

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* PADA
ROBOT VISION MANIPULATOR 4 DOF UNTUK
PENYORTIR TELUR**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**



OLEH :

CITRA MADONA

09011381520078

**JURUSAN SISTEM KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

**IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC METHOD
IN 4 DOF ROBOT VISION MANIPULATOR
FOR EGG HATER**

SKRIPSI

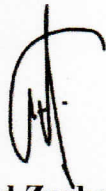
Submitted to Complete of the Term Obtaining a Bachelor
Of Computer Engineering

By :

CITRA MADONA
09011381520078

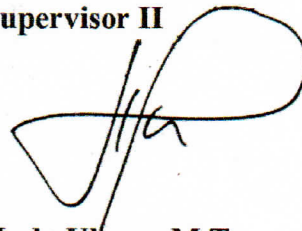
Palembang, March 2020

Supervisor I



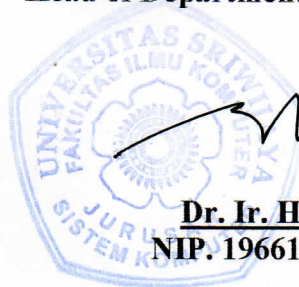
Ahmad Zarkasi, M.T
NIP. 197908252013071210


Supervisor II



Huda Ubaya, M.T
NIP. 198106162012121003

Head of Department Computer Engineering




Dr. Ir. H. Sukemi, M.T
NIP. 196612032006041001

HALAMAN PENGESAHAN

**IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* PADA
ROBOT VISION MANIPULATOR 4 DOF UNTUK
PENYORTIR TELUR**

SKRIPSI

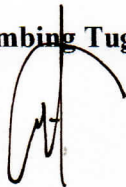
**Diajukan Untuk Melengkapi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer**

Oleh :

**CITRA MADONA
09011381520078**

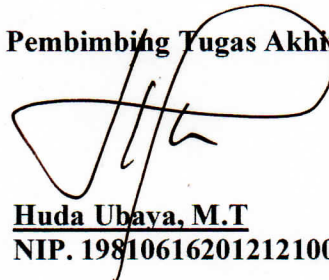
Palembang, Maret 2020

Pembimbing Tugas Akhir I



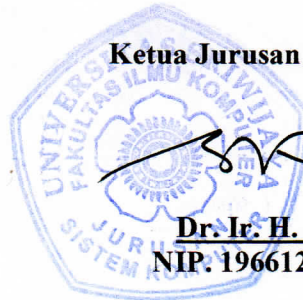
**Ahmad Zarkasi, M.T
NIP. 197908252013071210**

Pembimbing Tugas Akhir II



**Huda Ubaya, M.T
NIP. 198106162012121003**

Ketua Jurusan Sistem Komputer



**Dr. Ir. H. Sukemi, M.T
NIP. 196612032006041001**

HALAMAN PERSETUJUAN

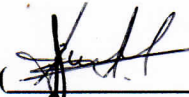
Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 19 Februari 2020

Tim Penguji :

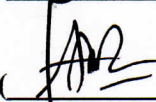
1. Ketua : Sarmayanta Sembiring, S.SI., M.T

()

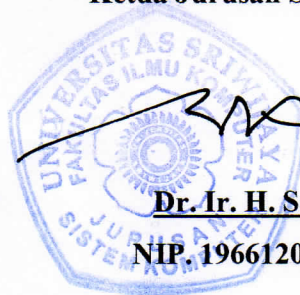
2. Anggota I : Sutarno, M.T

()

3. Anggota II : Aditya Putra Perdana P, M.T

()

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Sistem Komputer**




Dr. Ir. H. Sukemi, M.T.

NIP. 196612032006041001

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Citra Madona
NIM : 09011381520078
Judul TA : Implementasi Metode *Fuzzy Logic* Pada Robot Vision
Manipulator 4 DOF Untuk Penyortir Telur

Menyatakan bahwa laporan tugas akhir saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil plagiat. Apabila ditemukan unsur plagiat dalam laporan tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak dipaksakan.



Palembang, Maret 2020



Citra Madona

NIM. 09011381520078

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat rahmat yang telah diberikan-Nya, kita masih dapat merasakan nikmatnya iman dan islam kemudian nikmat kesehatan, pikiran, serta rezeki yang cukup terhadap diri kita. Akhirnya Allah memberi kuasa agar penulisan Tugas Akhir yang berjudul **“Implementasi Metode *Fuzzy Logic* Pada Robot Vision Manipulator 4 DOF Untuk Penyortir Telur”** dapat diselesaikan dengan baik.

