

Perancangan Sistem Pengukuran Indeks Massa Tubuh Berbasis Arduino Uno

Roby Tristianoro¹ Ina Sri Mentari²

¹Politeknik ATI Makassar

²Politeknik Muhammadiyah Makassar

¹robyst@atim.ac.id ²ilnasrimentari@gmail.com

ABSTRAK

Masalah gizi ganda di Indonesia, seperti stunting dan obesitas, menuntut adanya alat pemantauan status gizi yang praktis, efisien, dan akurat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menguji prototipe alat pengukur Indeks Massa Tubuh (IMT) berbasis mikrokontroler Arduino. Alat dirancang dengan mengintegrasikan sensor Load Cell + HX711 untuk pengukuran berat badan serta sensor Time-of-Flight VL53L1X untuk pengukuran tinggi badan, dengan hasil ditampilkan melalui LCD 20x4 dan dapat dicetak menggunakan printer thermal. Pengujian dilakukan terhadap lima responden dengan tiga kali pengulangan pengukuran pada setiap responden, kemudian hasilnya dibandingkan dengan metode manual. Hasil pengujian menunjukkan bahwa alat memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan rata-rata kesalahan 0,49% pada pengukuran tinggi badan, 2,89% pada pengukuran berat badan, dan 2,58% pada perhitungan IMT, serta nilai koefisien determinasi (R^2) lebih dari 0,98 pada seluruh pengujian. Temuan ini menunjukkan bahwa prototipe mampu memberikan hasil yang mendekati metode manual, sehingga dapat digunakan sebagai perangkat pendukung dalam pemantauan status gizi. Inovasi ini diharapkan dapat membantu masyarakat dan tenaga kesehatan dalam melakukan skrining gizi secara cepat dan mandiri.

Kata kunci: Indeks Massa Tubuh, Arduino Uno, Load Cell, Sensor ToF VL53L1X

1. PENDAHULUAN

Indeks Massa Tubuh (IMT) atau Body Mass Index (BMI) merupakan parameter yang umum digunakan dalam dunia kesehatan untuk menilai status gizi seseorang berdasarkan rasio berat badan terhadap tinggi badan. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menyatakan bahwa IMT adalah indikator penting dalam memantau risiko penyakit tidak menular seperti obesitas, hipertensi, dan diabetes mellitus [1]. Beberapa penelitian juga mengonfirmasi bahwa IMT berhubungan erat dengan risiko hipertensi pada orang dewasa, sehingga metode pengukurannya perlu dilakukan secara akurat [2].

Namun, metode pengukuran IMT secara manual menggunakan timbangan dan stadiometer masih memiliki keterbatasan. Penelitian Sulistyono dan Resmiaini [3] menekankan bahwa penggunaan aplikasi digital berbasis Appsheets hanya membantu pencatatan, tetapi tidak mengatasi potensi kesalahan input dari pengukuran manual. Apriansyah dkk [4] mengusulkan sistem berbasis IoT dengan fuzzy logic untuk klasifikasi IMT, namun masih bergantung pada input berat dan tinggi badan manual sehingga rawan bias pencatatan. Agusli dkk. [5] dan Ilham dkk. [6] mengembangkan sistem otomatis berbasis Arduino, tetapi akurasinya dipengaruhi oleh kalibrasi sensor dan tidak selalu stabil pada variasi posisi responden. Ifa [7] membahas optimasi posisi load cell, namun fokus pada balita dan hanya meninjau stabilitas pengukuran berat. Saputra dkk. [8] menambahkan pengukuran suhu menggunakan sensor inframerah, namun penggunaan sensor ultrasonik untuk tinggi badan terbatas karena gangguan pantulan. Hasan dkk. [2] mengembangkan kalkulator IoT untuk BMI, tetapi hanya berfokus pada otomatisasi perhitungan, bukan integrasi sensor fisik. Studi lain juga mulai memanfaatkan sensor berbasis cahaya dan bioelectrical impedance [9], [10], tetapi sebagian besar belum mengintegrasikan sistem pengukuran tinggi dan berat yang andal untuk kalkulasi IMT secara mandiri. Dengan demikian, masih terdapat gap berupa keterbatasan akurasi sensor, potensi kesalahan input manual, serta minimnya integrasi fitur cetak maupun penyimpanan data.



