

APLIKASI PENGUKURAN ANTROPOMETRI TUBUH PADA ATLET DI KONI KOTA BANDUNG BERBASIS *IMAGE PROCESSING*

APPLICATION OF ANTHROPOMETRIC MEASUREMENTS OF ATHLETES IN KONI BANDUNG CITY BASED ON IMAGE PROCESSING

Rico Martin Kurniawan¹, Tri Nopiani Damayanti², Dery Rimasa³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

¹ricomartinks@telkomuniversity.ac.id , ²damayanti@tass.telkomuniversity.ac.id , ³dery.rimasa@upi.id

Abstrak

Seiring dengan terus berkembangnya teknologi dan khususnya pada teknologi digital, beberapa alat diciptakan untuk mempermudah kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari – hari. Pada umumnya, pengukuran antropometri tubuh khususnya pada pengukuran tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang masih menggunakan alat ukur manual. Guna meningkatkan pengukuran yang lebih cepat dan tepat, maka diperlukan sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk mengukur tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang secara real time.

Antropometri adalah sebuah studi yang dilakukan untuk melakukan pengukuran tubuh manusia. Pengukuran yang dilakukan bertujuan untuk mengukur tubuh manusia seperti tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang. Aplikasi ini akan digunakan untuk mengukur tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang secara bersamaan, sehingga menjadi lebih efektif dan efisien. Pada pengukuran antropometri tubuh ini memerlukan beberapa sampel citra yaitu citra background, citra tampak depan, dan citra tampak samping.

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan dari proyek akhir ini, dengan menggunakan 2 parameter jarak yang berbeda, yaitu pada jarak 350 cm dan 450 cm, didapatkan tingkat kesalahan aplikasi sebesar 0,03% pada jarak 350 cm dan 2,14% pada jarak 450 cm. Sehingga untuk mendapatkan keakuratan pada pengukuran tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang dapat menggunakan jarak 350 cm untuk pengambilan citra objek.

Kata Kunci: *Antropometri, Image Processing, Matlab.*

Abstract

Along with the continuous development of technology and especially in digital technology, several tools were created to facilitate human needs in everyday life. In general, anthropometric measurements of the body, especially in measuring body height, arm length, leg length, and waist circumference, still use manual measuring tools. In order to improve measurement that is faster and more precise, an application is needed that can be used to measure real time height, arm length, leg length and waist circumference.

Anthropometry is a study conducted to measure the human body. Measurements taken aim to measure the human body such as height, arm length, leg length and waist circumference. This application will be used to measure height, arm length, leg length, and waist circumference simultaneously, making it more effective and efficient. This anthropometric measurement of the body requires several image samples, namely the background image, front view image, and side view image.

Based on the tests that have been carried out from this final project, using 2 different distance parameters, namely at a distance of 350 cm and 450 cm, the application error rate is 0.03% at a distance of 350 cm and 2.14% at a distance of 450 cm. So that to get accuracy in measuring height, arm length, leg length, and waist circumference, you can use a distance of 350 cm for object image capture.

Keywords: *Anthropometry, Image Processing, Matlab.*

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan terus berkembangnya teknologi dan khususnya pada teknologi digital, beberapa alat diciptakan untuk mempermudah kebutuhan manusia dalam kehidupan sehari – hari. Teknologi yang berkembang di manfaatkan ke segala bidang yang sangat luas. Salah satunya adalah dibidang olahraga yang

saat ini juga semakin berkembang. Salah satu bidang yang dapat menerapkan teknologi digital adalah Antropometri.

Antropometri adalah sebuah studi yang dilakukan untuk melakukan pengukuran tubuh manusia. Pengukuran yang dilakukan bertujuan untuk mengukur tubuh manusia seperti tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang. Bidang Antropometri meliputi berbagai ukuran tubuh manusia seperti berat badan, posisi ketika berdiri, posisi ketika duduk, ketika merentangkan tangan, lingkaran tubuh, panjang tungkai dan sebagainya. Antropometri merupakan sebuah studi yang dilakukan untuk melakukan pengukuran tubuh manusia.

