

Alat Ukur Indeks Massa Tubuh *Portable* berbasis Antropometri Telapak Kaki

HILMAN FAUZI, MUHAMMAD HABLUL BARRI, ARIO SENJAYA, MUHAMMAD ILHAM, RAMDHAN NUGRAHA

Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Indonesia
Email: hilmanfauzitsp@telkomuniversity.ac.id

Received 5 September 2021 | *Revised* 18 Oktober 2021 | *Accepted* 25 Oktober 2021

ABSTRAK

Indeks massa tubuh (IMT) merupakan sebuah nilai untuk menentukan proporsionalitas postur tubuh. Dengan indeks massa tubuh, seseorang dapat mengetahui kondisi tubuhnya tidak hanya mengenai proporsional posturnya, namun juga informasi mengenai resiko penyakit. Dalam menentukan IMT diperlukan data berat badan dan tinggi badan, sehingga dalam pengukurannya perlu dua alat ukur yang menyebabkan pengukuran ini menjadi kurang praktis. Pada penelitian ini diusulkan sebuah timbangan IMT portabel, dimana data tinggi badan diturunkan dari data panjang telapak kaki. Dalam pengukuran panjang telapak kaki, sensor jarak dilengkapi dengan sensor suhu sebagai parameter untuk memudahkan kalibrasi. Dari penelitian ini dihasilkan suatu alat ukur IMT dengan dimensi 500mmx200mmx60mm dengan akurasi sebesar 86,7%. Terdapat pengaruh lain selain panjang telapak kaki untuk mendapatkan prediksi tinggi badan yang lebih akurat, seperti lebar telapak kaki dan panjang kaki.

Kata kunci: *IMT, obesitas, antropometri telapak kaki, sensor jarak, sensor suhu*

ABSTRACT

Body mass index (BMI) is a value to determine the proportionality of body posture. People can find out the condition of his body not only about his proportional posture but also the information about the risk of disease in determining BMI, weight, and height. Conventionally, the BMI can be measured by using two measuring tools, so it becomes less practical. A portable BMI scale is proposed in this study, where height data is derived from foot length data. In the process of measuring the foot length, the proximity sensor is equipped with a temperature sensor as a parameter to facilitate calibration. This research resulted in a BMI measuring instrument with dimensions of 500mmx200mmx60mm with an accuracy of 86.7%. Besides foot length, there are other influences to get a more accurate prediction of height, such as foot width and foot length.

Keywords: *BMI, obesity, foot length anthropometry, proximity sensor, temperature sensor*

1. PENDAHULUAN

Prevalensi obesitas di Indonesia berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) yang dilakukan oleh Kementerian Kesehatan Republik Indonesia terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2007 tercatat penderita obesitas warga negara Indonesia adalah 10,5% dari total seluruh penduduk Indonesia, dan terus bertambah menjadi 21,8% pada tahun 2018 (**Arini & Wijana, 2020**). Data tersebut menunjukkan bahwa pola hidup warga negara Indonesia mengalami penurunan dalam 10 tahun terakhir. Beberapa program telah dilakukan pemerintah untuk menekan angka obesitas dengan berbagai penyuluhan tentang pentingnya pola hidup sehat. Salah satunya yaitu dengan memberikan penyuluhan pentingnya mengetahui Indeks Massa Tubuh (IMT). Hal ini merupakan tindakan awal pencegahan sebelum memberikan dampak yang lebih jauh lagi.

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan salah satu metode yang digunakan untuk penilaian status gizi dengan antropometri yang sederhana (**Alhamda & Sriani, 2015**) (**Nuttall, 2015**). Penentuan angka IMT hanya menggunakan ukuran berat badan dan tinggi badan. IMT juga sangat berpengaruh terhadap kecerdasan remaja (**Matin & Veria, 2013**). Dengan mengetahui IMT, ketebalan lemak abdominal dalam tubuh juga dapat diprediksi (**Nuraini & Murbawani, 2019**). Meskipun perhitungan IMT hanya dapat dilakukan untuk orang dewasa normal berumur lebih dari 18 tahun, metode ini dirasa sangat cukup membantu tenaga medis dalam melakukan diagnosis awal kepada pasien. Batas ambang IMT berdasarkan ketentuan WHO dan FAO adalah 20,1-25,0 untuk laki-laki dan 18,7-23,8 untuk perempuan (**Nuttall, 2015**). Pentingnya pengukuran IMT salah satunya disebutkan oleh Hodimatun Mahiroh yang menyatakan bahwa pasien dengan obesitas memiliki peluang hipertensi 2,4 kali lebih tinggi dibanding pasien pada umumnya (**Mahiroh & Pratama, 2019**). Bahkan dengan mengetahui IMT, dampak sosial atas obesitas bersamaan dengan depresi dapat dikurangi (**Murtane, 2021**). Korelasi antara IMT dengan tekanan darah dan antropometri juga telah dilakukan. Dari penelitian ini didapati bahwa atlet harus menjaga berat badan tubuh dan tekanan darah untuk menjaga agar tubuh tetap sehat dan siap bertanding (**Arini & Wijana, 2020**).