Pemilihan sensor load cell dalam penelitian ini didasarkan pada keunggulannya dibandingkan timbangan konvensional berbasis pegas logam. Load cell dengan modul HX711 mampu mengonversi sinyal mekanik menjadi sinyal digital dengan stabilitas lebih tinggi, serta relatif tidak terpengaruh penyusutan material akibat penggunaan jangka panjang atau perubahan suhu [5], [6], [7]. Di sisi lain, penggunaan sensor jarak tambahan menjadi penting untuk mengukur tinggi badan. Meski sensor ultrasonik seperti HC-SR04 telah digunakan secara luas [2], [8], akurasi sangat bergantung pada sudut pantulan dan kondisi lingkungan. Oleh karena itu, sensor Time-of-Flight (ToF) VL53L1X dipilih karena lebih presisi, mampu mengukur hingga beberapa meter dengan akurasi $\pm 5\%$, dan minim dipengaruhi oleh pantulan objek [10]. Kombinasi kedua sensor ini memungkinkan sistem BMI otomatis yang lebih akurat dan stabil.

Tinjauan literatur menunjukkan bahwa beberapa penelitian terdahulu telah mengusulkan sistem pengukur IMT berbasis mikrokontroler dan IoT. Pendekatan berbasis sensor ultrasonik relatif sederhana dan murah, tetapi rentan terhadap error [8]. Sebaliknya, sensor ToF menawarkan keunggulan presisi, namun masih jarang diimplementasikan dalam sistem IMT [10], [11]. Load cell dengan HX711 telah terbukti efektif dalam berbagai aplikasi antropometri [5], [6], tetapi sebagian besar penelitian masih fokus pada aspek berat badan saja. Beberapa penelitian lain menggabungkan pengukuran berat dan tinggi badan, tetapi tidak dilengkapi dengan fitur pencetakan hasil atau integrasi data digital [5], [12]. Gap yang terlihat adalah minimnya sistem IMT otomatis yang mengintegrasikan sensor load cell + ToF, modul HX711, tampilan digital, serta dukungan output cetak untuk aplikasi praktis di fasilitas kesehatan maupun penggunaan mandiri.

Kebaruan dari penelitian ini adalah pada perancangan sistem pengukur IMT otomatis berbasis Arduino Uno yang mengintegrasikan sensor ToF VL53L1X untuk tinggi badan, load cell + HX711 untuk berat badan, serta dukungan LCD dan printer thermal sebagai antarmuka hasil pengukuran. Tidak hanya berfokus pada akurasi sensor, penelitian ini juga menekankan aspek praktikalitas penggunaan dan kemudahan interpretasi hasil melalui tampilan real-time dan cetakan fisik. Dengan demikian, penelitian ini memberikan kontribusi terhadap pengembangan sistem pemantauan gizi digital yang lebih lengkap dan siap mendukung integrasi dengan layanan kesehatan modern [2], [9], [10], [11], [12], [13].

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen dengan merancang sistem pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT) berbasis mikrokontroler Arduino Uno. Sistem terdiri atas dua bagian utama, yaitu modul pengukuran berat badan menggunakan sensor Load Cell Zemic 2N-50kg yang dipasangkan dengan modul penguat sinyal HX711, serta modul pengukuran tinggi badan menggunakan sensor Time-of-Flight (ToF) VL53L1X. Data dari kedua sensor diolah oleh Arduino Uno untuk menghitung nilai IMT berdasarkan perbandingan berat badan dalam satuan kilogram terhadap kuadrat tinggi badan dalam satuan meter. Hasil perhitungan ditampilkan secara langsung pada LCD dan dapat dikirim ke perangkat eksternal untuk analisis lanjutan.

