

RANCANG BANGUN PENGHITUNG INDEKS MASSA TUBUH ELEKTRONIK BERBASIS MIKROKONTROLER DAN ANDROID

Hidayat¹⁾, dan Oktavia Fajarianti²⁾

^{1, 2)}Program Studi Teknik Komputer, Universitas Komputer Indonesia
Jalan Dipati Ukur No. 102 -116 Bandung 40132
e-mail: hidayat@email.unikom.ac.id¹⁾, ofajarianti@gmail.com²⁾

ABSTRAK

Informasi indeks massa tubuh (IMT) seseorang sangatlah penting karena IMT dapat dijadikan salah satu indikator untuk mengetahui tingkat kesehatan. Perhitungan IMT dengan jumlah yang banyak dan dilakukan secara manual membutuhkan waktu yang lama. Oleh karena itu, system penghitung IMT yang dapat dilakukan secara elektronik dan dicatat dalam sistem secara cepat. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimental yang terdiri dari perancangan perangkat keras, perancangan aplikasi android dan perancangan mekanik alat ukur. Selanjutnya, komponen utama yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor *load cell* dilengkapi modul HX711, sensor ultrasonic modul HC-SR04, modul Bluetooth HC-06, dan mikrokontroler Arduino R3. Selain itu, hasil pengukuran dan perhitungan IMT akan ditampilkan pada aplikasi Android dan dapat disimpan ke Google Sheet. Sebagai kesimpulan, hasil perancangan menunjukkan bahwa perangkat yang dibangun dapat menghitung IMT secara elektronik dengan mengambil data pengukuran secara langsung dari sensor berat dan sensor tinggi badan. Selain itu, hasil pengukuran dan penghitungan IMT dapat disimpan ke Google Sheet.

Kata Kunci: IMT, android, google sheet, indeks massa tubuh, mikrokontroler arduino.

ABSTRACT

Information on body mass index (BMI) of a person is very important because BMI can be used as an indicator to determine the level of health. Calculation of a person's BMI in large amounts and conducted manually requires a long time. Therefore, the BMI calculation system can be executed electronically and recorded by the system immediately. The method used in this study is an experimental method that consists of hardware design, Android application design, and mechanical design. Furthermore, the main components used in this study are load cell sensors equipped with HX711 modules, ultrasonic sensors HC-SR04 modules, HC-06 Bluetooth modules, and Arduino R3 microcontroller. Moreover, measurement and calculation results will be displayed on the Android application and can be saved to a Google Sheet. In conclusion, the design results show that the device built can calculate BMI electronically by taking measurement data directly from weight sensors and height sensors. Additionally, the results of measurements and calculation of BMI can be saved to Google Sheet.

Keywords: BMI, android, arduino microcontroller, body mass index, google sheet.

I. PENDAHULUAN

BODY Mass Index (BMI) atau disebut juga Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan salah satu metrik yang saat ini digunakan untuk mendefinisikan karakteristik tinggi/berat antropometrik pada orang dewasa dan juga untuk mengklasifikasikannya kedalam kelompok kriteria massa tubuh[1]. IMT menjadi suatu metrik yang penting untuk mengetahui kondisi kesehatan melalui kondisi badan seseorang. Bahkan beberapa peneliti melakukan studi untuk mengetahui ada atau tidaknya kaitan kondisi IMT dengan penyakit yang diderita oleh pasien. Sebagai contoh, dalam penelitian [2]–[4] mengaitkan nilai IMT dengan penyakit diabetes melitus. Selain itu, ada juga dua buah penelitian di Arab Saudi dalam [5], [6] yang menduga bahwa IMT yang tinggi memiliki kaitan erat dengan kesehatan gigi pasien. Selain itu, beberapa peneliti seperti [2], [4], [7], [8] membahas kaitan nilai

IMT dengan kadar gula darah seseorang khususnya pada penyakit Diabetes Mellitus. Oleh karena itu, pengetahuan nilai IMT menjadi penting karena dapat berkaitan dengan tingkat kesehatannya.