Penelitian mengenai perancangan alat ukur IMT telah banyak dilakukan, beberapa diantaranya dimulai tahun 2016 (**Ali, 2016**), alat ukur IMT berbasis mikrokontroler yang dilengkapi database pada komputer. Pada tahun 2017 Saleh Dwiyatno dari Universitas Serang Raya yang merancang alat ukur IMT dengan *output* terekam pada sistem *database* (**Anwari, 2017**)(**Dwiyatno & Prabowo, 2017**). Di tahun yang sama Muhammad Afdali mendesain alat ukur IMT dengan keluaran berupa suara (**Afdali, 2017**). Hal yang serupa dengan menggunakan metode least square juga pernah dilakukan oleh Anwari (**Anwari, 2017**). Pada tahun 2019 Veria dengan tim (**Veria, 2019**) membuat suatu sistem pengukuran IMT dengan harga murah berbasis arduino. Tahun 2019 dilakukan pembaruan dengan mengubah sensor ultrasonik menjadi sensor inframerah untuk mengukur tinggi badan yang dikhususkan subjek penelitian pada mahasiswa pendidikan jasmani (**Simbolon & Firdausi, 2019**). Pada tahun 2020 dibuat timbangan berat badan dengan dilengkapi pengukur tinggi badan menggunakan motor DC dan sensor ultrasonik (**Fadil & Thamrin, 2020**). Pada tahun 2021 sistem pengukuran IMT dibuat dengan dilengkapi output audio serta rekomendasi apa yang harus dimakan atau yang dihindari (**Jori, 2021**). Timbangan yang diintegrasikan dengan sebuah notifikasi menggunakan SMS untuk menyimpan data pengukuran juga telah dilakukan (**Agusli, 2021**). Sistem ini juga menggunakan sensor ultrasonik yang diletakkan di atas kepala untuk mengukur tinggi badan.

Dari beberapa penelitian perancangan alat ukur IMT tersebut dinilai kurang praktis karena ukurannya yang besar. Hal ini disebabkan karena perlunya mengakomodir fungsi sensor *load*

cell untuk mengukur berat badan dan sensor jarak untuk pengukuran tinggi badan secara langsung. Salah satu metode yang dapat memudahkan dalam memprediksi tinggi badan adalah dengan mengetahui salah satu panjang anggota badan yang lain. Hal ini disebut dengan antropometri. Antropometri secara umum diartikan sebagai ukuran tubuh manusia. Dengan mengetahui antropometri ahli forensik dapat mengetahui perkiraan tinggi badan seseorang tanpa mengukur tingginya (**Kamboj, 2018**). Penggunaan antropometri yang pernah digunakan adalah dengan menggunakan perbandingan tinggi badan seseorang dengan panjang telapak kaki. Pada penelitian Warih Wilianto dan Agus M. Algozi pada tahun 2010 didapatkan hubungan antara panjang telapak kaki dengan tinggi badan untuk populasi Mongoloid dewasa di Indonesia (**Wilianto, 2010**). Penelitian lainnya dilakukan oleh Jinov, Tomuka, James Siwu, dan Johannis F. Mallo pada tahun 2016 (**Tomuka, 2016**) yang menyimpulkan hubungan yang kuat antara panjang telapak kaki dan tinggi badan dengan perbandingan 1:7.

Dengan latar belakang permasalahan tersebut maka perancangan alat ukur IMT dapat dilakukan tanpa harus mengukur tinggi badan secara langsung. Dengan hipotesis awal ini maka dapat dibuat suatu alat ukur yang praktis dan mudah digunakan untuk mengukur IMT menggunakan arduino. Pada jurnal ini tersusun atas latar belakang mengapa diperlukan sistem ini, kemudian didukung dengan metode yang digunakan, dilanjutkan dengan hasil dan ditutup dengan kesimpulan bagaimana sistem alat ukur IMT berbasis Arduino dengan antropometri telapak kaki dapat diimplementasikan.

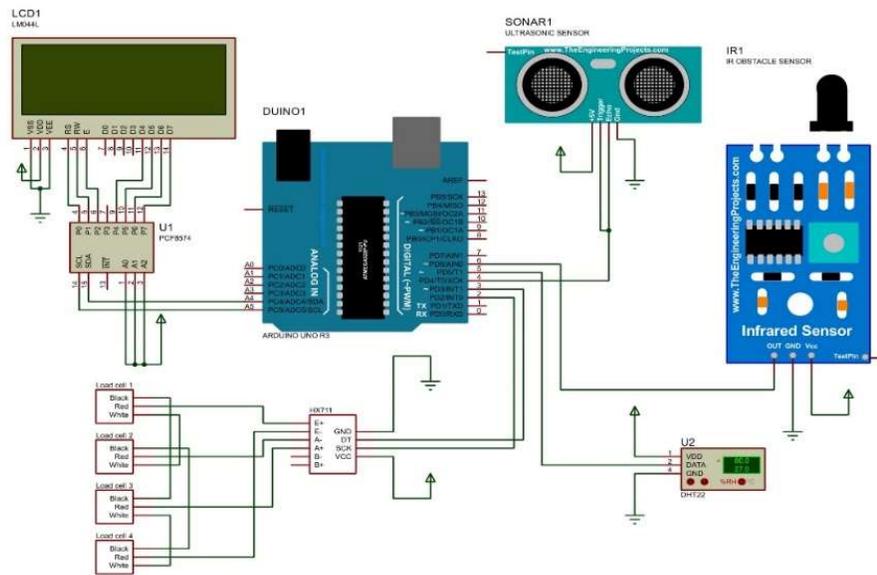
2. METODE PENELITIAN

2.1 Arsitektur Sistem

Arsitektur dari sistem pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Sistem tersusun atas 4 buah tipe sensor yang memiliki peran masing-masing. Sensor inframerah berfungsi mendeteksi apakah ada objek ukur di area ukur yang ditentukan. Load cell 4x50 Kg berfungsi membaca berat objek yang diukur, ultrasonik digunakan untuk mengukur panjang telapak kaki dan DHT22 digunakan untuk menunjukkan parameter temperatur yang digunakan sebagai kalibrator waktu tunda dari sensor ultrasonik yang digunakan.

