

**PENGUKURAN TINGGI BADAN MENGGUNAKAN KAMERA
BERBASIS *OPEN CV PYTHON* DENGAN *AUTOMATIC
HEIGHT POSITIONING KAMERA***

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Oleh

Ali Munzi

218441029



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
JURUSAN TEKNIK OTOMASI MANUFAKTUR DAN MEKATRONIKA
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Kamera Berbasis *Open CV Python*
dengan *Automatic Height Positioning* Kamera**

Oleh:

Ali Munzi

218441029

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)

Politeknik Manufaktur Bandung

Bandung, 16 Agustus 2022

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Adhitya Sumardi S., S.Si., M.Si.
NIP 198110052009121005

Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc.
NRP 221409009

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III

Suharyadi Pancono, M.T.
NIP. 196701171990031004

M. Harry Khomas S., S.T., M.T.I.
NIDP. 198803242022031002

Hilda Khoirunnisa, M.Sc.Eng.
NIP. 199704192022032012

nPERNYATAAN ORISINALITAS

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama	:	Ali Munzi
NIM	:	218441029
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Kamera Berbasis <i>Open CV Python</i> dengan <i>Automatic Height Positioning</i> Kamera

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 16 Agustus 2022
Yang Menyatakan,

(Ali Munzi)
NIM 218441029

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ali Munzi
NIM : 218441029
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Kamera Berbasis *Open CV Python* dengan *Automatic Height Positioning* Kamera

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 16 Agustus 2022
Yang Menyatakan,

(Ali Munzi)
NIM 218441029

MOTO PRIBADI

Selalu berusaha menjadi manusia yang ber-DUIT

- Biasakan **ber-Doa**, karena semua ada dalam kuasa-Nya
- Sungguh-sungguh **ber-Usaha**, karena Allah SWT tak akan merubah keadaanmu jika tak ada bukti kesungguhan untuk itu.
- Senantiasa **ber-Istiqamah**, karena terlalu berdosa dan terlalu tak sempurna untuk berharap bahwa satu doa dan satu usaha akan menjadi nyata sekejap mata.
- Tetaplah **ber-Tawakal** karena yang terjadi itu yang terbaik .

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepada-Nya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepada-Nya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalan-Nya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagi-Nya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hamba-Nya dan Rasul-Nya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Pengukuran Tinggi Badan Menggunakan Kamera Berbasis *Open CV Python* Dengan *Automatic Height Positioning* Kamera”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan berbagai bantuan baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohamad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, ST., MT.
3. Ketua Program Studi D4 Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si., dan Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc.

5. Para Pen guji sidang tugas akhir Bapak Suharyadi Pancono, Dipl. Ing. HTL. M.T., Bapak M. Harry Khomas Saputra, S.T., M.T.I. dan Ibu Hilda Khoirunnisa, S.Tr.T., M.Sc.Eng.
6. Panitia tugas akhir Politeknik Manufaktur Bandung.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ibu Yani dan Bapak Suhada yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk kakak dan adik saya.
9. Buat sahabat – sahabat saya.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun. Semoga tulisan ini bermanfaat bagi kita semua. Aamiiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 16 Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

Tinggi badan merupakan salah satu profil biologis yang dibutuhkan dalam berbagai aspek, saat ini pengukuran tinggi masih sering dilakukan secara manual, padahal terdapat banyak kekurangan dalam prosesnya seperti dan ketepatan pengukuran yang mengandalkan ketelitian petugas pengukuran dalam membaca alat ukur serta proses pengukuran yang memerlukan interaksi langsung antara objek ukur, alat ukur dan petugas pengukuran yang semestinya harus dikurangi semasa pandemi. Untuk mengatasi hal tersebut, telah dilakukan berbagai penelitian untuk menciptakan sebuah alat ukur otomatis menggunakan kamera yang tidak memerlukan banyak kontak fisik, baik dengan operator maupun alat ukur itu sendiri. Meski telah dilakukan banyak penelitian, saat ini rata-rata galat yang didapatkan masih diatas 2cm, selain itu pada penelitian-penelitian sebelumnya kamera selalu disimpan pada ketinggian tertentu tanpa alasan yang dijabarkan, padahal terdapat penelitian yang mengindikasikan adanya pengaruh ketinggian kamera terhadap hasil pengukuran. Oleh karena itu penulis melakukan sebuah penelitian untuk mengetahui pengaruh tinggi kamera terhadap hasil pengukuran tinggi dan menerapkan hasil penelitian tersebut dalam sebuah sistem yang dapat mengukur tinggi badan menggunakan kamera dengan fitur penyesuaian tinggi sesuai tinggi objek yang akan diukur. Disamping itu untuk mempermudah penggunaan, sistem ini juga dilengkapi dengan *interface* berbasis web yang terhubung dengan *database*. Berbekal program image processing berbasis *Open CV Python* dan kamera *web-came full HD* dapat dihasilkan sebuah alat ukur dengan ketelitian pembacaan 1mm, rata-rata akurasi sebesar 99,74% rata-rata *Error* sebesar 0,26% dan nilai *Error* terbesar 1cm.

