

**PEMANFAATAN *MACHINE VISION* SEBAGAI KENDALI
KONFIGURASI JARI – JARI *PROTOTYPE SOFT GRIPPER***

Tugas Akhir

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

Oleh

Andi Muhammad Aqil Amjad

218441002



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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

PEMANFAATAN *MACHINE VISION* SEBAGAI KENDALI KONFIGURASI JARI – JARI *PROTOTYPE SOFT GRIPPER*

Oleh:

Andi Muhammad Aqil Amjad

218441002

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

Bandung,

Disetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,

Suharyadi Pancono, Dipl. Ing. HTL., M.T.
NIP. 196701171990031004

Wahyu Adhie Candra, S.T., M.Sc.
NIP. 220409004

Disahkan,

Penguji I,

Penguji II,

Penguji III,

Ismail Rokhim, S.T., M.T.
NIP. 197002161993031001

Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc.
NIP. 196807021997021001

**Abdur Rohman Harits
Martawireja, S.Si., M.T.**
NIP. 198803132019031009

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Andi Muhammad Aqil Amjad
NIM : 218441002
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Pemanfaatan *Machine Vision* Kendali Konfigurasi Jari – Jari *Prototype Soft Gripper*

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 : 7 Agustus 2022
Yang Menyatakan,

(Andi Muhammad Aqil Amjad)
NIM 218441002

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama	:	Andi Muhammad Aqil Amjad
NIM	:	218441002
Jurusan	:	Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi	:	Teknologi Rekayasa Otomasi
Jenjang Studi	:	Diploma 4
Jenis Karya	:	Tugas Akhir
Judul Karya	:	Pemanfaatan <i>Machine Vision</i> Kendali Konfigurasi Jari – Jari <i>Prototype Soft Gripper</i>

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 Noneklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneklusif 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 : 7 Agustus 2022
Yang Menyatakan,

(Andi Muhammad Aqil Amjad)
NIM 218441002

MOTO PRIBADI

Hidup untuk menebar manfaat,
Hidup pantang menjadi beban.
Mati berharap Fi Sabilillah,
Mati berharap Husnul Khotimah.

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk kedua orang tua saya tercinta, adik saya, teman-teman saya dan semua pihak yang telah membantu saya menyelesaikan tugas akhir ini. Jazakallahu Khairan

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya 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 jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembahyan yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “Pemanfaatan *Machine Vision* Kendali Konfigurasi Jari – Jari *Prototype Soft Gripper*”.

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 bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.A.B.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Otomasi, Ibu Nuryanti, S.T., M.Sc.
4. Kedua Pembimbing tugas akhir Bapak Suharyadi Pancono, Dipl. Ing. HTL., M.T. dan Bapak Wahyu Adhie Candra, S.T., M.Sc.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T., Bapak Dr. Ing. Yuliadi Erdani, M.Sc., Dipl. El. HTL, dan Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.Si., M.T.

6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T. dan Bapak Abdur Rohman Harits Martawireja, S.Si., M.T.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ade Ratnawati dan Andi Muhammad Thoha yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril maupun materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk adik saya Andi Siti Nabila Salsabila yang senantiasa menghibur dikala penat
9. Untuk rekan – rekan seperjuangan Tugas Akhir program studi TRO kelas AEC dan AED 2018
10. Serta seluruh pihak yang lain yang telah turut membantu dan tidak dapat saya sebutkan satu per satu

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

Bandung, Agustus 2022

Penulis

ABSTRAK

Rangka penyusun robot konvensional yang kaku menyebabkan industri makanan masih banyak melibatkan manusia. *Soft gripper* dibuat sebagai salah satu solusi untuk sistem otomatisasi yang menangani produk makanan. Berbagai penelitian telah mengembangkan *soft gripper* yang bervariasi pada proses *pick-and-place* makanan. Hasilnya menunjukkan *soft gripper* dengan konfigurasi jari yang statis hanya mampu mengangkat objek dengan bentuk yang cenderung sama. Untuk menangani objek yang lebih bervariasi, dikembangkan *soft gripper* dengan 2 konfigurasi jari. Dibandingkan *soft gripper* dengan konfigurasi jari yang statis, *soft gripper* dengan 2 konfigurasi jari tersebut menunjukkan performa yang lebih baik namun konfigurasi jari yang digunakan masih dipilih dan diubah secara manual.

