

# TELEMATIKA

JURNAL INFORMATIKA DAN TEKNOLOGI INFORMASI

P-ISSN: 1829-667X  
E-ISSN: 2460-9021

Dapat diakses online pada <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/telematika/>  
Telah terindeks oleh:



- HOME
- ABOUT
- USER HOME
- SEARCH
- CURRENT
- ARCHIVES
- ANNOUNCEMENTS
- GUIDELINES AND SUBMISSION
- ETHICS
- MITRA
- EDITOR
- SCOPE
- CONTACT

Home > User > Author > Active Submissions

## Active Submissions

ACTIVE ARCHIVE

ID	MM-DD SUBMIT	SEC	AUTHORS	TITLE	STATUS
10682	08-25	GEN	Safitri	SYSTEM DETERMINATION BODY MASS INDEX USING PROCESSING...	Awaiting assignment



### USER

You are logged in as...  
**evyra**

- My Journals
- My Profile

Type here to search

32°C Cerah

15:29  
25/08/2023

## **System Determination Body Mass Index Using Processing Digital Image**

Sistem Penentuan Indeks Massa Tubuh Menggunakan Pengolahan Citra Digital

**Evyra Rizki Safitri<sup>1</sup>, Bernadus Anggo Seno Aji<sup>2</sup>, Mohammad Hamim Zajuli Al Faroby.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Teknologi Informasi, Institut Teknologi Telkom Surabaya, Indonesia

<sup>2,3</sup> Institut Teknologi Telkom Surabaya, Indonesia

<sup>1</sup>evyra.rizki@student.ittelkom-sby.ac.id, <sup>2\*</sup>bernadus.seno@ittelkom-sby.ac.id,

<sup>3</sup>alfaroby@ittelkom-sby.ac.id

\*: *Penulis korespondensi (corresponding author)*

### **Informasi Artikel**

*Received: December 2020*

*Revised: January 2021*

*Accepted: January 2021*

*Published: February 2021*

*Menggunakan style info*

### **Abstract**

*Obesity stands as a significant and perilous health concern, holding utmost importance for the well-being of the body. To mitigate the associated health risks, its identification can be achieved through the utilization of a standardized technique known as the Body Mass Index (BMI) for calculating the optimal body weight. To get information about person's BMI value and category, data on weight and height are needed, which are then calculated to produce the appropriate BMI value and category. To implement a more pragmatic strategy, this study will be executed by developing an application that captures images of the human body using a mobile phone camera. Image processing with digital image processing stages such as preprocessing, morphology, BS and then calculating the weight and height and BMI category. Based on the system test that was carried out, the best approximate value was obtained at a distance 200cm with a body height value is 96% while the body weight is 90,8% and accuracy value of BMI category is 80%.*

### **Abstrak**

Obesitas menjadi salah satu masalah kesehatan yang penting dan berbahaya bagi tubuh. Demi mengurangi risiko terkait dengan masalah kesehatan ini, kita dapat melakukan deteksi menggunakan metode standar perhitungan berat badan ideal yang dikenal sebagai *Body Mass Index (BMI)* atau Indeks Massa Tubuh (IMT). Jika ingin mendapatkan informasi tentang nilai dan kategori BMI seseorang, diperlukan data berat badan dan tinggi badan, yang kemudian dikalkulasikan untuk menghasilkan nilai dan kategori BMI yang sesuai.

*Keywords: Body Mass Index, Height, Weight, Digital Image Processing*  
Kata kunci: Indeks Massa Tubuh, Tinggi Badan, Berat Badan, Pengolahan Citra Digital

---

Untuk mendapatkan cara yang lebih praktis, penelitian ini akan melakukan dengan cara membuat aplikasi dimana mengambil citra atau gambar tubuh manusia menggunakan kamera *handphone*. Dengan menggunakan pengolahan citra dengan tahapan proses pengolahan citra digital seperti *preprocessing*, morfologi, BSA, kalkulasi tinggi badan dan berat badan dan kategori BMI. Berdasarkan uji sistem yang dilakukan mendapatkan nilai terbaik *approximate value* pada jarak 200cm dengan nilai tinggi badan sebesar 96% sedangkan berat badan 90,8% dan nilai akurasi pada kategori BMI sebesar 80%.

---

## 1. Pendahuluan

Penyakit obesitas menggambarkan permasalahan kesehatan yang harus diperhatikan dan berbahaya bagi tubuh. Menurut WHO (2000) memperkirakan 700 juta lebih orang dewasa menjadi gemuk ditahun 2015 lalu perkiraan terdapat prevalensi terhadap penyakit obesitas meningkat hingga 50% ditahun 2025 di berbagai negara maju [1]. Penyakit obesitas seringkali dijumpai oleh masyarakat Indonesia salah satunya adalah pada remaja [2].