Kata kunci: Pengukuran Tinggi Badan, *Open CV*, *Python*,

ABSTRACT

Height is one of the biological profiles needed in various aspects, currently height measurements are still often carried out manually, even though there are many shortcomings in the process such as and measurement accuracy which relies on the accuracy of the measurement officer in reading the measuring instrument and the measurement process which requires direct interaction between the measuring object, measuring instrument and measurement officer which should be reduced during the pandemic. To overcome this, various studies have been carried out to create an automatic measuring instrument using a camera that does not require much physical contact, either with the operator or the measuring instrument itself. Although many studies have been carried out, currently the average Error obtained is still above 2cm, besides that in previous studies the camera has always been kept at a certain height without any explained reasons, even though there are studies that indicate the effect of camera height on measurement results. Therefore, the author conducted a study to determine the effect of camera height on height measurement results and applied the results of the study in a height measuring instrument using a camera that has a height adjustment feature according to the height of the object to be measured. In addition, to facilitate the use of this measuring instrument, it is also equipped with a web-based interface that is connected to the database. Armed with an image processing program based on Open CV Python and a full HD web-came camera, a measuring instrument can be produced with a reading accuracy of 1mm, an average accuracy of 99.74%, an average Error of 0.26% and the largest Error value of 1cm.

Keywords: Height measurements, Open CV, Python,

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
I BAB I PENDAHULUAN.....	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Batasan Masalah.....	I-4
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-5
I.5 Metodologi Penelitian	I-5
I.6 Sistematika Penulisan.....	I-6
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 Pengolahan Citra	II-1
II.1.2 Tinggi Badan.....	II-1
II.1.3 Piksel.....	II-1
II.1.4 <i>Field Of View (FoV)</i>	II-2
II.1.5 <i>Python</i>	II-2
II.1.6 <i>Open CV</i>	II-3
II.1.7 RGB	II-4
II.1.8 <i>HSV</i>	II-4
II.1.9 <i>Morfological Image Processing</i>	II-6
II.1.10 <i>CodeIgniter</i>	II-7
II.1.11 <i>MySQL</i>	II-7
II.2 Tinjauan Alat.....	II-8

II.2.1	Kamera	II-8
II.2.2	Arduino UNO.....	II-8
II.2.3	Driver Motor A4899	II-9
II.2.4	Motor Stepper Nema 17	II-10
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-11
III	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Gambaran Umum Sistem.....	III-1
III.2	Penerapan VDI 2206.....	III-2
III.2.1	Penjabaran Tugas	III-3
III.2.2	Perancangan Sistem	III-3
III.2.3	Implementasi dan Integrasi Sistem	III-10
III.3	Perancangan Prosedur Pengujian.....	III-27
III.3.1	Pengujian pengaruh ketinggian kamera	III-27
III.3.2	Pengujian pengaruh cahaya.....	III-27
III.3.3	Pengujian <i>interface</i>	III-27
III.3.4	Pengujian akurasi pengukuran tinggi pada sistem <i>automatic height positioning</i>	III-27
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Pengujian Pengaruh Ketinggian Kamera	IV-1
IV.2	Pengujian Pengaruh Cahaya	IV-5
IV.3	Pengujian <i>Interface</i>	IV-11
IV.4	Pengujian akurasi pengukuran tinggi pada sistem <i>automatic height positioning</i>	IV-22
V	BAB V PENUTUP	V-1
V.1	Kesimpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1
	DAFTAR PUSTAKA	iii
	LAMPIRAN.....	vi

