

Klasifikasi *Body Mass Index* Berbasis Estimasi Dimensi Tubuh melalui Pengolahan Citra Digital

DOI: <http://dx.doi.org/10.35889/progresif.v21i2.3049>

Creative Commons License 4.0 (CC BY – NC)



Sita Juliza¹, Yovi Apridiansyah^{2*}

Teknik Informatika, Universitas Muhammadiyah Bengkulu, Bengkulu, Indonesia

*e-mail *Corresponding Author*: yoviapridiansyah@umb.ac.id

Abstract

The issues of impracticality and potential errors in manual height and weight measurements have driven the development of an automated digital image-based system. This study aims to develop a measurement tool using the Canny Edge Detection method in Matlab to classify Body Mass Index (BMI) status (underweight, normal, overweight, obese) without physical contact. Testing was conducted on 40 data samples, yielding an accuracy of 99.99% for height (error 0.37%) and 99.97% for weight (error 1.25%), with a maximum measurement tolerance of ± 2 cm for height and ± 2 kg for weight to enhance system reliability. The classification results of nutritional status based on BMI estimation showed good performance, with a classification agreement rate of 90% of the total 40 test data, indicating that the system is sufficiently reliable and efficient in classifying BMI categories based on antropometri parameter estimates from digital images.

Keywords: *Body Mass Index; Image Processing; Canny Edge Detection; Matlab*

Abstrak

Permasalahan ketidakpraktisan dan potensi kesalahan dalam pengukuran manual tinggi dan berat badan mendorong pengembangan sistem berbasis citra digital secara otomatis. Penelitian ini bertujuan membangun alat bantu pengukuran menggunakan metode *Canny Edge Detection* dalam *Guide Matlab* guna mengklasifikasikan status *Body Mass Index* (kurus, normal, gemuk, obesitas) tanpa kontak fisik. Pengujian dilakukan pada 40 sampel data, menghasilkan akurasi 99,99% untuk tinggi badan (*error* 0,37%) dan 99,97% untuk berat badan (*error* 1,25%), dengan toleransi maksimal pengukuran ± 2 cm untuk tinggi dan ± 2 kg untuk berat guna meningkatkan reliabilitas sistem. Hasil klasifikasi status gizi berdasarkan estimasi BMI menunjukkan performa yang baik, dengan tingkat kecocokan hasil klasifikasi mencapai 90% dari total 40 data uji yang mengindikasikan bahwa sistem cukup andal dan efisien dalam mengklasifikasikan kategori *Body Mass Index* berdasarkan estimasi parameter antropometrik dari citra digital.

Kata kunci: *Body Mass Index; Pengolahan Citra; Edge Detection Canny; Matlab*

1. Pendahuluan

Penyakit obesitas adalah kesehatan yang harus diperhatikan karena berbahaya bagi tubuh. masalah obesitas banyak dialami oleh beberapa golongan masyarakat mulai dari remaja hingga dewasa [1]. Remaja yang obesitas berisiko mengalami kadar gula darah tinggi [2]. *Body Mass Index* (BMI) atau Indeks Massa Tubuh (IMT) adalah pengukuran praktis yang penting untuk mengevaluasi status kesehatan terkait berat badan dan tinggi badan seseorang [3]. Salah satu penerapannya adalah mengukur tinggi dan berat badan tanpa melakukan kontak fisik secara langsung menggunakan dimensi tubuh manusia melalui citra digital, karena tidak setiap orang memiliki alat pengukur tinggi dan timbangan untuk berat badan [4]. Dengan sistem seperti Matlab, citra tubuh dapat dilakukan dengan pengolahan citra untuk menentukan tinggi dan berat badan menggunakan objek manusia [5].

Metode konvensional yang telah digunakan secara luas untuk mengukur tinggi dan berat badan masih dilakukan dengan alat manual seperti timbangan dan pengukuran tinggi badan yang memakan waktu dan tenaga. Selain itu, pengukuran yang dilakukan secara manual sering

terjadinya kesalahan dan tidak praktis untuk layanan kesehatan jarak jauh dalam skala besar [6]. Sebab itu memerlukan metode alternatif yang tepat dan efektif untuk menghitung ukuran dimensi tubuh manusia.

Solusi yang digunakan dalam penelitian ini adalah membuat klasifikasi BMI berbasis pengolahan citra digital menggunakan Matlab. Dalam sistem ini diatur untuk memproses citra tubuh manusia untuk menghitung tinggi dan berat dengan menggunakan analisis citra menggunakan metode *Canny* dan yang akan digunakan untuk menghitung nilai BMI berdasarkan perkiraan tersebut. Beberapa penelitian sebelumnya mendapatkan hasil yang menjanjikan dalam BMI melalui citra, baik dengan metode segmentasi tubuh maupun patch wajah [7]. Dengan memanfaatkan deteksi tepi *Canny* lalu mengkonversi skala dari *pixel* ke satuan *centimeter*. Serta sistem ini diharapkan mampu mendapatkan hasil klasifikasi *Body Mass Index* (BMI) secara akurat dan otomatis.

Penelitian ini bertujuan untuk mengklasifikasikan status BMI seseorang melalui citra digital dengan membangun alat bantu berbasis Matlab. Sistem ini mengkategorikan hasil metode *Canny* dari perhitungan tinggi dan berat badan ke dalam klasifikasi seperti kurus, normal, gemuk, dan obesitas[8]. Dengan adanya sistem ini diharapkan mampu untuk memantau status kesehatan seseorang agar lebih praktis dan tanpa kontak fisik secara langsung apalagi dengan keterbatasan fasilitas.