IMT yang ideal atau kondisi baik akan diperoleh jika tubuh mendapatkan nutrisi yang cukup. Melalui IMT, seseorang dapat mengetahui kondisi gizinya apakah kurang atau baik[9]. Pada umumnya, untuk IMT dapat diketahui secara manual melalui pengukuran tinggi badan dan berat badan kemudian hasil pengukuran tersebut dijadikan nilai pada variable dalam persamaan IMT. Namun, seiring perkembangan teknologi-perhitungan IMT dapat dilakukan melalui aplikasi elektronik dan computer melalui penelitian yang dilakukan[10]–[13].

II. METODE DAN BAHAN

A. Metoda IMT

IMT menjadi salah satu alat yang dapat menunjukkan apakah seseorang kekurangan berat badan atau memiliki berat badan yang sehat, kelebihan berat badan atau obesitas. Jika nilai IMT berada di luar kisaran sehat, maka risiko kesehatan mereka dapat meningkat secara signifikan. IMT diperoleh melalui penggabungan berat badan dengan tinggi badan seseorang. Hasil pengukuran IMT dapat memberikan gambaran tentang apakah seseorang memiliki berat badan yang tepat untuk tinggi badannya atau tidak. IMT tidak mengukur lemak tubuh secara langsung, dan juga tidak memperhitungkan usia, jenis kelamin, etnis, atau massa otot pada orang dewasa. Namun, IMT menggunakan kategori status berat badan standar yang dapat membantu dokter untuk melacak status berat badan di seluruh populasi dan mengidentifikasi masalah potensial pada individu. Nilai IMT diperoleh melalui penghitungan berat badan dalam kg dan tinggi badan dalam meter sesuai pada persamaan 1. Persamaan ini hanya untuk digunakan pada usia di atas 15 tahun, sehingga perhitungan dengan persamaan 1 tidak dapat digunakan pada seseorang dengan usia di bawah 14.

$$\text{IMT} = \text{Berat Badan} / (\text{Tinggi Badan})^2 \quad (1)$$

Selanjutnya, untuk melihat kondisi badan idealnya dapat dilihat pada klasifikasi IMT yang dikeluarkan oleh *World Health Organization* (WHO) yang ditunjukkan oleh Tabel 1.

| Klasifikasi | Nilai IMT (kg/cm ²) |
|--------------------|---------------------------------|
| Berat Badan Kurang | < 18,4 |
| Berat Badan Ideal | 18.5 – 24,9 |
| Berat Badan Lebih | 25 – 29,9 |
| Gemuk | 30 – 39,9 |
| Sangat Gemuk | > 40 |

Pada tabel 1 dapat diketahui bahwa seseorang akan dikategorikan dalam keadaan obesitas ketika memiliki nilai IMT di atas 40. Selain itu, seseorang akan dikelompokkan pada kondisi kekurangan berat badan ketika memiliki nilai IMT di bawah 18,4.

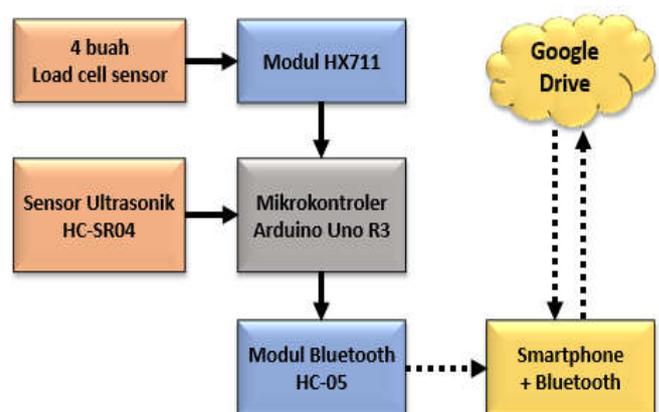
B. Partisipan

Pada penelitian ini, hasil rancangan diujicobakan pada 18 partisipan yang merupakan mahasiswa dari Universitas Komputer Indonesia. Partisipan yang terlibat merupakan kategori orang dewasa dengan usia antara 18 sampai dengan 26 tahun. Partisipan terdiri dari 16 orang laki-laki dan 2 orang perempuan.