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Spesifikasi Arduino UNO[24].....	II-9
Tabel II. 2 Tabel <i>micro stepper</i> Motor driver A4899[25].....	II-10
Tabel II. 3 Spesifikasi Motor stepper Nema 17	II-11
Tabel II. 4 Penelitian terdahulu.....	II-11
Tabel III. 1 Daftar tuntutan kinerja sistem	III-3
Tabel III. 2 Tabel Komponen Mekanik.....	III-3
Tabel IV. 1 Uji coba pengaruh tinggi.....	IV-1
Tabel IV. 2 Uji coba pengaruh cahaya.....	IV-5
Tabel IV. 3 Pengujian <i>Interface</i>	IV-11
Tabel IV. 4 Hasil pengukuran objek 100cm sampai dengan 192cm	IV-22
Tabel IV. 5 Hasil pengukuran objek dengan ketinggian kurang dari 100cm ..	IV-23

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Ilustrasi pengambilan gambar[15]	II-2
Gambar II. 2 Pengaruh variasi nilai <i>Hue</i> [19]	II-4
Gambar II. 3 Pengaruh variasi nilai <i>Saturation</i> [19].....	II-5
Gambar II. 4 Pengaruh variasi nilai <i>Value</i> [19]	II-5
Gambar II. 5 Struktur Kerja Arsitektur MVC[21]	II-7
Gambar II. 6 Arduino UNO[8].....	II-8
Gambar II. 7 Motor driver A4899[25]	II-10
Gambar III. 1 Gambaran umum sistem.....	III-1
Gambar III. 2 Skema VDI 2206 [12]	III-2
Gambar III. 3 <i>Design</i> Mekanik	III-4
Gambar III. 4 Sistem Elektrik	III-6
Gambar III. 5 Pengukuran <i>FOV</i>	III-8
Gambar III. 6 Rancangan halaman utama web	III-9
Gambar III. 7 Rancangan halaman pengukuran.....	III-10
Gambar III. 8 Diagram alir sistem pengukuran	III-11
Gambar III. 9 Diagram alir sub proses Registrasi.....	III-12
Gambar III. 10 Diagram alir sub proses <i>Login</i>	III-13
Gambar III. 11 Diagram alir sub proses Tambah Data	III-14
Gambar III. 12 Diagram alir tahap awal sub proses Pengukuran	III-15
Gambar III. 13 Diagram alir tahap akhir sub proses pengukuran	III-16
Gambar III. 14 Diagram alir tahap awal sub proses <i>Image processing</i>	III-17
Gambar III. 15 Diagram alir tahap akhir sub proses <i>image processing</i>	III-18
Gambar III. 16 Gambar awal	III-18
Gambar III. 17 Gambar hasil Rotasi	III-18
Gambar III. 18 Gambar hasil pemotongan.....	III-19
Gambar III. 19 Gambar HSV	III-19
Gambar III. 20 Gambar Biner	III-20
Gambar III. 21 (a) Gambar sebelum morfologi <i>image processing</i> dan (b) sesudah morfologi <i>image processing</i>	III-20
Gambar III. 22 (a) Gambar objek sebelum dan (b) Gambar setelah kamera menempati posisi optimal	III-21