Dari beberapa penelitian yang telah dilakukan, telah di buat alat pengukuran antropometri tubuh, tetapi pada beberapa penelitian tersebut hanya dilakukan pengukuran pada beberapa bagian saja, seperti penelitian dari Suci Aulia, Fajri Eka Satria dan Ratri Dwi Atmaja Berjudul “Sistem Pengukuran Tinggi dan Berat Badan Berbasis Morphological Image Processing”, penelitian tersebut memanfaatkan Morphological Image Processing untuk melakukan pengukuran tinggi dan berat badan. Pada penelitian lainnya, telah dibuat sebuah aplikasi pengukuran antropometri kepala yang berjudul “Perancangan Sistem Pengukuran Antropometri Kepala Menggunakan Teknologi Image Processing Dengan Metode Ekstraksi Fitur Wajah”. Penelitian tersebut dilakukan oleh (Sritomo Wignosoebroto, Adithya Sudiarno, Bright Brennan). Berdasarkan penelitian dan permasalahan yang telah di paparkan diatas, maka dari itu akan dibuat sebuah aplikasi berbasis matlab yang dapat melakukan pengukuran tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang secara real time.

2. DASAR TEORI

2.1 Antropometri

Antropometri berasal dari kata “Anthro” yang memiliki arti manusia dan “metri” yang memiliki arti ukuran. Antropometri merupakan sebuah studi yang mempelajari tentang pengukuran tubuh dimensi manusia dari tulang, otot dan jaringan adiposa atau lemak. Antropometri juga berkaitan dengan pengukuran tubuh manusia. Antropometri juga memiliki beberapa bidang dalam pengukuran tubuh manusia, seperti tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, lebar badan atau lebar pinggang. (Poole, 2013)

2.2 Image Processing

Image Processing adalah suatu bentuk pengolahan atau pemrosesan sinyal dengan menggunakan masukan berupa gambar / citra (image) yang menghasilkan sebuah keluaran (output) gambar / citra yang ditransformasikan menjadi gambar lain dengan beberapa teknik tertentu untuk mendapatkan sebuah informasi. Pada dasarnya, pengolahan gambar / citra dilakukan untuk memperbaiki kualitas sebuah citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia dengan tujuan mempermudah dalam melakukan manipulasi dan juga penganalisisan terhadap gambar. Namun pada perkembangannya di dunia komputasi, pengolahan citra (Image Processing) digunakan untuk mendapatkan sebuah informasi dari sebuah citra.

2.3 Matlab

Matlab merupakan singkatan dari Matrix Laboratory yang dibuat oleh Math Work Inc. Matlab merupakan software pemrograman perhitungan dan analisis yang banyak digunakan untuk penerapan matematika seperti untuk pelatihan dalam teori matrik, aljabar linier dan analisis numerik. Matlab digunakan di berbagai bidang baik bidang Pendidikan maupun penelitian pada universitas dan industri. Matlab juga memiliki fungsi khusus yang di sebut toolboxes. Toolboxes merupakan sebuah alat bantuan yang digunakan untuk menyelesaikan bidang pengolahan sinyal, sistem pengaturan, fuzzy logic, numeral network, optimasi, pengolahan citra, dan simulasi yang lain.

2.4 Citra Digital

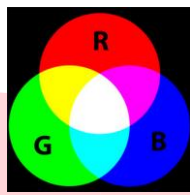
Citra adalah suatu representasi (gambaran) dari suatu objek. Citra dapat berbentuk foto hitam putih atau berwarna, sinyal – sinyal video seperti gambar pada monitor televisi, atau bersifat digital yang dapat langsung disimpan pada suatu pita magnetic. Citra memiliki fungsi yang berkesinambung dari intensitas cahaya pada bidang dua dimensi. Citra terbagi menjadi 2 jenis, yaitu citra yang bersifat analog dan citra yang bersifat digital.

Citra digital merupakan representatif dari citra yang diambil oleh mesin dengan bentuk pendekatan berdasarkan sampling dan kuantisasi. Sampling menyatakan besarnya kotak – kotak yang disusun dalam baris dan kolom. Sampling pada citra menyatakan besar kecilnya ukuran pixel (titik) pada citra, dan kuantisasi menyatakan besarnya nilai tingkat kecerahan yang dinyatakan dalam nilai tingkat keabuan (grayscale) sesuai dengan jumlah bit biner yang digunakan oleh mesin, dengan kata lain kuantisasi pada citra menyatakan jumlah warna yang ada pada citra.

2.5 RGB

Citra RGB atau Red, Green, and Blue merupakan citra yang tersusun atas 3 kanal warna, yaitu kanal merah, kanal hijau, dan kanal biru. Red adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna merah (misalkan untuk skala keabuan 0 – 255, nilai 0 menyatakan hitam dan 255 menyatakan merah). Green adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna hijau, dan Blue adalah matrik yang menyatakan derajat kecerahan untuk warna biru.

Pada dasarnya, setiap citra yang berwarna memiliki nilai intensitas / nilai indeks RGB yang bermacam – macam. Perbedaan persentase indeks RGB membuat sebuah citra menjadi berwarna merah, hijau, biru, kuning dan sebagainya. Semakin tinggi indeks warnanya maka semakin terang warna tersebut. Begitu sebaliknya, semakin kecil nilai indeks warnanya maka semakin gelap warna tersebut.