C. Perancangan Perangkat Keras

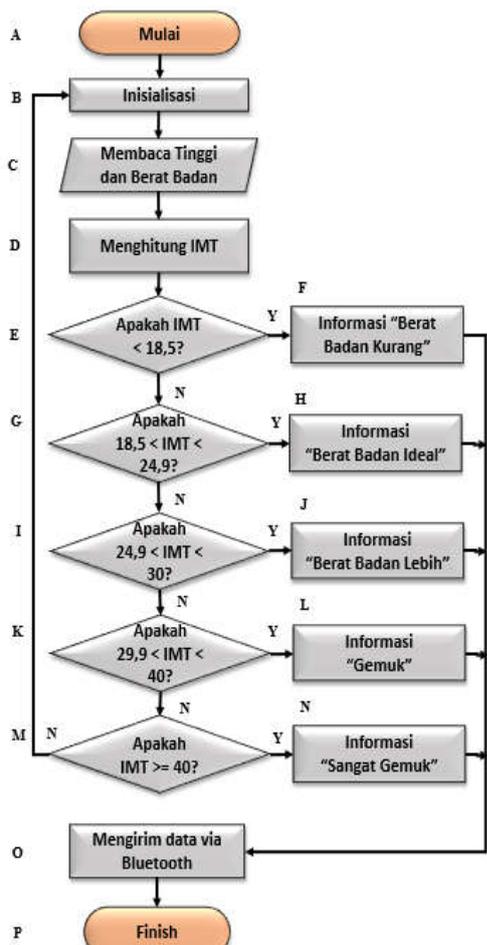
Perancangan terdiri dari perancangan perangkat keras, perangkat lunak dan mekanik. Pada perancangan perangkat keras digunakan beberapa komponen yang akan mendukung pengukuran IMT secara otomatis, yaitu sensor ultrasonik HC-SR04, sensor *load cell*, mikrokontroler Arduino dan *Bluetooth* HC-05. Pada perancangan perangkat lunak dilakukan perancangan alur program pada mikrokontroler Arduino dengan menggunakan *Arduino Software IDE* dan alur program pada aplikasi Android dengan menggunakan *App Inventor*. Dan pada perancangan mekanik digunakan bahan-bahan mekanik seperti tiang dan juga alas untuk menunjang proses pengukuran tinggi dan berat badan dengan baik.

Komponen-komponen yang digunakan pada perangkat keras memiliki fungsi masing-masing. Sensor ultrasonik HC-SR04 sangat berguna untuk mendeteksi jarak dari sensor tersebut terhadap benda. Salah satu aplikasi ultrasonik adalah untuk mendeteksi jarak sensor terhadap kendaraan atau benda di depannya [14], [15]. Beberapa penelitian yang memanfaatkan sensor ultrasonik sebagai pengukur tinggi badan [11], [12], [16]–[19]. Selanjutnya, sensor *load cell* dilengkapi dengan modul HX711 digunakan untuk mengukur berat badan. Beberapa studi memanfaatkan sensor ini dalam fungsi yang sama [11], [18]–[20]. Komponen utama yang digunakan sebagai pengolah data dari sensor adalah Mikrokontroler Arduino R3, seperti halnya yang dilakukan pada peneliti lainnya [16], [20]. Komponen berikutnya adalah *Bluetooth* HC-06. Komponen ini digunakan untuk mengirimkan data hasil pengukuran dari mikrokontroler Arduino ke aplikasi Android agar dapat ditampilkan pada layar aplikasi bergerak. Hubungan komponen-komponen tersebut ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok sistem secara lengkap

Adapun diagram alir program yang dilakukan pada mikrokontroler arduino R3 ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram alir program pada mikrokontroler

