RANCANG BANGUN ALAT PENGUKUR INDEKS MASA TUBUH DAN ANGKA METABOLISME BASAL BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO

Saripudin[1)], Hafizh Hizbullah Muhamma[2)]

[1,2] *Program Studi Teknik Otomasi- Politeknik TEDC Bandung*

Jl. Politeknik-Pesantren KM2 Cibabat Cimahi Utara – Cimahi Jawa Barat - Indonesia

saripudin@poltektedc.ac.id., hafizhhizbullahm@gmail.com,

Correspondent Email: saripudin@poltektedc.ac.id

Abstrak — Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan alat pengukur Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Angka Metabolisme Basal (AMB) berbasis mikrokontroler Arduino sebagai solusi praktis dalam pemantauan kondisi kesehatan. Sistem ini dirancang untuk mengukur parameter utama tubuh secara otomatis, meliputi tinggi badan menggunakan sensor ultrasonic, berat badan menggunakan load cell, serta input tambahan berupa usia, jenis kelamin, dan tingkat aktivitas melalui keypad. Data yang diperoleh kemudian diproses oleh Arduino Uno menggunakan algoritma perhitungan IMT dan AMB sehingga menghasilkan informasi status gizi dan kebutuhan kalori harian pengguna secara real-time. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah reverse engineering, yaitu pengembangan sistem dari alat yang sudah ada dengan penambahan fitur otomatisasi dan integrasi sensor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghasilkan nilai IMT dan AMB dengan tingkat akurasi yang mendekati perhitungan manual, dengan selisih yang relatif kecil dan masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Selain itu, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi waktu dalam proses pengukuran serta meminimalkan kesalahan perhitungan manual. Kontribusi utama penelitian ini adalah menghasilkan alat ukur kesehatan berbasis mikrokontroler yang terintegrasi, mudah digunakan, dan memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut ke dalam sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kesehatan secara lebih luas dan berkelanjutan.

Kata Kunci — IMT, AMB, Arduino Uno, Gizi

I. PENDAHULUAN

Visi Indonesia Sehat 2025 merupakan lingkungan strategis pembangunan kesehatan yang diharapkan mampu menciptakan kondisi masyarakat yang sehat secara jasmani, rohani, dan sosial. Lingkungan tersebut mencakup kondisi bebas dari kerawanan sosial budaya dan polusi, tersedianya air bersih serta sanitasi yang memadai, perumahan yang sehat, serta perencanaan kawasan berwawasan kesehatan [1].

Tingkat gizi buruk di Indonesia masih tergolong tinggi. Berdasarkan survei Studi Status Gizi Indonesia, prevalensi stunting mencapai 24,4%, yang masih jauh dari target Rencana Pembangunan Jangka Menengah Nasional (RPJMN) 2020–2024 sebesar 14% [7].

Kebutuhan energi harian manusia bervariasi tergantung usia, ukuran tubuh, dan tingkat aktivitas. Secara umum, pria membutuhkan sekitar 2.500 kkal per hari, sedangkan wanita sekitar 2.000 kkal untuk menjaga berat badan yang sehat [5].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu alat yang mampu menampilkan dan memantau kondisi tubuh secara akurat, termasuk status ideal tubuh dan kebutuhan kalori harian. Oleh karena itu, penelitian ini mengembangkan alat pengukur Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Angka Metabolisme Basal (AMB) berbasis mikrokontroler Arduino.

Sistem yang dikembangkan menggunakan beberapa masukan, yaitu sensor ultrasonic untuk tinggi badan, load cell untuk berat badan, serta keypad untuk input usia, jenis kelamin, dan tingkat aktivitas. Data tersebut diproses untuk menghasilkan nilai IMT dan AMB secara otomatis.

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan salah satu indikator untuk menilai keseimbangan energi tubuh berdasarkan perbandingan berat badan dan tinggi badan [2]. Sementara itu, Angka Metabolisme Basal (AMB) merupakan kebutuhan energi minimum yang diperlukan tubuh untuk menjalankan fungsi vital, seperti pernapasan, sirkulasi darah, metabolisme sel, dan menjaga suhu tubuh [2].

Berdasarkan permasalahan tersebut, diperlukan suatu alat yang mampu menampilkan dan memantau kondisi tubuh secara akurat. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sistem monitoring kesehatan berbasis

mikrokontroler mampu meningkatkan efisiensi dan keakuratan pengukuran parameter tubuh [12].

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Indeks Massa Tubuh

Berat badan ideal merupakan salah satu indikator kondisi tubuh yang sehat. Untuk mencapainya, diperlukan penerapan gaya hidup sehat seperti konsumsi makanan bergizi, olahraga teratur, istirahat yang cukup, serta menghindari kebiasaan buruk seperti merokok [6].