Shalawat serta salam juga tidak lupa penulis hanturkan kepada Rasullullah Muhammad SAW, sebagai suri teladan bagi umat manusia, yang telah berdakwah membawa kehidupan umat manusia ke zaman seperti sekarang ini dan semoga kita termasuk orang yang akan diberi *safa'at* di *yaumul* akhir nanti.

Kampus Universitas Sriwijaya adalah tempat saya dalam beberapa tahun ini telah memberikan banyak pelajaran dalam hidup yang dijalani. Begitu banyak cerita yang dialami dalam kehidupan kampus yang tercinta ini. Karena, dari sini penulis mengenal apa arti kehidupan yang sesungguhnya. Pengalaman adalah guru terbaik. Itu lah yang didapatkan disini, yaitu sebuah pengalaman baru yang memberi tahu bahwa, kita harus mengoptimalkan apa yang kita kerjakan dalam hidup. Penulis sudah mengoptimalkan masa studinya disini dengan baik dan Insya Allah ilmu ini akan digunakan sebaik-baiknya untuk kepentingan umat manusia khususnya bangsa Indonesia.

Harapan penulis, karya ini dapat memberikan manfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan khususnya pada bidang ilmu komputer walaupun itu hanya sedikit. Semoga tulisan ini dapat menjadi bahan bacaan dan referensi tambahan bagi yang tertarik untuk membuat penelitian di bidang jaringan komputer.

Penulis sadari tentu terdapat kekurangan dan *khilaf* dalam tulisan ini. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat diharapkan untuk dapat membantu memperbaikinya di kemudian hari. Penulis pun akan siap, jika memang diperlukan untuk bertukar ilmu dan pengalaman terkait penelitian ini demi memberikan perbaikan ke depannya. Semoga peneliti berikutnya yang

melanjutkan atau menjadikan tulisan ini sebagai referensi, dapat mengambil hal-hal yang benar dan memperbaiki yang kurang, sehingga mampu memberikan karya yang lebih baik lagi.

Penulis juga tidak lupa mengucapkan rasa terima kasih yang tak terhingga kepada semua pihak yang terlibat; baik secara langsung ataupun tidak langsung pada proses penuh perjuangan dari penulisan tugas akhir ini. Mohon dimaafkan tidak bisa dituliskan semua satu per satu secara lengkap di halaman yang sangat terbatas ini. Maaf juga jika terdapat kesalahan dalam penulisan nama maupun gelar. Setidaknya, semoga yang tertulis pada halaman ini dapat mewakili ribuan terima kasih penulis untuk semuanya. Penulis senantiasa mendoakan semoga Allah SWT membalas segala kebaikan pihak yang telah membantu, dengan balasan kebaikan yang lebih banyak lagi. Terima kasih atas segala bentuk bantuan pemikiran, ilmu, materi, doa, ataupun *support* yang diberikan kepada penulis. *Jazakumullahu Khairan*. Adapun ucapan terimakasih penulis khususkan kepada :

1. A.Rahman dan Cintrilismiwi, mereka adalah orang tua penulis yang selalu mendoakan kebaikan dalam hidup dan men-*support* baik moril maupun materil. Serta, memberikan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan tulisan ini.
2. Jaidan Jauhari, S.Pd., M.T. selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Ir. H. Sukemi, M.T. selaku Ketua Jurusan Sistem Komputer Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Ahmad Zarkasi, M.T dan Huda Ubaya, M.T. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah begitu banyak memberikan ilmu dan *support* penuh dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Ahmad Heryanto, S,Kom., M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis.
6. Sutarno, M.T dan Aditya Putra P Prasetyo, S.Kom., M.T. selaku Dosen Penguji sidang Tugas Akhir yang telah memberi banyak masukan berupa kritik dan saran serta ilmu yang bermanfaat sehingga tulisan ini bisa lebih baik.
7. Seluruh Dosen Jurusan Sistem Komputer Fasilkom Unsri.

8. Sahabat perjuangan di organisasi mahasiswa internal kampus BEM Fasilkom, DPM Fasilkom, LDF WIFI Fasilkom, HIMASISKO, dan NAC. Terimakasih atas pengalaman & pembelajaran yang luar biasa bagi penulis.
9. Sahabat sekaligus partner yang senantiasa men-*support* dalam berbagai hal pada proses menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Keluarga Besar Sistem Komputer Unggulan Angkatan 2015. Semoga sukses selalu.
11. Adik-adik tingkat tercinta yang berperan bagi perjalanan penulis di kampus.
12. Terakhir, terima kasih kepada yang mereka yang selalu mendoakan penulis dari jauh dan tidak dapat ditulis namanya dalam lembaran kertas yang sedikit ini. Cukup Allah Swt yang akan membalas segala perbuatan dan kebaikan yang kalian lakukan, Amin.