Gambar 1 Warna RGB

2.6 Grayscale

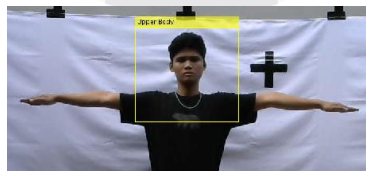
Citra Grayscale merupakan suatu citra yang hanya memiliki tingkat warna keabuan. Penggunaan citra grayscale digunakan untuk memudahkan dalam mengambil informasi yang dibutuhkan. Warna abu – abu pada citra grayscale adalah warna RGB (Red,Green,Blue) yang memiliki intensitas yang sama. Sehingga dalam citra grayscale hanya membutuhkan nilai intensitas tunggal dibandingkan dengan citra berwarna membutuhkan tiga intensitas untuk tiap pikselnya. Intensitas dari citra grayscale disimpan dalam 8 bit integer yang memberikan 256 kemungkinan yang mana dimulai dari level 0 sampai dengan 255 (0 untuk hitam dan 255 untuk putih dan nilai diantaranya adalah derajat keabuan).



Gambar 2 Grayscale level

2.5 Metode Viola - Jones

Metode Viola – Jones merupakan metode pendeteksian objek yang memiliki tingkat keakuratan yang tinggi dan komputasi yang cepat. Metode Viola – Jones menggunakan fitur Haar sebagai deskriptor dan kemudian menggabungkan Integral Image dan Ada Boost untuk mencari dan melakukan seleksi nilai fitur dan membentuk Cascade Classifier. Periode merupakan durasi waktu dari suatu siklus pengulangan peristiwa, sehingga nilai periode berbanding terbalik dengan nilai frekuensi. Semakin besar nilai periode maka akan semakin kecil nilai frekuensinya, dan semakin kecil nilai periode maka nilai frekuensi akan semakin besar. Berikut merupakan rumus dari frekuensi.



Gambar 3 Deteksi Upper Bodies Dengan Menggunakan Metode Viola – Jones

2.6 Perhitungan Tinggi Badan

Perhitungan Tinggi Badan (TB) dilakukan dengan cara menghitung jumlah piksel dari ujung rambut kepala sampai dengan ujung telapak kaki dan dikalikan dengan rasio TB.

Rasio TB didapatkan dengan cara menghitung nilai tinggi piksel pada objek berwarna hitam berbentuk tanda tambah (+) pada background dan kemudian membandingkan ukuran yang sebenarnya pada cm dengan jumlah piksel objek tersebut. Berikut persamaan pada perhitungan TB [7]:

$$\text{Tinggi Badan} = \text{Jumlah piksel tinggi citra objek} \times \text{Rasio TB} \quad [7]$$

2.6 Perhitungan Panjang Lengan

Perhitungan Panjang Lengan diperoleh dengan cara menghitung jumlah piksel dari ujung jari tangan kiri sampai dengan ujung jari tangan kanan dan dikalikan dengan rasio panjang tangan (PT). Rasio PT didapatkan dengan cara menghitung nilai panjang piksel pada objek berwarna hitam berbentuk tanda tambah (+) pada background dan kemudian membandingkan ukuran panjang yang sebenarnya pada objek dalam cm dengan jumlah panjang piksel objek tersebut. Berikut persamaan pada perhitungan panjang lengan [5]:

$$\text{Panjang Lengan} = \text{Jumlah piksel panjang lengan objek} \times \text{Rasio PT} \quad [5]$$

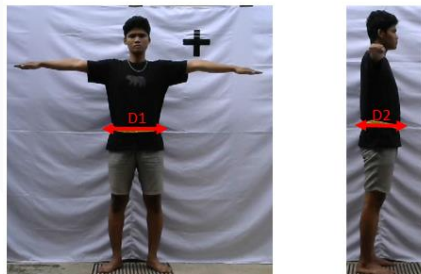
2.7 Perhitungan Panjang Kaki

Perhitungan Panjang Kaki diperoleh dengan cara menghitung jumlah piksel dari pinggang sampai dengan ujung telapak kaki dan dikalikan dengan rasio TB. Rasio TB didapatkan dengan cara menghitung nilai tinggi piksel pada objek berwarna hitam berbentuk tanda tambah (+) pada background dan kemudian membandingkan ukuran yang sebenarnya pada cm dengan jumlah piksel objek tersebut. Berikut persamaan pada pengukuran panjang kaki [2]:

$$\text{Panjang Kaki} = \text{Jumlah piksel panjang kaki objek} \times \text{Rasio TB} \quad [2]$$

2.8 Perhitungan Lingkar Pinggang

Perhitungan Lingkar Pinggang diperoleh dengan cara menghitung jumlah piksel dari lebar pinggang objek pada tampak samping dan jumlah piksel dari lebar pinggang objek tampak depan. Setelah didapatkan diameter 1 (d1) dan diameter 2 (d2) pinggang pada objek, maka nilai d1 dan d2 pada piksel diubah ke dalam satuan cm.