2. Tinjauan Pustaka

Sejumlah penelitian terdahulu telah melakukan berbagai solusi untuk masalah yang relevan dengan pengembangan sistem *Body Mass Index*. Berikut ini adalah beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan *Body Mass Index*:

Penelitian pertama oleh Sten, peneliti dari STIKOM Uyelindo Kupang melakukan penelitian tentang "Identifikasi Berat Badan Berdasarkan Citra Foto Menggunakan Metode *Body Surface Area*". Membahas pengembangan metode pengukuran berat badan manusia secara digital melalui analisis citra foto, yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi pengukuran tanpa penggunaan timbangan konvensional. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk memanfaatkan citra digital yang diambil dari tampak depan dan samping tubuh untuk menghitung *Body Surface Area* (BSA) sebagai estimasi. Namun kekurangan dari penelitian ini terletak pada ketergantungan terhadap kondisi pencahayaan dan ketepatan pengukuran citra, serta kemungkinan tidak akurat saat diterapkan pada berbagai bentuk tubuh yang berbeda, sehingga metode ini masih memerlukan pengujian lebih luas untuk memastikan konsistensinya di berbagai situasi dan populasi yang berbeda[9].

Penelitian kedua oleh Toni, peneliti dari UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta melakukan penelitian tentang "Rancang Bangun Sistem Pengolahan Citra Digital untuk Menentukan Berat Badan Ideal", yang bertujuan untuk mengembangkan sistem praktis dalam menentukan berat badan ideal melalui pengolahan citra menggunakan Matlab. Sistem ini menunjukkan tingkat akurasi sekitar 75% dan mempunyai deviasi yang relatif kecil, kekurangan utamanya adalah tingkat ketelitian yang masih rendah, terutama dalam pengukuran berat badan yang memiliki deviasi hingga 11.6%, sehingga hasilnya yang didapat kurang akurat untuk digunakan secara medis maupun kebutuhan klinis[10].

Penelitian ketiga oleh Hilman, peneliti dari Universitas Telkom melakukan penelitian tentang "Analisis kalkulasi *Body Mass Index* Dengan pengolahan Citra Digital Berbasis Aplikasi Android", mengembangkan aplikasi android untuk menghitung BMI melalui Pengolahan citra tubuh manusia. Tujuannya adalah menciptakan metode alternatif yang praktis dengan memanfaatkan analisis piksel dan pendekatan rumus silinder elips. Penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti sampel yang terbatas, ketergantungan pada sudut pengambilan gambar, dan kebutuhan cropping manual, yang dapat mempengaruhi akurasi[11].

Penelitian Keempat oleh Laila, peneliti dari Universitas Gunadarma melakukan penelitian tentang "*Body Mass Index* dan *Subjective Well-Being* Pada Remaja Putri", yang meneliti hubungan antara *Body Mass Index* (BMI) dan kebahagiaan subjektif (*subjektif well-being*) pada remaja putri berusia 11-21 tahun di jabodetabek. Penelitian ini bertujuan untuk menguji apakah terdapat korelasi signifikan antara BMI dan *subjective well-being*, dengan menggunakan metode pengukuran BMI konvensional dan skala psikologis. Hasil penelitian ini menunjukkan tidak ada hubungan signifikan, sehingga hipotesis ditolak. Kekurangan penelitian ini meliputi keterbatasan sampel yang homogen (hanya remaja putri), ketergantungan pada laporan diri, serta kurangnya

pertimbangan faktor eksternal seperti tekanan sosial atau budaya lebih luas yang dapat mempengaruhi subjective well-being[12].

Penelitian Kelima oleh Abdullah, peneliti dari Politeknik Negeri Batam melakukan penelitian tentang “*Body Mass Index Measurement System Using Image Processing*”, Penelitian ini bertujuan untuk menciptakan metode otomatis untuk mengestimasi tinggi, berat badan, dan BMI seseorang dengan memanfaatkan analisis piksel dan rumus Broca, sehingga lebih efisien dibandingkan pengukuran manual. Kekurangan dari penelitian ini adalah seperti ketergantungan pada kondisi pengambilan gambar (jarak, warna pakaian, dan latar belakang), tingkat kesalahan rata-rata yang masih signifikan, serta keterbatasan sampel yang hanya melibatkan 30 partisipan yang mungkin mempengaruhi generalisasi hasil[13].

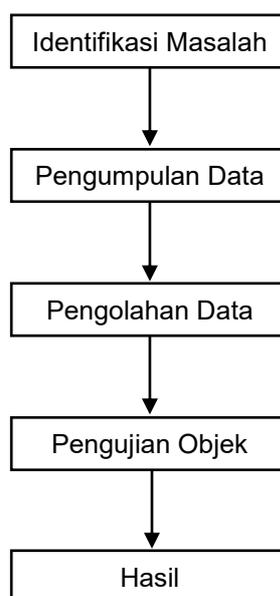
Penelitian keenam oleh Titiok, melakukan penelitian tentang “*Correlation Between Body Mass Index and Intraocular Pressure at Primasatya Husada Citra Hospital*” yang meneliti hubungan antara BMI dan tekanan intraokular (IOP) pada 100 pasien di RS Primasatya Husada Citra Surabaya. Tujuan penelitian ini adalah membuktikan korelasi antara peningkatan BMI dan IOP sebagai faktor risiko glaukoma. Hasilnya menunjukkan korelasi positif signifikan dengan IOP lebih tinggi pada kelompok overweight/obesitas. Kekurangan dari penelitian ini adalah desain *cross-sectional* (tidak bisa membuktikan sebab-akibat), sample kecil, dan penggunaan tonometer non-kontak yang kurang akurat[14].