Sensor-sensor ini memberikan masukan data secara sekuensial ke Arduino uno untuk diolah dan ditentukan IMT-nya. Dalam penentuan IMT, digunakan aturan-aturan dan batasan-batasan yang sudah ditetapkan oleh WHO. Data hasil perhitungan IMT kemudian ditampilkan dalam sebuah tulisan nilai IMT dan kondisi kesehatan objek yang diukur melalui sebuah LCD Alphanumeric 2x16. Sensor-sensor ini diletakkan pada sebuah kotak layaknya timbangan digital yang ada dipasaran. Formula perhitungan konversi nilai panjang telapak kaki dengan tinggi badan (TB) diperoleh dengan perekaman data yang dilakukan pada responden dengan usia 18-30 tahun. Sistem yang dirancang juga tidak diperuntukkan untuk terhubung ke internet agar menjaga *lifetime* baterai.

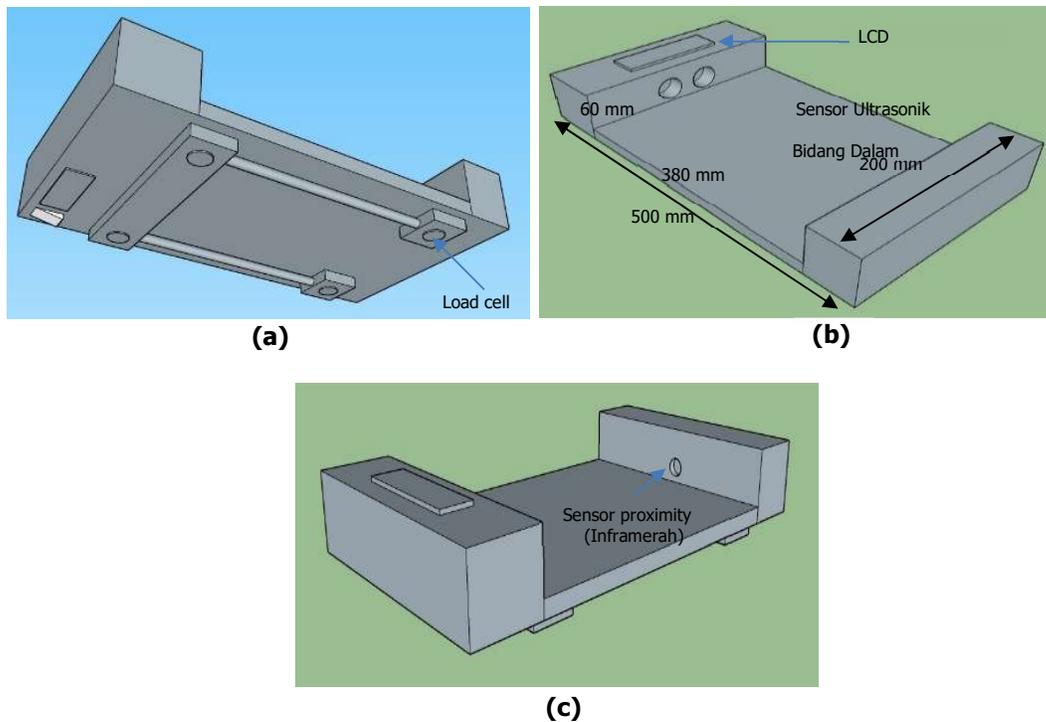
Alat Ukur Indeks Massa Tubuh *Portable* berbasis Antropometri Telapak Kaki



Gambar 1. Arsitektur Sistem IMT Kalkulator

2.2 Desain Perangkat Keras

Desain perangkat keras dapat dilihat pada Gambar 2. Dimensi alat yang dibuat yaitu 500mm x 200mm x 60mm. Ukuran ini mengikuti ukuran panjang telapak kaki pada umumnya orang Indonesia.

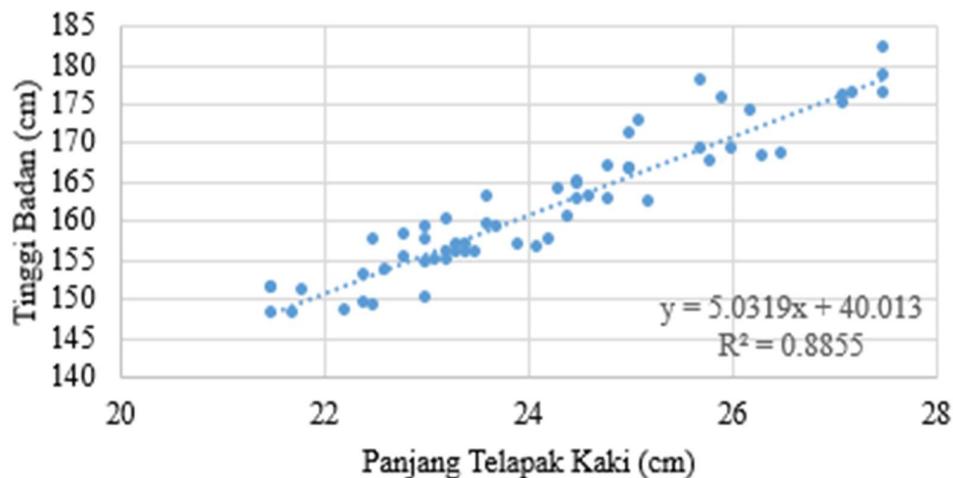


Gambar 2. Desain Perangkat Keras *Portable* IMT Kalkulator (a) Tampak Bawah (b) Tampak Atas Belakang (c) Tampak Atas Kanan