Berikut merupakan persamaan pada perhitungan lingkar pinggang [2]:

$$\text{Lingkar Pinggang} = \frac{1}{2} \times \pi \times (d1 + d2) \quad [2]$$

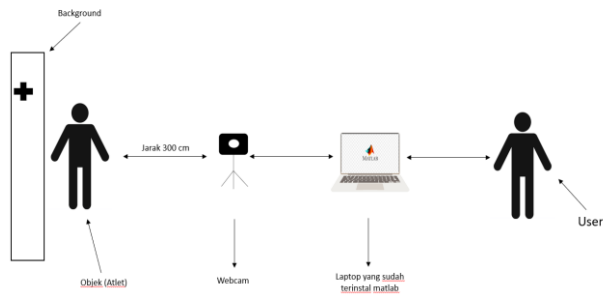
Commented [A1]: Gambarkan

Commented [A2]: Gambarkan yang mana d1, d2

3. PERENCANAAN SITEM PENGUKURAN ANTROPOMETRI TUBUH

3.1 Model Sistem Perancangan

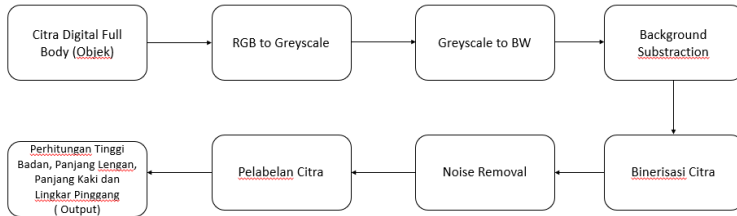
Pada Proyek akhir ini dilakukan perancangan Aplikasi Pengukuran Antropometri tubuh dengan menggunakan Kamera webcam, Matlab berbasis Image Processing. Sistem ini melakukan pengukuran antropometri tubuh seperti tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki dan lingkaran pinggang secara bersamaan dalam satu sistem dengan metode image processing.



Gambar 4 Model Sistem Perancangan

3.1.1 Perancangan Software

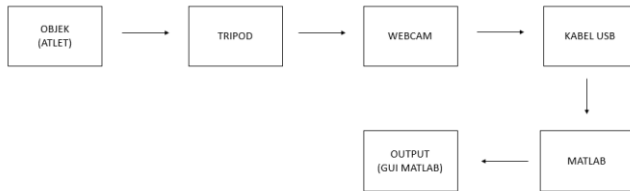
Software yang digunakan untuk membuat aplikasi pengukuran antropometri tubuh adalah Matlab R2018ab, berikut blok diagram software :



Gambar 5 Blok Diagram Software

3.1.2 Perancangan Hardware

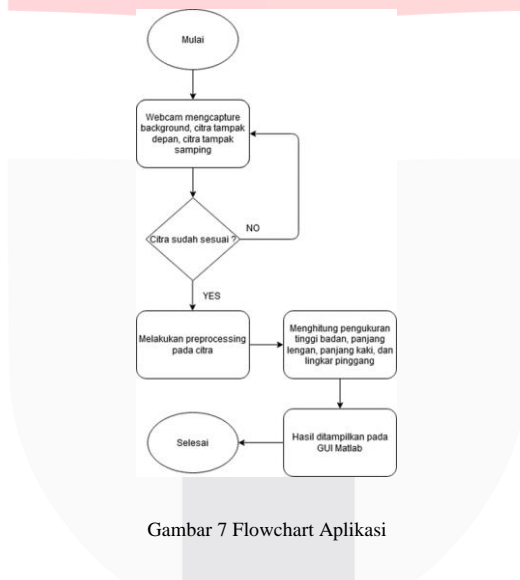
Sistem ini menggunakan kamera webcam dan tripod sebagai dudukan webcam, dan sistem ini menggunakan webcam yang terhubung dengan laptop yang sudah terdapat aplikasi Matlab. Sistem ini bekerja dimulai dengan citra masukan berupa citra digital full body dengan bantuan background putih yang ditemplei objek hitam berbentuk tanda tambah (+) yang digunakan untuk mendapatkan rasio pengukuran.