Penelitian ketujuh oleh Tahta, penelitian dari Universitas Telkom melakukan penelitian tentang “Sistem Deteksi Idealitas Berat Badan secara *Real Time* dengan Menggunakan Metode *Gray Level Co-Occurance Matrix* dan *Body Surface Area*” yang mengembangkan sistem pengolahan citra untuk mengukur idealitas tubuh melalui parameter tinggi, berat badan, dan lingkaran tubuh. Tujuannya adalah menciptakan alat otomatis yang bisa menghitung BMI, berat ideal dan WHR. Hasilnya akurat untuk tinggi/lebar badan tetapi kurang optimal untuk WHR dan bergantung pada kondisi pengambilan gambar[15].

Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pengukuran BMI berbasis citra digital telah dikembangkan dengan berbagai teknik, seperti BSA, analisis piksel, atau rumus Broca, tetapi metode-metode tersebut masih kurang akurat dan bergantung pada kondisi pengambilan gambar. Pembaruan dari penelitian ini dapat menghasilkan klasifikasi BMI yang lebih efisien dan akurat dengan menggunakan deteksi tepi *Canny* dan konversi piksel yang lebih presisi. Jika pengukuran manual tidak memungkinkan, sistem ini dapat menjadi alternatif yang efektif untuk pemantauan kesehatan.

3. Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian bertujuan untuk merancang dan menguji sistem klasifikasi *Body Mass Index* (BMI) melalui pengolahan citra digital. Tahapan alur penelitian seperti gambar dibawah ini:



Gambar 1. Kerangka Penelitian

1) Identifikasi Masalah

Penelitian ini berfokus pada permasalahan akurasi dalam mendeteksi objek manusia dari citra digital sebagai dasar untuk menghitung estimasi tinggi dan berat badan. Proses pengukuran manual sering kali tidak praktis dan rentan terhadap kesalahan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penelitian ini menggunakan metode *Canny Edge Detection* sebagai cara untuk mendeteksi tepi (*edge detection*) pada citra tubuh manusia. Untuk mendeteksi kontur tubuh secara otomatis dan presisi, teknik ini diterapkan pada tahap pengolahan data, yang digambarkan pada gambar kerangka penelitian 1. Hasil deteksi tepi selanjutnya digunakan untuk menghitung perkiraan tinggi dan berat badan, yang akan digunakan sebagai dasar untuk menghitung *Body Mass Index* (BMI).

Fokus penelitian ini adalah pembuatan sistem klasifikasi BMI yang menggunakan citra digital. Sistem ini memiliki kemampuan dalam proses pengukuran tinggi dan berat badan secara lebih cepat, akurat, dan praktis dibandingkan dengan metode konvensional.

2) Pengumpulan Data

Tahapan awal dalam penelitian ini adalah mengumpulkan data yang menampilkan objek manusia secara utuh dalam posisi tegak dari atas kepala sampai kaki (*Full Body*). Kamera ponsel yang digunakan untuk mengambil gambar secara langsung dari objek dengan jarak sekitar 150 cm dengan ketinggian sekitar 70 cm dari lantai, dengan kamera sejajar dengan objek. Penelitian ini menggunakan 40 data citra yang mencakup objek pria dan wanita. Data pendukung berupa tinggi dan berat badan asli diperoleh melalui wawancara langsung dengan masing-masing objek. Perangkat keras utama yang digunakan dalam pengambilan data adalah kamera ponsel.

3) Pengolahan Data

Pada tahap ini, melakukan serangkaian proses pra pengolahan dan ekstraksi fitur citra untuk menyiapkan data sebelum digunakan dalam perhitungan tinggi dan berat badan. Pertama yaitu citra yang telah didapat selanjutnya diolah menggunakan tools Remove BG untuk menghilangkan latar belakang, kemudian diganti dengan latar berwarna putih agar objek utama (tubuh manusia) lebih mudah dikenali oleh sistem. Selanjutnya penyesuaian ukuran gambar yang telah dibersihkan kemudian diubah ke dalam rasio standar 3:4 guna menyeragamkan proporsi dan memudahkan proses deteksi kontur.

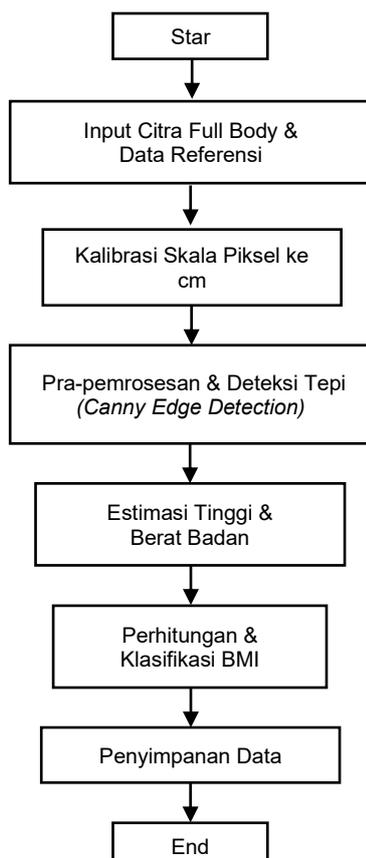
Terakhir yaitu metode *Canny Edge Detection* yang mulai diterapkan untuk mengekstraksi tepi tubuh manusia secara otomatis, tahapan pertama yaitu konversi citra ke *grayscale* untuk menyederhanakan informasi warna dan fokus pada intensitas cahaya, tahap kedua pengurangan noise menggunakan *Gaussian Filter* agar proses deteksi tepi tidak terganggu oleh gangguan visual, Tahap ketiga deteksi tepi dengan algoritma *Canny* yang menghasilkan garis tepi objek utama, tahap terakhir yaitu pasca-pemrosesan dengan metode seperti *imfill* (*filling hile*) dan *bwareaopen* (penghapusan area kecil) agar kontur tubuh yang diperoleh bersih dan representatif. Metode ini diterapkan pada tahap Pengolahan data dan merupakan inti dari sistem pendeteksi tinggi badan secara otomatis. Hasil deteksi tepi selanjutnya digunakan dalam proses estimasi tinggi badan pada tahap berikutnya. Berikut ini data yang digunakan dalam penelitian:



Gambar 2. Data Penelitian

4) Pengujian Objek

Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi BMI berbasis pengolahan citra digital dengan alur kerja sistem sebagai berikut:



Gambar 3. Alur Sistem

Penelitian ini mengembangkan sistem klasifikasi *Body Mass Index* (BMI) berbasis pengolahan citra digital yang semi-otomatis menggunakan Matlab Guide. Sistem ini dirancang untuk melakukan estimasi tinggi dan berat badan dari citra *full-body* manusia secara efisien tanpa alat ukur konvensional. Alur sistem dimulai dengan proses input citra tubuh manusia secara menyeluruh (*full-body*) serta referensi pengukuran berupa tinggi dan berat badan asli yang diinputkan. Referensi ini digunakan untuk mengkalibrasi konversi dari satuan pixel ke centimeter, dengan cara menginput dua titik vertikal dari kepala hingga kaki pada citra untuk menentukan skala tinggi.

Setelah citra dimuat, sistem melakukan pra-pemrosesan berupa konversi ke grayscale, reduksi noise, dan ekstraksi kontur tubuh menggunakan metode *Canny Edge Detection*. Berdasarkan hasil deteksi tepi, sistem mengidentifikasi objek tubuh utama dengan memanfaatkan *bounding box* dari area terbesar. Estimasi tinggi badan dilakukan dengan mengukur tinggi *bounding box* dalam piksel dan mengalikannya dengan nilai skala yang telah diperoleh dari referensi. Sedangkan untuk estimasi berat badan dihitung melalui pendekatan proporsional berdasarkan rasio lebar tubuh pada citra terhadap lebar referensi, dikalibrasikan dengan berat badan asli. Setelah tinggi dan berat diperoleh, sistem menghitung nilai BMI menggunakan rumus standar dan mengklasifikasikannya ke dalam kategori status gizi berdasarkan kriteria WHO yaitu, Kurus, Normal, Gemuk, dan Obesitas [8]. Semua hasil estimasi, perhitungan, dan klasifikasi secara otomatis disimpan dalam file *excel* untuk kebutuhan dokumentasi dan analisis lebih lanjut.

$$BMI = \frac{\text{Berat Badan}}{(\text{Tinggi Badan})^2} \quad (1)$$

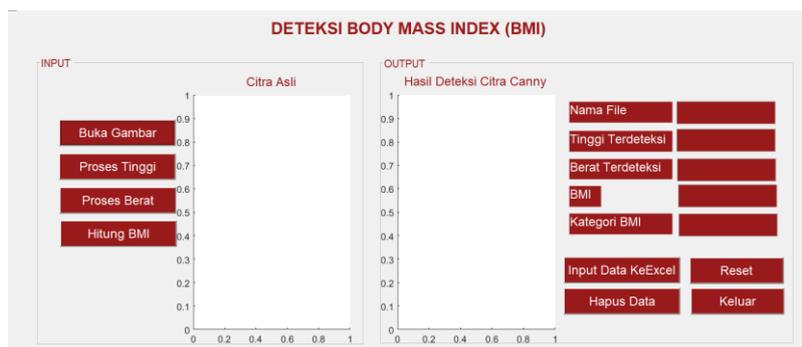
- Berat Badan dalam kilogram (kg)
- Tinggi Badan dalam Meter (m)

Hasil yang ditargetkan dari sistem ini adalah diperolehnya estimasi tinggi dan berat badan yang mendekati nilai sebenarnya dengan selisih kesalahan maksimal ± 2 cm atau ± 2 kg, serta klasifikasi BMI yang akurat sesuai kategori gizi. Berdasarkan pengujian yang dilakukan, sistem mampu menghasilkan estimasi tinggi dan berat badan dengan tingkat kesalahan rendah dan akurasi klasifikasi BMI yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa sistem berpotensi menjadi alat bantu yang efektif, non-invasif, dan mudah digunakan untuk memantau status gizi serta menilai kondisi kesehatan berbasis citra digital.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Implementasi Sistem

Pada tahap implementasi sistem, dilakukan pengujian terhadap tampilan hasil deteksi citra dan klasifikasi status *Body Mass Index* (BMI) yang diperoleh dari sistem berbasis GUI Matlab. Berikut adalah gambar *tools system guide* ditampilkan oleh sistem (Gambar 4):



Gambar 4. Sistem Guide

Sistem klasifikasi BMI berbasis pengolahan citra diimplementasikan melalui serangkaian tahapan yang saling berurutan dan saling mendukung. Tahapan diawali dengan input citra *full-body* beserta data referensi (misalnya tinggi badan asli) untuk kebutuhan kalibrasi skala piksel ke satuan cm. Proses ini ditunjukkan pada gambar 5, di mana citra objek dimasukkan ke dalam sistem dan pengguna diminta mengisi tinggi badan aktual untuk keperluan kalibrasi. Sebagai representasi, pada bagian ini hanya digunakan satu contoh citra dari keseluruhan data uji untuk ditampilkan hasilnya secara bertahap.



Gambar 5. Contoh Citra dan data Referensi

Tahap selanjutnya adalah menghitung faktor skala, yaitu rasio antara ukuran dalam sistem pengukuran tinggi dan berat badan berbasis citra digital adalah kalibrasi. Kalibrasi dilakukan untuk mengubah satuan panjang dari piksel ke centimeter, sehingga hasil pengukuran dari citra dapat dibandingkan dengan ukuran asli. Setelah faktor skala diperoleh, sistem mengalikannya dengan panjang citra hasil deteksi untuk mendapatkan estimasi tinggi badan. Contoh perhitungan nyata dengan data Ahmad (seperti $539,53 \text{ piksel} \times 0,3133 = 168 \text{ cm}$).

$$Tinggi\ Estimasi = Panjang\ Citra\ (Piksel) \times Faktor\ Skala \tag{2}$$

Untuk estimasi berat badan, sistem menggunakan pendekatan rasio proporsi tubuh dari citra yang dikombinasikan dengan faktor skala. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan data aktual dan diberi toleransi maksimal ± 2 cm untuk tinggi badan dan $2 \pm$ kg untuk berat badan. Jika selisih hasil estimasi dengan data aktual masih berada dalam batas toleransi, maka hasil deteksi dianggap valid.