4 buah *loadcell* diletakkan di bawah yang berfungsi membaca berat objek dengan total berat maksimal sebesar 180 kg. Panjang bidang dalam 380mm dengan asumsi rata-rata panjang telapak kaki manusia normal di Indonesia di 250 mm-300mm. Pada bidang dalam terdapat 2 buah sensor, yaitu sensor ultrasonik yang mengarah ke belakang dan sensor inframerah yang mengarah ke depan. Kedua sensor ini diletakkan di tengah dengan alasan mengukur panjang telapak kaki terpanjang dari semua sisi. Pada panel depan, layaknya seperti timbangan digital dilengkapi dengan *alphanumeric LCD* untuk menampilkan hasil pembacaan sensor. Sensor temperatur DHT 22 dan rangkaian elektronik lainnya diletakkan pada panel depan yang berukuran 60 mm x 60 mm untuk membaca temperatur suhu sekitar sebagai parameter kalibrasi pada sensor ultrasonik.

2.3 Perhitungan Antropometri

Untuk memberikan hasil yang akurat terhadap target sasaran yakni antara usia 18-30 tahun, pengambilan data panjang telapak kaki dan tinggi badan dilakukan pada 64 mahasiswa di lingkungan Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom. Tinggi badan objek uji pada rentang usia 19-24 tahun antara 148 hingga 178 cm. Pengukuran panjang telapak kaki dengan menggunakan mistar 30 cm dan pengukuran tinggi badan menggunakan meteran pengukur tinggi badan. Pada tahap ini, pembuktian korelasi TB dan panjang telapak kaki dilakukan untuk menguatkan hasil penelitian sebelumnya sehingga jumlah responden dilakukan secara random dan bersamaan dengan situasi pandemik covid-19. Grafik hasil sebaran data pengukuran dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Korelasi Data Panjang Telapan Kaki dengan Tinggi Badan

Pada Gambar 3 terlihat bahwa sebaran data pengukuran rasio antara panjang telapak kaki dengan tinggi badan cenderung linier, sehingga untuk mendapatkan hubungan antara antropometri telapak kaki dan tinggi badan dapat dilakukan dengan menghitung koefisien korelasi sesuai dengan Persamaan (1)

$$R = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n Y_i}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - (\sum_{i=1}^n X_i)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - (\sum_{i=1}^n Y_i)^2}} \quad (1)$$

dimana R merupakan koefisien korelasi, n merupakan jumlah data, X merupakan data panjang telapak kaki dan Y merupakan data panjang tinggi badan. Dari perhitungan tersebut maka

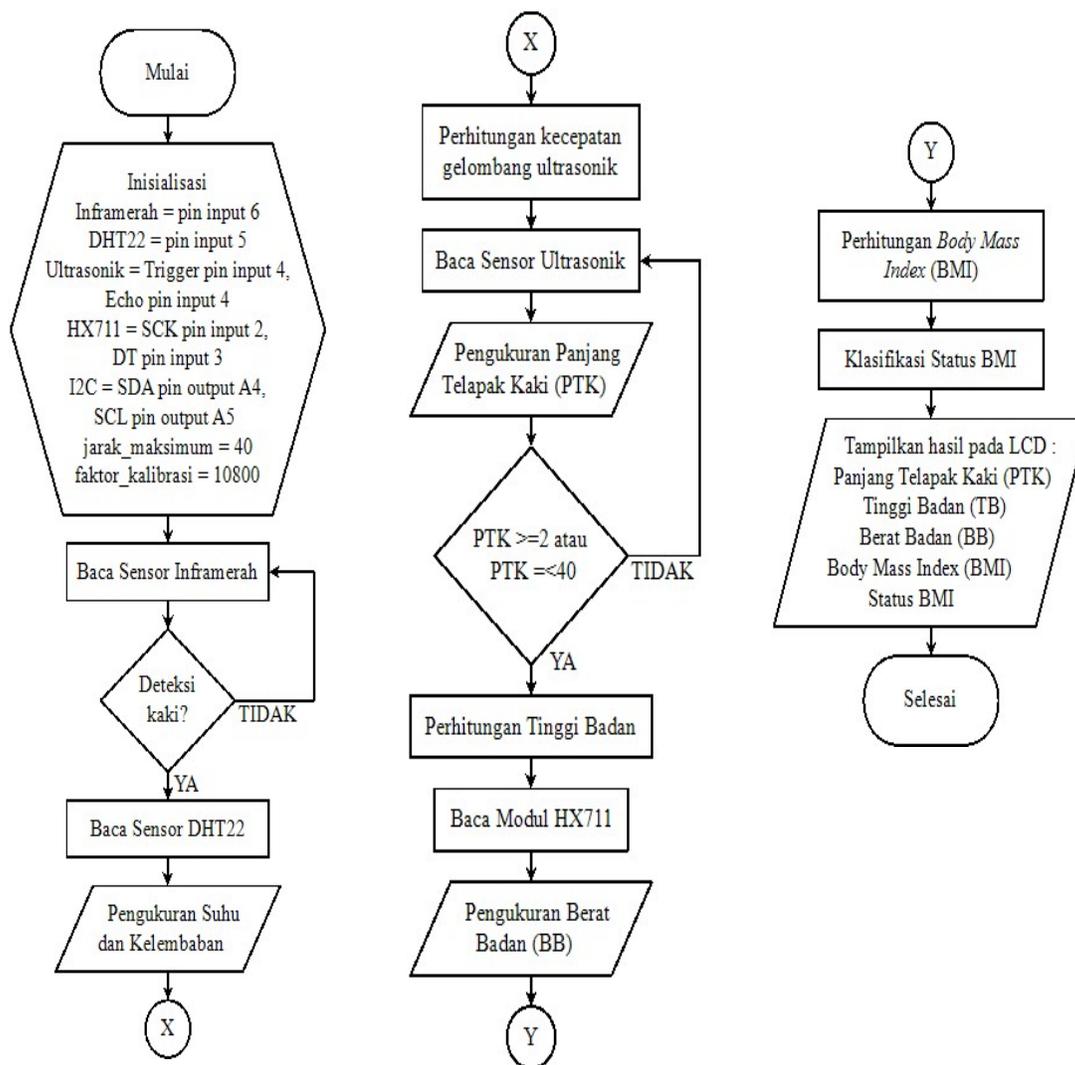
didapatkan korelasi antara antropometri telapak kaki dan tinggi badan responden seperti pada Persamaan (2)