Gambar 6 Blok Diagram Hardware

3.2 Perancangan Aplikasi

Dalam perancangan aplikasi pengukuran antropometri tubuh ini menggunakan aplikasi Matlab versi R2018a, berikut adalah flowchart dari sistem aplikasi:



Gambar 7 Flowchart Aplikasi

BAGIAN TUBUH YANG DI UKUR	VARIABEL	NAMA
	X1	Tinggi badan
	X2	Panjang Lengan
	X3	Lingkar Pinggang
	X4	Panjang kaki

Gambar 8 Bagian Pengukuran Antropometri Tubuh

Pada gambar 8 menjelaskan bagian mana saja yang akan dilakukan pengukuran antropometri tubuh pada atlet. Dengan memulai beberapa proses pengolahan citra, maka dapat dilakukan perhitungan jumlah pixel/titik pada citra tersebut agar mendapatkan nilai -nilai pada pengukuran tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang.

3.3 Perancangan GUI pada Matlab

Dalam pengerjaan proyek akhir ini dilakukan perancangan GUI pada matlab dengan sebagai berikut :



Gambar 9 Desain GUI Tampilan Utama

Perancangan sistem yang diawali dengan tampilan menu aplikasi utama. Pada tampilan aplikasi utama tersebut terdapat beberapa axes, push button, static text, dan edit text. Pada aplikasi tersebut memerlukan beberapa sampel foto yang akan digunakan untuk melakukan pengukuran antropometri tubuh. Sampel foto yang sudah didapatkan akan ditampilkan pada axes yang terdapat pada menu utama.

4. ANALISIS SIMULASI PERANCANGAN

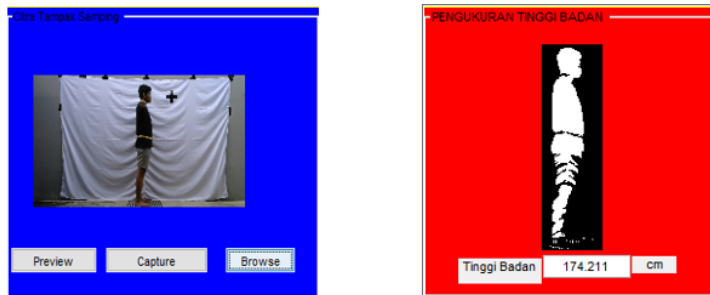
4.1 Deskripsi Simulasi Perancangan

Simulasi perancangan pengukuran antropometri tubuh berdasarkan alat yang telah dibuat. Berikut merupakan hasil dari implementasi keseluruhan serta pembahasan dari hasil pengujian alat yang telah dilakukan. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa parameter jarak yaitu pada jarak 350 cm, 400 cm, dan 450 cm. Pengujian ini dilakukan dengan tinggi kamera ± 35 cm dari permukaan lantai dan dengan sudut pengambilan 90° . Pengukuran dilakukan dengan mengukur terlebih dahulu orang – orang yang menjadi sampel, kemudian dilakukan perbandingan pengukuran yang didapat dari aplikasi pengukuran antropometri tubuh dengan pengukuran yang dilakukan dengan cara menggunakan alat ukur. Alat ukur yang digunakan seperti stature meter, rol meter dan pita meter. Kemudian hasil pengukuran tersebut akan dibandingkan dan dianalisis sehingga dapat mengetahui tingkat keberhasilan aplikasi dalam mengukur tinggi badan, panjang lengan, panjang kaki, dan lingkaran pinggang.

4.2 Pengujian Pengukuran Tinggi Badan Pada Objek

Pada proyek akhir ini, dilakukan pengujian dengan beberapa sampel orang yang memiliki tinggi badan yang berbeda – beda. Pengujian ini dilakukan dengan beberapa parameter jarak yang berbeda, yaitu pada jarak 350 cm, 400 cm, dan 450 cm. Pengambilan citra dilakukan menggunakan kamera webcam dan bersifat outdoor

dengan cahaya yang cukup agar saat pengambilan citra tidak terdapat bayangan. Tinggi kamera dari permukaan lantai \pm 35cm dari permukaan lantai dengan jarak webcam ke objek 350 cm.



