



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN INSTRUMENTASI  
IMPLEMENTASI INVERSE KINEMATIC PADA LENGAN  
ROBOT UNTUK PROSES PEMILAHAN BARANG  
BERDASARKAN OBJEK MENGGUNAKAN COMPUTER  
VISION**

Reiyhan Prayoga  
NIM 2112049

Dosen Pembimbing  
Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT.  
Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
2025



**Institut Teknologi Nasional Malang**

**SKRIPSI – TEKNIK ELEKTRONIKA KENDALI DAN  
INSTRUMENTASI**

**IMPLEMENTASI INVERSE KINEMATIC PADA  
LENGAN ROBOT UNTUK PROSES PEMILAHAN  
BARANG BERDASARKAN OBJEK  
MENGUNAKAN COMPUTER VISION**

**Reiyhan Prayoga  
NIM 2112049**

**Dosen Pembimbing  
Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT.  
Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, ST., MT.**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO S-1  
Fakultas Teknologi Industri  
Institut Teknologi Nasional Malang  
Januari 2025**

**IMPLEMENTASI INVERSE KINEMATIC PADA  
LENGAN ROBOT UNTUK PROSES PEMILAHAN  
BARANG BERDASARKAN OBJEK  
MENGUNAKAN COMPUTER VISION**

**SKRIPSI**


**Reiyhan Prayoga  
2112049**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Pada

Program Studi Teknik Elektro S-1  
Peminatan Teknik Elektronika Kendali dan Instrumentasi  
Institut Teknologi Nasional Malang

Diperiksa Dan Disetujui:

**Dosen Pembimbing I**



**Radimas P. M. D. L., ST., MT.**  
NIP. P. 1031900576

**Dosen Pembimbing II**



**Prof. Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, ST., MT.**  
NIP. Y. 1030800417

Mengetahui:

**Ketua Program Studi Teknik Elektro S-1**



**Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT.**  
NIP. P. 1030000365

MALANG  
2025



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

---

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Reiyhan Prayoga  
NIM : 2112049  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Elektronika Kendali dan Instrumentasi  
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2024/2025  
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI INVERSE KINEMATIC  
PADA LENGAN ROBOT UNTUK PROSES  
PEMILAHAN BARANG BERDASARKAN  
OBJEK MENGGUNAKAN COMPUTER VISION  
Diperlihatkan dihadapan Majelis Penguji Jenjang Strata Satu (S-1) pada:  
Hari : Jumat  
Tanggal : 31 januari 2025  
Nilai : 88,25

Majelis Penguji  
Ketua

**Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT**  
NIP. P. 1031900576

Anggota penguji

Dosen Penguji I

**Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT**  
NIP.Y. 1039500274

Dosen Penguji II

**Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT**  
NIP.P. 1030100361



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

PT BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

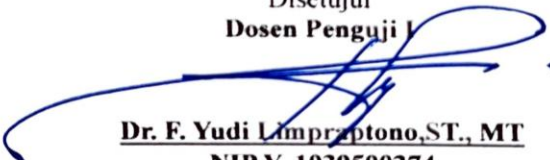
Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama : Reiyhan Prayoga  
NIM : 2112049  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Elektronika Kendali dan Instrumentasi  
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2024/2025  
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI INVERSE KINEMATIC PADA  
LENGAN ROBOT UNTUK PROSES PEMILAHAN  
BARANG BERDASARKAN OBJEK  
MENGUNAKAN COMPUTER VISION

Tanggal	Uraian	Paraf

Disetujui  
Dosen Penguji I

  
**Dr. F. Yudi Limpraptono, ST., MT**  
NIP.Y. 1039500274

Mengetahui

**Dosen Pembimbing I**

**Radimas P. M. D. L., ST., MT.**  
NIP. P. 1031900576

**Dosen Pembimbing II**

**Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT.**  
NIP. Y. 1030800417



PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**



FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**LEMBAR PERSETUJUAN PERBAIKAN SKRIPSI**