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Tujuan dan Manfaat.....	3
1.3 Rumusan dan Batasan Masalah	3
1.4 Metodologi Penelitian	4
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pendahuluan.....	7
2.2 Robot <i>Vision</i> Manipulator.....	7
2.2.1 Komponen Dasar Robot.....	8
2.2.2 Komponen Dasar Robot Manipulator.....	11
2.3 Derajat Kebebasan <i>Degree Of Freedom</i>	12
2.4 Pengolahan Citra Digital.....	13
2.4.1 Deteksi Lingkaran	13

2.4.2 Format Citra	15
2.5 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	17
2.5.1 Arduino Uno	17
2.5.2 <i>Raspberry Pi</i>	19
2.5.3 Kamera <i>Webcame</i>	21
2.5.4 Sensor <i>Load Cell</i>	21
2.5.5 LCD (<i>Lyquid Crystal Display</i>)	24
2.6 Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	24
2.6.1 <i>Software</i> Arduino	24
2.6.2 <i>Software</i> IDE Netbeans.....	26
2.6.3 Library OpenCV	26
2.7 <i>Fuzzy Logic</i>	26
2.7.1 Fungsi Keanggotaan	27
2.7.2 Himpunan Fuzzy	27
2.7.3 Metode Takagi Sugeno	30

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan	32
3.2 Kerangka Kerja	32
3.3 Study Literatur	34
3.4 Perumusan Masalah	34
3.5 Kebutuhan Sistem	34
3.5.1 Perancangan Sensor <i>Load Cell</i>	35
3.5.2 Perancangan Kamera <i>Webcame</i>	37
3.5.3 Perancangan LCD	37
3.5.4 Perancangan Motor Servo	38
3.5.5 Perancangan Komunikasi Serial	39
3.6 Perancangan Perangkat Keras	40
3.6.1 <i>Flatform</i> Robot	40
3.6.2 Perancangan Robot Manipulator	40
3.6.3 Perancangan Pola Gerak Lengan Robot	41

3.7 Perangkat Lunak	43
3.7.1 Pengolahan Citra Digital	44
3.7.1.1 <i>Capture Frame</i>	47
3.7.1.2 <i>Grayscale Image</i>	47
3.7.1.3 Deteksi Lingkaran	48
3.8 Perancangan Algoritma <i>Fuzzy Logic</i>	50
3.8.1 Fuzzifikasi	51
3.8.2 Rule Base	55
3.8.3 <i>Fuzzy Inference</i>	55
3.8.4 Defuzzifikasi	56
3.9 Pengujian Perangkat	57
3.9.1 Pengujian Perangkat Keras	57
3.9.2 Pengujian Perangkat Lunak	58
3.10 Integrasi Perangkat Lunak	58
3.11 Pengujian dan Pengambilan Data	59
3.12 Validasi dan Analisa Data	59

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Pendahuluan	60
4.2 Pengujian Perangkat Keras	60
4.2.1 Pengujian Pada Robot.....	60
4.2.1.1 Pengujian Robot Pada Posisi <i>Standby</i>	61
4.2.1.2 Pengujian Robot Angkat Telur	62
4.2.1.3 Pengujian Robot Pindah Posisi.....	63
4.3.2 Pengujian Sortir Telur.....	64
4.3.3 Pengukuran Manual Data Telur.....	68
4.4 Pengujian Perangkat Lunak	70
4.4.1 Pengujian Bobot Telur Pada <i>Load Cell</i>	70
4.4.2 Pengujian Diameter Telur Pada Kamera	71
4.4.2.1 Hasil Pengujian <i>Capture Frame</i>	71
4.4.2.2 Hasil Pengujian <i>Grayscale</i>	72

4.4.2.3 Hasil Pengujian Deteksi Lingkaran	73
4.5 Pengujian <i>Fuzzy Logic</i>	75
4.5.1 Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> Pada Simulasi FIS Editor	77
4.5.2 Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> Pada <i>Python</i>	79
4.5.3 Pengujian <i>Fuzzy Logic</i> Pada Perhitungan Manual	81
4.6 Validasi Data	90
4.6.1 Pengujian dan Pengukuran Bobot	90
4.6.2 Pengujian dan Pengukuran Diameter	91
4.6.3 Pengujian dan Perhitungan <i>Fuzzy Logic</i>	92
4.7 Analisa Pengujian Data	98
BAB V KESIMPULAN	
5.1 Kesimpulan	100
5.2 Saran	97
DAFTAR PUSTAKA	98
LAMPIRAN	98