$$TB = (5.0319 \times PTK) + 40.013 \quad (2)$$

dimana TB merupakan tinggi badan dan PTK merupakan panjang telapak kaki.

2.4 Desain Perangkat Lunak

Desain perangkat lunak yang digunakan pada sistem ini dapat dilihat pada Gambar 4. Program diawali dengan inialisasi kondisi masing-masing sensor, kemudian *proximity* sensor membaca apakah ada objek yang berada di atas timbangan atau tidak. Jika terdeteksi terdapat objek di depan sensor maka sensor DHT 22 membaca temperatur suhu sekitar untuk dijadikan parameter kalibrasi pada sensor ultrasonik.



Gambar 4. Diagram Alir Sistem Keseluruhan

Dari data temperatur ini, perhitungan kecepatan gelombang di hitung untuk mendapatkan nilai jarak dari sensor ultrasonik yang akurat. Untuk mendapatkan nilai panjang telapak kaki pada objek dari data sensor dapat menggunakan Persamaan (3)

$$PTK = 38 - s \quad (3)$$

dimana s merupakan jarak yang terbaca oleh ultrasonik dan angka 38 merupakan panjang maksimum bidang dalam alat ukur. Dengan memberikan kriteria bahwa PTK harus berada diantara nilai 2 hingga 40 cm, hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa objek yang diukur adalah telapak kaki. Setelah data PTK didapatkan, selanjutnya sistem melakukan perhitungan sesuai dengan Persamaan 2 untuk mendapatkan tinggi badan (TB). Sensor *loadcell* bekerja untuk mendapatkan nilai berat beban dari objek. Nilai TB dan BB ini yang dijadikan parameter untuk menghitung IMT objek dengan mengacu aturan yang dikeluarkan WHO sesuai pada Persamaan (4).

$$IMT = \frac{BB}{TB^2} \quad (4)$$

Mengikuti standar WHO, nilai IMT ini kemudian diklasifikasikan menjadi tiga kriteria seperti yang tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Nilai IMT

Klasifikasi	IMT (kg/m ²)
Jauh di bawah standar	<17,0
Di bawah standar	17,0-18,4
Standar	18,5-25,0
Di atas standar (obesitas)	25,1-27,0
Jauh di atas standar (obesitas berat)	>27,0

Data hasil klasifikasi ini kemudian ditampilkan pada LCD. Selain data klasifikasi data IMT, LCD juga menampilkan panjang telapak kaki, prediksi tinggi badan, berat badan dan nilai perhitungan IMT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Sistem pengukuran yang dihasilkan

Pada perancangan ini semua perangkat keras diintegrasikan menjadi satu perangkat utuh seperti timbangan berat badan digital pada umumnya. Bahan kotak pengepak terbuat dari akrilik transparan untuk memudahkan dalam membaca tampilan LCD.



Gambar 5. Alat Ukur IMT

Untuk *loadcell* menggunakan desain timbangan berat badan pada umumnya. Panel belakang juga terbuat dari bahan akrilik. Panel belakang berfungsi sebagai parameter pengukuran yaitu dengan cara menempelkan telapak kaki bagian belakang pada panel belakang. Sensor *proximity* akan membaca keberadaan kaki. Jika jarak kaki dengan panel terlalu jauh maka perhitungan atau konversi tidak dapat dilakukan.