Banyak dampak negatif yang dapat timbul karena obesitas. Obesitas meningkatkan risiko menderita penyakit hipertensi, jantung hingga meningkatkan risiko serangan stroke[3][4]. Untuk meminimalisir risiko terhadap penyakit tersebut, kita dapat melakukan pemeriksaan dini dengan melakukan perhitungan menggunakan standar berat badan ideal yaitu diketahui sebagai *Body mass Index (BMI)* atau Indeks Massa Tubuh (IMT) yang ditetapkan oleh *World Health Organization (WHO)* [1].

Untuk mendapatkan nilai dan kategori Indeks Massa Tubuh, diperlukan mengetahui informasi berat badan yang diukur dalam kilogram menggunakan timbangan dan nilai tinggi badan yang diukur dalam sentimeter menggunakan alat pengukur, lalu akan dihitung untuk mendapatkan nilai BMI dan kategori yang sesuai [5]. Namun, tidak selalu setiap orang memiliki perangkat pengukur tinggi badan dan timbangan berat badan. Ini juga tidak efisien karena memerlukan waktu yang lama untuk dilaksanakan, pada saat menjalani tes tinggi badan dan berat badan.

Melalui perkembangan teknologi, perhitungan tinggi dan berat badan dapat menggunakan teknik pengolahan citra digital. Untuk mengetahui tinggi dan berat badan seseorang, kita dapat menggunakan kamera *handphone*, yaitu dengan cara mengambil gambar/citra tubuh manusia yang menghadap depan dan samping dengan jarak tubuh. Setelah memperoleh informasi dari citra tersebut, maka akan dilakukan proses pengolahan citra digital [6]. Dengan melakukan pengolahan citra, dapat diperlukan untuk mengetahui informasi dari gambar/citra yang diolah. Metode yang digunakan saat mengolah citra adalah dengan menggunakan morfologi setelah *preprocessing* citra dari segmentasi citra, mengolah hingga mendapatkan nilai *piksel* objek yang berada dalam gambar/citra. Untuk mengetahui nilai tinggi dan lebar *piksel* pada objek manusia yang digunakan untuk menghitung berat badan objek. Maka terlebih dahulu dilakukan morfologi citra pada gambar/citra yang telah diambil oleh kamera *handphone*.

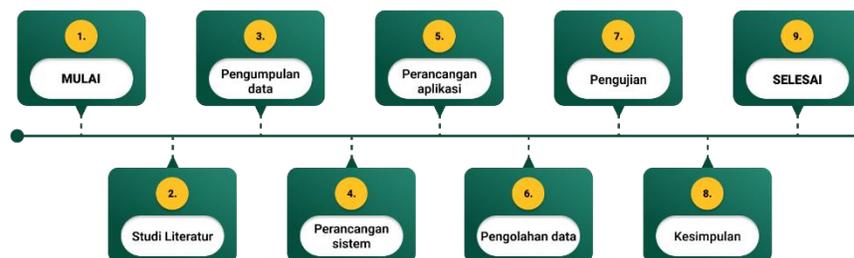
Beberapa penelitian sebelumnya yang dimana berbasis citra diantaranya perancangan sistem pengukuran berat badan dengan *image processing*. Penelitian ini memiliki fokus pada 2 aspek

yakni penggunaan rumus BSA serta metode volume elips tubuh manusia. Hasil keluaran sistem yang menggunakan jarak kamera sebesar 470cm dari objek mendapatkan hasil dimana nilai akurasi terpengaruh pada jenis kelamin objek, dimana jenis kelamin laki-laki mendapatkan hasil akurasi yang lebih tinggi dengan jenis kelamin perempuan yakni mencapai 95,6% [7]. Lalu ada penelitian sistem pengukur tinggi dan berat badan berbasis *morphological image processing*. Penelitian ini mengolah citra dengan menggunakan morfologi dengan proses dilasi, *filling*, dan *labelling*. Dengan jarak pengambilan objek sebesar 306cm, didapatkan nilai maksimum dengan menggunakan *Approximate Value* sebesar 98,42% untuk tinggi badan dan 94,4% untuk berat badan [8]. Penelitian selanjutnya *Body Mass Index Measurement System using Image Processing*. Penelitian ini menghasilkan sistem aplikasi dengan image processing secara *real-time* menggunakan webcam dengan pengambilan jarak 300cm dan tinggi kamera sebesar 80cm dari lantai. Didapatkan hasil maksimal error tinggi badan sebesar 4,1% dan berat badan sebesar 8,6% [6]. Penelitian berjudul *Calculation of body mass index using image processing techniques*. Penelitian ini memproses citra dengan mengolahnya menjadi siluet. Berat badan dan volume objek menjadi poin utama dalam perhitungan analisis siluet. Dengan penentuan nilai BMI seseorang dengan penggunaan pengolahan citra digital yang akan mendapatkan nilai yang sesuai [9]. Penelitian Deteksi indeks massa tubuh berbasis android. Penelitian ini mengambil foto objek lalu diproses menggunakan RoI terhadap teknik *thresholding* dengan nilai ambang tunggal yang memiliki nilai 160. Didapatkan nilai akurasi deteksi indeks massa tubuh sebesar 70% pada jarak 230cm [10].