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Fungsi Keanggotaan Bobot	51
Tabel 3.2. Fungsi Keanggotaan Diameter	51
Tabel 3.3. Fuzzy Rule Base	55
Tabel 3.4. Variabel Linguistik Prediksi Ukuran Target	56
Tabel 4.1. Pengujian Data Telur	67
Tabel 4.2. Data Pengujian dan Pengukuran Bobot	68
Tabel 4.3. Data Pengujian dan Pengukuran Diameter	69
Tabel 4.4. Hasil Pengujian Simulasi FIS Editor	79
Tabel 4.5. Hasil Pengujian Program Python	80
Tabel 4.6. Rule Base Yang Aktif Dari <i>Fuzzifikasi</i> Pada Pengujian 1	82
Tabel 4.7. Rule Base Yang Aktif Dari <i>Fuzzifikasi</i> Pada Pengujian 2	85
Tabel 4.8. Rule Base Yang Aktif Dari <i>Fuzzifikasi</i>	88
Tabel 4.9. Validasi Data Bobot Telur	90
Tabel 4.10. Validasi Data Diameter Telur	91
Tabel 4.11. Validasi Data <i>Fuzzy Logic</i>	92
Tabel 4.12. Validasi Data Perhitungan Manual Dan FIS Editor	95
Tabel 4.13. Validasi Data Perhitungan Manual Dan Python	96
Tabel 4.14. Pengujian Akurasi Robot	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Robot <i>vision</i> manipulator	8
Gambar 2.2. Motor servo	9
Gambar 2.3. Sistem mekanik motor servo	9
Gambar 2.4. <i>Joint</i> (sendi) pada lengan robot	11
Gambar 2.5 Contoh <i>Gripper Vacuum</i>	12
Gambar 2.6 Koordinat <i>Haugh Circles Transform</i>	14
Gambar 2.7. Arduino Uno	18
Gambar 2.8 Skema Arduino Uno	18
Gambar 2.9 <i>Raspberry Pi</i> 3 Model B+	19
Gambar 2.10 Skema <i>Raspberry Pi</i>	20
Gambar 2.11 Kamera <i>Webcame</i>	21
Gambar 2.12 Skema Sensor <i>Load Cell</i>	22
Gambar 2.13 Konfigurasi Kabel Sensor <i>Load Cell</i>	23
Gambar 2.14 Modul Penguat HX711	23
Gambar 2.15 LCD (<i>Liquid Crystal Display</i>)	24
Gambar 2.16 Diagram Blok Sistem Berbasis Aturan Fuzzy	26
Gambar 2.17 Tipe Representasi Kurva Linear	27
Gambar 2.18 Representasi Kurva Segitiga	28
Gambar 2.19 Tahapan Proses dalam <i>Fuzzy logic</i>	30
Gambar 3.1. Kerangka Kerja Tugas akhir	33
Gambar 3.2. Diagram blok sistem	34
Gambar 3.3. Perancangan Sensor <i>Load Cell</i>	36
Gambar 3.4. Perancangan Modul Kamera <i>Webcame</i>	37
Gambar 3.5. Perancangan <i>Liquid Crystal Display</i>	38
Gambar 3.6. Perancangan Modul Motor Servo.....	38
Gambar 3.7. Perancangan Komunikasi Serial	39
Gambar 3.8. Perancangan <i>Prototipe</i> Robot Manipulator	40
Gambar 3.9. Perancangan Pola Gerak Robot Manipulator	42

Gambar 3.10. <i>Framework</i> Perangkat Lunak Pada Arduino Uno	43
Gambar 3.11. Perancangan Sistem Sensor Kamera	46
Gambar 3.12. Blok Diagram <i>Fuzzy Logic</i>	50
Gambar 3.13. Fungsi Keanggotaan Variabel Bobot	52
Gambar 3.14. Fungsi Keanggotaan Variabel Diameter	53
Gambar 3.15. Fungsi Keanggotaan Fuzzy Output	56
Gambar 4.1. Pengujian Robot Menggunakan <i>Vacuum</i>	60
Gambar 4.2. <i>Vacuum Ez Hoover Turbo</i>	60
Gambar 4.3. Pengujian Posisi <i>Standby</i> Robot	62
Gambar 4.4. Pengujian Robot Angkat Telur	63
Gambar 4.5. Pengujian Robot Pindah Posisi	64
Gambar 4.6 Pengujian Pertama Sortir Telur	65
Gambar 4.7 Pengujian Kedua Sortir Telur	65
Gambar 4.8 Pengujian Ketiga Sortir Telur.....	66
Gambar 4.9. Pengukuran Manual Bobot	68
Gambar 4.10. Pengukuran Manual Diameter	69
Gambar 4.11. Hasil Pengujian Bobot Telur	70
Gambar 4.12. Hasil Pengujian Diameter Telur	71
Gambar 4.13. Hasil Pengujian <i>Capture</i> Gambar.....	72
Gambar 4.14. Hasil Pengujian Grayscale.....	73
Gambar 4.15. Hasil Pengujian Deteksi Lingkaran	75
Gambar 4.16. Grafik Input Bobot Simulai FIS Editor	76
Gambar 4.17. Grafik Input Diameter Simulasi FIS Editor	76
Gambar 4.18. Grafik Output Prediksi ukuran telur Simulasi FIS Editor	76
Gambar 4.19. Hasil Pengujian Pertama Pada FIS Editor	77
Gambar 4.20. Hasil Pengujian Kedua Pada FIS Editor	78
Gambar 4.21. Hasil Pengujian Ketiga Pada FIS Editor	78
Gambar 4.22. Grafik Perbandingan Prediksi Ukuran Telur	93