3.2 Pengujian Sensor Jarak

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui akurasi dari sensor yang digunakan. Pengukuran dilakukan dengan cara menguji secara acak 15 objek uji. Objek uji berdiri di atas alat kemudian diukur panjang telapak kakinya. Pengukuran juga dilakukan dengan menggunakan mistar. Data hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Perbandingan Pengukuran Panjang Telapak Kaki dengan Mistar dan Sensor Ultrasonik

No	Hasil ukur dengan mistar	Hasil ukur dengan sensor ultrasonik	Kesalahan(%)
1	24,04	25	3,84
2	23,52	24,5	4
3	23,6	23,7	0,422
4	24,92	24,2	1,24
5	24,92	25,9	3,784
6	23,06	23,4	1,453
7	25,08	26	3,538
8	22,62	23,6	4,153
9	21,52	22,5	4,356
10	22,06	23	4,087
11	22,32	23,3	4,206
12	20,58	21,5	4,279
13	20,82	21,8	4,495
14	21,42	22,4	4,375
15	21,52	22,5	4,356
Rata-rata kesalahan			3,56

Dari hasil pengujian didapatkan rata-rata kesalahan sensor dalam mengukur panjang telapak kaki adalah sebesar 3,56%. Kesalahan pembacaan terbesar terjadi pada rentang 21 cm hingga 23 cm, hal ini disebabkan karena panjang telapak kaki yang semakin panjang juga mengakibatkan penapakan kaki pada alat menyisakan jarak pengukuran yang lebih pendek. Selain itu kesalahan pembacaan yang cukup besar ini juga disebabkan karena saat melakukan pengukuran panjang telapak kaki, posisi telapak kaki miring secara normal condong ke kanan dan ke kiri lebih dari posisi pada umumnya (Veria, 2019).

3.1 Pengujian Antropometri

Pada pengujian ini dilakukan perbandingan perhitungan tinggi badan dengan meteran ukur tinggi badan dan tiga metode perhitungan tinggi badan dengan menggunakan rumus persamaan. Metode pertama, tinggi badan dihitung menggunakan persamaan dari penelitian (Wilianto, 2010) dengan perhitungan antropometri ras mongoloid sebagaimana terlihat pada Persamaan (5).

$$TB = 35,2 + 5,24 PTK \pm 2,4 \quad (5)$$

Metode kedua, tinggi badan dihitung dengan menggunakan persamaan dari penelitian (Tomuka, 2016) sebagaimana terlihat pada Persamaan (6).

$$TB = PTK \times 7 \quad (6)$$

Sedangkan metode ketiga adalah rumus persamaan perhitungan tinggi badan yang diformulasikan dalam penelitian ini sebagaimana tertulis di Persamaan (2). TB dan PTK adalah tinggi badan dan panjang telapak kaki. Dalam pengujian ini pengukuran panjang telapak kaki dari ketiga metode menggunakan sensor yang sama yaitu sensor ultrasonik berjenis PING. Objek ukur secara bersamaan diuji dengan 3 metode yang diajukan. Tabel perbandingan ketiga metode dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Perhitungan Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Telapak Kaki dengan Menggunakan 3 Metode

No	Panjang Telapak Kaki (cm)	Tinggi Badan (cm)	Metode 1		Metode 2		Metode 3	
			TB (cm)	Error (%)	TB (cm)	Error (%)	TB (cm)	Error (%)
1	24,04	166,7	161,2	3,3%	168,3	0,9%	161,2	3,3%
2	23,52	164,8	158,4	3,9%	164,6	0,1%	158,5	3,8%
3	23,60	159	158,9	0,1%	165,2	3,9%	158,9	0,0%
4	24,92	157,6	165,8	5,2%	174,4	10,7%	165,6	5,1%
5	24,92	175,5	165,8	5,5%	174,4	0,6%	165,6	5,6%
6	23,06	157	156,0	0,6%	161,4	2,8%	156,2	0,5%
7	25,08	169,2	166,6	1,5%	175,6	3,8%	166,4	1,7%
8	22,62	163	153,7	5,7%	158,3	2,9%	154,0	5,5%
9	21,52	157,5	148,0	6,1%	150,6	4,4%	148,5	5,7%
10	22,06	157,5	150,8	4,3%	154,4	2,0%	151,2	4,0%
11	22,32	156	152,2	2,5%	156,2	0,2%	152,5	2,3%
12	20,58	151,4	143,0	5,5%	144,1	4,8%	143,7	5,1%
13	20,82	151,1	144,3	4,5%	145,7	3,5%	144,9	4,1%
14	21,42	149,5	147,4	1,4%	149,9	0,3%	147,9	1,0%
15	21,52	149,1	148,0	0,8%	150,6	1,0%	148,5	0,4%
Rata-rata error				3,4%		2,8%		3,2%

Dari perbandingan ketiga metode didapatkan bahwa dengan menggunakan metode 2, antropometri yang dihasilkan memiliki rata-rata kesalahan yang paling kecil. Namun dari 15 kali pengujian, pada pengujian ke 4 didapati error yang cukup tinggi yakni 10,7%. Sehingga membuat formula ini kurang baik jika digunakan dalam sistem. Jika dibandingkan antara metode 1 dan metode 3 maka metode 3 lebih baik karena rata-rata kesalahan dapat dikurangi dan maksimum serta kesalahan yang didapat juga lebih rendah dari metode 1. Ini mengindikasikan bahwa metode yang diusulkan pada metode 3 sudah sesuai dengan sasaran uji penelitian sehingga diharapkan mampu menekan nilai kesalahan. Namun masih terdapat beberapa kesalahan yang mungkin dapat disebabkan oleh pengaruh lainnya dalam pengukuran tinggi badan ini yang perlu diketahui lebih lanjut.