Berdasarkan penelitian yang dijelaskan sebelumnya dimana penggunaan beberapa metode untuk mendapatkan nilai tinggi badan dan berat badan. Penelitian ini akan membuat sebuah sistem aplikasi untuk penentuan indeks massa tubuh menggunakan pengolahan citra digital. Dimana menggunakan metode morfologi dan pendekatan rumus BSA untuk melakukan proses citra hingga mendapatkan nilai *piksel* dari citra. Lalu melalui perhitungan untuk mendapatkan nilai tinggi badan dalam sentimeter dan berat badan dalam kilogram untuk mendapatkan nilai dan kategori *Body Mass Index*.

## 2. Metode/Perancangan

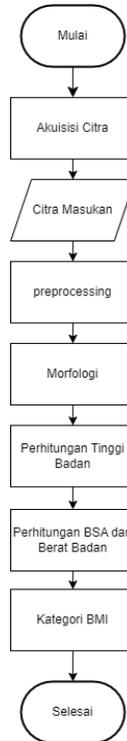
Metode yang dilaksanakan pada penelitian ini adalah metode morfologi dengan pendekatan rumus BSA. Berikut adalah langkah-langkah yang dilaksanakan dalam penelitian ini:



Gambar 1. Metode Penelitian

Diawali dengan studi literatur dengan melakukan proses pembelajaran dan penelusuran mengenai literatur dari berbagai jurnal, artikel, maupun sumber lain sebagai penunjang

penelitian. Kemudian pengumpulan data yang mana diperoleh dengan foto *full body* dengan menghadap kedepan dan kesamping menggunakan kamera *handphone* dengan pengaturan jarak kamera sebesar 200cm dan 400 cm, lalu tinggi kamera sebesar 100cm dari lantai. Didapatkan data sebesar 20 data training dan 10 data testing.



Gambar 2. Flowchart

## 2.1. Pengujian Sistem

### 2.1.1. Akuisisi Citra

Citra yang diambil adalah berupa foto dalam posisi berdiri tegap menghadap kamera dan menghadap ke samping. Kamera yang diatur memiliki jarak sebesar 200cm dan 400cm dari objek yang diambil dan diletakkan dengan tinggi 100cm dari lantai. Lalu citra akan di resize sebesar 300px dan 400px.



**Gambar 3.** Jarak  
200cm sisi depan

**Gambar 4.** Jarak  
200cm sisi samping

**Gambar 5.** Jarak  
400cm sisi depan

**Gambar 6.** Jarak  
400cm sisi samping

### 2.1.2. Preprocessing

Tahapan preprocessing yaitu dengan mengubah citra RGB menjadi *grayscale* menggunakan algoritma *luminosity* [11]. Lalu penerapan *thresholding* dengan nilai ambang batas 90 dan 255.