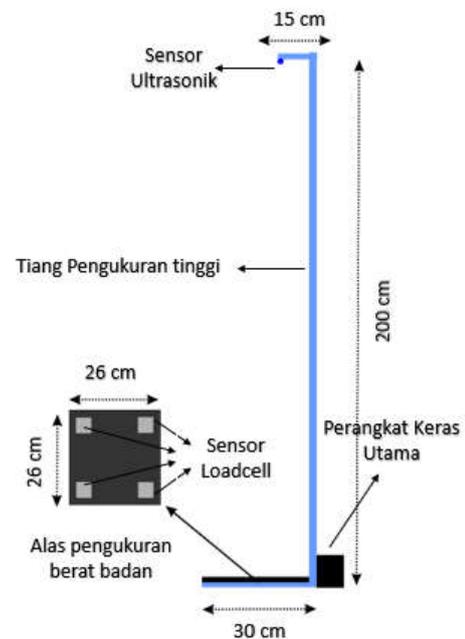
Penjelasan alur program pada Gambar 2 adalah sebagai berikut: (A) pada saat perangkat mulai dinyalakan maka program akan dimulai; (B) Selanjutnya, program mulai melakukan inisialisasi pada variabel-variabel yang digunakan; (C) Kemudian program mulai membaca data tinggi badan dan berat badan dari sensor; (D) Pada tahap ini, hasil pembacaan sensor tersebut akan digunakan untuk menghitung IMT; (E) selanjutnya, dilakukan pemeriksaan apakah nilai IMT di bawah 18,5; (F) jika ya, maka informasi yang didapat adalah Berat Badan Kurang; (G) jika tidak, maka dilakukan pemeriksaan kembali apakah nilai IMT berada di antara 18,5 dan 24,9; (H) jika ya, maka informasi yang didapat adalah Berat Badan Ideal; (I) jika tidak, maka dilakukan pemeriksaan kembali apakah nilai IMT berada di antara 25 dan 29,9; (J) jika ya, maka informasi yang didapat adalah Berat Badan Lebih; (K) jika tidak, maka dilakukan pemeriksaan kembali apakah nilai IMT berada di antara 30 dan 39,9; (L) jika ya, maka informasi yang didapat adalah Gemuk; (M) jika tidak, maka dilakukan pemeriksaan kembali apakah nilai IMT berada di atas 39,9; (N) Jika ya, maka informasi yang didapat adalah Sangat Gemuk; (O) selanjutnya, informasi tinggi badan, berat badan, nilai IMT dan Keterangan IMT dikirimkan melalui Bluetooth ke aplikasi Android; (P) Terakhir, program selesai.

D. Perancangan Aplikasi Android

Aplikasi Android pada system ini dibangun menggunakan program aplikasi *App Inventor*. Aplikasi android yang dirancang dilengkapi dengan menu untuk menghubungkan aplikasi android dengan perangkat utama melalui Bluetooth. Selain itu, aplikasi android dilengkapi pengisian data nama identitas dan usia orang yang akan dilakukan pengukuran dan penghitungan IMT agar setiap hasil pengukuran memiliki identitas. Setelah aplikasi terkoneksi dengan perangkat utama, maka hasil pengukuran tinggi badan dan berat badan oleh sensor dapat ditampilkan pada tampilan aplikasi android disertai dengan keterangan kondisi badan. Kemudian, hasil pengukuran tersebut dapat dikirimkan secara online ke *Google Sheet* melalui tombol penyimpanan. Sebagai tambahan, aplikasi android dapat menampilkan hasil pengukuran dan penghitungan IMT yang telah dilakukan sebelumnya.

E. Perancangan Mekanik

Pada perancangan mekanik digunakan sebuah tiang untuk menempatkan sensor ultrasonik HC-SR04 setinggi 200 cm. Ukuran tinggi tersebut merupakan nilai-tinggi maksimal yang dapat diukur oleh perangkat dirancang karena pada umumnya tinggi badan orang Indonesia rata-rata di bawah 200 cm. Selain itu, pada bagian bawah disediakan dudukan atau alas untuk pengukuran berat badan dengan memanfaatkan sensor *load cell*. Rancangan mekanik diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Perancangan mekanik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian pada perangkat dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan pada kerja dari perangkat tersebut. Pengujian dilakukan dengan melibatkan 18 partisipan-