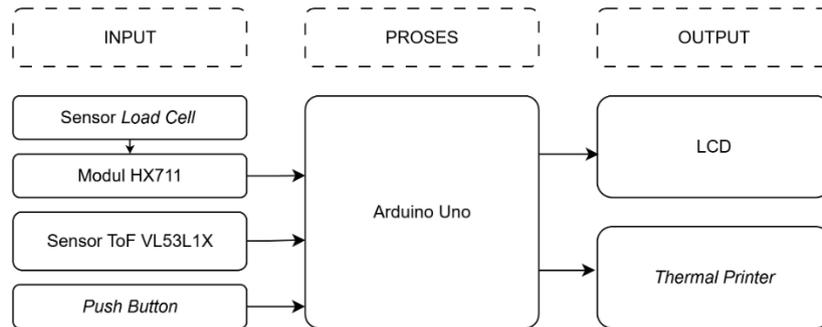
Perangkat keras yang digunakan dalam penelitian ini meliputi Arduino Uno R3 sebagai pengendali utama, sensor Load Cell Zemic 2N-50kg untuk mengukur berat badan, modul HX711 sebagai penguat sinyal dan konverter analog ke digital, serta sensor VL53L1X ToF untuk mengukur tinggi badan. Selain itu, digunakan pula LCD 20x4 sebagai media tampilan, serta breadboard, kabel jumper, dan catu daya 5 V sebagai komponen pendukung. Dari sisi perangkat lunak, penelitian ini memanfaatkan Arduino IDE untuk menulis dan mengunggah program ke mikrokontroler, serta serial monitor untuk keperluan debugging dan kalibrasi sensor.

Proses penelitian dilakukan melalui beberapa tahap. Tahap awal adalah perancangan perangkat keras dengan menghubungkan sensor VL53L1X dan Load Cell Zemic melalui modul HX711 ke papan Arduino Uno, kemudian dilanjutkan dengan integrasi modul tampilan LCD. Setelah rangkaian perangkat keras tersusun, dilakukan pemrograman sistem di Arduino IDE untuk membaca data sensor, melakukan kalibrasi, serta menghitung nilai IMT secara otomatis. Tahap berikutnya adalah pengujian dan kalibrasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran sistem terhadap alat ukur konvensional, baik timbangan digital maupun stadiometer, guna memperoleh nilai error dan tingkat akurasi [4], [6], [7], [8], [12]. Seluruh data hasil pengujian kemudian dianalisis untuk mengevaluasi kinerja sistem serta memastikan bahwa perangkat mampu memberikan pengukuran IMT secara akurat, cepat, dan konsisten.

Secara garis besar, alur penelitian dimulai dari identifikasi kebutuhan sistem, kemudian dilanjutkan dengan perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, implementasi serta integrasi komponen, pengujian sensor beserta perhitungan IMT, hingga analisis hasil dan evaluasi sistem. Dengan alur ini, penelitian diharapkan mampu menghasilkan prototipe perangkat ukur IMT yang lebih presisi dibandingkan sistem berbasis sensor ultrasonik, serta mendukung pengembangan layanan kesehatan digital yang praktis dan akurat.

2.1 Blok Diagram

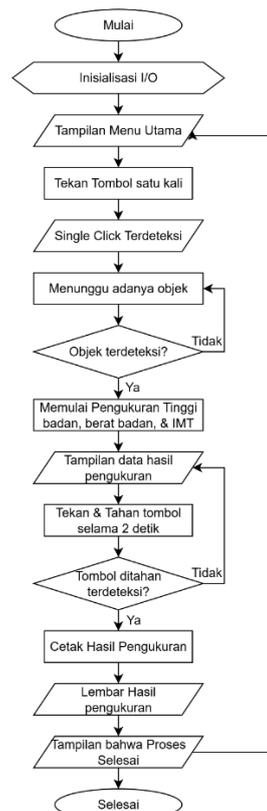
Sistem ini terdiri dari tiga bagian yang saling berkaitan dan berkomunikasi satu sama lain. Bagian tersebut terdiri dari *input*, proses dan *output* seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Blok Diagram Sistem

Pada bagian input, yang merupakan bagian yang melakukan proses penginderaan terhadap objek yang akan diukur. Dimana dalam hal ini yang menjadi objek pengukuran adalah tinggi badan dan berat badan. Pengukuran tinggi badan dilakukan dengan menggunakan sensor Time-of-Flight VL53L1X. Sedangkan, pengukuran berat badan dilakukan dengan memanfaatkan sensor *loadcell* yang didukung dengan modul HX711 sebagai pengondisi sinyal. Selain itu, terdapat pula *push button* sebagai pemberi isyarat untuk Arduino Uno. Kedua sensor dan *push button* tersebut akan dihubungkan dengan Arduino Uno. Arduino Uno memiliki peran utama pada bagian proses dari sistem ini. Dimana Arduino uno akan menerima sinyal dari sensor dan akan diproses menjadi data besaran fisis tinggi badan dan berat badan dalam bentuk numerik. Selain memproses sinyal masukan, Arduino uno juga akan memberikan sinyal untuk mengendalikan *output* (keluaran) berupa karakter yang akan ditampilkan di LCD dan perintah kepada printer termal untuk mencetak dokumentasi hasil pengukuran. Selanjutnya, pada bagian *output* akan berupa tampilan informasi hasil pengukuran yang akan ditampilkan pada layar LCD 20x4 dan berupa dokumentasi fisik hasil pengukuran indeks massa tubuh (IMT) dalam bentuk kertas.