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Source Code</i> Arduino IDE	A
Lampiran 2. <i>Source Code</i> Netbeans IDE 8.2	Q
Lampiran 3 Gambar Hasil Pengujian	T

IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC METHOD IN 4 DOF ROBOT VISION MANIPULATOR FOR EGG HATER

Citra Madona (09011381520078)

*Department of Computer Engineering, Faculty of Computer Science,
Sriwijaya University*

e-mail: citramadona98@gmail.com

Abstract

Vision manipulator robot is a robot that uses a camera as a sensor to recognize its environment in order to produce images of certain objects. This manipulator robot is a non-mobile robot in which this type of robot can only make movements on several parts of its body only with functions that have been designed. Industrial technology has an increase in the quality of work and effectiveness to achieve optimal results, one such technology is a sorting machine to sort out the main production results with defects. Therefore, this research was carried out by designing and implementing a vision manipulator robot that was designed using a weight sensor and a webcam camera as an input to the sorter machine based on the physical size of domestic chicken eggs using Sugeno fuzzy logic method to control movement and decision making to predict egg size. From the results of this study it was found that the implementation of fuzzy logic in the sorting robot works as it functions.

Keywords: Robot Manipulator, Web Camera, Weight Sensor, Fuzzy Sugeno

Mengetahui,

Supervisor I

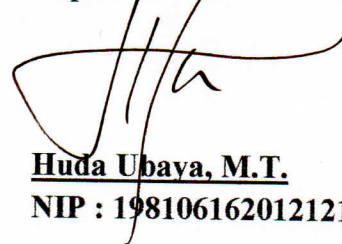


Ahmad Zarkasi, M.T

NIP : 197908252013071210

Palembang, March 2020

Supervisor II



Huda Ubaya, M.T.

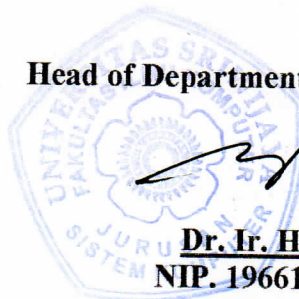
NIP : 198106162012121003

Head of Department Computer Engineering



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T

NIP. 196612032006041001



IMPLEMENTASI METODE *FUZZY LOGIC* PADA ROBOT VISION MANIPULATOR 4 DOF UNTUK PENYORTIR TELUR

Citra Madona (09011381520078)

Jurusan Sistem Komputer, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Sriwijaya

e-mail : citramadona98@gmail.com

Abstrak

Robot *vision* manipulator merupakan robot yang menggunakan kamera sebagai sensor untuk mengenali lingkungannya agar dapat menghasilkan gambar objek tertentu. Robot manipulator ini berupa *non mobile robot* dimana robot jenis ini hanya dapat melakukan pergerakan pada beberapa bagian dari anggota tubuhnya saja dengan fungsi yang telah dirancang. Teknologi industri memiliki peningkatan dalam mutu kerja dan efektifitas untuk mencapai hasil yang optimal, salah satu teknologi tersebut yaitu mesin penyortir untuk memilah hasil produksi utama dengan hasil cacat produksi. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan merancang serta mengimplementasikan robot *vision* manipulator yang dirancang menggunakan sensor berat dan kamera *webcame* sebagai inputan pada mesin penyortir berdasarkan ukuran fisik telur ayam negeri dengan menggunakan metode *fuzzy logic* Sugeno untuk mengontrol pergerakan dan pengambilan keputusan untuk memprediksi ukuran telur. Dari hasil penelitian ini didapat bahwa implementasi *fuzzy logic* pada robot penyortir bekerja sebagaimana fungsinya.