Sebagai contoh, untuk objek Ahmad diperoleh panjang citra sebesar 539,53 piksel dengan faktor skala 0,3133. Setelah dilakukan perhitungan, sistem menghasilkan estimasi tinggi badan 167 cm, hanya berbeda 2 cm dari tinggi asli Ahmad (169 cm) sehingga masih dalam batas toleransi. Untuk berat badan, sistem mendeteksi 44 kg, sedangkan berat badan asli Ahmad adalah 42 kg. Selisih sebesar 2 kg juga masih dalam batas toleransi. Dengan demikian, hasil estimasi untuk Ahmad dinyatakan valid. Berikut ini beberapa contoh objek uji tabel perhitungan faktor kalibrasi:

Tabel 1. Hasil Kalibrasi Faktor Skala

Nama	Panjang Citra (piksel)	Tinggi Aktual (cm)	Faktor Skala	Tinggi Estimasi (cm)
Ahmad	539	169	0,3133	167
Malik	547	172	0,3182	171
Surya	541	165	0,3142	166
Viko	531	174	0,3390	173

Tahap berikutnya adalah perhitungan BMI (*Body Mass Index*) berdasarkan estimasi tinggi dan berat badan. Formula BMI yang digunakan Seperti pada Formula (1). Sebagai contoh, BMI Ahmad dengan tinggi 1,68 m dan berat 40 kg adalah:

$$BMI \text{ Ahmad} = \frac{44}{1,67^2} = \frac{44}{2,7889} = 15,78$$

Setelah diperoleh data estimasi tinggi dan berat, sistem secara otomatis menghitung nilai BMI menggunakan rumus standar BMI. Hasilnya kemudian diklasifikasikan ke dalam kategori BMI dibawa ini.

Tabel 2. Kategori BMI

Kategori	Rentang BMI
Kurus	< 18,5
Normal	18,5 - 22,9
Gemuk	23 - 24,9
Obesitas	> 24,9

Berdasarkan klasifikasi WHO, nilai Ahmad termasuk kategori Kurus (BMI < 18,5). Berikut ini Sistem Guide yang menampilkan Status BMI Ahmad:



Gambar 6. Sistem Guide Ahmad

Tahap terakhir adalah penyimpanan data hasil pengukuran dan klasifikasi BMI ke dalam file *Excel* agar dapat dianalisis lebih lanjut. Output yang dihasilkan berupa file data yang terdokumentasi dengan rapi sehingga memudahkan pengguna dalam monitoring maupun evaluasi kesehatan.

DATA BODY MASS INDEX (BMI)					
No	Nama File	Tinggi Badan (cm)	Berat Badan (kg)	BMI	Kualifikasi
1	Ahmad	167	44	15,78	Kurus
2	Aisyah	157	45	18,26	Kurus
3	Aji Ferdiansyah	173	89	29,74	Obesitas
4	Andre	157	43	17,44	Kurus
5	Aulia	163	65	24,46	Gemuk
6	Bedda	154	62	26,14	Obesitas
7	Bintang	176	64	20,66	Normal
8	Dendy	166	65	23,59	Gemuk
9	Desvianti	158	51	20,43	Normal
10	Edwin	174	58	19,16	Normal
11	Fajar	168	64	22,68	Normal
12	Farhan	156	42	17,26	Kurus
13	Giza	156	42	17,26	Kurus
14	Habib	168	73	25,86	Obesitas
15	Hendro	163	56	21,08	Normal

Gambar 7. Hasil Ekspor Data ke Excel

4.2 Pengujian Performa

Berikut ini hasil akurasi dari penelitian klasifikasi BMI menggunakan Matlab untuk estimasi tinggi badan dan berat badan seseorang dengan jumlah data sebanyak 40 termasuk pria dan wanita.

