, no. 2, pp. 19-24, 2021.
- [8] A. B. Abadi, A. Fadllullah, Sumardi, S. Mahdi dan A. N. Juniar, "Perhitungan Indeks Massa Tubuh Less Contact Berbasis Computer Vision dan Regresi Linear Less Contact Body Mass Index Calculation Based on Computer Vision and," *Matrik: Jurnal Manajemen, Teknik Informatika, dan Rekayasa Komputer*, vol. 21, no. 3, pp. 629 - 638, 2022.
- [9] M. Situmorang, "Penentuan Indeks Massa Tubuh (IMT) melalui Pengukuran Berat dan Tinggi Badan Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dan PC," *JURNAL Teori dan Aplikasi Fisika*, vol. 3, no. 2, pp. 102 - 110, 2015.
- [10] S. Basriati dan E. Safitri, "Penerapan Metode Fuzzy Tsukamoto dalam Menentukan Jumlah Produksi Tahu," *SiTekIn*, vol. 18, no. 1, pp. 120 - 125, 2020.
- [11] A. Aprianto, I. Kanedi dan P. Prahasti, "PENERAPAN METODE LOGIKA FUZZY DALAM ANALISIS KEPUASAN MAHASISWA TERHADAP SISTEM PERKULIAHAN ONLINE," *JURNAL MEDIA INFOTAMA*, vol. 19, no. 2, pp. 439 - 446, 2023.
- [12] S. Yahya, Metode Fuzzy Logic, Universitas Indonesia, 2023.
- [13] D. Saputra, S. Lestanti dan M. F. Rahmat, "IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA RANCANG BANGUN SISTEM INFORMASI PARKIR BERBASIS WEB DI UNIVERSITAS ISLAM BALITAR," *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, vol. 12, no. 3, pp. 3058 - 3065, 2025.
- [14] R. Afrijal, A. P. Kusuma dan F. Febrinta, "PENERAPAN LOGIKA FUZZY UNTUK MENGIKUR EFEKTIFITAS PENGGUNAAN APLIKASI E-LEARNING (EDLINK) SELAMA PROSES PEMBELAJARAN DENGAN MENGGUNAKAN USABILITAS EVALUATION," *ATI(Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 1, pp. 6-12, 2023.
- [15] M. A. Adiguna dan B. W. Widagdo, "IMPLEMENTASI LOGIKA FUZZY PADA PENGARUH PENGGUNAAN APLIKASI SIMULASI CISCO PACKET TRACER TERHADAP GAIRAH BELAJAR MAHASISWA," *Komputa : Jurnal Ilmiah Komputer dan Informatika*, vol. 12, no. 1, pp. 19 - 28, 2023.
- [16] J. Iskandar dan D. K. Utami, "PENERAPAN FUZZY LOGIC UNTUK MENINGKATKAN DERAJAT KEBENARAN DETEKSI PADA ALAT BANTU BUTA WARNA BERBASIS SENSOR OPTIK," *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer dan Matematika* 2019, vol. 16, no. 1, pp. 195-202, 2019.