3.3 Pengujian Sensor Berat

Untuk mengetahui akurasi pengukuran dari *loadcell*, dilakukan pembacaan langsung *loadcell* pada perangkat. Pengujian ini dilakukan dengan melibatkan 15 responden secara acak. Jumlah responden uji didasarkan pada jumlah minimal pengujian sistem pada umumnya. Pengujian dilakukan dengan menggunakan timbangan pembanding berupa timbangan digital bermerek *digipounds* dengan batas berat maksimum sebesar 180 kg. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Perbandingan Pengukuran Berat Badan Dengan Timbangan dan *Loadcell* pada Sistem Kalkulator IMT *Portable*

No	Hasil ukur dengan timbangan (kg)	Hasil ukur dengan sensor (kg)	Kesalahan(%)
1	57,9	58,08	0,31
2	56,9	57,12	0,38
3	51,4	51,56	0,31
4	66,3	66,42	0,18
5	58	58,24	0,41
6	61	61,24	0,39
7	62	62,24	0,38
8	65	65,24	0,36
9	67,9	68,14	0,35
10	49,5	49,46	0,08
11	48,4	48,32	0,16
12	45,5	45,34	0,35
13	59,3	59,28	0,03
14	50,8	51,12	0,63
15	44,6	44,82	0,49
Rata-rata kesalahan			0,32

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa rata-rata kesalahan yang dihasilkan dari sistem pengukur berat badan sebesar 0,32%. Hal ini mengindikasikan bahwa penggunaan *loadcell* sebagai sensor serta penempatan posisi *loadcell* sudah sesuai untuk mendapatkan hasil pengukuran yang akurat.

3.4 Pengujian Pembacaan Status IMT

Untuk mengetahui hasil perhitungan dari alat dan mengetahui hasil akurasi, perhitungan IMT hasil alat dibandingkan dengan hasil perhitungan secara manual. Perhitungan IMT secara manual ini menggunakan parameter dari hasil pengukuran TB yang didapat dari meteran dan berat badan yang didapat dari timbangan. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Perhitungan IMT pada Alat dan Perhitungan Secara Manual

No	Perhitungan IMT Manual	Hasil IMT pada alat	Kesalahan(%)
1	20,900	22,412	7,233
2	21,032	22,776	8,294
3	20,395	20,455	0,295
4	26,742	25,856	3,311
5	18,909	21,287	12,575
6	24,845	25,149	1,223
7	21,740	22,529	3,626
8	24,555	27,568	12,271
9	27,469	30,983	12,793
10	19,939	21,687	8,770
11	19,855	20,825	4,883
12	19,780	21,997	11,206
13	25,964	28,282	8,925
14	22,872	23,403	2,319
15	20,161	20,379	1,083
Rata-rata kesalahan			6,587%

Dari hasil pengujian didapati kesalahan rata-rata sebesar 6,587%. Ini mengindikasikan bahwa alat sudah sesuai dengan yang diharapkan yakni memberikan akurasi diatas 93%. Kesalahan terbesar pada data ke 5, 8 dan 9. Tiga objek ukur tersebut memiliki profil TB secara berurutan adalah 175 cm, 163 cm dan 157 cm dan memiliki profil berat badan 58 kg, 65kg dan 67,9 kg. Kesalahan pembacaan terjadi karena pada pengujian tersebut terjadi kesalahan prediksi TB yang cukup besar dibanding dengan pengukuran yang lainnya, yakni diatas 5%.

3.5 Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini ditujukan untuk mengetahui pengaruh besarnya kesalahan dalam melakukan perhitungan IMT. Dari pengujian sebelumnya didapati bahwa besarnya kesalahan perhitungan rata-rata sebesar 6,587%. Hasil klasifikasi objek ukur berdasarkan nilai IMT dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Perbandingan Hasil Klasifikasi IMT dengan Perhitungan Manual dan Alat

No	Hasil Klasifikasi		Keterangan
	Perhitungan Manual	Alat	
1	Standar	Standar	Benar
2	Standar	Standar	Benar
3	Standar	Standar	Benar
4	Obesitas/Gemuk	Obesitas/Gemuk	Benar
5	Standar	Standar	Benar
6	Obesitas/Gemuk	Obesitas/Gemuk s	Benar
7	Standar	Standar	Benar
8	Standar	Obesitas/Gemuk	Salah
9	Obesitas/Gemuk	Obesitas/Gemuk	Salah
10	Standar	Standar	Benar
11	Standar	Standar	Benar
12	Standar	Standar	Benar
13	Obesitas/Gemuk	Obesitas/Gemuk	Benar
14	Standar	Standar	Benar
15	Standar	Standar	Benar

Dari Tabel 6 dapat dilihat bahwa batas kesalahan 6% tidak memberikan dampak yang terlalu signifikan terhadap hasil klasifikasi. Hanya saja pada pengukuran 8 dan 9 terjadi ketidaksesuaian perbandingan hasil klasifikasi. Hal ini dikarenakan hasil perhitungan IMT mengalami kesalahan yang cukup besar, yaitu diatas 12%. Dari pengujian ini juga dapat disimpulkan bahwa akurasi alat dalam melakukan klasifikasi status kesehatan berdasarkan IMT sebesar 86,7%. Perhitungan ini sangat dipengaruhi oleh bagaimana alat mengukur Panjang telapak kaki. Kesalahan posisi telapak kaki akan menyebabkan kesalahan pengukuran tinggi badan dengan sangat signifikan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menerapkan arduino dan metode perhitungan antropometri sederhana untuk membantu dalam mengklasifikasikan secara awal status kesehatan manusia melalui parameter IMT. Perhitungan antropometri sederhana cukup untuk menghasilkan prediksi tinggi badan dengan akurasi sebesar 96,44%. Prediksi tinggi badan dari panjang telapak kaki ini dapat diimplementasikan ke sebuah sistem perhitungan IMT dengan akurasi klasifikasi sebesar 86,7%. Prediksi tinggi badan tidak selalu sesuai dengan panjang telapak kaki. Hal ini dapat terjadi dikarenakan faktor lain seperti lebar telapak kaki, panjang kaki dan bentuk kaki