Nama : Reiyhan Prayoga  
NIM : 2112049  
Program Studi : Teknik Elektro S-1  
Peminatan : Elektronika Kendali dan Instrumentasi  
Masa Bimbingan : Semester Ganjil 2024/2025  
Judul Skripsi : IMPLEMENTASI INVERSE KINEMATIC PADA  
LENGAN ROBOT UNTUK PROSES PEMILAHAN  
BARANG BERDASARKAN OBJEK  
MENGUNAKAN COMPUTER VISION

Tanggal	Uraian	Paraf
	Flowchart Diditilkan	
	Cek Data Sudut	

Disetujui  
Dosen Penguji II



Dr. Eng. I Komang Somawirata, ST., MT  
NIP.P/1030100361

Mengetahui

Dosen Pembimbing I



Radimas P. M. D. L., ST., MT.  
NIP. P. 1031900576

Dosen Pembimbing II



Prof. Dr. Eng. Arjuanto Soetedjo, ST., MT.  
NIP. Y. 1030800417

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Reiyhan Prayoga

NIM : 2112049

Jurusan / peminatan : S-1 Teknik Elektro / Elektronika Kendali & Instrumentasi

ID KTP / Paspor : 6402142808030005

Alamat : Jl. M. Hatta, No.14, Muara Jawa, Muara Jawa, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur

Judul Skripsi : Implementasi Inverse Kinematic Pada Lengan Robot Untuk Proses Pemilahan Barang Berdasarkan Objek Menggunakan Computer Vision

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi yang saya buat merupakan hasil karya sendiri bukan hasil plagiarisme dari orang lain. Dalam skripsi ini tidak memuat karya orang lain kecuali dicantumkan sumber yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Apabila ternyata di dalam skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiarisme, maka saya bersedia skripsi ini di gugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (S-1) di batalkan, serta di proses sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, .....<sup>Februari</sup>.....2025

Yang membuat pernyataan



( Reiyhan Prayoga )  
2112049

## **ABSTRAK**

# **IMPLEMENTASI INVERSE KINEMATIC PADA LENGAN ROBOT UNTUK PROSES PEMILAHAN BARANG BERDASARKAN OBJEK MENGGUNAKAN COMPUTER VISION**

**Reiyhan Prayoga, NIM : 2112049**

**Dosen Pembimbing I : Radimas P. M. D. L., ST., MT.**

**Dosen Pembimbing II : Prof. Dr. Eng. Aryanto Soetedjo, St., MT.**

Penelitian ini mengimplementasikan metode inverse kinematic pada lengan robot untuk proses pemilahan barang berdasarkan warna dan bentuk menggunakan computer vision. Sistem terdiri dari conveyor, kamera eksternal, lengan robot, mikrokontroler ESP32, dan platform SCADA untuk pemantauan data. Kamera menangkap gambar objek di atas conveyor, yang kemudian diolah menggunakan algoritma HSV untuk mendeteksi warna (merah, kuning, biru) dan YOLOV8 untuk mendeteksi bentuk (kubus atau silinder). Algoritma inverse kinematic dirancang untuk menghitung sudut rotasi setiap sendi lengan robot, berdasarkan koordinat target, sehingga dapat memindahkan objek ke lokasi yang sesuai. Hasil pengujian pengolahan citra menunjukkan bahwa sistem berhasil memilah objek dalam kondisi pencahayaan yang cukup, pencahayaan yang kurang, dan pencahayaan yang cukup tetapi dengan banyak objek disekitarnya. Hasil Pengujian inverse kinematic didapatkan rata rata deviasi dari posisi yang diinginkan yaitu 1-2 cm. Hasil Pengujian keseluruhan menunjukkan bahwa sistem dapat mendeteksi objek dan menempatkan objek ke tempat yang sesuai.