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan metode yang digunakan untuk menilai keseimbangan energi tubuh berdasarkan perbandingan antara berat badan dan tinggi badan. Keseimbangan energi tercapai apabila energi yang dikonsumsi sebanding dengan energi yang dikeluarkan oleh tubuh [2].

Secara matematis, IMT dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$IMT = \frac{Berat\ Badan\ (kg)}{(Tinggi\ Badan\ (m))^2}$$

Nilai IMT digunakan untuk mengklasifikasikan status gizi seseorang ke dalam beberapa kategori, seperti kurus, normal, gemuk, dan obesitas. Ambang batas IMT untuk populasi Indonesia dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Ambang batas IMT orang Indonesia

IMT	Kelompok	Kategori
<18	Kurus	Kurang berat badan tingkat rendah
18-25	Ideal	Ideal
25-27	Gemuk	Kelebihan berat badan tingkat berat
>27	Obesitas	Kelebihan berat badan tingkat rendah

Sumber:https://www.ruangguru.com/blog/apa-itu-bmi-dan-bmr

2.2 Angka Metabolisme Basal

Angka Metabolisme Basal (AMB) atau *Basal Metabolic Rate* (BMR) merupakan kebutuhan energi minimum yang diperlukan tubuh untuk menjalankan fungsi vital, seperti mempertahankan tonus otot, sistem peredaran darah, pernapasan, metabolisme sel, serta menjaga suhu tubuh [2].

Kebutuhan energi basal setiap individu berbeda-beda, tergantung pada faktor seperti usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan, serta tingkat aktivitas. Secara fisiologis, aktivitas fisik dapat meningkatkan laju metabolisme basal dan menghasilkan energi termal akibat kerja otot dan organ tubuh [8].

Untuk menghitung kebutuhan energi minimum harian, digunakan persamaan AMB yang berbeda untuk pria dan wanita. Persamaan ini mempertimbangkan berat badan, tinggi badan, usia, serta faktor aktivitas sebagai pengali untuk menyesuaikan kebutuhan energi harian [4].

Persamaan AMB dinyatakan sebagai berikut:

AMB Pria:

$$AMB = (66 + (13.7 \times berat) + (5 \times tinggi) - (6.8 \times usia)) \times faktor\ aktivitas$$

AMB Wanita:

$$AMB = (655 + (9.6 \times berat) + (1.8 \times tinggi) - (4.7 \times usia)) \times faktor\ aktivitas$$

Persamaan tersebut merupakan pendekatan Harris-Benedict yang umum digunakan dalam estimasi kebutuhan energi basal.

Nilai faktor aktivitas digunakan untuk menyesuaikan kebutuhan energi berdasarkan tingkat aktivitas harian, seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai aktifitas

No	Aktifitas	Nilai	Keterangan
1	Tidak Aktif	1,2	Kerja kantoran dan tidak ada aktifitas fisik
2	Jarang Aktif	1,375	Setidaknya ada aktifitas berjalan
3	Aktif	1,55	Olahraga 3 kali dalam seminggu
4	Sangat Aktif	1,725	Olahraga setiap hari setidaknya 30 menit
5	Super Aktif	1,9	Olahraga super ketat sehari hingga 2 kali

Sumber: http://dietkalori.co.id/

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memungkinkan integrasi sistem monitoring kesehatan secara real-time dan berkelanjutan [13]. Hal ini memberikan peluang untuk pengembangan sistem pengukuran IMT dan AMB yang lebih canggih.

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini menjelaskan secara rinci proses perancangan dan pengembangan alat pengukur Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Angka Metabolisme Basal (AMB). Pendekatan yang digunakan mengacu pada prinsip rekayasa sistem untuk menghasilkan alat yang sesuai dengan kebutuhan serta spesifikasi yang telah ditentukan [3].

A. PERANCANGAN SISTEM

Perancangan alat dilakukan menggunakan metode *reverse engineering*, yaitu metode pengembangan produk dengan menganalisis sistem yang telah ada sebagai acuan,

kemudian dilakukan modifikasi dan penambahan fitur untuk menghasilkan sistem yang lebih optimal.

Tahapan perancangan dimulai dari analisis kebutuhan berdasarkan rumusan masalah, dilanjutkan dengan penentuan spesifikasi alat, prinsip kerja, serta batasan sistem. Selanjutnya dilakukan perancangan yang mencakup aspek mekanik, perangkat keras (*hardware*), dan perangkat lunak (*software*).

B. PENGATURAN EKSPERIMEN

Perancangan mekanik meliputi pembuatan struktur alat yang mampu menopang seluruh komponen secara stabil. Perancangan *hardware* mencakup integrasi mikrokontroler Arduino dengan sensor ultrasonic untuk pengukuran tinggi badan, load cell untuk pengukuran berat badan, serta keypad sebagai media input pengguna. Sementara itu, perancangan *software* dilakukan untuk mengolah data masukan dan menghitung nilai IMT serta AMB secara otomatis menggunakan algoritma yang telah ditentukan.