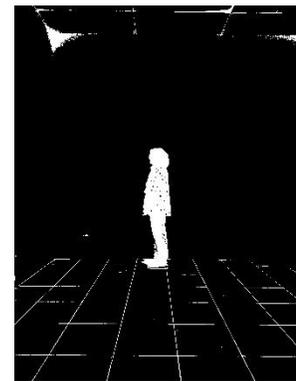
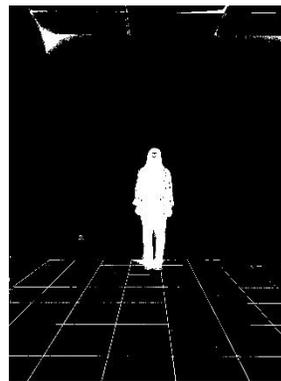
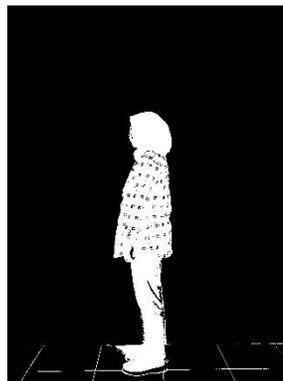
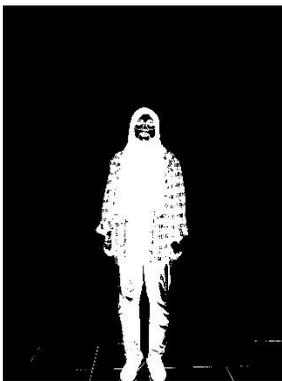


**Gambar 7.** Jarak  
200cm grayscale depan

**Gambar 8.** Jarak  
200cm grayscale  
samping

**Gambar 9.** Jarak  
400cm grayscale  
depan

**Gambar 10.** Jarak  
400cm grayscale  
samping



**Gambar 11.** Jarak  
200cm thresholding  
depan

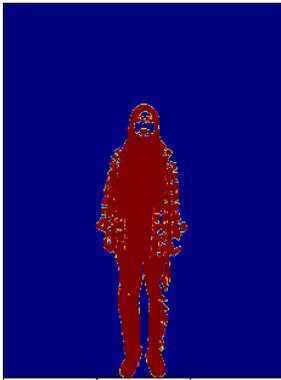
**Gambar 12.** Jarak  
200cm thresholding  
samping

**Gambar 13.** Jarak  
400cm thresholding  
depan

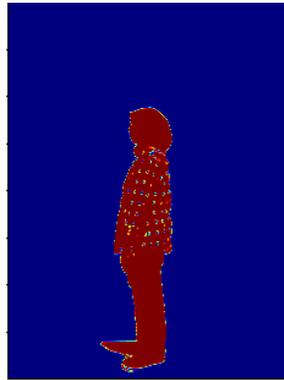
**Gambar 14.** Jarak  
400cm thresholding  
samping

### 2.1.3. Morfologi

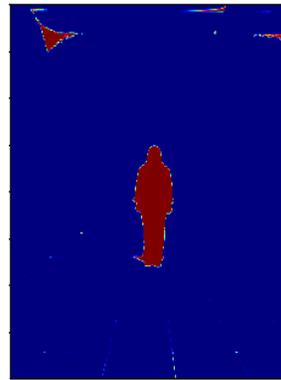
Tahap selanjutnya adalah dengan melakukan *morfologi* dimana citra akan melalui proses dilasi, erosi, *filling* hingga *labelling* [12].



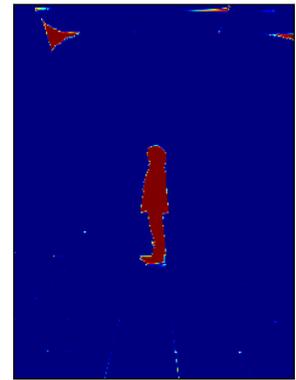
**Gambar 15.** Jarak 200cm labelling depan



**Gambar 16.** Jarak 200cm labelling samping



**Gambar 17.** Jarak 400cm labelling depan



**Gambar 18.** Jarak 400cm labelling samping

Didapatkan nilai *piksel* tinggi dan lebar objek pada tiap jarak 200cm dan jarak 400cm citra dari hasil uji sistem aplikasi sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil uji jarak 200cm

Citra foto depan		Citra foto samping	
t1(tinggi)	201px	t2(tinggi)	196px
a(lebar)	105px	b(lebar)	90px

**Tabel 2.** Hasil uji jarak 400cm

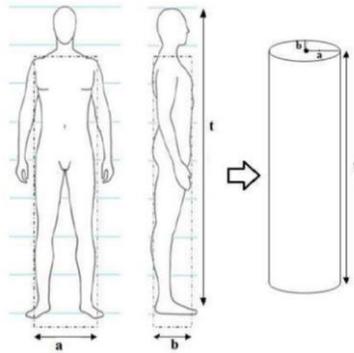
Citra foto depan		Citra foto samping	
t1(tinggi)	97px	t2(tinggi)	96px
a(lebar)	46px	b(lebar)	28px