Penelitian ini mengusulkan sebuah metode agar proses pemilihan dan pengubahan konfigurasi jari tersebut berlangsung secara otomatis. Penelitian ini mengembangkan *soft gripper* 4 jari dengan mekanisme konversi untuk 2 konfigurasi jari. Konfigurasi jari yang digunakan dipilih berdasarkan perbandingan panjang dan lebar objek yang dihitung menggunakan *machine vision*. Metode *canny edge detection* digunakan untuk menelusuri kontur tepi pada citra objek.

Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa mekanisme konversi konfigurasi jari pada *soft gripper* yang dibuat memiliki performa *repeatability* yang baik, perhitungan estimasi perbandingan panjang dan lebar objek menggunakan *machine vision* dengan tingkat akurasi 97,81% terhadap pengukuran manual, serta eksperimen *pick-and-place* makanan dengan tingkat keberhasilan 100%.

Kata kunci: *deformable food handling, soft gripper, pick and place, object identification*

ABSTRACT

The rigid frame of conventional robots makes the food industry still need a lot of human involvement. Soft gripper is created as one of the solutions for food handling automation system. Various studies have developed a variety of soft grippers in food pick-and-place process. The results show that the gripper with static finger configuration only capable to lift object with identical shape. To handle more diverse object, soft grippers with 2 finger configurations is developed. Compared to grippers with static finger configuration, the grippers with these 2 finger configurations showing better performance, but the configuration of the fingers is still selected and changed manually.

This study proposed a method to automatically selecting and changing the finger configuration. This study developed 4-finger soft gripper with a conversion mechanism for 2 finger configurations. The finger configuration is selected based on the object's length-to-width ratio that calculated using machine vision. Canny edge detection method is used to detect edge contours from the object's image.

The results in this study show that the finger configuration conversion mechanism on the soft gripper made has good repeatability performance, the length-to-width ratio measurement using machine vision has accuracy up to 97,81% compared to manual measurement, and food pick-and-place experiment with 100% success rate.

Keywords: *deformable food handling, soft gripper, pick and place, object identification*

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	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
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-2
I.3 Batasan Masalah.....	I-2
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-3
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-3
II BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
II.1 Tinjauan Teori	II-1
II.1.1 <i>Soft Gripper</i>	II-1
II.1.2 Pengukuran.....	II-2
II.1.3 Geometri.....	II-2
II.1.4 Torsi	II-3

II.1.5	Tekanan	II-6
II.1.6	<i>Computer Vision</i>	II-6
II.1.7	Pengolahan Citra Digital	II-8
II.1.8	Machine Vision	II-9
II.1.9	Sistem Kendali	II-10
II.1.10	Komunikasi Serial	II-11
II.2	Tinjauan Alat	II-12
II.2.1	<i>Prototype Soft Gripper</i>	II-12
II.2.2	Arduino Nano	II-12
II.2.3	Webcam	II-13
II.2.4	Motor Servo	II-13
II.2.5	Robot Lengan UR5e	II-14
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-15
III	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	III-1
III.1	Model Metodologi Penelitian	III-1
III.2	Gambaran Umum Sistem	III-3
III.3	Diagram Alir Sistem	III-4
III.4	Pembuatan Sistem	III-6
III.4.1	Pembuatan Sistem Mekanik	III-6
III.4.2	Pembuatan Sistem Elektrik	III-24
III.4.3	Pembuatan Komunikasi Data	III-26
III.4.4	Pembuatan Sistem Visual	III-27
III.5	Perencanaan Area Kerja	III-32
IV	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
IV.1	Pengujian Sub-Sistem	IV-1
IV.1.1	Pengujian Sistem Mekanik	IV-1

IV.1.2	Pengujian Sistem Elektrik	IV-10
IV.1.3	Pengujian Komunikasi Data.....	IV-12
IV.1.4	Pengujian Sistem Visual	IV-14
IV.2	Pengujian Keseluruhan Sistem	IV-15
IV.2.1	Pengujian <i>Pick-and-Place</i>	IV-15
IV.2.2	Pengujian Variasi Orientasi Objek.....	IV-19
V	BAB V PENUTUP	V-1
V.1	Simpulan.....	V-1
V.2	Saran	V-1
	DAFTAR PUSTAKA	ii
	LAMPIRAN.....	v