2.2 Flowchart

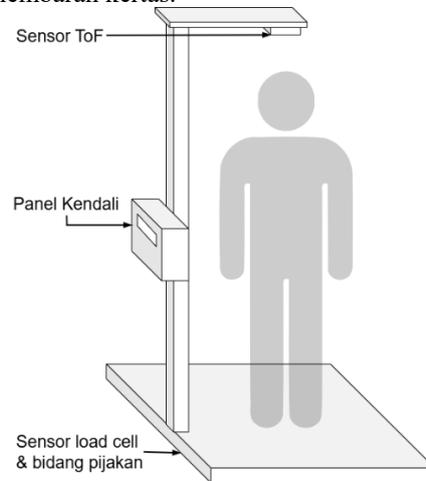


Gambar 2. 2 Flowchart Sistem

Alur kerja dari sistem diilustrasikan seperti pada gambar 2.2. Pertama, sistem akan melakukan inialisasi Input dan Output, yang memberikan peran kepada setiap komponen yang terhubung dengan Arduino Uno. Kemudian LCD akan menampilkan menu utama berupa kalimat selamat datang dan petunjuk singkat. Saat tombol ditekan satu kali, sistem akan *stand-by* untuk melakukan pengukuran dan setelah ada objek yang berdiri di bidang pengukuran sistem akan mengukur berat badan dan tinggi badan, yang kemudian berat badan dan tinggi badan tersebut menjadi acuan untuk perhitungan indeks massa tubuh dari objek. Data berat badan, tinggi badan, dan indeks massa tubuh kemudian ditampilkan pada LCD. Selanjutnya, saat tombol ditekan dan ditahan selama 2 detik, sistem akan mencetak hasil pengukuran berat badan, tinggi badan, dan indeks massa tubuh dalam bentuk kertas. Jika proses telah selesai, sistem akan kembali ke menu utama.

2.3 Desain Arsitektur Sistem

Arsitektur sistem didesain dengan batasan berupa pengukuran untuk tinggi badan dan berat badan rata-rata penduduk Indonesia. Pada sistem yang dibuat digunakan dua buah sensor, yaitu sensor Time-of-Flight VL53L1X untuk mengukur tinggi badan dan sensor *loadcell* untuk mengukur berat badan objek. Pengukuran tinggi badan diperoleh dari selisih hasil pembacaan sensor Time-of-Flight saat sebelum dan sesudah adanya objek yang diukur dalam satuan sentimeter (cm). Sedangkan, pengukuran berat badan diperoleh dari hasil konversi nilai ADC yang terbaca dari modul HX711 yang terhubung dengan loadcell, menjadi data besaran fisis dalam satuan kilogram (kg). Pada panel kendali sistem, terdapat layar LCD 20x4 sebagai tampilan informasi, tombol fisik sebagai pemberi isyarat, dan printer termal sebagai media untuk mendokumentasikan hasil pengukuran dalam bentuk lembaran kertas.

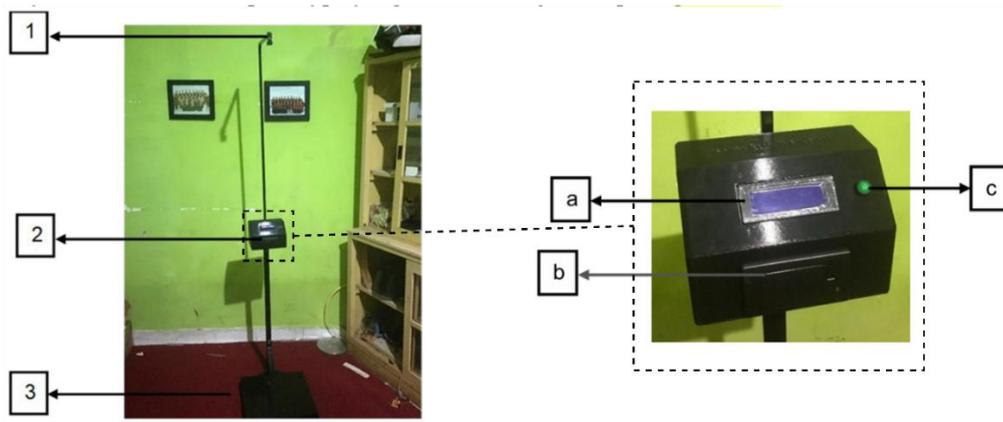


Gambar 2. 3. Desain Arsitektur Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN (size 10)