Gambar III. 23 Halaman <i>Login</i>	III-22
Gambar III. 24 Halaman Registrasi	III-23
Gambar III. 25 Halaman Utama	III-24
Gambar III. 26 Halaman <i>Input</i> data	III-24
Gambar III. 27 Halaman Pengukuran	III-25
Gambar III. 28 Tampilan halaman utama sebelum data pengukuran tinggi tersimpan	III-25
Gambar III. 29 Tampilan halaman utama setelah data pengukuran tinggi tersimpan	III-26
Gambar III. 30 Halaman Edit	III-26
Gambar IV. 1 Grafik regresi linier objek kurang dari 100cm	IV-5
Gambar IV. 2 Denah pencahayaan ruangan uji coba pengaruh cahaya.	IV-7
Gambar IV. 3 Pengukuran pada intensitas cahaya kurang dari 10 lux.	IV-8
Gambar IV. 4 Uji coba cahaya sumber cahaya disisi kanan.	IV-8
Gambar IV. 5 Uji Coba7 sumber cahaya dari matahari melalui jendela	IV-9
Gambar IV. 6 (a) Hasil Uji Coba 7 dan (b) Uji Coba 9	IV-9
Gambar IV. 7 Kondisi awal sebelum <i>silebar</i> digeser atau disesuaikan	IV-10
Gambar IV. 8 Kondisi setelah <i>silebar</i> digeser atau disesuaikan	IV-10
Gambar IV. 9 (a) Halaman <i>Login</i> dan (b) Halaman Registrasi	IV-19
Gambar IV. 10 Data tersimpan dari registrasi akun “a”	IV-19
Gambar IV. 11 (a) <i>Login</i> tanpa <i>username</i> dan <i>password</i> (b) <i>Login</i> tanpa memasukan <i>username</i>	IV-19
Gambar IV. 12 (a) <i>Login</i> tanpa <i>password</i> dan (b) <i>login</i> dengan <i>password</i> dan <i>username</i> yang salah (kanan)	IV-20
Gambar IV. 13 (a) Tampilan saat memasukan data baru dan (b) setelah data baru tersimpan	IV-20
Gambar IV. 14 (a) Tampilan proses mengedit data dan (b) tampilan setelah data hasil perubahan disimpan	IV-20
Gambar IV. 15 (a) Tampilan <i>frame</i> pengukuran sebalum mencapai titik optimal dan (b) setelah mencapai titik optimal	IV-21
Gambar IV. 16 (a) Tampilan proses menghapus data (b) sesudah menghapus data	IV-21

Gambar IV. 17 (a) Tampilan sebelum proses sebelum konversi data ke PDF, dan (b) setelah konversi data ke PDF	IV-21
Gambar IV. 18 (a) Tampilan sebelum proses pencarian data pencariandan (b) Tampilan setelah pencarian.....	IV-22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Standar Operasional Prosedur Pengukuran Tinggi Objek.....	vi
Lampiran 2 Program <i>image processing</i> Python	vii
Lampiran 3 Program <i>controller interface</i>	x
Lampiran 4 Program <i>controller</i> fitur <i>login</i>	xii
Lampiran 5 Program model untuk <i>interface</i> utama	xiv
Lampiran 6 Program model untuk <i>interface</i> fitur <i>login</i>	xv
Lampiran 7 Program view untuk <i>interface</i> utama.....	xvi
Lampiran 8 Program view untuk <i>interface</i> fitur <i>login</i>	xix
Lampiran 9 Program arduino untuk gerakan	xxi
Lampiran 10 Dokumentasi pengukuran	xxiii

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

AOV	= <i>Angle of View</i>
FOV	= Bidang pandang atau <i>Field of View</i>
RGB	= <i>Red, Green, Blue</i>
HSV	= <i>Hue, Saturation, Value</i>
PC	= <i>Personal Computer</i>
AC	= <i>Alternating Current</i>
DC	= <i>Direct Current</i>
SLR	= <i>Single Lens Reflex</i>
DSLR	= <i>Digital Single Lens Reflex</i>
VDI	= <i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
OS	= <i>Operating System</i>
MVC	= <i>Model View Controller</i>
GPL	= <i>General Public License</i>
MAPE	= <i>Mean Absolute Percentage Error</i>
CW	= <i>Clockwise</i>
CCW	= <i>Counter Clockwise</i>
USB	= <i>Universal Serial Bus</i>
GPU	= <i>Graphic Processing Unit</i>
PWM	= <i>Pulse with Modulation</i>
Mhz	= <i>Megahertz</i>
HD	= <i>High Definition</i>

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Tinggi badan merupakan profil biologis utama yang dimiliki setiap individu, berperan sebagai salah satu ciri utama untuk proses identifikasi forensik [1], dan bahkan juga dibutuhkan dalam menganalisa kesehatan seseorang seperti mendeteksi obesitas [2] dan *stunting* [3]. Oleh karena itu tidak aneh jika data tinggi badan selalu harus dicantumkan dalam berbagai formulir identitas bahkan dijadikan persyaratan untuk bisa memasuki beberapa instansi seperti instansi pendidikan, bahkan kepolisian.