Tabel 3. Hasil Penelitian

No	Nama	TB Asli (CM)	BB Asli (KG)	BMI Asli	Klasifikasi BMI Asli	TB Estimasi (CM)	BB Estimasi (KG)	BMI Estimasi	Klasifikasi BMI Estimasi	Hasil
1.	Ahmad	169	42	14,71	Kurus	167	44	15,78	Kurus	Akurat
2.	Aisyah	159	47	18,59	Normal	157	45	18,26	Kurus	Tidak Akurat
3.	Aji	174	90	29,73	Obesitas	173	89	29,74	Obesitas	Akurat
4.	Andre	155	45	18,73	Normal	157	43	17,44	Kurus	Tidak Akurat
5.	Aulia	163	63	23,71	Gemuk	163	65	24,46	Gemuk	Akurat
6.	Bedda	155	60	24,97	Gemuk	154	62	26,14	Obesitas	Tidak Akurat
7.	Bintang	175	66	21,55	Normal	176	64	20,66	Normal	Akurat
8.	Dendy	168	63	22,32	Normal	166	65	23,59	Gemuk	Tidak Akurat
9.	Desvianti	160	49	19,14	Normal	158	51	20,43	Normal	Akurat
10.	Edwin	176	60	19,37	Normal	174	58	19,16	Normal	Akurat
11.	Fajar	170	66	22,84	Normal	168	64	22,68	Normal	Akurat
12.	Farhan	156	40	16,44	Kurus	156	42	17,26	Kurus	Akurat
13.	Giza	158	44	17,63	Kurus	156	42	17,26	Kurus	Akurat
14.	Habib	170	75	25,95	Obesitas	168	73	25,86	Obesitas	Akurat
15.	Hendro	162	55	20,96	Normal	163	56	21,08	Normal	Akurat
16.	Malik	174	64	21,14	Normal	173	66	22,05	Normal	Akurat
17.	Mustika	155	42	17,48	Kurus	153	40	17,09	Kurus	Akurat
18.	Nelly	155	41	17,07	Kurus	157	42	17,04	Kurus	Akurat
19.	Nhadya	161	63	24,30	Gemuk	160	63	24,61	Gemuk	Akurat
20.	Nira	160	43	16,80	Kurus	158	41	16,42	Kurus	Akurat
21.	Nyko	169	72	25,21	Obesitas	167	70	25,1	Obesitas	Akurat
22.	Pilar	176	68	21,95	Normal	176	70	22,6	Normal	Akurat
23.	Pitria	159	61	24,13	Gemuk	160	63	24,61	Gemuk	Akurat
24.	Ratna	163	64	24,09	Gemuk	161	62	23,92	Gemuk	Akurat
25.	Rindi	170	64	22,15	Normal	172	66	22,31	Normal	Akurat
26.	Rio	179	69	21,53	Normal	177	67	21,39	Normal	Akurat
27.	Ruliyani	159	61	24,19	Gemuk	157	60	24,34	Gemuk	Akurat
28.	Satrio	170	90	31,14	Obesitas	168	88	31,18	Obesitas	Akurat
29.	Selta	158	63	25,24	Obesitas	156	65	26,71	Obesitas	Akurat
30.	Selvana	154	40	16,87	Kurus	152	42	18,18	Kurus	Akurat
31.	Shinta	155	41	17,07	Kurus	153	39	16,66	Kurus	Akurat
32.	Siska	150	52	23,11	Gemuk	148	54	24,65	Gemuk	Akurat
33.	Siti	163	63	23,71	Gemuk	161	61	23,53	Gemuk	Akurat
34.	Surya	170	70	24,22	Gemuk	168	68	24,09	Gemuk	Akurat

No	Nama	TB Asli (CM)	BB Asli (KG)	BMI Asli	Klasifikasi BMI Asli	TB Estimasi (CM)	BB Estimasi (KG)	BMI Estimasi	Klasifikasi BMI Estimasi	Hasil
35.	Syifa	156	80	32,87	Obsitas	154	78	32,89	Obesitas	Akurat
36.	Tiara	150	50	22,22	Normal	149	50	22,52	Normal	Akurat
37.	Viko	180	105	32,41	Obesitas	182	107	32,3	Obesitas	Akurat
38.	Wafiq	172	82	27,71	Obesitas	170	80	27,68	Obesitas	Akurat
39.	Yanda	181	96	29,30	Obesitas	179	94	29,34	Obesitas	Akurat
40.	Yuli	150	52	23,11	Gemuk	148	54	24,65	Gemuk	Akurat

Berdasarkan hasil klasifikasi BMI estimasi yang dibandingkan dengan klasifikasi BMI asli dari 40 data individu, diperoleh bahwa terdapat 36 data yang hasil klasifikasinya akurat (sama) dan 4 data yang tidak akurat. Dengan demikian, sistem memiliki tingkat akurasi klasifikasi sebesar:

Tabel 4. Hasil Akurasi

Jumlah Data Uji	Hasil Klasifikasi	
	Akurat	Tidak Akurat
40 Data	36	4

Akurasi = (Jumlah Yang Akurat/Jumlah Total Data) X 100% = (36/40) X100% = 90%

Berikut ini hasil akurasi untuk menentukan estimasi tinggi badan dan berat badan seseorang dengan jumlah data sebanyak 40, termasuk pria dan wanita:

Tabel 5. Akurasi Sistem

No	Nama	TB Asli (CM)	TB Estimasi (CM)	Error	Error%	BB Asli (CM)	BB Estimasi (CM)	Error	Error %
1.	Ahmad	169	167	1	0,01	42	44	2	0,05
2.	Aisyah	159	157	2	0,01	47	45	2	0,04
3.	Aji	174	173	1	0,01	90	89	1	0,01
4.	Andre	155	157	2	0,01	45	43	2	0,04
5.	Aulia	163	163	0	0	63	65	2	0,03
6.	Bedda	155	154	1	0,01	60	62	2	0,03
7.	Bintang	175	176	1	0,01	66	64	2	0,03
8.	Dendy	168	166	2	0,01	63	65	2	0,03
9.	Desvianti	160	158	2	0,01	49	51	2	0,04
10.	Edwin	176	174	2	0,01	60	58	2	0,03
11.	Fajar	170	168	2	0,01	66	64	2	0,03
12.	Farhan	159	156	0	0	40	42	2	0,05
13.	Giza	158	156	2	0,01	44	42	2	0,05
14.	Habib	170	168	2	0,01	75	73	2	0,03
15.	Hendro	162	163	1	0,01	55	56	1	0,02
16.	Malik	174	173	1	0,01	64	66	2	0,03
17.	Mustika	155	153	2	0,01	42	40	2	0,05
18.	Nelly	155	157	2	0,01	41	42	1	0,02
19.	Nhadya	161	160	1	0,01	63	63	0	0
20.	Nira	160	158	2	0,01	43	41	2	0,05
21.	Nyko	169	167	2	0,01	72	70	2	0,03
22.	Pilar	176	176	0	0	68	70	2	0,03
23.	Pitria	159	160	2	0,01	61	63	2	0,03
24.	Ratna	163	161	2	0,01	64	62	2	0,03
25.	Rindi	170	172	2	0,01	64	66	2	0,03
26.	Rio	179	177	2	0,01	69	67	2	0,03
27.	Ruliyani	159	157	2	0,01	61	60	1	0,02
28.	Satrio	170	168	2	0,01	90	88	2	0,02
29.	Selta	158	156	2	0,01	63	65	2	0,03
30.	Selvana	154	152	2	0,01	40	42	2	0,05
31.	Shinta	155	153	2	0,01	41	39	2	0,05