Kata Kunci: Robot Manipulator, Kamera *Webcame*, Sensor Berat, Fuzzy Sugeno

Mengetahui,

Pembimbing I Tugas Akhir



Ahmad Zarkasi, M.T

NIP : 197908252013071210

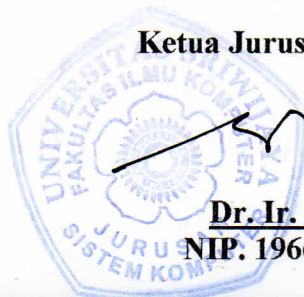
Palembang, Maret 2020
Pembimbing II Tugas Akhir



Huda Ubaya, M.T.

NIP : 198106162012121003

Ketua Jurusan Sistem Komputer



Dr. Ir. H. Sukemi, M.T

NIP: 196612032006041001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi industri mempunyai tingkatan dalam mutu kerja dan efektifitas dalam mencapai hasil yang optimal, hal tersebut dilatarbelakangi dengan permintaan investor industri untuk melakukan pembenahan setiap kinerja mesin. Salah satu teknologi industri yang umum digunakan adalah mesin penyortir. Mesin penyortir adalah alat yang dapat membantu untuk memilah hasil produksi utama dan hasil yang cacat produksi. [1].

Berdasarkan aturan Standar Nasional Indonesia SNI No. 3926:2008, isinya tentang bobot telur dibedakan menjadi tiga kelompok yaitu kecil dengan indeks parameter berat kurang dari 50 g, indeks parameter berat golongan sedang 50 g sampai dengan 60 g dan besar dengan indeks parameter berat lebih dari 60 g. Dengan tiga tingkatan kualitas mutu sebuah telur, diantaranya kualitas I dengan bentuk kondisi kerabang normal, halus, tebal, utuh, dan bersih. Kualitas II dengan bentuk kerabang normal, halus, tebal, utuh, dan memiliki sedikit noda kotor. Dan pada kualitas III dengan bentuk kondisi kerabang abnormal, sedikit kasar, tipis, utuh, dan memiliki banyak noda dan sedikit kotor[2].

Adapun penelitian yang dilakukan oleh Muhamad Arinda Vebriani [3] mengenai implementasi *fuzzy logic* dikarenakan konsep matematis yang sederhana, fleksibel, mudah dipahami dan memiliki toleransi terhadap data yang tidak tepat. Pada penelitian ini, robot *mobile* berkamera pengikut objek menggunakan *fuzzy logic* dengan metode Sugeno dalam pergerakan roda pada robot serta menggunakan kamera *wireless* dalam pengolahan citra digital untuk mendeteksi objek.

Penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh Nurfitriana[4] yaitu mengenai perancangan robot manipulator *mobile* pendeteksi warna, dimana dalam penelitian ini menggunakan kamera *webcam* sebagai mata pada robot dan sensor laser berfungsi untuk jarak depan robot serta 2 buah sensor ultrasonik untuk mendeteksi halangan yang di kanan dan dikiri robot.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Prima Asmara Sejati dan Adhi Susanto [5] mengenai rancang bangun purwarupa klasifikasi warna objek menggunakan robot manipulator 4 DOF, dimana pada penelitian ini menggunakan sensor warna untuk *image processing* sebagai inputan melalui mikrokontroler kemudian melakukan perhitungan jumlah objek berdasarkan warna. Untuk penentuan posisi target penelitian ini menggunakan metode pemetaan arena.

Penelitian selanjutnya dari Andik Yulianto, Agus Salim, Erwin Sukma Bukardi [6] mengenai Implementasi metode *fuzzy logic* kontroler pada posisi lengan robot 1 DOF, dimana pada penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic* kontroler untuk pergerakan dari motor DC.

Dari beberapa penelitian yang dilakukan sebelumnya, maka dari itu pada tugas akhir ini penulis akan mengambil judul yaitu tentang “Implementasi Metode *Fuzzy Logic* pada Robot Vision Manipulator 4 DOF untuk Penyortir Telur” dengan menggabungkan beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Robot ini dirancang menggunakan sensor berat sebagai salah satu inputan untuk membaca nilai bobot telur pada robot penyortir. Vision merupakan inputan kedua pada robot yang berfungsi sebagai kamera eksternal untuk pengolahan citra digital, kamera tersebut akan mendeteksi telur dengan metode *haugh circles* untuk mendeteksi lingkaran dan menghasilkan nilai diameter lingkaran dari telur. Robot ini menggunakan metode *fuzzy logic* Sugeno untuk mengontrol pergerakan dengan menghasilkan algoritma dan pengambilan keputusan untuk memprediksi ukuran telur kedalam tiga variabel linguistik yang telah ditentukan.

1.2. Tujuan dan Manfaat

1.2.1. Tujuan

Adapun tujuannya adalah sebagai berikut:

1. Merancang alat penyortir telur berdasarkan ukuran fisik dan berat dari telur
2. Robot penyortir telur berbasis Arduino dengan *image processing* berbasis *Raspberry Pi*.
3. Mengimplementasikan *fuzzy logic* Sugeno sebagai pengambil keputusan dalam memprediksi ukuran telur.