Seiring dengan berkembangnya teknologi, alat ukur tinggi badan mulai mengalami perkembangan dari mulai alat ukur manual seperti meteran sampai alat ukur digital [4]. Namun saat ini pengukuran manual sudah dianggap tidak efisien, karena selain proses penentuan hasil pembacaannya yang sangat bergantung kepada ketelitian operator dan sangat memungkinkan terjadinya galat dan mengurangi akurasi pengukuran [5], sebagai contoh pada penelitian “Analisis Pengukuran Ketepatan Antropometri Tinggi Badan Balita Pada Pelatihan Kader Posyandu Di Panduman Kecamatan Jelbuk” Nilai ketrampilan kader pelatihan pengukuran tinggi badan balita berusia kurang dari 2 tahun *Pretest* yaitu 52.11 pada kelompok perlakuan, dan 49.33 pada kelompok kontrol. *Posttest* pada kelompok perlakuan sebesar 86.32 sedangkan pada kelompok kontrol sebesar 50.63. Hasil tersebut menunjukkan kurangnya keterampilan seorang kader dalam mengukur tinggi badan padahal hal tersebut sangat menentukan intervensi selanjutnya seperti mempengaruhi hasil data status gizi dan manajemen yang dilakukan [6]. Alat ukur manual juga mengharuskan objek untuk melakukan banyak interaksi dengan operator yang seharusnya dihindari selama pandemic sebagai bentuk pelaksanaan *Physical distancing* untuk mencegah penularan infeksi virus yang dapat ditularkan melalui kontak fisik [7]. Oleh karena itu untuk memenuhi kebutuhan alat ukur yang akurat dan minim kontak, saat ini telah banyak dilakukan penelitian untuk membuat alat pengukur tinggi badan digital otomatis yang diharapkan bukan sekedar dapat mengukur

secara akurat, tetapi juga tidak memerlukan banyak kontak fisik atau bahkan tanpa memerlukan kontak antara objek dan operator.

Diantara penelitian-penelitian yang bisa digunakan sebagai dasar pembuatan alat pengukuran tinggi badan tanpa kontak tersebut adalah beberapa penelitian berikut:

- 1). Penelitian Pengukur Tinggi Objek Berbasis Perbandingan Piksel yang dilakukan oleh Joseph Dedy Irawan, Sumanto, dan Sony Prasetyo. Meski tidak menjadikan manusia sebagai objek dan masih menentukan batas atas dan batas bawah objek dalam foto secara manual, dengan menggunakan bahasa C penelitian ini telah bisa mengukur tinggi objek melalui foto tampak depan yang diambil dengan akurasi 92%, rata-rata *Error* 25cm dan *Error* 35cm [4].
- 2). Penelitian pengukuran tinggi badan menggunakan *Template Matching* yang dilakukan oleh Muhamad Rido, Rizki Dian Rahayani, S.T., M.T dan Wakhyu, S.T., M.T. Pada penelitian ini peneliti menggunakan metode *Template Matching* dengan bahasa pemrograman *Python* untuk memisahkan *background* dan objek, mula-mula *background* difoto kemudian objek berjalan di depan kamera dengan *background* sebagai latar. Kemudian memanfaatkan perbandingan panjang piksel *background* yang telah diketahui panjang sebenarnya (cm) dengan panjang piksel objek untuk mengetahui panjang objek dalam satuan cm. Pada penelitian ini meski tidak diucapkan letak pastinya, disebutkan bahwa posisi kamera tetap dan tidak boleh berubah, akan tetapi pendeteksian objek dan penentuan batas atas dan batas bawah objek yang telah dilakukan secara otomatis, tingkat galat pengukuran terhitung cukup rendah yakni kurang dari 5% dengan *Error* terbesar 8cm rata-rata *Error* 5,4cm [5].
- 3). Penelitian yang dilakukan oleh Mohammad Isya Alfian, Hurriyatul Fitriyah dan Fitri Utaminingrum yang menggunakan metode *Bounding Box* dan bahasa pemrograman *Python*. Pada penelitian ini objek terbagi menjadi empat yaitu anak laki-laki, anak perempuan, dewasa laki-laki dan dewasa perempuan. Proses pengukuran dilakukan dengan metode yang hampir sama dengan penelitian sebelumnya, namun objek dipotret dari tampak samping dengan jarak 300cm dan tinggi kamera 150cm dan dari hasil dari hasil akhir penelitian diperoleh data akurasi pembacaan tinggi badan pada anak laki-laki sebesar