No	Nama	TB Asli (CM)	TB Estimasi (CM)	Error	Error%	BB Asli (CM)	BB Estimasi (CM)	Error	Error %
32.	Siska	150	148	2	0,01	52	54	2	0,04
33.	Siti	163	161	2	0,01	63	61	2	0,03
34.	Surya	170	168	2	0,01	70	68	2	0,03
35.	Syifa	156	154	2	0,01	80	78	2	0,03
36.	Tiara	150	149	1	0,01	50	50	0	0
37.	Viko	180	182	2	0,01	105	107	2	0,02
38.	Wafiq	172	170	2	0,01	82	80	2	0,03
39.	Yanda	181	179	2	0,01	96	94	2	0,02
40.	Yuli	150	148	2	0,01	52	54	2	0,04
Total Error %					0,37				
Rata Rata Error %					0,01				
Akurasi = 100% - Rata Rata Error					99,99				

Keterangan:

Error: Nilai Tinggi Asli – Nilai Tinggi Terdeteksi

Error%: Error / Tinggi Asli x 100%

Error: Nilai Berat Asli – Nilai Berat Terdeteksi

Error%: Error / Berat Asli x 100%

Berdasarkan data yang dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa sistem yang dirancang untuk mengestimasi tinggi badan menunjukkan tingkat akurasi yang sangat tinggi, dengan rata-rata akurasi sebesar 99,99%, rata-rata *error* sebesar 0,00925% dan total *error* hanya 0,37%. Sementara itu, estimasi berat badan menghasilkan akurasi sebesar 99,97%, dengan rata-rata *error* 0,03125% dan total *error* 1,25%.

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi tingkat *error* dalam estimasi berat badan berbasis citra adalah jenis pakaian. Pakaian yang longgar cenderung menyebabkan overestimasi luas area tubuh dalam citra, sehingga meningkatkan nilai *error*. Untuk meminimalkan kesalahan estimasi, sistem menerapkan batas toleransi maksimal ±2 cm untuk tinggi badan dan ±2 kg untuk berat badan.

Klasifikasi status gizi berdasarkan estimasi BMI juga menunjukkan performa yang baik, dengan tingkat kecocokan hasil klasifikasi mencapai 90% dari total 40 data uji. Hal ini mengindikasikan bahwa sistem mampu mengklasifikasikan kategori BMI secara cukup andal dan efisien berdasarkan estimasi parameter antropometri yang diperoleh dari citra digital.

4.3 Pembahasan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem pengolahan citra digital untuk mengestimasi parameter antropometri, khususnya tinggi badan dan berat badan, sebagai dasar dalam penentuan status *Body Mass Index* (BMI) seseorang. Berdasarkan pengujian terhadap 40 data citra, sistem menunjukkan akurasi kecocokan sebesar 90%, dengan 36 data yang hasil klasifikasinya akurat dengan BMI asli dan hanya 4 data yang tidak akurat. Temuan ini mendukung hasil penelitian sebelumnya [16], karena sistem pengukuran IMT yang bersifat *less contact* (mengurangi kontak langsung), sehingga lebih aman dan efisien. Selain itu, sistem ini mampu melakukan pengukuran secara otomatis dan *real-time* tanpa perlu alat ukur manual. Penggunaan teknik *computer vision* dan regresi linier juga membuat sistem ini lebih fleksibel dan dapat diadaptasikan untuk berbagai kondisi tanpa bergantung pada sensor fisik yang mahal.

Kontribusi utama dari penelitian ini adalah metode estimasi BMI berbasis citra yang tidak memerlukan kamera depth atau algoritma machine learning. Hal ini menjadikan sistem ini lebih praktis untuk diimplementasikan dalam skala kecil atau di lingkungan terbatas seperti sekolah, klinik desa, atau survei lapangan. Hasil pengujian yang tinggi menunjukkan akurasi tinggi memperkuat potensi sistem ini sebagai alternatif yang layak untuk pemantauan status gizi dan kesehatan. Dengan demikian, temuan dalam penelitian ini memperkaya literatur yang ada dengan menunjukkan bahwa estimasi BMI dapat dilakukan secara efektif hanya dengan analisis bentuk tubuh dari gambar statis, membuka peluang pengembangan sistem diagnostik berbasis citra yang lebih sederhana dan terjangkau.

5. Simpulan

Penelitian ini berhasil mengembangkan sistem berbasis citra digital tanpa kontak fisik secara akurat untuk mengklasifikasikan status BMI (kurus, normal, gemuk, dan obesitas) menggunakan metode *Canny Edge Detection* dalam guide Matlab. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem ini memiliki akurasi yang sangat tinggi, yaitu 99,99% untuk tinggi badan (error 0,37%) dan 99,97% untuk berat badan (error 1,25%). Sistem ini memiliki toleransi ± 2 cm dan ± 2 kg pada sistem untuk meningkatkan reliabilitas. Hasil klasifikasi status gizi berdasarkan estimasi BMI menunjukkan performa yang baik, dengan tingkat kecocokan hasil klasifikasi mencapai 90% dari total 40 data uji, yang mengindikasikan bahwa sistem cukup andal dan efisien dalam mengklasifikasikan kategori BMI berdasarkan estimasi parameter antropometri dari citra digital. Temuan ini membuktikan bahwa pendekatan berbasis citra digital dapat menjadi alternatif efektif untuk pemantauan kesehatan secara massal, terutama dalam konteks tanpa kontak langsung. Untuk pengembangan lebih lanjut, disarankan integrasi metode deep learning guna mengurangi pengaruh variasi pakaian serta penggabungan dengan perangkat mobile atau IoT untuk penerapan secara *real-time*.