dengan rentang usia antara 16 hingga 26 tahun. Semua partisipan merupakan mahasiswa program Teknik Komputer pada Universitas Komputer Indonesia. Proses pengukuran dilakukan secara dua tahap. Tahap-pertama, setiap partisipan akan melakukan pengukuran tinggi dan berat badan secara manual menggunakan meteran standar dan timbangan digital standar telah tersedia secara umum. Selanjutnya, dilakukan penghitungan nilai IMT secara manual. Adapun tahap kedua, setiap partisipan melakukan pengukuran tinggi badan dan berat badan melalui perangkat yang telah dibuat. Nilai berat badan dan tinggi badan diperoleh secara otomatis melalui sensor pada perangkat yang telah dibuat. Kemudian, proses penghitungan nilai IMT dilakukan secara otomatis oleh system berdasarkan nilai-tinggi badan dan berat badan yang telah terbaca oleh perangkat tersebut. Hasil pengujian setiap pengukuran dan penghitungan IMT diperlihatkan pada Tabel 2 dan Tabel 3. Tampilan hasil pengujian pada aplikasi android diperlihatkan pada Gambar 4.

Tabel 2. Hasil Pengujian Tinggi Badan

| Partisipan | Usia (Tahun) | Tinggi | Tinggi | Selisih |
|------------|-----------------|-------------------------|-------------------------|---------|
| | | Badan (cm) manual | Badan (cm) sistem | |
| Oktavia | 22 | 153 | 152 | -1 |
| Yasmin | 21 | 164 | 164 | 0 |
| Rio | 21 | 167 | 168 | 1 |
| Firman | 20 | 170 | 171 | 1 |
| Imron | 21 | 174 | 174 | 0 |
| Aldi | 21 | 165 | 166 | 1 |
| Acep | 21 | 167 | 167 | 0 |
| Andre | 23 | 170 | 170 | 0 |
| Rizzywan | 24 | 183 | 183 | 0 |
| Tosin | 21 | 167 | 168 | 1 |
| Faris | 21 | 164 | 165 | 1 |
| Adit | 26 | 173 | 174 | 1 |
| Yudi | 21 | 163 | 164 | 1 |
| Rafi | 22 | 170 | 170 | 0 |
| Dandi | 17 | 175 | 175 | 0 |
| Ihsan | 16 | 179 | 179 | 0 |

Hasil pengujian yang diperlihatkan pada Tabel 2 menunjukkan 8 partisipan memiliki selisih 1 cm pada pengukuran tinggi badan yang dengan secara manual dengan pengukuran yang dilakukan secara otomatis sedangkan 10 partisipan lainnya menghasilkan hasil-pengukuran tinggi badan yang sesuai. Rata-rata kesalahan pada pengukuran tinggi badan adalah 0,22%

Tabel 3. Hasil Pengujian Berat Badan

| Partisipan | Usia (Tahun) | Berat | Berat | selisih |
|------------|-----------------|-------|-------|---------|
| | | Badan | Badan | |