91,4%, anak perempuan sebesar 87,8%, dewasa laki-laki sebesar 98,34%, dan dewasa perempuan sebesar 98,2% [8].

- 4). Penelitian yang dilakukan oleh Suci Aulia, Fajri Eka Satria dan Ratri Dwi Atmaja. Pada penelitian ini pengukuran tinggi badan menggunakan basis *Morphological Image Processing* pada *Mathlab*. Tinggi kamera ditetapkan pada 100cm sedangkan untuk jarak kamera dengan adalah objek 306cm. Dengan rentang tinggi objek pengukuran dari 142cm sampai dengan 177cm diperoleh nilai akurasi sebesar 98,42% *eroor* tertinggi yang tercatat sepanjang 4cm dan rata-rata *Error* 2,33cm [9].

Meski menggunakan metode pengolahan gambar yang berbeda, penelitian diatas sudah bisa mengukur tinggi objek tanpa mengharuskan adanya kontak fisik. Akan tetapi dalam aspek akurasi penelitian-penelitian diatas masih bisa dan harus diperbaiki sebelum bisa diterapkan, karena nilai rata-rata *Error* paling kecilpun masih berada pada 2,33cm. Padahal menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2020 Tentang Standar Antropometri Anak pertumbuhan tinggi anak usia 2 sampai 5 tahun berkisar antara 0,5cm sampai 1cm setiap bulannya[10]. Artinya jika hasil penelitian diatas diterapkan dalam pengukuran tinggi anak, maka besar kemungkinan pertumbuhan tinggi anak tidak akan bisa diperiksa dengan baik. Disamping itu semua penelitian diatas menetapkan kamera pada sebuah titik dengan ketinggian tertentu, namun tidak ada satupun yang mengutarakan alasan dipilihnya ketinggian tersebut dan pengaruh yang akan diberikan oleh tinggi kamera terhadap pengukuran tinggi objek, padahal menurut penelitian yang berjudul “*The Effects Of Camera Resolution And Distance On Suspect Height Analysis Using Photomodeler*” yang dilakukan oleh Angela M. Olvera, Helen Gurynb dan Eugene Lisciob (2020) menemukan indikasi bahwa dalam pengukuran tinggi menggunakan kamera, ketinggian kamera mempengaruhi hasil pengukuran tinggi objek, meski penelitian tersebut belum mengutarakan secara rinci bagaimana ketinggian kamera mempengaruhi hasil pengukuran, dan dimana letak tinggi optimal kamera dalam mengukur tinggi objek[11].

Oleh karena itu penelitian ini akan berfokus pada penentuan tinggi efektif kamera dalam mengukur tinggi objek yang selanjutnya disebut tinggi optimal, serta pembuatan sebuah sistem pengukuran tinggi badan tanpa kontak menggunakan

kamera yang memiliki tingkat *Error* dibawah 1cm dan memiliki fitur yang secara otomatis menggerakkan kamera menuju ketinggian optimal untuk melakukan pengukuran ketinggian objek.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, dapat disimpulkan permasalahan dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengukur tinggi badan menggunakan kamera agar menghasilkan ketelitian 1mm dan penyimpangan terjauh (*Error*) dibawah 1cm?
2. Apakah ketinggian kamera berpengaruh terhadap akurasi pengukuran tinggi badan menggunakan kamera?
3. Dimana letak titik tinggi optimal kamera dalam proses pengukuran tinggi badan menggunakan kamera?