3.1 Hasil Perakitan *Prototype*

Penelitian ini menghasilkan luaran berupa prototype yang menjalankan sistem yang telah dirancang sebelumnya. Bentuk fisik dari prototype yang dibuat, ditunjukkan pada gambar 3.1



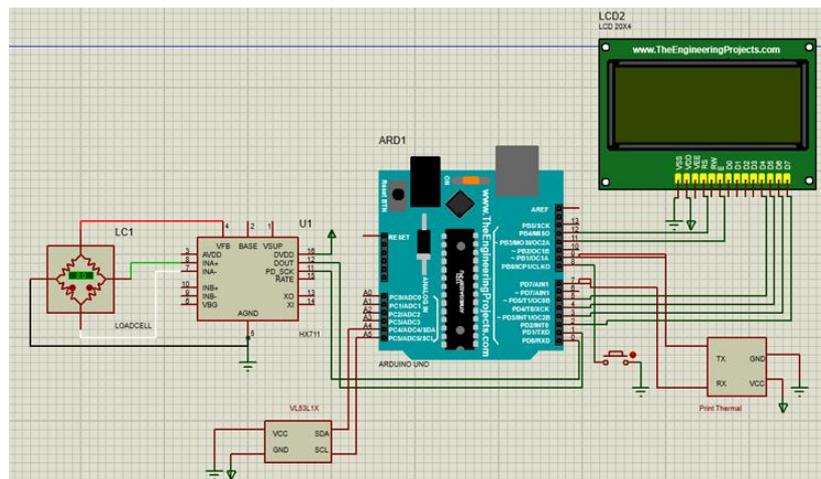
Gambar 3. 1 Hasil Prototype Sistem

Keterangan gambar 3.1

1. Sensor Time-of-flight VL53L1X, yang diletakkan pada ketinggian 210cm
2. Panel Kendali, yang berisi:
 - a. LCD 20x4
 - b. Printer Termal
 - c. Push Button
3. Sensor Loadcell, yang dilatakan dibawah bidang bijakan

3.2 Skematik Rangkaian

Sistem penentuan indeks massa tubuh (IMT) ini dirancang dengan menggunakan aplikasi Proteus yang memetakan komponen Aduino Uno, Sensor Time-of-Flight VL53L1X, Sensor Loadcell yang terhubung dengan modul HX711, Push Button, LCD 20x4, dan printer termal.



Gambar 3. 2 Skematik Rangkaian Sistem

Pada Gambar 3.2 ditunjukkan pin-pin Arduino yang saling terhubung dengan komponen lainnya. Adapun keterangan mengenai penempatan hubungan antar pin ditunjukkan pada tabel 3.1 berikut

Tabel 3.1 Daftar Hubungan Pin Komponen dengan Arduino Uno

No.	Nama Komponen	Pin Komponen	Pin Arduino Uno
1	Push Button	1	D8
		2	GND
2	HX711 + Loadcell	16 (D VDD)	5V
		5 (A GND)	GND
		12 (D OUT)	D1
		11 (PD SCK)	D0
3	VL53L1X	VCC	5V
		GND	GND
		SDA	A4
		SCL	A5
4	LCD 20x4	VDD	5V
		VSS	GND
		RS	D12
		E	D11
		D4	D5
		D5	D4
		D6	D3
		D7	D2
5	Print Termal	VCC	5V
		GND	GND
		RX	D7
		TX	D9

Pengujian prototipe sistem pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT) ini dilakukan terhadap lima orang responden sebagai sampel uji coba. Setiap responden menjalani pengukuran berulang sebanyak tiga kali untuk memperoleh data yang lebih akurat dan stabil. Hasil pengukuran tinggi badan, berat badan, serta perhitungan IMT yang dihasilkan oleh sistem kemudian dibandingkan dengan metode manual menggunakan meteran, timbangan standar, serta perhitungan rumus IMT. Data dari hasil pengujian ini dianalisis menggunakan pendekatan statistik berupa rata-rata, standar deviasi, dan persentase kesalahan, sehingga dapat diketahui tingkat akurasi prototipe yang dikembangkan.