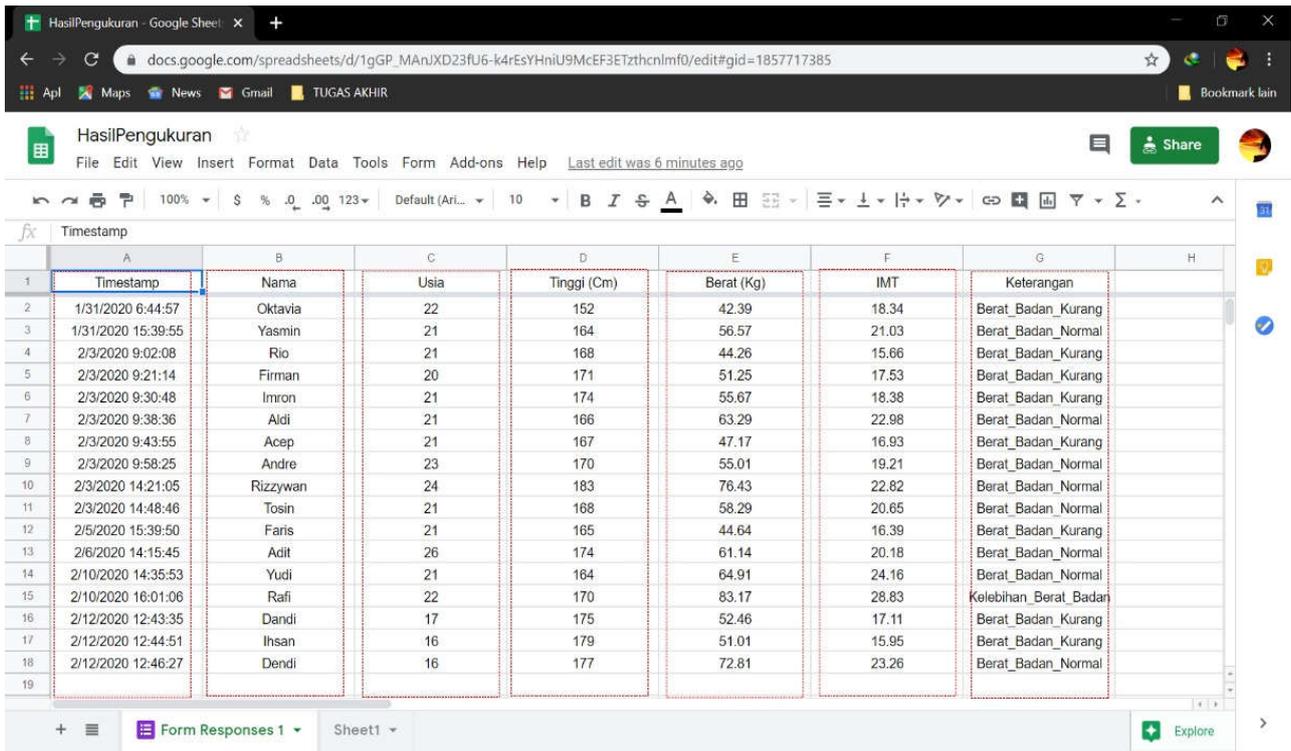
| | | (kg) | (kg) | |
|----------|----|--------|--------|--------------|
| | | manual | sistem | |
| Oktavia | 22 | 42,21 | 42,39 | 0,18 |
| Yasmin | 21 | 56,26 | 56,57 | 0,31 |
| Rio | 21 | 44,30 | 44,26 | -0,04 |
| Firman | 20 | 51,35 | 51,25 | -0,10 |
| Imron | 21 | 55,60 | 55,67 | 0,07 |
| Aldi | 21 | 63,45 | 63,29 | -0,16 |
| Acep | 21 | 47,25 | 47,17 | -0,08 |
| Andre | 23 | 55,40 | 55,01 | -0,39 |
| Rizzywan | 24 | 76,50 | 76,43 | -0,07 |
| Tosin | 21 | 58,40 | 58,29 | -0,11 |
| Faris | 21 | 44,48 | 44,64 | 0,16 |
| Adit | 26 | 61,10 | 61,14 | 0,04 |
| Yudi | 21 | 64,15 | 64,91 | 0,76 |
| Rafi | 22 | 83,75 | 83,17 | -0,58 |
| Dandi | 17 | 52,20 | 52,46 | 0,26 |
| Ihsan | 16 | 50,80 | 51,01 | 0,21 |

Sementara itu, hasil pengukuran berat badan pada Tabel 3 mendekati nilai pengukuran manual, hanya dua orang memiliki selisih di atas 0,5 kg, yaitu 0,58 kg dan 0,76 kg. Rata-rata kesalahan pada pengukuran berat badan adalah 0,05%.



Gambar 4. Tampilan aplikasi Android

Perbedaan hasil pengukuran tersebut mempengaruhi nilai IMT pada masing-masing partisipan baik pada penghitungan IMT secara manual maupun penghitungan oleh sistem. Hasil perbandingan IMT yang diambil dari data manual dan otomatis ditampilkan pada Tabel 4.