Daftar Referensi

- [1] P. S. Nugroho, "Jenis Kelamin Dan Umur Berisiko Terhadap Obesitas Pada Remaja Di Indonesia," *An-Nadaa J. Kesehat. Masy.*, vol. 7, no. 2, pp. 110–114, 2020, doi: 10.31602/ann.v7i2.3581.
- [2] N. Lisnawati, F. Kusmiyati, B. Herwibawa, B. A. Kristanto, and A. Rizkika, "Hubungan Indeks Massa Tubuh, Persen Lemak Tubuh, Dan Aktivitas Fisik Dengan Kadar Gula Darah Remaja," *J. Nutr. Coll.*, vol. 12, no. 2, pp. 168–178, 2023, doi: 10.14710/jnc.v12i2.36662.
- [3] W. A. P. Hadi and N. A. Arief, "Hubungan Antara Indeks Masa Tubuh Dengan Tingkat Kebugaran Jasmani Siswa Kelas IX SMPN 24 Gresik," *J. Pendidik. Olahraga dan Kesehat.*, vol. 11, pp. 213–217, 2023.
- [4] R. Adolph, "System Determination Body Mass Index Using Processing Digital Image," *Telemat. J. Inform. dan Teknol. Inf.*, vol. 18, no. 1, pp. 1–23, 2021, doi: 10.31515/telematika.v18i1.xxxx.
- [5] N. Umy Habibah, P. A. Rosyady, and R. P. Pribadi, "Analisis Indeks Masa Tubuh Berbasis Citra Digital Menggunakan Metode Body Surface Area," *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 20, no. 2, pp. 135–152, 2023, doi: 10.25105/jetri.v20i2.15398.
- [6] R. Fakhri, I. R. Magdalena, and R. Y. Nur Fu'adah, "Deteksi Status Gizi Balita dengan Estimasi Antropometri menggunakan Metode Deteksi Tepi Berbasis Pengolahan Citra Digital," *e-Proceeding Eng.*, vol. 6, no. 1, pp. 642–649, 2019.
- [7] P. N. Aarotale, T. Hill, and A. Rattani, "PatchBMI-Net: Lightweight Facial Patch-based Ensemble for BMI Prediction," *Proc. - 2023 IEEE Int. Conf. Bioinforma. Biomed. BIBM 2023*, pp. 4022–4028, 2023, doi: 10.1109/BIBM58861.2023.10385262.
- [8] D. S. Saputra, Jajat, I. Damayanti, K. Sulthoni, Y. Ruhayati, and N. I. Rahayu, "Prediksi BMI Berdasarkan Level Aktivitas Fisik dengan Metode Analisis Machine Learning," *J. Pendidik. Kesehat. Rekreasi*, vol. 10, no. 1, pp. 165–175, 2024, doi: 10.59672/jpkr.v10i1.3499.
- [9] Sten Dofanky Mooy, Andrew Delfistian Dethan, and Yampi R Kaesmetan, "Identifikasi Berat Badan Berdasarkan Citra Foto Menggunakan Metode Body Surface Area," *SABER J. Tek. Inform. Sains dan Ilmu Komun.*, vol. 2, no. 3, pp. 89–99, 2024, doi: 10.59841/saber.v2i3.1332.
- [10] T. Efendi, T. A. Tsauri, and I. I. Uljanah, "Rancang Bangun Sistem Pengolahan Citra Digital untuk Menentukan Berat Badan Ideal," *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 2, no. 2, pp. 63–70, 2017, doi: 10.14421/jiska.2017.22-01.
- [11] H. Fauzi, N. A. Darsono, and . B. H., "Analisis Kalkulasi Body Mass Index Dengan Pengolahan Citra Digital Berbasis Aplikasi Android," *J. Elektro dan Telekomun. Terap.*, vol. 5, no. 2, pp. 693–702, 2019.
- [12] L. I. Ilham, D. E. Putri, and A. N. Kusumastuti, "Body Mass Index Dan Subjective Well-Being Pada Remaja Putri," *Arjwa J. Psikol.*, vol. 1, no. 2, pp. 85–96, 2022, doi: 10.35760/arjwa.2022.v1i2.7301.
- [13] A. Sani and E. A. Marlin, "Body Mass Index Measurement System using Image Processing," *Sci. Technol. Publ.*, pp. 81–84, 2021, doi: 10.5220/0010352000810084.
- [14] T. Ernawati, R. Rofiq, O. I. Samatha, and L. Diana, "Correlation Between Body Mass Index and Intraocular Pressure At Primasatya Husada Citra Hospital, Surabaya," *J. Widya Med.*,

- vol. 8, no. 2, pp. 99–104, 2022, doi: 10.33508/jwm.v8i2.3588.
- [15] T. R. Adiguna, R. Magdalena, and S. Saidah, "Sistem Deteksi Idealitas Berat Badan Secara Real Time Dengan Menggunakan Metode Gray Level Co-occurrence Matrix Dan Body Surface Area," *eProceedings ...*, vol. 5, no. 3, pp. 5562–5570, 2019.
- [16] A. B. Abadi, A. Fadlullah, S. Sumardi, S. Mahdi, and A. N. Juniar, "Perhitungan Indeks Massa Tubuh Less Contact Berbasis Computer Vision dan Regresi Linear," *MATRIK J. Manajemen, Tek. Inform. dan Rekayasa Komput.*, vol. 21, no. 3, pp. 629–638, 2022, doi: 10.30812/matrik.v21i3.1512.