#### 2.1.4. Perhitungan Tinggi Badan

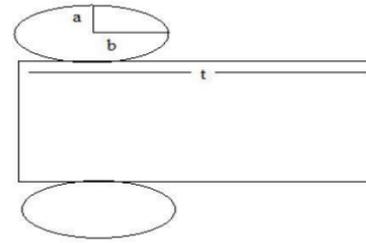
Perhitungan tinggi badan (cm) yaitu dengan menggunakan perhitungan dari data *training*. Dimana jika pada jarak 200cm objek memiliki nilai *t* sebesar 240px hingga 245px maka akan menggunakan tinggi badan sebesar 165cm. nilai tinggi badan akan berkurang satu sentimeter seiring jarak *piksel* mengecil setiap kelipatan 5px dari nilai 240px dan akan bertambah satu sentimeter jika *piksel* bertambah kelipatan 5px dari nilai 245px. Hal pertama untuk menentukan tinggi badan dalam sentimeter dari kedua citra. Lalu jika pada jarak 400cm, nilai *t* sebesar 150px hingga 155px akan menggunakan tinggi badan sebesar 165cm.

#### 2.1.5. Perhitungan BSA dan Berat Badan

Setelah mendapatkan nilai *piksel* lebar dan tinggi dari citra depan dan citra samping yang telah diproses menggunakan morfologi. Untuk mendapatkan nilai BSA akan menggunakan perhitungan luas permukaan tabung *elips* untuk mendapatkan nilai berat badan dengan rumus berikut :



**Gambar 19** Perumpamaan tabung elips



**Gambar 20** Tabung elips

$$\text{luas permukaan tabung elips} = \frac{\pi}{2} * (a * b) + \frac{\pi}{2} * (a * b) * t \quad (1)$$

Setelah adanya rumus diatas terbentuk, langkah selanjutnya adalah mengalikannya dengan sejumlah parameter yang ada untuk menghasilkan rumus BSA dan menggunakan pendekatan rumus yang berhubungan dengan luas permukaan tabung elips. Pada penelitian ini, faktor pengali yang digunakan telah melalui uji coba pada data *training* yang didapatkan dengan menentukan faktor pengali yang memberikan hasil data prediksi yang paling mendekati dengan data asli. Dimana nilai faktor pengali pada jarak 200cm yang didapatkan sebesar 0,19. Sedangkan pada jarak 400cm menggunakan faktor pengali sebesar 0,21. Setelah mendapatkan nilai BSA, akan dilanjutkan dengan menghitung nilai berat badan dalam kilogram dengan menggunakan rumus(2).

$$BSA = \left( \frac{\pi}{2} * (a * b) + ((a + b) * (t * 2)) \right) * (t_{\text{piksel}})^2 * k * 0,0001 \quad (2)$$

$$\text{Berat Badan}(kg) = \frac{((BSA * BSA) * 3600)}{(t * t_{\text{piksel}})} \quad (3)$$

Keterangan :

- a = lebar *full body* depan (*piksel*)
- b = lebar *full body* samping (*piksel*)
- t = rata-rata tinggi *full body* (*piksel*)
- $t_{\text{piksel}}$  = konversi piksel ke cm ( $\frac{\text{cm}}{\text{piksel}}$ )
- k = faktor pengali

### 2.1.6. Kategori BMI

Setelah memperoleh nilai berat badan dan tinggi badan dari sistem, Langkah berikutnya adalah menghitung nilai BMI menggunakan rumus BMI dan akan menampilkan status tingkat BMI seseorang[13]. Perhitungan BMI dapat dilakukan menggunakan rumus berikut [14],

$$\text{Body Mass Index} = \frac{\text{berat badan}(kg)}{(\text{tinggi badan}(m))^2} \quad (4)$$

Setelah mendapatkan nilai dari BMI. Langkah selanjutnya adalah menentukan kategori BMI yang dimana memiliki klasifikasi tertentu yang membantu dalam mengategorikan kondisi tubuh manusia, termasuk klasifikasi kurus, normal, gemuk, dan obesitas [15].

**Tabel 2.** Klasifikasi Body Mass Index

BMI	Klasifikasi
<18.5	Kurus
18.5 – 25.0	Normal
>25.0 - 27	Gemuk
>27	Obesitas

### 3. Hasil dan Pembahasan

Memberikan penjelasan yang mencakup hasil dari pengamatan pengumpulan data hingga pengolahan.