Gambar 10 Pengukuran Tinggi Badan Pada Objek

Berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 1 Hasil Percobaan Pengukuran Tinggi Badan Pada Jarak 350 cm

Data	Pengukuran Tinggi badan		Selisih	Persentase kesalahan aplikasi
	Aplikasi	Manual		
Sampel 1	174 cm	173 cm	1	0,578%
Sampel 2	164 cm	164 cm	0	0%
Sampel 3	165 cm	165 cm	0	0%
Sampel 4	170 cm	171 cm	1	0.588%
Sampel 5	168 cm	170 cm	2	1,176%
Sampel 6	170 cm	171 cm	1	0,584%
Sampel 7	171 cm	171 cm	0	0%
Sampel 8	161 cm	160 cm	1	0,625%
Sampel 9	168 cm	169 cm	1	0,591%

4.2.1 Pengaruh Resolusi Gambar Pada Pengukuran Tinggi Badan Pada Objek

Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter variasi resolusi citra yang berbeda – beda dan dengan focus terbaik pada jarak 350 cm, berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan

Tabel 2 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Resolusi

No	Resolusi	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi
1	1280 x 720	174 cm	173 cm	0,578%
2	1280 x 960	174 cm	173 cm	0,578%
3	1024 x 576	175 cm	173 cm	1,156%
4	960 x 720	174 cm	173 cm	0,578%
5	800 x 600	173 cm	173 cm	0%

4.2.2 Pengaruh Jarak Dalam Melakukan Pengukuran Tinggi Badan Pada Objek

Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan resolusi terbaik yaitu 1280 x 720. Percobaan kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak pada saat pengambilan citra dengan menggunakan beberapa variasi parameter jarak webcam ke objek. berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 3 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Jarak

No	Jarak	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi
1	100 cm	Objek Tidak Terdeteksi	173 cm	Webcam terlalu dekat
2	150 cm	Objek Tidak Terdeteksi	173 cm	Webcam terlalu dekat
3	200 cm	Objek Tidak Terdeteksi	173 cm	Webcam terlalu dekat

4	250 cm	Objek Tidak Terdeteksi	173 cm	Objek tidak <i>full body</i>
5	300 cm	Objek Tidak Terdeteksi	173 cm	Objek tidak <i>full body</i>
6	350 cm	174 cm	173 cm	0,578%
7	400 cm	174 cm	173 cm	0,578 %
8	450 cm	172 cm	173 cm	0,578 %

4.3 Pengujian Pengukuran Panjang Lengan Pada Objek

Pengujian pengukuran panjang lengan pada objek dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dengan menggunakan aplikasi dan pengukuran dengan menggunakan pengukuran manual.



Gambar 11 Pengukuran Panjang Lengan Pada Objek

Berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 4 Hasil Percobaan Pengukuran Panjang Lengan Pada Jarak 350 cm

Data	Pengukuran Panjang Lengan		Selisih	Persentase kesalahan aplikasi
	Aplikasi	Manual		
Sampel 1	174	174	0	0%
Sampel 2	161	164	3	1,829%

Sampel 3	169	168	1	0,595 %
Sampel 4	174	172	2	1,162%
Sampel 5	170	170	0	0%
Sampel 6	164	165	1	0,606%
Sampel 7	167	167	0	0%
Sampel 8	162	161	1	0,621%
Sampel 9	182	182	0	0%

4.3.1 Pengaruh Resolusi Gambar Pada Pengukuran Panjang Lengan Pada objek

Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter variasi resolusi citra yang berbeda – beda dan dengan fokus terbaik pada jarak 350 cm, berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 5 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Resolusi

No	Resolusi	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi
1	1280 x 720	174	174	0%
2	1280 x 960	173	174	0,574%
3	1024 x 576	171	174	1,724%
4	960 x 720	173	174	0,574%
5	800 x 600	176	174	1,149%

4.3.2 Pengaruh Jarak Pada Pengukuran Panjang Lengan Pada Objek

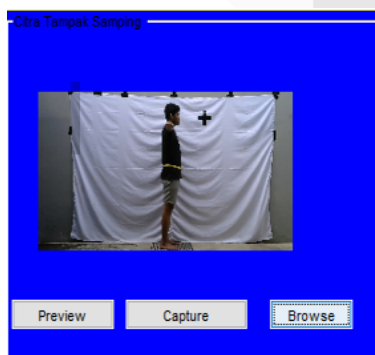
Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan resolusi terbaik yaitu 1280 x 720. Percobaan kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak pada saat pengambilan citra dengan menggunakan beberapa variasi parameter jarak webcam ke objek. berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 6 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Jarak

No	Jarak	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi
1	100 cm	Objek Tidak Terdeteksi	174 cm	Webcam terlalu dekat
2	150 cm	Objek Tidak Terdeteksi	174 cm	Webcam terlalu dekat
3	200 cm	Objek Tidak Terdeteksi	174 cm	Webcam terlalu dekat
4	250 cm	Objek Tidak Terdeteksi	174 cm	Objek tidak <i>full body</i>
5	300 cm	Objek Tidak Terdeteksi	174 cm	Objek tidak <i>full body</i>
6	350 cm	174 cm	174 cm	0%
7	400 cm	174 cm	174 cm	0%
8	450 cm	170 cm	174 cm	2,229 %

4.4 Pengujian Pengukuran Panjang Kaki Pada Objek

Pengujian pengukuran panjang kaki pada objek dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dengan menggunakan aplikasi dan pengukuran dengan menggunakan pengukuran manual.