itu sendiri yang memunculkan kemungkinan adanya korelasi dengan tinggi badan. Korelasi ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan perhitungan IMT yang lebih akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- Afdali, M., Daud, M., & Putri, R. (2017). Perancangan Alat Ukur Digital untuk Tinggi dan Berat Badan dengan Output Suara berbasis Arduino UNO. *Jurnal Elkomika*, 5(1), 106–118.
- Agusli, R., Tullah, R., & Karisma, N. (2021). Alat Ukur Tinggi dan Berat Badan Berbasis Arduino Uno. *Academic Journal of Computer Science Research*, 3(1).
- Alhamda, S. & Sriani, Y. (2014). *Buku Ajar Ilmu Kesehatan*. Yogyakarta: Deepublish.
- Ali, I. M., Samsudin, N., Chernenko, A., Meeks, H., Smith, K. R., Baladad, B. M. S., Magsombol, J. v., Roxas, J. N. B., de Castro, E. L., Dolot, J. A., Jori, A., Kashid, A., Chavan, V., Technology, I., & Nuttall, F. Q. (2016). Examining validity of body mass index calculated using height and weight data from the US driver license. *BMC Public Health*, 50(1), 10–17.
- Anwari, S. (2017). Perancangan dan Kalibrasi Timbangan Digital. *Jurnal Elkomika*, 5(November), 106–118.
- Arini, L. A., & Wijana, I. K. (2020). Korelasi Antara Body Mass Index (BMI) Dengan Blood Pressure (BP) Berdasarkan Ukuran Antropometri Pada Atlet. *Jurnal Kesehatan Perintis (Perintis's Health Journal)*, 3(1), 32–40.
- Dwiyatno, S., & Prabowo, I. (2017). Rancang Bangun Alat Ukur Tinggi Badan Digital Menggunakan Sensor Ultrasonik. *Jurnal PROSISKO*, 4(1), 15–20.
- Simbolon, M. E. M. & Firdausi, D. K. A. (2019). Prototipe Alat Ukur Indeks Massa Tubuh Menggunakan Infra Merah. *Multilateral Jurnal Pendidikan Jasmani Dan Olahraga*, 18(2).
- Fadil, M., & Thamrin, T. (2020). Perancangan Alat Ukur Indeks Massa Tubuh (IMT) Digital Berbasis Mikrokontroler. *Voteteknika (Vocational Teknik Elektronika Dan Informatika)*, 8(1), 7.
- Jori, A., Kashid, A., Chavan, V., & Technology, I. (2021). The Review Paper on Body Mass Index (BMI) Calculator of Child Malnutrition System. *Journall of Emerging Technologies and Innovative Research*, 8(6), 836–839.
- Kamboj, K., Khan, I., & Pandey, K. (2018). Original Research Article A study on the correlation between foot length and height of an individual and to derive regression formulae to estimate the height from foot length of an individual. *International Journal of Research in Medical Sciences*, 6(2), 528–532.

- Mahiroh, H., & Pratama, R. A. (2019). The Association of Body Mass Index, Physical Activity and Hypertension in Indonesia. *Jurnal Ners*, 14(1), 16–22.
- Matin, S. S., & Veria, V. A. (2013). BMI Sebagai Salah Satu Faktor yang Berkontribusi Terhadap Prestasi Belajar Remaja. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 12(2), 163–169.
- Murtane, N. M. (2021). Obesitas dan Depresi pada Orang Dewasa. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, 10(1), 88–93.
- Nuraini, A., & Murbawani, E. A. (2019). Hubungan Antara Ketebalan Lemak Abdominal dan Kadar Serum HSCR Pada Remaja. *Journal of Nutrition College*, 8(2), 81–86.
- Nuttall, F. Q. (2015). Body mass index: Obesity, BMI, and Health: A critical review. *Nutrition Today*, 50(3), 117–128.
- Tomuka, J., Siwu, J., & Mallo, J. F. (2016). Hubungan Panjang Telapak Kaki Dengan Tinggi Badan untuk Identifikasi Forensik. *E-CliniC*, 4(1).
- Veria, V. A., Matin, S. S., Mahiroh, H., Astutik, E., Pratama, R. A., Paluta, R. S., Tanudjaja, G. N., Pasiak, T. F., Ewetumo, T., Adedayo, K. D., Lawal, Y. B., Edun, A. T., Orokhe, J. E., Nuraini, A., Murbawani, E. A., Arini, L. A., Wijana, I. K., Alrajeh, N. A., Lloret, J., ... Informatika, T. (2019). Development of an Automatic Body Mass Index Measurement Machine. *Jurnal Visikes*, 5(1), 81.
- Wilianto W, A. A. (2010). Perkiraan Tinggi Badan Berdasarkan Panjang Telapak Kaki Pada Populasi Mongoloid Dewasa di Indonesia. *Kedokteran Forensik Indonesia*, 12(4), 45.