**Kata Kunci:** Inverse Kinematic, Computer Vision, Lengan Robot, Pengolahan Citra, HSV.



## **ABSTRACT**

# **IMPLEMENTATION OF INVERSE KINEMATICS ON ROBOT ARM FOR OBJECT-BASED ITEM SORTING USING COMPUTER VISION**

**Reiyhan Prayoga, NIM : 2112049**

**Supervisor I : Radimas P. M. D. L., ST., MT.**

**Supervisor II : Prof. Dr. Eng. Aryunto Soetedjo, St., MT.**

This research implements the inverse kinematic method on a robotic arm for the sorting process of items based on color and shape using computer vision. The system consists of a conveyor, an external camera, a robotic arm, an ESP32 microcontroller, and a SCADA platform for data monitoring. The camera captures images of objects on the conveyor, which are then processed using the HSV algorithm to detect colors (red, yellow, blue) and YOLOV8 to detect shapes (cube or cylinder). The inverse kinematic algorithm is designed to calculate the rotation angles of each robot arm joint based on the target coordinates, allowing it to move the object to the appropriate location. The results of the image processing tests show that the system successfully sorted objects under conditions of adequate lighting, insufficient lighting, and adequate lighting but with many surrounding objects. The results of the inverse kinematic testing showed an average deviation from the desired position of 1-2 cm. The overall test results show that the system can detect objects and place the objects in the appropriate locations.

**Keywords:** Inverse Kinematic, Computer Vision, Robot Arm, Pengolahan Citra, HSV (Hue, Saturation, Value)



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT karena atas karunia kuasaNya, penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, ITN Malang. Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karenanya, penulis kan kritik mengharapdan saran yang membangun dalam rangka pembelajaran terus-menerus. Banyak pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Radimas Putra Muhammad Davi Labib, ST., MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Aryuanto Soetedjo, ST., MT selaku Dosen Pembimbing 2 yang selalu membimbing dengan penuh kesabaran.
3. Ibu Dr. Irmalia Suryani Faradisa, ST., MT. selaku Ketua Jurusan Elektro ITN Malang
4. Bapak dan Ibu Dosen Elektro S1 yang senantiasa membantu setiap kesulitan yang penulis temui.
5. Kedua orang tua penulis, atas cinta dan dukungan dalam bentuk moril dan matreuil yang telah diberikan kepada penulis.
6. Klub sepak bola Manchester United, sebagai tim favorit yang sudah saya tonton dan yang membuat saya terdorong untuk mengerjakan skripsi karena klub ini mengajarkan saya arti sabar dan percaya pada proses.

Dan semua pihak yang telah membantu dalam penulisan skripsi ini, namun tidak dapat disebutkan satu persatu. Akhir kata, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat yang seluas-luasnya bagi perkembangan ilmu pengetahuan. Panjang umur perjuangan, panjang umur pengetahuan.

Malang, Januari  
2025

Penulis

## Daftar Isi

KATA PENGANTAR .....	i
Daftar Isi .....	ii
Daftar Gambar .....	v
Daftar Tabel .....	vii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.2 Lengan Robot.....	6
2.3 Inverse Kinematic .....	7
2.4 Trajectory .....	7
2.5 Kamera .....	7
2.6 Laptop .....	9
2.7 Python .....	9
2.8 Pengolahan Citra .....	10
2.9 OpenCV.....	10
2.10 YoloV8 .....	11
2.11 HSV .....	11
2.12 ESP 32.....	12
2.13 Sensor Infrared .....	13