Gambar 12 Proses Pengukuran Panjang Kaki Pada Objek

Berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 7 Hasil Percobaan Pengukuran Panjang Kaki

Data	Pengukuran Panjang Kaki		Selisih	Persentase kesalahan aplikasi
	Aplikasi	Manual		
Sampel 1	98	97	1	1,030%
Sampel 2	93	92	1	1,086%
Sampel 3	94	95	1	1,052%
Sampel 4	94	94	0	0%
Sampel 5	97	95	2	2,105%
Sampel 6	92	92	0	0%
Sampel 7	91	93	2	2,150%
Sampel 8	95	95	0	0%
Sampel 9	99	100	1	1%

4.4.1 Pengaruh Resolusi Gambar Pada Pengukuran Panjang Kaki Pada Objek

Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter variasi resolusi citra yang berbeda – beda dan dengan fokus terbaik pada jarak 350 cm, berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 8 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Resolusi

No	Resolusi	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi
1	1280 x 720	98	97	1,030%

2	1280 x 960	98	97	1,030%
3	1024 x 576	98	97	1,030%
4	960 x 720	97	97	0%
5	800 x 600	96	97	1,030%

4.4.1 Pengaruh Jarak Pada Pengukuran Panjang Kaki Pada Objek

Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan resolusi terbaik yaitu 1280 x 720. Percobaan kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak pada saat pengambilan citra dengan menggunakan beberapa variasi parameter jarak *webcam* ke objek. berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 9 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Parameter Jarak

No	Jarak	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi
1	100 cm	Objek Tidak Terdeteksi	97 cm	<i>Webcam</i> terlalu dekat
2	150 cm	Objek Tidak Terdeteksi	97 cm	<i>Webcam</i> terlalu dekat
3	200 cm	Objek Tidak Terdeteksi	97 cm	<i>Webcam</i> terlalu dekat
4	250 cm	Objek Tidak Terdeteksi	97 cm	Objek tidak <i>full body</i>
5	300 cm	Objek Tidak Terdeteksi	97 cm	Objek tidak <i>full body</i>
6	350 cm	98 cm	97 cm	1,030%
7	400 cm	98 cm	97 cm	1,030 %
8	450 cm	99 cm	97 cm	2,061%

4.5 Pengujian Pengukuran Lingkar Pinggang Pada Objek

Pengujian pengukuran panjang lengan pada objek dilakukan dengan cara melakukan pengukuran dengan menggunakan aplikasi dan pengukuran dengan menggunakan pengukuran manual. Pengukuran manual pada lingkaran pinggang menggunakan pita meter.

Berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 10 Hasil Percobaan Pengukuran Lingkar Pinggang Pada Jarak 350 cm

Data	Pengukuran Lingkar Pinggang		Selisih	Persentase kesalahan aplikasi
	Aplikasi	Manual		
Sampel 1	87	87	0	0%
Sampel 2	73	73	0	0%
Sampel 3	87	87	0	0%
Sampel 4	99	100	1	1%
Sampel 5	78	78	0	0%
Sampel 6	92	92	0	0%
Sampel 7	91	90	1	1,111%
Sampel 8	76	75	1	1,333%
Sampel 9	85	85	0	0%

4.5.1 Pengaruh Resolusi Gambar Pada Pengukuran Lingkar Pinggang Pada Objek

Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan beberapa parameter variasi resolusi citra yang berbeda – beda dan dengan fokus terbaik pada jarak 350 cm, berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 11 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Resolusi

No	Resolusi	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi

1	1280 x 720	87	87	0%
2	1280 x 960	88	87	1,149%
3	1024 x 576	86	87	1,149%
4	960 x 720	85	87	0%
5	800 x 600	88	87	1,149%

Dari hasil percobaan diatas dengan melakukan pengukuran dengan beberapa variasi parameter resolusi gambar yang digunakan, resolusi gambar mempengaruhi dalam melakukan pengukuran lingkaran pinggang pada citra. Dari kesimpulan percobaan diatas, dengan jarak 350 cm dan dengan resolusi gambar 1280 x 720 dan 960 x 720 merupakan resolusi terbaik untuk mendapatkan pengukuran yang akurat pada pengukuran lingkaran pinggang.