3.3 Hasil Uji Pengukuran Tinggi Badan

Grafik Hasil Uji Pengukuran Tinggi Badan memperlihatkan hubungan antara hasil pengukuran sistem berbasis sensor ToF VL53L1X dengan pengukuran manual menggunakan meteran. Titik-titik data uji coba menunjukkan kecenderungan linier dengan persamaan regresi $y = 0,9911x + 0,6568$ dan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,9896$. Nilai determinasi yang sangat mendekati 1 menunjukkan tingkat kesesuaian yang tinggi antara hasil pengukuran sistem dengan metode manual. Slope regresi sebesar 0,9911 menandakan bahwa nilai pengukuran sistem hampir sebanding dengan standar, meskipun terdapat sedikit deviasi yang ditunjukkan oleh intercept positif sebesar 0,6568 cm. Dengan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan alat ukur acuan, diperoleh nilai simpangan baku terkecil sebesar 0,00 cm dan simpangan baku terbesar sebesar 2,00 cm, dan diperoleh simpangan baku rata-rata sebesar 0,80 cm. Berdasarkan nilai simpangan baku tersebut diperoleh nilai simpangan relatif (error), dimana nilai error terkecil dan error terbesar masing-masing sebesar 0,00% dan 1,20% dan error rata-rata sebesar 0,49%. Secara umum, hasil ini membuktikan bahwa alat mampu mengukur tinggi badan dengan akurasi yang baik, dengan kesalahan relatif (error) di bawah 2%.



Gambar 3. 3 Grafik Hasil Uji Pengukuran Tinggi Badan

Meskipun demikian, deviasi kecil tetap terlihat pada beberapa titik pengukuran. Faktor-faktor penyebab perbedaan tersebut di antaranya adalah postur tubuh responden saat pengukuran (misalnya posisi kepala atau pandangan), karakteristik sensor ToF VL53L1X yang peka terhadap pantulan rambut atau penutup kepala, serta posisi pemasangan sensor yang kurang sejajar dengan puncak kepala. Selain itu, keterbatasan resolusi sensor juga dapat menimbulkan variasi kecil. Walaupun ada deviasi, nilai kesalahan masih dalam batas toleransi, sehingga sistem ini dapat dikatakan cukup akurat dan layak digunakan sebagai prototipe alat ukur tinggi badan dalam pemantauan status gizi.

3.4 Hasil Uji Pengukuran Berat Badan

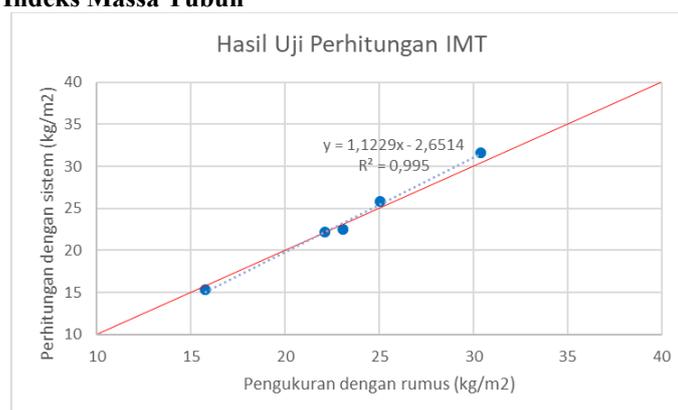


Gambar 3. 4 Grafik Hasil Uji Pengukuran Berat badan

Grafik Hasil Uji Pengukuran Berat Badan menunjukkan hubungan antara hasil sistem berbasis sensor load cell dengan timbangan manual. Persamaan regresi yang diperoleh adalah $y = 1,1318x - 8,5819$ dengan nilai $R^2 = 0,9987$. Nilai koefisien determinasi yang sangat tinggi menandakan bahwa sistem memiliki tingkat kesesuaian yang sangat baik dengan metode manual. Slope regresi yang sedikit lebih besar dari 1 mengindikasikan bahwa sistem cenderung memberikan nilai sedikit lebih tinggi pada bobot tertentu, sementara intercept negatif (-8,5819) mencerminkan adanya offset tetap pada pembacaan sensor.