Gambar 6. Tampilan data hasil pengujian pada *Google Sheet*

Tabel 4. Perbandingan IMT Manual dan Otomatis

| Partisipan | IMT data manual | IMT data sistem | Selisih | Keterangan IMT |
|------------|-----------------|-----------------|---------|-----------------------|
| Oktavia | 18,03 | 18,34 | 0,31 | Berat_Badan_Kurang |
| Yasmin | 20,92 | 21,03 | 0,11 | Berat_Badan_Normal |
| Rio | 15,88 | 15,66 | -0,22 | Berat_Badan_Kurang |
| Firman | 17,77 | 17,53 | -0,24 | Berat_Badan_Kurang |
| Imron | 18,36 | 18,38 | 0,02 | Berat_Badan_Kurang |
| Aldi | 23,31 | 22,98 | -0,33 | Berat_Badan_Normal |
| Acep | 16,94 | 16,93 | -0,01 | Berat_Badan_Kurang |
| Andre | 19,17 | 19,21 | 0,04 | Berat_Badan_Normal |
| Rizzywan | 22,84 | 22,82 | -0,02 | Berat_Badan_Normal |
| Tosin | 20,94 | 20,65 | -0,29 | Berat_Badan_Normal |
| Faris | 16,54 | 16,39 | -0,15 | Berat_Badan_Kurang |
| Adit | 20,41 | 20,18 | -0,23 | Berat_Badan_Normal |
| Yudi | 24,14 | 24,16 | 0,02 | Berat_Badan_Normal |
| Rafi | 28,98 | 28,83 | -0,15 | Kelebihan_Berat_Badan |
| Dandi | 17,04 | 17,11 | 0,07 | Berat_Badan_Kurang |
| Ihsan | 15,85 | 15,95 | 0,10 | Berat_Badan_Kurang |

Hasil penghitungan IMT menunjukkan bahwa selisih tertinggi adalah 0,33. Namun, selisih tersebut tidak menghasilkan kesimpulan kondisi badan ideal partisipan. Delapan mahasiswa atau 50% dari total partisipan memiliki kondisi tubuh yang ideal. Salah satu partisipan memiliki kondisi kelebihan berat badan. Hasil pengukuran masing-masing partisipan dapat ditampilkan pada aplikasi Android seperti yang diperlihatkan pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan daftar hasil pengukuran IMT dan contoh tampilan informasi hasil pengukuran IMT

Selain itu, fitur lain pada sistem ini adalah setiap hasil pengukuran dan penghitungan dapat disimpan ke *Google Sheet*. Tampilan hasil data yang tersimpan di *Google spreadsheet* diperlihatkan pada Gambar 6.

IV. KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pengujian perangkat penghitung IMT secara elektronik dapat disimpulkan telah berfungsi dengan baik. Hal ini didasarkan pada hasil pengujian perangkat dengan melakukan pengukuran dan penghitungan IMT secara langsung