#### 3.1. Hasil Pengujian Jarak

Berdasarkan pengujian yang telah dijalankan, didapatkan perbandingan jarak 200cm dengan jarak 400cm, lalu data asli menggunakan alat pengukur dengan data yang diolah oleh sistem dengan menggunakan rumus *approximate value* [8].

$$APV = 100 - \left( \frac{(\text{nilai asli} - \text{nilai prediksi})}{\text{nilai prediksi}} * 100 \right) \quad (5)$$

Penggunaan jarak sebesar 200cm dan jarak 400cm dengan tinggi kamera sebesar 100cm dari lantai dapat mempengaruhi hasil akurasi dari sistem. Dimana didapatkan hasil pengujian jarak 200cm dengan data asli.

**Tabel 3.** Hasil pengujian jarak 200cm

Objek	Tinggi Badan (cm)		Selisih	% ApV	Berat Badan (kg)		Selisih	% ApV
	Asli	Sistem			Asli	Sistem		
	Objek 1	155			156	1		
Objek 2	160	160	0	100%	42	43	1	97,7%
Objek 3	173	173	0	100%	45	50	5	90%
Objek 4	160	150	10	93,3%	45	46	1	97,8%
Objek 5	179	170	9	94,7%	75	63	12	81%
Objek 6	165	160	5	96,9%	66	73	7	90,4%
Objek 7	170	162	8	95,1%	79	71	8	88,7%
Objek 8	155	142	13	90,8%	58	65	7	89,2%
Objek 9	157	148	9	93,9%	64	58	6	89,7%
Objek 10	179	173	6	95,8%	58	53	5	90,6%

Berikut hasil pengujian sistem pada jarak 400cm dengan data asli.

**Tabel 4.** Hasil pengujian jarak 400cm

Objek	Tinggi Badan (cm)		Selisih	% ApV	Berat Badan (kg)		Selisih	% ApV
	Asli	Sistem			Asli	Sistem		
	Objek 1	155			155	0		
Objek 2	160	162	2	98,8%	42	45	3	93,3%
Objek 3	173	175	2	98,9%	45	50	5	90%
Objek 4	160	155	5	96,8%	45	43	2	95,3%
Objek 5	179	172	7	95,9%	75	74	1	98,6%
Objek 6	165	155	10	93,5%	66	58	8	86,2%
Objek 7	170	160	10	93,8%	79	68	11	83,8%

Objek 8	155	162	7	95,7%	58	66	8	87,9%
Objek 9	157	143	14	90,2%	64	50	14	72%
Objek 10	179	160	19	88,1%	58	50	8	84%

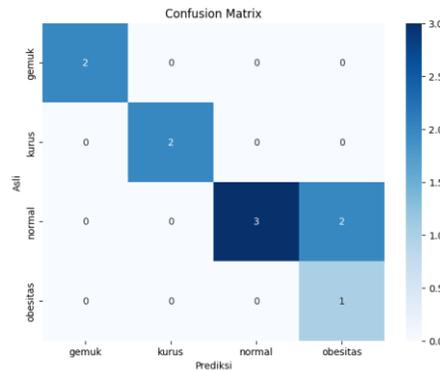
Berikut adalah rata rata akurasi nilai tinggi badan dan berat badan yang didapatkan oleh sistem dengan perbedaan jarak yang digunakan pada penelitian ini.

**Tabel 5.** Rata rata akurasi

Jarak	Tinggi Badan	Berat Badan
200cm	96%	90,8%
400cm	95,2%	88,8%

Perbandingan akurasi pada jarak 200cm dengan jarak 400cm kamera dengan objek mendapatkan hasil pada **tabel 4**. Dimana pada jarak 400cm mendapatkan nilai rata-rata akurasi yang lebih rendah jika dibandingkan dengan jarak 200cm. Sehingga jarak optimal yang akan digunakan pada aplikasi pada penelitian ini adalah jarak 200cm. Hal ini dikarenakan citra yang digunakan pada jarak 200cm, memudahkan dalam proses *preprocessing* dan morfologi dimana bentuk badan akan terlihat lebih jelas. Sehingga nilai *piksel* pada citra yang akan dikalkulasi, akan lebih mendekati dengan nilai asli yang menggunakan alat pengukur.

### 3.2. Hasil Pengujian Akurasi BMI



**Gambar 21.** Confusion Matrix BMI

Pada jarak 200cm dalam kategori BMI pada data asli dengan data sistem (prediksi) mendapatkan sebuah hasil yaitu:

- Pada kategori “gemuk” terdapat 2 data yang benar oleh sistem (TP).
- Pada kategori “kurus” terdapat 2 data yang benar oleh sistem (TP).
- Pada kategori “normal” terdapat 3 data yang benar oleh sistem (TP).
- Pada kategori “obesitas” terdapat 3 yang benar oleh sistem (TP). Namun terdapat 2 data yang memiliki nilai salah (FP).