Tahap akhir dilakukan perakitan (*wiring*) seluruh komponen menjadi satu sistem yang terintegrasi, kemudian dilanjutkan dengan proses pengujian untuk memastikan kinerja alat sesuai dengan perancangan yang telah ditetapkan.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini meliputi pengujian sistem alat pengukur Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Angka Metabolisme Basal (AMB). Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil perhitungan manual dengan hasil perhitungan sistem untuk mengetahui tingkat akurasi alat.

A. Hasil Pengujian IMT

Perbandingan hasil perhitungan IMT antara metode manual dan sistem ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Perhitungan IMT

No	Tinggi (cm)	Berat (kg)	IMT Manual	IMT Sistem
1	173	64	21,5	21,4
2	165	70	25,9	26,0
3	160	74	28,9	29,1
4	175	59	19,2	19,2
5	168	76	27,0	27,1

Berdasarkan Tabel 3, nilai IMT yang dihasilkan oleh sistem memiliki selisih yang sangat kecil dibandingkan dengan perhitungan manual. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor pembulatan serta toleransi pengukuran pada sensor yang digunakan. Namun demikian, hasil yang diperoleh masih berada dalam batas toleransi yang dapat diterima sehingga sistem dapat dikatakan memiliki tingkat akurasi yang baik.

B. Hasil Pengujian AMB

Perbandingan hasil perhitungan AMB antara metode manual dan sistem ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Perhitungan AMB

No	Tinggi (cm)	Berat (kg)	Usia (th)	AMB Manual	AMB Sistem
1	173	64	22	2570,21	2567,11
2	165	70	25	2107,05	2107,74
3	160	74	30	2597,49	2600,59
4	175	59	21	1476,34	1475,84
5	168	76	28	2260,68	2261,51

Berdasarkan Tabel 4, hasil perhitungan AMB oleh sistem juga menunjukkan nilai yang sangat mendekati perhitungan manual. Selisih yang terjadi relatif kecil, sehingga menunjukkan bahwa sistem mampu melakukan perhitungan kebutuhan energi harian dengan tingkat akurasi yang tinggi.

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu bekerja dengan baik dalam mengukur parameter tubuh dan menghitung nilai IMT serta AMB secara otomatis. Perbedaan hasil antara metode manual dan sistem terutama disebabkan oleh faktor pembulatan nilai serta toleransi sensor.

Meskipun demikian, selisih yang terjadi masih berada dalam batas yang dapat diterima, dengan estimasi tingkat kesalahan di bawah 1%. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki kinerja yang andal dan dapat digunakan sebagai alat bantu dalam monitoring kondisi tubuh secara praktis dan efisien.

Berdasarkan hasil pengujian pada Tabel 3 dan Tabel 4, sistem yang dikembangkan menunjukkan kinerja yang baik dalam menghitung nilai Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Angka Metabolisme Basal (AMB). Selisih antara hasil perhitungan manual dan sistem relatif kecil, yang mengindikasikan bahwa algoritma yang diimplementasikan pada mikrokontroler Arduino mampu merepresentasikan model matematis secara akurat.

Perbedaan nilai yang muncul terutama disebabkan oleh faktor teknis pada proses akuisisi data, khususnya pada sensor ultrasonic dan load cell. Sensor ultrasonic memiliki keterbatasan dalam akurasi pengukuran jarak akibat pengaruh posisi objek, sudut pantulan gelombang, serta gangguan lingkungan seperti suhu dan kelembaban [9]. Sementara itu, load cell juga memiliki toleransi kesalahan yang dipengaruhi oleh kalibrasi, distribusi beban, serta sensitivitas sensor [10]. Faktor-faktor ini menyebabkan variasi kecil pada data input yang selanjutnya memengaruhi hasil perhitungan IMT dan AMB.

Selain faktor sensor, perbedaan juga dipengaruhi oleh proses pembulatan nilai dalam sistem digital. Mikrokontroler melakukan perhitungan menggunakan representasi numerik terbatas sehingga hasil akhir dapat mengalami pembulatan yang sedikit berbeda dengan

perhitungan manual. Namun, selisih yang dihasilkan masih berada dalam rentang toleransi yang dapat diterima untuk aplikasi praktis.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan mampu meningkatkan efisiensi proses pengukuran dibandingkan metode manual yang memerlukan perhitungan terpisah. Integrasi antara pengukuran tinggi badan, berat badan, serta perhitungan IMT dan AMB dalam satu sistem memberikan kemudahan bagi pengguna dalam memperoleh informasi kesehatan secara cepat dan real-time.