I.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Pengukuran tinggi dihitung dari telapak kaki sampai ujung rambut pada bagian atas kepala.
2. Saat pengukuran, objek berdiri tegap sambil menghadap ke samping kanan atau kiri.
3. Pengukuran hanya menggunakan satu kamera.
4. Jarak kamera terhadap bidang ukur (tempat objek berdiri) tetap.
5. Tinggi maksimal objek adalah 190cm.
6. Tinggi minimal objek adalah 50cm.
7. Intensitas cahaya selama pengukuran tetap.
8. Di depan kamera tidak boleh ada hal lain selain sebuah objek yang akan diukur.
9. Menggunakan *greenscreen* sebagai *background*.
10. Dikarenakan keterbatasan waktu dan sumberdaya, objek dengan ketinggian kurang dari 100cm akan digantikan oleh benda mati.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menciptakan sistem yang dapat mengukur tinggi badan tanpa kontak dengan ketelitian 1mm dan penyimpangan (*Error*) terjauh tetap dibawah 1cm.
2. Mengetahui pengaruh ketinggian kamera terhadap akurasi pengukuran tinggi badan menggunakan kamera.
3. Mengetahui letak tinggi optimal kamera dalam proses pengukuran tinggi badan menggunakan kamera.

Manfaat yang diharapkan bisa dihadirkan dari penelitian ini adalah:

1. Terciptanya sistem yang bisa mengukur tinggi badan dengan ketelitian 1mm dan penyimpangan terbesar kurang dari 1cm tanpa mengharuskan objek melakukan interaksi fisik yang tidak perlu baik dengan operator maupun dengan benda yang akan digunakan bersama.
2. Objek maupun operator bisa terhindar dari penularan virus yang menyebar melalui interaksi fisik.

I.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian yang digunakan dan diterapkan pada penelitian ini meliputi:

1. Studi Literatur

Studi literatur merupakan sebuah pendekatan penelitian yang dilakukan dengan cara mencari referensi atas landasan teori yang relevan dengan permasalahan yang ditemukan.

2. Metode Perancangan Alat

Metode perancangan alat yang akan digunakan adalah metode *Verein Deutscher Ingenieure (VDI)2206*[12] dengan tahapan sebagai berikut:

a. *Products Requirements*:

Proses pemetaan tugas dan juga tuntutan sistem yang akan dirancang. Untuk menjelaskan hal tersebut dilakukan tahapan diskusi bersama kedua dosen pembimbing lalu dilakukan juga proses studi literatur.

b. *System Architecture and Design*:

Proses perancangan konsep solusi untuk tugas dan tuntutan sistem yang sebelumnya sudah dijelaskan. Keseluruhan fungsi dari sistem akan dibagi kedalam sub-fungsi, agar didapatkan solusi yang cocok pada masing-masing elemen.

c. *Implementation of System Elements:*

Proses perancangan terperinci dari sebuah sub-fungsi agar penyelesaian tiap fungsi terjamin karena diselesaikan dalam fungsi yang khusus pada suatu sistem.

d. *System Integration and verification:*

Setelah menyelesaikan tiap sub-fungsi, semua sub-fungsi tersebut diintegrasikan untuk menghasilkan sistem yang utuh.

e. *Validation and Transition:*

Proses pemeriksaan kesesuaian semua rancangan yang telah dibuat dengan tuntutan dan tugas dan konsep solusi yang sudah didefinisikan sebelumnya.

I.6 Sistematika Penulisan

Sistematika proposal Tugas Akhir ini dibahas dengan penjabaran sebagai berikut.

BAB I PENDAHULUAN, berisi uraian mengenai latar belakang, perumusan masalah, tujuan, batasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi gambaran umum tentang landasan teori untuk menjelaskan beberapa istilah dan ilmu terkait serta melihat hasil pencapaian penelitian terdahulu dengan kajian yang sama.

BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi langkah-langkah penyelesaian tugas akhir berupa gambaran umum sistem serta perancangan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil uji coba-uji coba yang dilakukan beserta pembahasannya.

BAB V PENUTUP, berisi kesimpulan dari penelitian ini dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.