**Tabel 6.** Kelas BMI

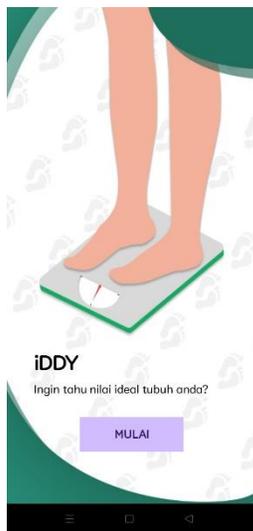
Kelas	Presisi	Recall	Akurasi
Gemuk	1	1	0.8
Kurus	1	1	

Normal	1	0.6	
Obesitas	0.33	1	

Berdasarkan hasil perbandingan jarak 200cm dikelas BMI dari data uji sistem menghasilkan nilai presisi yang benar pada kelas Gemuk, Kurus dan Normal. Pada hasil *recall* sistem berhasil memberikan hasil yang benar pada kelas Gemuk, Kurus dan Obesitas. Lalu akurasi pada hasil uji sistem didapatkan sebesar 0,8 atau berhasil memprediksi nilai dengan benar sebesar 80%.

### 3.3. Implementasi Aplikasi

Implementasi rancangan aplikasi yang telah di rancang untuk pembuatan aplikasi yang sesuai [15]. Dengan menyesuaikan kebutuhan sistem untuk mengolah citra hingga dapat menghasilkan nilai tinggi badan, berat badan dan kategori BMI. Memberikan informasi yang sesuai dan dapat dipahami agar mempermudah penggunaan aplikasi.



Gambar 22. Tampilan pertama



Gambar 23. Tampilan kedua



Gambar 24. Tampilan ketiga

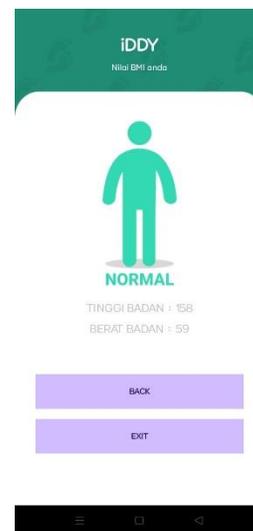


Gambar 25. Tampilan keempat

Tampilan yang muncul pertama kali saat menjalankan aplikasi adalah seperti **Gambar 22**. Lalu dilanjutkan dengan tampilan kedua hingga keempat yang memiliki informasi mengenai step pertama hingga step ketiga yang harus dilakukan oleh *user* dalam mengatur posisi kamera sebelum mengambil foto dan pengaturan jarak untuk peletakkan kamera.



Gambar 26. Tampilan kelima



Gambar 27. Tampilan keenam

Lalu tampilan kelima dimana terdapat 2 *button* yang terletak ditengah tampilan berguna untuk membuka kamera untuk melakukan foto tubuh seperti yang dijelaskan pada step sebelumnya. Lalu *user* haruslah menjalankan *button* proses untuk memasukkan foto depan dan foto samping untuk mendapatkan hasil perhitungan BMI yang akan ditampilkan pada tampilan keenam. Yang mana akan berisi sebuah informasi dari pengolahan foto *full body* yang berisi nilai berat badan (kilogram), tinggi badan (sentimeter) serta kategori *Body Mass Index* pada tubuh.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

Sistem penentuan Indeks Massa Tubuh menggunakan pengolahan citra digital telah berjalan pada aplikasi citra digital untuk mengestimasi indeks massa tubuh. Proses pengolahan citra tubuh manusia telah berhasil dilakukan menggunakan teknik pengolahan citra digital dengan 10 objek data hasil uji sistem aplikasi pada jarak 200cm lalu tinggi kamera sebesar 100cm dari lantai mendapatkan rata-rata akurasi tinggi badan sebesar 96%, berat badan sebesar 90,8%, lalu berdasarkan kelas kategori BMI didapatkan nilai akurasi sebesar 80%.

Diharapkan data yang diolah memiliki jumlah yang banyak agar hasil yang didapatkan lebih bervariasi. Penambahan proses pada pengolahan citra agar citra menjadi lebih mudah diolah dan hasil perhitungan sesuai dengan nilai asli.