2.14 Motor Servo .....	14
2.15 Conveyor.....	14
2.16 Relay .....	15
2.17 Stepdown.....	16
2.18 Arduino IDE.....	16
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>19</b>
3.1 Rancangan Sistem .....	19
3.1.1 Gambaran Keseluruhan Sistem.....	19
3.1.2 Alur Kerja Sistem .....	20
3.2 Perancangan Perangkat Keras .....	21
3.2.1 Gambaran Perancangan Perangkat Keras .....	21
3.2.2 Skematik Rangkaian .....	26
3.3 Perancangan Perangkat lunak .....	28
3.3.1 Pendeteksian Warna .....	28
3.3.2 Pendeteksian Bentuk.....	29
3.3.3 Path Planning (Trajectory).....	30
3.3.4 Inverse Kinematic .....	32
3.4 Flowchart Keseluruhan Sistem .....	35
3.4.1 Flowchart Computer Vision.....	35
3.4.2 Flowchart Lengan Robot .....	40
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan.....</b>	<b>41</b>
4.1 Implementasi Perancangan Perangkat Keras .....	41
4.1.1 Implementasi Gambaran Perangkat Keras.....	41
4.2 Implementasi Perancangan Perangkat Lunak .....	47
4.2.1 Pendeteksian Warna .....	47
4.2.2 Pendeteksian Bentuk.....	51

4.2.3 Path Planning .....	56
4.2.4 Inverse Kinematic .....	57
4.3 Pengujian Pengolahan Citra .....	58
4.4 Pengujian Inverse Kinematic .....	86
4.5 Pengujian Servo Lengan Robot.....	89
4.6 Keberhasilan Sistem Secara Keseluruhan .....	90
4.6.1 Hasil dan Pengujian Keberhasilan Sistem .....	90
BAB V Kesimpulan .....	93
5.1 Kesimpulan .....	93
Daftar Pustaka.....	95

## Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Lengan Robot .....	7
Gambar 2. 2 Laptop .....	9
Gambar 2. 3 Logo Python .....	10
Gambar 2. 4 Logo OpenCV.....	11
Gambar 2. 5 ESP 32.....	13
Gambar 2. 6 Sensor Infrared .....	13
Gambar 2. 7 Motor Servo .....	14
Gambar 2. 8 Conveyor.....	15
Gambar 2. 9 Relay .....	15
Gambar 2. 10 Stepdown .....	16
Gambar 2. 11 Tampilan Arduino IDE.....	17
Gambar 3. 1 Blok Diagram Computer Vision .....	19
Gambar 3. 2 Blok Diagram Lengan Robot.....	19
Gambar 3. 3 Alur Kerja Sistem .....	20
Gambar 3. 4 Gambaran Perancangan Tata Letak Perangkat Keras .....	21
Gambar 3. 5 Conveyor Tampak Atas.....	22
Gambar 3. 6 Conveyor Tampak Samping.....	22
Gambar 3. 7 Lengan Robot Tampak Samping.....	23
Gambar 3. 8 Lengan Robot Tampak Depan .....	23
Gambar 3. 9 Skematik Rangkaian .....	26
Gambar 3. 10 Contoh Path Planning .....	32
Gambar 3. 11 Model Inverse Kinematic pada Robot 3 dof: (a) tampak depan dan (b) tampak samping.....	33
Gambar 3. 12 Flowchart Computer Vision.....	35
Gambar 3. 13 Flowchart Pendeteksian Objek .....	36
Gambar 3. 14 Flowchart Pembacaan Titik Koordinat .....	37
Gambar 3. 15 Flowchart Pendeteksian Warna.....	38
Gambar 3. 16 Flowchart Lengan Robot .....	40
Gambar 4. 1 Perancangan Perangkat Keras.....	41
Gambar 4. 2 Panjang Conveyor.....	42
Gambar 4. 3 Lebar Conveyor .....	42
Gambar 4. 4 Lebar Sabuk Conveyor .....	43
Gambar 4. 5 Diameter Base.....	44
Gambar 4. 6 Panjang Shoulder .....	44
Gambar 4. 7 Panjang Wrist.....	45