oleh sistem pada 16 partisipan. Hasil pengujian penghitungan IMT secara manual maupun secara otomatis menghasilkan nilai klasifikasi yang sama. Selain itu, penyimpanan data hasil pengukuran dan penghitungan dapat disimpan pada *Google Sheet* sehingga data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui perkembangan nilai IMT seseorang jika dilakukan pengukuran secara periodik. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat untuk mengetahui IMT masyarakat pada suatu daerah agar dapat memudahkan pemantauan tingkat kesehatan masyarakat tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Q. Nuttall, "Body mass index: Obesity, BMI, and health: A critical review," *Nutr. Today*, vol. 50, no. 3, pp. 117–128, 2015.
- [2] E. Kurniawaty, S. Syukur, Yanswirasti, and E. Yerizel, "Relationship of Body Mass Index (BMI) and Insulin Resistance on Patients Diabetes Mellitus Type-2 in Lampung," *Am. Sci. Res. J. Eng. Technol. Sci.*, vol. 50, no. 1, pp. 98–103, 2018.
- [3] H. E. Bays, R. H. Chapman, and S. Grandy, "The relationship of body mass index to diabetes mellitus, hypertension and dyslipidaemia: Comparison of data from two national surveys," *Int. J. Clin. Pract.*, vol. 61, no. 5, pp. 737–747, 2007.
- [4] N. Agrawal, M. K. Agrawal, T. Kumari, and S. Kumar, "Correlation between Body Mass Index and Blood Glucose Levels in Jharkhand Population," *Int. J. Contemp. Med. Res. ISSN*, vol. 4, no. 8, p. 1633, 2017.
- [5] A. A. Ashour, S. Basha, E. T. Enan, A. Basalem, and A. Al Qahatani, "Association between obesity/overweight and dental caries in psychiatric patients," *Ann. Saudi Med.*, vol. 39, no. 3, pp. 178–184, 2019.
- [6] A. A. Hamasha, A. A. Alsolaihim, H. A. Alturki, L. A. Alaskar, R.A. Alshunaiber, and W. T. Aldebasi, "The relationship between body mass index and oral health status among saudi adults: a cross-sectional study," *Community Dent. Health*, vol. 36, no. 1, pp. 9–14, 2019.
- [7] M. Adnan, T. Mulyati, and J. T. Isworo, "Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) Dengan Kadar Gula Darah Penderita Diabetes Mellitus (DM) Tipe 2 Rawat Jalan Di RS Tugurejo Semarang," *J. Gizi*, vol. 2, no. April, pp. 18–25, 2013.
- [8] A. P. Astiti and M. P. Dwipayana, "Hubungan indeks massa tubuh (IMT) dengan kadar gula darah puasa pada siswa sekolah menengah atas (SMA) Negeri di wilayah Denpasar Utara," *E-Jurnl Med. Udayana*, vol. 7, no. 3, pp. 95–98, 2018.
- [9] B. Rohimah, Sugiarto, A. Probandari1, and B. Wiboworini, "Perbedaan Kekuatan Genggam Berdasarkan Status Gizi pada Pasien DM Tipe 2," *Indones. J. Hum. Nutr.*, vol. 3, no. 1, pp. 9–19, 2016.
- [10] J. C. J. Hutabarat, "Perancangan Aplikasi Menentukan Berat Badan Ideal dengan Menggunakan Algoritma K-Means Clustering," *J. Ris. Komput.*, vol. 3, no. 5, pp. 339–345, 2016.
- [11] M. Situmorang, "Penentuan Indeks Massa Tubuh (IMT) melalui Pengukuran Berat dan Tinggi Badan Berbasis Mikrokontroler AT89S51 dan PC," *J. Teor. dan Apl. Fis.*, vol. 03, no. 02, pp. 102–110, 2015.
- [12] M. Kusriyanto and A. Saputra, "Rancang Bangun Timbangan Digital Terintegrasi Informasi Bmi Dengan Keluaran Suara Berbasis Arduino Mega 2560," *Teknoin*, vol. 22, no. 4, pp. 269–275, 2016.
- [13] D. V. S. Rao and D. T. M. Krishna, "A Design of Mobile Health for Android Applications," *Am. J. Eng. Res.*, vol. 3, no. 6, pp. 20–29, 2014.
- [14] R. Stiawan, A. Kusumadjati, N. S. Aminah, M. Djamal, and S. Viridi, "An Ultrasonic Sensor System for Vehicle Detection Application," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1204, no. 1, 2019.
- [15] C. N. Yalung and C. M. S. Adolfo, "Analysis of Obstacle Detection Using Ultrasonic Sensor," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 1015–1019, 2017.
- [16] R. S. Akbar, "Pengukur Tinggi Badan Berbasis Arduino," *J. Ilm. Mikrotek*, vol. 1, no. 4, pp. 198–204, 2015.
- [17] B. Ismail, S. Fahad, A. Ali, and A. A. Ayaz, "Microcontroller Based Automated Body Mass Index (BMI) Calculator with LCD Display," in *2nd International Conference on Electrical, Electronics and Civil Engineering (ICEECE)*, 2012, pp. 162–164.
- [18] Shokhibul Kahfi, Achmad Solichan, and Aris Kiswanto, "Alat Ukur Tinggi Dan Massa Badan Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535," *Media Elektr.*, vol. 8, no. 1, pp. 35–45, 2015.

- [19] L. Maulana and D. Yendri, "Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Ideal Berdasarkan Metode Brocha Berbasis Mikrokontroler," *J. Inf. Technol. Comput. Eng.*, vol. 2, no. 02, pp. 76–84, 2018.
- [20] V. Phulphagar, "Arduino Controlled Weight Monitoring With Dashboard Analysis," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. V, no. XI, pp. 1164–1167, 2017.