1.2.2. Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari tugas akhir ini dengan judul “Implementasi Metode *Fuzzy logic* pada Robot Vision Manipulator 4 DOF untuk Penyortir Telur” yaitu untuk mempermudah dalam mengkategorikan ukuran telur.

1.3. Rumusan dan Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dan batasan masalah yang ada pada tugas akhir ini adalah :

1.3.1. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang serta mengimplementasikan *fuzzy logic* pada robot penyortir telur ?
- b. Bagaimana merancang dan mengimplementasikan openCV sebagai *library* dalam pengolahan citra digital?
- c. Bagaimana merancang serta mengimplementasikan parameter bobot dari sensor *load cell* dan parameter diameter dari kamera pada robot penyortir ?
- d. Bagaimana cara kerja dari robot manipulator 4 *Degree Of Freedom* pada robot penyortir telur ?

1.3.2. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang muncul, maka penulis membatasi masalah untuk mempersempit ruang lingkup dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Batasan masalah ini didasari oleh keterbatasan penulis untuk meminimalisir ilmu pengetahuan yang belum penulis ketahui. Adapun batasan dari masalah tersebut yaitu sebagai berikut :

1. Rancang bangun robot penyortir menggunakan *fuzzy logic* dengan metode Sugeno.
2. Open CV pada *Raspberry Pi* difokuskan untuk ukuran fisik telur dan Arduino UNO difokuskan untuk bobot dari telur.
3. Robot penyortir berbasis Arduino UNO dan *Raspberry Pi* dalam pengolahan citra digital.
4. Menggunakan komunikasi serial untuk menghubungkan hasil pengolahan citra dari *Raspberry Pi* dengan Arduino UNO.
5. Jenis telur yang disortir menggunakan telur ayam negeri.

1.4. Metodologi Penelitian

Metodologi yang digunakan dalam tugas akhir ini akan melewati beberapa tahapan sebagai berikut:

1. Metode Studi Pustaka dan *Literature*
Pada tahap ini dilakukan dengan cara mencari dan mengumpulkan sumber referensi berupa *literature* yang terdapat pada buku, internet atau sumber lainnya tentang “Implementasi Metode *Fuzzy logic* pada Robot Vision Manipulator 4 DOF untuk Penyortir Telur” sehingga dapat menunjang penulisan Laporan Tugas Akhir.
2. Metode Konsultasi
Pada tahap ini dilakukan dengan cara konsultasi kepada orang-orang yang dianggap memiliki pengetahuan dan wawasan terhadap permasalahan yang ditemui saat pembuatan Tugas Akhir

3. Metode Pembuatan Model

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat bagaimana sistem kendali yang telah dirancang dapat bekerja sehingga diperoleh data hasil pengujian untuk mendapatkan nilai terbaik dari sistem yang telah dibuat.

4. Metode Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian alat kemudian dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya, sehingga dapat digunakan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya dan dibuat kesimpulan dari hasil penelitian.

5. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada tahap ini hasil dari pengujian pada metode pengujian kemudian dianalisis dengan tujuan untuk mengetahui kekurangan pada hasil perancangan dan faktor penyebabnya, sehingga dapat digunakan untuk pengembangan pada penelitian selanjutnya dan dibuat kesimpulan dari hasil penelitian.

1.5. Sistematika Penulisan

Pada tugas akhir ini sistematika yang penulis gunakan ini akan melewati beberapa tahapan berikut ini :

BAB I PENDAHULUAN

Bab 1 ini berisi mengenai penjelasan secara sistematis judul yang diambil yang meliputi latar belakang, tujuan dan manfaat, rumusan dan batasan masalah, metodologi penelitian serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab 2 ini akan menjelaskan dari dasar teori yang menunjang bahasan dari penelitian tugas akhir ini. Dimana pada bab ini berisi *literatur* tentang *robot vision manipulator*, perancangan dan kendali *fuzzy logic* Sugeno pada robot penyortir telur.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 ini menjelaskan bagaimana penelitian ini berjalan mulai dari proses perancangan robot sampai dengan pengujian perangkat pada robot penyortir