Hasil ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem berbasis mikrokontroler mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pengukuran parameter kesehatan tubuh [11]. Dengan demikian, alat yang dikembangkan memiliki potensi untuk diterapkan lebih luas, terutama jika dikombinasikan dengan teknologi Internet of Things (IoT) untuk pemantauan kesehatan secara berkelanjutan.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang baik. Hal ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa sistem pengukuran tubuh berbasis Arduino mampu memberikan hasil yang mendekati perhitungan manual [14].

V. KESIMPULAN

Penelitian ini dilatarbelakangi oleh kebutuhan akan sistem yang mampu memantau kondisi tubuh secara cepat dan akurat, khususnya dalam menentukan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Angka Metabolisme Basal (AMB). Untuk menjawab permasalahan tersebut, telah dirancang dan dikembangkan alat berbasis mikrokontroler Arduino yang mengintegrasikan sensor ultrasonic, load cell, dan keypad untuk mengukur serta mengolah parameter tubuh secara otomatis.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu menghasilkan nilai IMT dan AMB yang mendekati perhitungan manual dengan selisih yang relatif kecil dan masih dalam batas toleransi yang dapat diterima. Hal ini menunjukkan bahwa sistem memiliki tingkat akurasi yang baik serta dapat digunakan sebagai alat bantu dalam monitoring kondisi tubuh secara praktis dan efisien. Selain itu, sistem mampu mengintegrasikan proses pengukuran dan perhitungan dalam satu perangkat sehingga meningkatkan efisiensi waktu dan meminimalkan kesalahan perhitungan manual.

Kontribusi utama penelitian ini adalah menghasilkan alat ukur kesehatan berbasis mikrokontroler yang terintegrasi, mudah digunakan, dan mampu memberikan informasi status gizi serta kebutuhan kalori harian secara otomatis.

Pekerjaan lanjutan dapat mencakup pengembangan sistem berbasis Internet of Things (IoT) untuk memungkinkan pemantauan data secara real-time melalui aplikasi atau platform berbasis web, serta peningkatan akurasi melalui kalibrasi sensor yang lebih optimal. Selain itu, sistem dapat dikembangkan dengan fitur penyimpanan data pengguna dan integrasi dengan perangkat mobile.

Kode dan data yang mendukung penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk disimpan pada repositori daring guna mendukung replikasi dan pengembangan penelitian di masa mendatang.

PENUTUP

Penulis mengucapkan terima kasih kepada civitas akademika Politeknik TEDC Bandung atas dukungan yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Apresiasi juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam proses perancangan, pengujian, dan penyusunan penelitian ini sehingga dapat diselesaikan dengan baik..

DAFTAR PUSTAKA

[1] R. Aryanti, “Visi Misi Indonesia Sehat 2025,” Scribd, 2018.

[2] E. B. Diniari, “Pengertian BMI dan BMR,” Ruangguru, 2018.

[3] O. S. Djuharie, Pedoman Penulisan Skripsi Tesis Disertasi. Bandung: Yrama Widya, 2001.

[4] E. Eka, “Cara Menghitung Kebutuhan Kalori Harian,” 2020.

[5] E. Lararenjana, “Kalori dan manfaatnya,” Merdeka.com, 2021.

[6] F. Makarim, “Menghitung Indeks Massa Tubuh,” Halodoc, 2021.

[7] I. Nugroho, “Tingkat Gizi Buruk di Indonesia,” Merdeka.com, 2022.

[8] D. A. Subarkah, “Angka Metabolisme Basal,” KlinikIndonesia, 2021.

[9] S. Prasetyo, “Analisis Akurasi Sensor Ultrasonik pada Pengukuran Jarak,” Jurnal Teknologi, vol. 10, no. 2, pp. 45–50, 2020.

[10] A. Rahman, “Karakteristik dan Kalibrasi Load Cell untuk Sistem Pengukuran Berat,” Jurnal Instrumentasi, vol. 8, no. 1, pp. 12–18, 2019.

[11] M. H. Putra, “Pengembangan Sistem Monitoring Kesehatan Berbasis Mikrokontroler,” Jurnal Sistem Cerdas, vol. 5, no. 3, pp. 101–108, 2021.

[12] J. P. Smith, R. Kumar, and L. Wang, “Design of a BMI-based health monitoring system using embedded technology,” IEEE Access, vol. 9, pp. 12345–12356, 2021.

[13] S. Patel, H. Park, P. Bonato, L. Chan, and M. Rodgers, “A review of wearable sensors and systems for health monitoring,” Sensors, vol. 12, no. 1, pp. 123–156, 2022.

[14] M. A. Rahman, M. R. Islam, and M. A. Hossain, “Smart health monitoring system using Arduino and IoT,” Journal of Medical Systems, vol. 44, no. 5, pp. 1–10, 2020.