Dengan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan alat ukur acuan, diperoleh nilai simpangan baku terkecil dan terbesar masing-masing sebesar 0,50 kg dan 3,90 kg, dan diperoleh simpangan baku rata-rata sebesar 1,84 kg. Berdasarkan nilai simpangan baku tersebut diperoleh nilai simpangan relatif (error), dimana nilai error terkecil dan error terbesar masing-masing sebesar 0,70% dan 4,20% dan error rata-rata sebesar 2,90 %. Meskipun terdapat deviasi pada beberapa titik, secara umum kesalahan relatif rata-rata masih kurang dari 3%, yang tergolong rendah. Faktor-faktor yang memengaruhi perbedaan hasil meliputi ketidakrataan permukaan timbangan, pergeseran posisi tubuh responden, adanya beban tambahan (misalnya barang di saku), serta keterbatasan kalibrasi sensor load cell. Hal ini wajar pada prototipe dan masih dapat diterima untuk pemantauan status gizi dasar.

3.5 Hasil Uji Penentuan Indeks Massa Tubuh



Gambar 3. 5 Grafik Hasil Uji Pengukuran IMT

Grafik Hasil Uji Perhitungan IMT menggambarkan perbandingan nilai IMT yang dihitung secara otomatis oleh sistem dengan nilai IMT manual berdasarkan rumus. Persamaan regresi linier adalah $y = 1,1229x - 2,6514$ dengan nilai $R^2 = 0,995$, yang menunjukkan korelasi sangat kuat antara hasil sistem dan metode manual. Slope yang sedikit lebih dari 1 memperlihatkan bahwa alat cenderung menghasilkan nilai IMT sedikit lebih besar daripada perhitungan manual, sedangkan intercept negatif menandakan adanya selisih tetap pada hasil pengukuran. Dengan membandingkan hasil pengukuran sistem dengan perhitungan manual diperoleh nilai simpangan relatif (error), dimana nilai error terkecil dan error terbesar masing-masing sebesar 0,45% dan 4,05% dan error rata-rata sebesar 2,58 %. Perbedaan ini dapat disebabkan oleh akumulasi deviasi kecil dari pengukuran tinggi badan maupun berat badan yang digunakan dalam perhitungan IMT. Namun demikian, dengan kesalahan rata-rata hanya sekitar 2,58%, sistem terbukti mampu menghitung IMT secara akurat. Hasil ini menegaskan bahwa integrasi sensor berat dan tinggi dengan Arduino Uno dapat menghasilkan perangkat praktis untuk memantau status gizi dengan tingkat akurasi yang baik.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian terhadap responden, prototipe alat pengukur Indeks Massa Tubuh (IMT) berbasis mikrokontroler Arduino menunjukkan kinerja yang cukup baik. Pengukuran tinggi badan menggunakan sensor ToF VL53L1X memiliki rata-rata kesalahan sekitar 0,49%, dengan nilai deviasi yang masih dalam batas wajar. Pengukuran berat badan menggunakan sensor load cell + HX711 menghasilkan rata-rata kesalahan 2,90%, dengan kecenderungan sistem membaca nilai sedikit lebih tinggi dibanding timbangan manual. Perhitungan IMT secara otomatis oleh sistem juga memiliki tingkat akurasi yang tinggi, dengan rata-rata kesalahan 2,58% dibandingkan perhitungan manual. Nilai koefisien determinasi (R^2) pada ketiga pengujian berkisar antara 0,989–0,998, yang menunjukkan hubungan yang sangat kuat antara hasil sistem dengan metode manual. Dengan demikian, prototipe ini dapat dikatakan berhasil dirancang dan berfungsi dengan baik sebagai alat bantu pemantauan Indeks Massa Tubuh.