4.5.2 Pengaruh Jarak Pada Pengukuran Lingkaran Pinggang Pada Objek

Pada percobaan kali ini dilakukan dengan menggunakan resolusi terbaik yaitu 1280 x 720. Percobaan kali ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jarak pada saat pengambilan citra dengan menggunakan beberapa variasi parameter jarak *webcam* ke objek. berikut merupakan hasil percobaan yang telah dilakukan:

Tabel 4.1 Hasil Percobaan Dengan Menggunakan Beberapa Variasi Parameter Jarak

No	Jarak	Pengukuran Aplikasi	Pengukuran Manual	Persentase Kesalahan Aplikasi
1	100 cm	Objek Tidak Terdeteksi	87 cm	<i>Webcam</i> terlalu dekat
2	150 cm	Objek Tidak Terdeteksi	87 cm	<i>Webcam</i> terlalu dekat
3	200 cm	Objek Tidak Terdeteksi	87 cm	<i>Webcam</i> terlalu dekat
4	250 cm	Objek Tidak Terdeteksi	87 cm	Objek tidak <i>full body</i>
5	300 cm	Objek Tidak Terdeteksi	87 cm	Objek tidak <i>full body</i>
6	350 cm	87 cm	87 cm	0%

7	400 cm	86cm	87 cm	1,149 %
8	450 cm	90 cm	87 cm	3,348%

5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian terhadap sistem secara keseluruhan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Percobaan dengan menggunakan aplikasi Matlab versi R2018a dengan 2 parameter jarak berbeda, pada jarak 350 cm dan 450 cm memiliki tingkat kesalahan aplikasi sebesar 0,326% dan 2,141%.
2. Berdasarkan hasil percobaan yang dilakukan, pada jarak 350 cm merupakan jarak yang memiliki titik fokus terbaik.
3. Hasil percobaan dengan beberapa variasi resolusi yang digunakan dapat disimpulkan dengan menggunakan resolusi 1280 x 720 adalah resolusi yang terbaik untuk melakukan pengukuran.
4. Aplikasi ini memerlukan alat bantuan seperti background kain berwarna putih, pengambilan citra bersifat outdoor, dan objek menggunakan bantuan ikat pinggang berwarna kuning.
5. Untuk melakukan pengukuran antropometri tubuh, aplikasi ini membutuhkan beberapa sampel citra, diantaranya yaitu citra background, citra tampak samping, dan citra tampak depan

1.2 Saran

Berdasarkan hasil pembangunan Proyek Akhir ini, dapat disampaikan beberapa saran untuk pengembangan selanjutnya yaitu :

1. Perlu adanya penggunaan metode peningkatan terbaru lagi agar bisa mendapatkan pengukuran yang lebih akurat.
2. Menambahkan fitur-fitur terbaru sesuai kebutuhan.
3. Membuat aplikasi menjadi lebih mudah digunakan

REFERENSI

- [1] I. Stancic, Tamara. Supuk, Mojmil. C. Computer Vision System Of Human Anthropometric Parameters Estimation. Croatia : WSEAS TRANSACTIONS on SYSTEMS, 2009.
- [2] M. Aslam, F. Rajbdad, S.Khattak, S.Azmat. Automatic Measurements of Anthropometric Dimensions Using Frontal and Lateral Silhouettes. Pakistan : IET *Journals*, 2017.
- [3] P. C. Hung, C. P. Witana, R. S. Goonetilleke. Anthropometric Measurements from Potographic Images. Kuala Lumpur : *Human Performance Laboratory, Hong Kong University of Science and Technology*, 2004.
- [4] A. P Caesar. 2019. Deteksi Kesalahan Bentuk Tepi Objek Berbasis Pengolahan Citra. D3 Teknologi Telekomunikasi
- [5] R. Shegal, R. Gupta, N. Anand. Automatic Extraction of 3d Body Measurements from 2d Images of a Female Form. India : IOSR-JPTE, 2018.
- [6] S. Wignjosoebroto, A. Sudiarno, B. Brennan. Perancangan Sistem Pengukuran Antropometri Kepala Menggunakan Teknologi Image Processing Dengan Metode Ekstraksi Fitur Wajah. Institut Teknologi Sepuluh November (ITS) Surabaya.
- [7] S. Aulia, F. E. Satria, R. D. Atmaja. Sistem Pengukur Tinggi Badan dan Berat Badan Berbasis Morphological Image Processing. Telkom University, 219-231, 2018.