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

Bab 4 keempat ini berisi pengujian dan validasi data dari kedua inputan robot yaitu dari Open CV dan sensor load cell, kemudian untuk sistem kendali alat menggunakan metode *fuzzy logic* Sugeno tetapi untuk implementasi *fuzzy logic* pada alat akan diterapkan di penelitian Tugas Akhir 2.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab 5 ini berisi kesimpulan serta saran yang diperoleh dari hasil penelitian yang telah dilakukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] H. F. Zaky, T. Elektronika, and F. Teknik, "Protoype dan Implementasi Penyortir Telur dengan menggunakan Logika Fuzzy pada Manipulator 6- Degree of Freedom," *J. Elektron. Pendidik. Tek. Elektron.*, vol. 9, pp. 1–9, 2017.
- [2] S. Suharyanto, N. B. Sulaiman, C. K. N. Zebua, and I. I. Arief, "Kualitas Fisik, Mikrobiologis, dan Organoleptik Telur Konsumsi yang Beredar di Sekitar Kampus IPB, Darmaga, Bogor," *J. Ilmu Produksi dan Teknol. Has. Peternak.*, vol. 4, no. 2, pp. 275–279, 2016.
- [3] M. A. Vebriani, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Robot Mobile Berkamera Pengikut Objek," 2017.
- [4] Nurfitriana, "Perancangan Robot Lengan Mobile Pendeteksi Warna," *J. Chem. Inf. Model.*, 2016.
- [5] prima asmara Sejati and A. Susanto, "Rancang Bangun Purwarupa Klasifikasi Warna Objek Menggunakan Robot Lengan 4-Dof," *JST (Jurnal Sains dan Teknol.*, vol. 6, no. 2, p. 290, 2017.
- [6] A. Yulianto, A. Salim, and E. S. Bukardi, "Implementasi Metode Fuzzy Logic Controller Pada Kontrol Posisi Lengan Implementasi Metode Fuzzy Logic Controller Pada Kontrol Posisi Lengan Robot 1 DOF," *Civ. Electr. Eng. J.*, vol. 9, no. December 2014, 2016.
- [7] M. Dr. Raden Supriyanto Hustinawati, SKom., Sk. Rigathi Widya Nugraini, SKom. Ary Bima Kurniawan, ST., MT. Yogi Permadi, Sk. Abdurachman Sa'ad, and Jurusan, "Robotika," in *Buku Ajar Robotika*, 2010, pp. 1–13.
- [8] Rendyansyah and A. P. P. Prasetyo, "Simulasi Robot Manipulator 4 DOF Sebagai Media Pembelajaran dalam Kasus Robot Menulis Huruf," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 5, no. 3, p. 339, 2016.
- [9] M. Rahmawan, Andy and Munadi, Dr. Eng. ST, "Optimasi Gripper Dua Lengan dengan Menggunakan Metode Genetic Algorithm pada Simulator Arm Robot 5 DOF (Degree of Freedom)," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 1, pp. 5– 16, 2013.

- [10] S. Riadi, “Penggunaan Motor DC Servo Sebagai Penggerak Utama Lengan Robot Berjari Pengikut Gerak Lengan Manusia Berbasis Mikrokontroler,” *Dr. Diss. Politek. Negeri Sriwij.*, pp. 5–31, 2014.
- [11] Piab’s, “gripper vacuum,” *packagingstrategis.com*. [Online]. Available: <https://www.packagingstrategies.com/articles/90572-vacuum-gripper-is-small-flexible-and-powerful>.
- [12] S. H. Wibowo and F. Susanto, “Penerapan Metode Gaussian Smoothing Untuk Mereduksi Noise Pada Citra Digital,” *Media Infotama*, vol. 12, no. 2, 2016.
- [13] F. Umam, “ESTIMASI JARAK DAN POSISI ORIENTASI OBJEK MENGGUNAKAN STEREO CAMERA DAN KALMAN FILTER,” *Estimasi Jarak Dan Posisi Orientasi Objek Menggunakan Stereo Camera Dan Kalman Filter*, 2012.
- [14] M. R. Putra, “Aplikasi Sensor Load Cell Sebagai Pengukur Berat Serpihan Cangkir Plastik Air Mineral Untuk Menonaktifkan Motor AC Pada Rancang Bangun Mesin Penghancur Plastik,” *Dr. Diss. Politek. NEGERI Sriwij.*, pp. 4–28, 2016.
- [15] S. Shafiudin, “Sistem Monitoring Dan Pengontrolan Temperatur Pada Inkubator Penetas Telur Berbasis PID,” *J. Tek. Elektro*, vol. 06, pp. 175– 184, 2017.
- [16] R. Samuel, “Sistem Monitoring Kualitas Udara pada Kamar Rumah Sakit Menggunakan Sensor DHT11 , MQ135 dan Arduino Uno Berbasis Android,” *Repos. Institusi USU*, 2019.
- [17] S. Wibowo, “Penerapan Logika Fuzzy Dalam Penjadwalan Waktu Kuliah,” *Inform. UPGRIS*, vol. 1, no. Juni, pp. 59–77, 2015.