4.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, diperlukan penyempurnaan kalibrasi sensor agar hasil pengukuran semakin presisi, khususnya pada sensor load cell yang cenderung menghasilkan deviasi lebih tinggi pada bobot tertentu. Selain itu, sistem dapat ditingkatkan dengan penambahan fitur penyimpanan data sehingga hasil pengukuran dapat direkam dan ditinjau ulang oleh tenaga kesehatan maupun pengguna. Integrasi dengan aplikasi smartphone melalui koneksi Bluetooth atau Wi-Fi juga disarankan agar hasil pengukuran dapat langsung diakses, disimpan secara digital, atau dikirimkan ke tenaga medis. Dengan perbaikan dan pengembangan lanjutan, alat ini berpotensi menjadi perangkat pemantauan gizi yang lebih komprehensif, tidak hanya untuk penelitian dan edukasi, tetapi juga untuk pemanfaatan di fasilitas kesehatan maupun penggunaan mandiri di rumah.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization, "Obesity and overweight," Geneva: WHO. Accessed: Jun. 23, 2025. [Online]. Available: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- [2] Md. M. Hasan, M. L. Hossain, Md. J. H. Junayer, and N. Alam, "An IoT-Based Calculator for Body Mass Index Determination," in *2024 IEEE International Conference on Signal Processing, Information, Communication and Systems (SPICSCON)*, IEEE, Nov. 2024, pp. 1–4. doi: 10.1109/SPICSCON64195.2024.10941347.
- [3] A. Sulistyono and R. Resmiaini, "Edukasi Indeks Massa Tubuh Melalui Pengukuran Berat Dan Tinggi Badan Berbasis Aplikasi Appsheets," *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*, vol. 5, no. 2, pp. 2285–2292, May 2024, doi: 10.55338/jpkmn.v5i2.3223.
- [4] A. Apriansyah, A. Fauzi, and S. Faisal, "Penerapan Fuzzy Logic Untuk Menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) Berbasis Internet of Things (IoT)," *JURNAL MEDIA INFORMATIKA BUDIDARMA*, vol. 7, no. 1, p. 292, Jan. 2023, doi: 10.30865/mib.v7i1.5470.
- [5] R. Agusli, R. Tullah, and N. Karisma, "Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Berbasis Arduino Uno," *Academic Journal of Computer Science Research*, vol. 3, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.38101/ajcsr.v3i1.328.
- [6] I. Ilham, R. Yulianto, A. Amiruddin, and A. Iskandar, "Sistem Pengukur Berat Badan Dan Tinggi Badan Dengan Pencatatan Otomatis Berbasis Internet Of Things," *JNSTA ADPRTISI JOURNAL*, vol. 2, no. 2, pp. 24–32, Jul. 2022, doi: 10.62728/jnsta.v2i2.342.
- [7] R. P. N. Ifa, "OPTIMASI POSISI SENSOR LOAD CELL HALF-BRIDGE SEBAGAI PARAMETER PENGUKURAN BERAT BADAN PADA SISTEM ANTROPOMETRI BALITA," 2024. doi: 10.21009/03.1201.FA19.
- [8] F. Y. Saputra, M. S. Al Amin, and . P., "Alat Pengukur Tinggi Badan, Berat Badan, Dan Suhu Badan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik, Load Cell, Dan Inframerah Mlx90614," *Jurnal Tekno*, vol. 19, no. 1, pp. 60–67, Apr. 2022, doi: 10.33557/jtekn.v19i1.1638.
- [9] F. Ruciyanti and B. Sumanto, "Design and Development of a Body Fat Percentage Measurement System Using the Bioelectrical Impedance Analysis (BIA) Foot-to-Foot Method," *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, pp. 208–215, Aug. 2024, doi: 10.23917/emitor.v24i2.4017.
- [10] M. S. Abidin, A. Adami, D. K. Sutiari, and R. U. Kasih, "Laser Distance Based Digital Weight and Height Measurement System with Thermal Printer Output," *Sebatik*, vol. 28, no. 2, Dec. 2024, doi: 10.46984/sebatik.v28i2.2490.
- [11] X. Sui *et al.*, "Exploration of the total-body PET/CT reconstruction protocol with ultra-low 18F-FDG activity over a wide range of patient body mass indices," *EJNMMI Phys*, vol. 9, no. 1, p. 17, Dec. 2022, doi: 10.1186/s40658-022-00445-3.
- [12] W. Nualtim, T. Atphakdi, and A. Khambun, "Development of a Body Mass Index Machine and Program Recording User Information," *Advanced Science Journal*, vol. 22, no. 1, Jun. 2022.
- [13] R. Matheoud, N. Al-Maymani, A. Oldani, G. M. Sacchetti, M. Brambilla, and A. Carriero, "The role of activity, scan duration and patient's body mass index in the optimization of FDG imaging protocols on a TOF-PET/CT scanner," *EJNMMI Phys*, vol. 8, no. 1, p. 35, Dec. 2021, doi: 10.1186/s40658-021-00380-9.