#### Daftar Pustaka

- [1] S. Low, M. C. Chin, and M. Deurenberg-Yap, "Review on epidemic of obesity," *Ann. Acad. Med. Singapore*, vol. 38, no. 1, pp. 57–65, 2009, doi: 10.47102/annals-acadmedsg.v38n1p57.
- [2] P. S. Nugroho, "Jenis Kelamin Dan Umur Berisiko Terhadap Obesitas Pada Remaja Di Indonesia," *An-Nadaa J. Kesehat. Masy.*, vol. 7, no. 2, p. 110, 2020, doi: 10.31602/ann.v7i2.3581.

- [3] H. Hardinsyah, E. Damayanthi, and W. Zulianti, "Hubungan Konsumsi Susu Dan Kalsium Dengan Densitas Tulang Dan Tinggi Badan Remaja," *J. Gizi dan Pangan*, vol. 3, no. 1, p. 43, 2008, doi: 10.25182/jgp.2008.3.1.43-48.
- [4] 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.
- [5] A. B. Abadi, A. Fadllullah, 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.
- [6] A. Sani and E. A. Marlin, "Body Mass Index Measurement System using Image Processing," no. Icae 2020, pp. 81–84, 2021, doi: 10.5220/0010352000810084.
- [7] F. Rahman, M. Trisno, R. D. Atmaja, H. F. Tsp, K. Kunci, and B. Badan, "Perancangan Sistem Pengukuran Berat Badan Dengan Image Processing."
- [8] S. Aulia, F. E. Satria, and R. D. Atmaja, "Sistem Pengukur Tinggi dan Berat Badan berbasis Morphological Image Processing," *ELKOMIKA J. Tek. Energi Elektr. Tek. Telekomun. Tek. Elektron.*, vol. 6, no. 2, p. 219, Jul. 2018, doi: 10.26760/elkomika.v6i2.219.
- [9] H. Bipembi, J. Ben Hayfron-Acquah, J. Kobina Panford, O. Appiah, J. B. Hayfron-Acquah, and J. K. Panford, "Calculation of Body Mass Index using Image Processing Techniques Parity Progression estimation and categorical Analysis of Birth cohort data in ghana View project Comparative Analysis of Convergence Times between RIP and EIGRP Routing Protocols in a Netwo," 2015. [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/280133090>
- [10] M. Utami and M. Nasir, "Deteksi Indeks Massa Tubuh Berbasis Android," *J. Teknol. Rekayasa Inf. dan Komput.*, vol. 1, no. 1, 2018.
- [11] A. Susanto, "Penerapan Operasi Morfologi Matematika Citra Digital Untuk Ekstraksi Area Plat Nomor Kendaraan Bermotor," *Pseudocode*, vol. 6, no. 1, pp. 49–57, 2019, doi: 10.33369/pseudocode.6.1.49-57.
- [12] N. Nicky, K. Gunadi, and A. N. Purbowo, "Aplikasi Pengukuran Tinggi dan Berat Badan Manusia Menggunakan Morphological Image Processing," *J. Infra*, 2022, [Online]. Available: <https://publication.petra.ac.id/index.php/teknik-informatika/article/view/11890>
- [13] S. Lestari, "Perbandingan Circuit Training dan Interval Training Terhadap Vo2 Max Dengan Indeks Massa Tubuh Pemain Bola Voli," *J. Pendidik. dan Konseling*, vol. 4, pp. 1349–1358, 2022.
- [14] T. Efendi, I. Intan Uljanah, T. Ats Tsauri, and T. Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, "Rancang Bangun Sistem Pengolahan Citra Digital Untuk Menentukan Berat Badan Ideal," *JISKA*, vol. 2, no. 2, pp. 63–70, 2017.

- [15] D. B. C. B. A. Bahan, “Rancang Bangun Aplikasi ‘BMI (Body Mass Index) Calculator’ Berbasis Android Dengan Native Java,” *Researchgate.Net*, no. July, pp. 0–9, 2021, [Online]. Available: [https://www.researchgate.net/profile/Hussain-Nuralam/publication/353077133\\_Rancang\\_Bangun\\_Aplikasi\\_BMI\\_Body\\_Mass\\_Index\\_Calculator\\_Berbasis\\_Android\\_Dengan\\_Native\\_Java/links/60e6f4bc1c28af3458545449/Rancang-Bangun-Aplikasi-BMI-Body-Mass-Index-Calculator-Ber](https://www.researchgate.net/profile/Hussain-Nuralam/publication/353077133_Rancang_Bangun_Aplikasi_BMI_Body_Mass_Index_Calculator_Berbasis_Android_Dengan_Native_Java/links/60e6f4bc1c28af3458545449/Rancang-Bangun-Aplikasi-BMI-Body-Mass-Index-Calculator-Ber)