DAFTAR TABEL

Tabel II. 1 Momen Inersia Silinder Pejal dan Silinder Pejal Berongga	II-4
Tabel III. 1 Hasil Pengumpulan Data Objek Makanan	III-7
Tabel III. 2 Analisa Model Konversi Konfigurasi Jari - Jari	III-7
Tabel III. 3 Pemilihan Model Konversi yang Dinilai Lebih Baik.....	III-10
Tabel III. 4 Analisa Model Aktuasi Jari <i>Gripper</i>	III-13
Tabel III. 5 Pemilihan Model Aktuasi Jari <i>Gripper</i> yang Dinilai Lebih Baik .	III-14
Tabel III. 6 Perbandingan <i>Prototype</i> yang Dibuat dengan <i>Prototype</i> pada Referensi [28].....	III-17
Tabel III. 7 Perbandingan MG90S dan 28BYJ-48.....	III-20
Tabel IV. 1 Hasil Pengujian Jarak Antar Jari <i>Gripper</i>	IV-3
Tabel IV. 2 Hasil Pengujian Muatan Maksimal Benda Berbentuk Bulat	IV-5
Tabel IV. 3 Hasil Pengujian Muatan Maksimal Benda Berbentuk Lonjong	IV-5
Tabel IV. 4 Hasil Pengujian Perubahan Posisi Sudut Servo	IV-6
Tabel IV. 5 Hasil Pengujian Pencekaman Objek	IV-6
Tabel IV. 6 Hasil Pengujian Kestabilan Gerakan <i>Gripper</i>	IV-10
Tabel IV. 7 Hasil Pengujian Komunikasi Serial	IV-13
Tabel IV. 8 Hasil Pengukuran Faktor Elongasi Antara Manual dan <i>Machine Vision</i>	IV-14
Tabel IV. 9 Hasil Pengujian <i>Pick-and-Place</i>	IV-15
Tabel IV. 10 Hasil Pengujian Variasi Orientasi Objek	IV-19

DAFTAR GAMBAR

Gambar II. 1 Jenis - jenis <i>soft gripper</i>	II-1
Gambar II. 2 Ilustrasi pengukuran panjang menggunakan jangka sorong	II-2
Gambar II. 3 Contoh - contoh bangun datar	II-2
Gambar II. 4 Contoh konfigurasi <i>perpendicular</i> (kiri) dan <i>parallel</i> (kanan) pada gripper dengan 4 jari	II-3
Gambar II. 5 Ilustrasi torsi	II-3
Gambar II. 6 Ilustrasi tekanan	II-6
Gambar II. 7 Contoh penerapan <i>computer vision</i>	II-7
Gambar II. 8 Hasil tepi pada berbagai metode deteksi tepi	II-9
Gambar II. 9 Contoh penerapan <i>machine vision</i>	II-10
Gambar II. 10 Blok diagram sistem kendali <i>open loop</i>	II-11
Gambar II. 11 Paket data serial kata 'OK'	II-11
Gambar II. 12 Tampilan <i>prototype soft gripper</i>	II-12
Gambar II. 13 Arduino Nano	II-12
Gambar II. 14 <i>Webcam</i> Razer Kiyo	II-13
Gambar II. 15 Bagian utama motor servo	II-13
Gambar II. 16 Hubungan pulsa PWM dan posisi sudut poros motor servo.....	II-14
Gambar II. 17 Robot Lengan UR5e	II-15
Gambar II. 18 Contoh pemasangan <i>end-effector gripper</i> OnRobot RG2	II-15
 Gambar III. 1 Model V pada metodologi penelitian VDI2206.....	 III-1
Gambar III. 2 Gambaran umum sistem.....	III-3
Gambar III. 3 Diagram alir sistem	III-5
Gambar III. 4 Keterangan posisi pada diagram alir sistem	III-6
Gambar III. 5 Pengukuran, penimbangan, dan uji tekan objek makanan	III-6
Gambar III. 6 Contoh model jari <i>tendon-driven</i>	III-12
Gambar III. 7 Contoh model jari pneumatik	III-12
Gambar III. 8 Konstruksi mekanik yang berputar	III-18
Gambar III. 9 Uji tarik sebuah jari <i>gripper</i>	III-23
Gambar III. 10 Motor Servo MG995	III-24
Gambar III. 11 <i>Wiring diagram</i> sistem elektrik.....	III-24