Gambar 4. 8 Lebar Gripper .....	45
Gambar 4. 9 Kode Pendeteksian Bentuk .....	47
Gambar 4. 10 Kode Pendeteksian Bentuk .....	48
Gambar 4. 11 Kode Pendeteksian Bentuk .....	48
Gambar 4. 12 Kode Pendeteksian Bentuk .....	49
Gambar 4. 13 Kode Pendeteksian Bentuk .....	49
Gambar 4. 14 Kode Pendeteksian Bentuk .....	50
Gambar 4. 15 Kode Pendeteksian Bentuk .....	50
Gambar 4. 16 Kode Pendeteksian Bentuk .....	51
Gambar 4. 17 Labeling (a) Kubus (b) Tabung.....	52
Gambar 4. 18 Kode Training Data .....	53
Gambar 4. 19 Kode Install YoloV8 .....	53
Gambar 4. 20 Konfigurasi Dataset .....	53
Gambar 4. 21 Kode Inisialisasi YoloV8 .....	54
Gambar 4. 22 Kode Deteksi Bentuk .....	54
Gambar 4. 23 Kode Implementasi Path Planning .....	56
Gambar 4. 24 Kode Implementasi Path Planning .....	56
Gambar 4. 25 Kode Implementasi Path Planning .....	56
Gambar 4. 26 Kode Implementasi Inverse Kinematic .....	57



## Daftar Tabel

Tabel 3. 1 Spesifikasi Conveyor .....	22
Tabel 3. 2 Spesifikasi Lengan Robot .....	24
Tabel 3. 3 Spesifikasi Servo Hitec 645-MG .....	24
Tabel 3. 4 Spesifikasi Servo SG-90 .....	24
Tabel 4. 1 Spesifikasi Conveyor .....	43
Tabel 4. 2 Spesifikasi Lengan Robot .....	46
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian Silinder Merah .....	58
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian Silinder Biru .....	59
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian Silinder Kuning .....	60
Tabel 4. 6 Hasil Pengujian Silinder Tanpa Warna .....	61
Tabel 4. 7 Hasil Pengujian Kubus Merah .....	62
Tabel 4. 8 Hasil Pengujian Kubus Biru .....	63
Tabel 4. 9 Hasil Pengujian Kubus Kuning .....	64
Tabel 4. 10 Hasil Pengujian Kubus Tanpa Warna .....	64
Tabel 4. 11 Keseluruhan Pengujian (1) .....	65
Tabel 4. 12 Hasil Pengujian Silinder Merah .....	67
Tabel 4. 13 Hasil Pengujian Silinder Biru .....	68
Tabel 4. 14 Hasil Pengujian Silinder Kuning .....	69
Tabel 4. 15 Hasil Pengujian Silinder Tanpa Warna .....	70
Tabel 4. 16 Hasil Pengujian Kubus Merah .....	71
Tabel 4. 17 Hasil Pengujian Kubus Biru .....	72
Tabel 4. 18 Hasil Pengujian Kubus Kuning .....	73
Tabel 4. 19 Hasil Pengujian Kubus Tanpa Warna .....	74
Tabel 4. 20 Tabel Keseluruhan Pengujian (2) .....	75
Tabel 4. 21 Hasil Pengujian Silinder Merah .....	76
Tabel 4. 22 Hasil Pengujian Silinder Biru .....	77
Tabel 4. 23 Hasil Pengujian Silinder Kuning .....	78
Tabel 4. 24 Hasil Pengujian Silinder Tanpa Warna .....	79
Tabel 4. 25 Hasil Pengujian Kubus Merah .....	80
Tabel 4. 26 Hasil Pengujian Kubus Biru .....	81
Tabel 4. 27 Hasil Pengujian Kubus Kuning .....	82
Tabel 4. 28 Hasil Pengujian Kubus Tanpa Warna .....	83
Tabel 4. 29 Tabel Pengujian Keseluruhan (3) .....	84
Tabel 4. 30 Pengujian Inverse Kinematic (1) .....	86
Tabel 4. 31 Pengujian Inverse Kinematic (2) .....	87

Tabel 4. 32 Pengujian Inverse Kinematic (3) .....	87
Tabel 4. 33 Pengujian Inverse Kinematic (4) .....	88
Tabel 4. 34 Pengujian Servo Shoulder.....	89
Tabel 4. 35 Tabel Pengujian Servo Wrist.....	90
Tabel 4. 36 Pengujian Keseluruhan .....	91