Gambar III. 12 Tampilan <i>controller box</i>	III-25
Gambar III. 13 <i>Script</i> pada pycharm bagian komunikasi data.....	III-26
Gambar III. 14 <i>Script</i> Arduino bagian komunikasi data	III-26
Gambar III. 15 <i>Region of Interest</i> pada tampilan <i>streaming</i> kamera.....	III-28
Gambar III. 16 Hasil citra <i>grayscale</i>	III-28
Gambar III. 17 Hasil citra biner	III-29
Gambar III. 18 Ilustrasi dilasi pada pengolahan citra	III-29
Gambar III. 19 Ilustrasi erosi pada pengolahan citra	III-30
Gambar III. 20 Hasil penghilangan kontur pada permukaan objek	III-30
Gambar III. 21 Hasil <i>canny edge detection</i>	III-30
Gambar III. 22 Hasil tampilan kontur dari tepi objek.....	III-31
Gambar III. 23 Hasil pembuatan bingkai pada objek	III-31
Gambar III. 24 Hasil estimasi faktor elongasi dan orientasi objek	III-32
Gambar III. 25 Area Kerja	III-32
Gambar IV. 1 Konfigurasi <i>parallel</i> pada <i>prototype</i>	IV-1
Gambar IV. 2 Konfigurasi <i>perpendicular</i> pada <i>prototype</i>	IV-1
Gambar IV. 3 Penomoran Jari <i>Gripper</i>	IV-2
Gambar IV. 4 Pengukuran Jarak Antar Jari	IV-2
Gambar IV. 5 Pengukuran gaya pada ujung jari <i>gripper</i>	IV-3
Gambar IV. 6 Asumsi permukaan kontak terkecil (diarsir).....	IV-4
Gambar IV. 7 Pengukuran tegangan pada <i>controller box</i>	IV-11
Gambar IV. 8 Tampilan <i>script</i> pengujian komunikasi serial pada Pycharm ...	IV-12
Gambar IV. 9 Hasil input angka "1"	IV-12
Gambar IV. 10 Hasil input angka "0"	IV-13

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** *Datasheet* Arduino Nano
- Lampiran 2** *Datasheet* Webcam Razer Kiyo
- Lampiran 3** *Datasheet* Robot Lengan UR5e
- Lampiran 4** *Datasheet* Filamen PLA
- Lampiran 5** *Datasheet* Filamen TPU
- Lampiran 6** Gambar Teknik Konstruksi Mekanik *Prototype Soft Gripper*
- Lampiran 7** *Datasheet* Tali pada Jari *Gripper*
- Lampiran 8** *Datasheet* Motor Servo MG90S
- Lampiran 9** *Datasheet* Motor Servo MG995
- Lampiran 10** *Wiring Diagram* Elektrikal Keseluruhan Sistem
- Lampiran 11** *Datasheet* modul MOSFET LR7843
- Lampiran 12** *Script* program Arduino Nano
- Lampiran 13** *Script* program pada Pycharm
- Lampiran 14** Program Gerakan Robot Lengan UR5e

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

τ = Torsi (N.m)

F = Gaya (N)

d = Jarak (m)

I = Momen inersia ($\text{Kg} \cdot \text{m}^2$)

α = Percepatan sudut (rad/s^2)

m = Massa (Kg)

r = Radius (m)

ω = Kecepatan sudut (rad/s)

t = Waktu (s)

V = Volume (m^3)

ρ = Densitas ($\text{Kg} \cdot \text{m}^3$)

P = Tekanan (Pa)

A = Luas (m^2)

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Robot lengan merupakan salah satu jenis robot yang banyak digunakan di era Industri 4.0. Dikombinasikan dengan berbagai *end-effector*, robot lengan dapat melakukan berbagai fungsi seperti *milling*, memotong *styrofoam*, dan *pick-and-place* dengan efektif [1]. Dengan biaya yang semakin rendah dan harga tenaga kerja yang semakin tinggi, mendorong industri untuk mengembangkan robot lengan dan *robotic gripper* yang lebih maju [2].

Akan tetapi, robotika dan otomasi di industri makanan tidak diaplikasikan seluas pada bidang lain seperti otomotif dan elektrikal dikarenakan beragamnya jenis makanan dan seringnya terjadi perubahan pada produk makanan [3]. Sulit bagi robot konvensional untuk menangani objek yang kecil, rapuh, dan mudah berubah bentuk dikarenakan rangka penyusunnya yang kaku [4]. Sehingga proses pengelolaan bahan makanan masih banyak melibatkan manusia. Untuk menekan biaya tenaga kerja, permintaan akan sistem otomasi yang dapat menangani produk makanan semakin meningkat [5].

Soft gripper membuka jalan baru sebagai solusi pada bidang tersebut. Terbuat dari bahan lunak dan mudah dibentuk, *soft gripper* dapat menyesuaikan dengan bentuk objek tanpa mekanisme sendi ganda dan algoritma kontrol yang kompleks. Model *soft gripper* yang paling ideal untuk makanan adalah model *by actuation*. Yaitu sebuah struktur pasif yang digerakkan gaya eksternal, misalnya tarikan tali atau angin [6].

Penelitian [5] menguji coba *prototype soft gripper* model *by actuation* dengan tiga jari, namun hanya menggunakan objek makanan dengan bentuk yang cenderung membulat apabila dilihat dari atas. Pada penelitian [7] pun menguji model *soft gripper* yang sama, hasilnya *soft gripper* tersebut cenderung gagal mengangkat objek makanan yang bentuknya memanjang. Penelitian [3] dan [8]

mengembangkan *prototype soft gripper* model *by actuation* empat jari dengan dua konfigurasi jari – jari. Konfigurasi *perpendicular* untuk objek makanan yang bentuknya cenderung membulat dan konfigurasi *parallel* untuk objek makanan yang cenderung memanjang. Namun, pemilihan dan pengubahan konfigurasi jari – jari pada penelitian [3] dan [8] tersebut masih dilakukan secara manual. Kedua penelitian tersebut menunjukkan kesuksesan *soft gripper* dengan dua konfigurasi jari – jari tersebut untuk menangani objek makanan dengan kecenderungan bentuk yang berbeda. Kecenderungan bentuk ini ditentukan oleh faktor elongasi benda. Faktor elongasi (FE) didefinisikan sebagai perbandingan panjang 2 segmen terpanjang yang saling tegak lurus pada sebuah objek [9].

Melihat peluang yang dapat penulis berikan sebagai solusi terhadap masalah tersebut, melalui karya tulis ilmiah ini penulis melakukan sebuah penelitian yang berjudul “**Pemanfaatan *Machine Vision* Sebagai Kendali Konfigurasi Jari – Jari *Prototype Soft Gripper***”. Dengan harapan dapat mengotomatisasi perubahan konfigurasi jari – jari tersebut berdasarkan faktor elongasi objek makanan apabila dilihat dari atas.

I.2 Rumusan Masalah

Dari pembahasan latar belakang mengenai perlunya sebuah metode untuk mengubah konfigurasi jari – jari *perpendicular* atau *parallel* pada *soft gripper* berdasarkan faktor elongasi objek makanan bertekstur lunak, secara garis besar didapati rumusan masalah sebagai berikut :

1. Perlunya sebuah metode untuk menghitung estimasi faktor elongasi objek makanan apabila dilihat dari atas secara otomatis
2. Perlunya sebuah metode untuk mengubah konfigurasi jari – jari *perpendicular* atau *parallel* pada *soft gripper* dengan empat jari secara otomatis

I.3 Batasan Masalah

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

1. Tidak membahas perancangan teknis konstruksi mekanik dari *prototype soft gripper*
2. Objek yang digunakan adalah buah pisang, jeruk, dan roti dengan ukuran tertentu yang akan diperoleh dalam pengambilan data selanjutnya. Objek-objek tersebut diperoleh di sekitar tempat tinggal penulis (Kota Bandung).
3. Arah pencekaman benda hanya dari atas
4. Letak dan orientasi objek pada keseluruhan proses sudah ditentukan dan dibuat tetap
5. Letak dan orientasi kamera sudah ditentukan dan dibuat tetap
6. Pencahayaan berada pada rentang intensitas 240 – 350 lux
7. Alas berwarna hitam
8. Robot lengan yang digunakan adalah UR5e dan seluruh perangkat pendukungnya.

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan penelitian ini adalah meningkatkan performa *soft gripper* sebagai sebuah *end-effector* pada robot lengan dan meminimalisir keterlibatan manusia dalam proses *pick-and-place* bahan makanan. Sistem yang dibuat diharapkan dapat mengotomatiskan perubahan konfigurasi jari – jari *soft gripper* empat jari berdasarkan faktor elongasi objek makanan apabila dilihat dari atas.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Karya Tulis Ilmiah 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 model metodologi penelitian, gambaran umum sistem, diagram alir sistem, perancangan sistem, dan perencanaan area kerja.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi hasil pengujian alat serta pembahasan mengenai hasil yang didapat

BAB V PENUTUP, berisi simpulan yang diperoleh dari pengerjaan tugas akhir dan saran untuk penelitian lebih lanjut