

**SISTEM KENDALI ROBOT LENGAN BERBASIS METODE
INVERSE KINEMATICS UNTUK PENYORTIRAN
BARANG OTOMATIS**



TUGAS AKHIR

**Disusun Untuk Memenuhi Syarat Menyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya**

**Oleh:
THORIQ RAFSANJANI YANSAH
062140342347**

**POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA
PALEMBANG
2025**

HALAMAN PENGESAHAN

SISTEM KENDALI ROBOT Lengan BERBASIS METODE
INVERSE KINEMATICS UNTUK PENYORTIRAN
BARANG OTOMATIS



Disusun Untuk Memenuhi Syarat Meyelesaikan Pendidikan Pada Program
Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Politeknik Negeri Sriwijaya

Oleh:

Thoriq Rafsanjani Yansah
062140342347

Menyetujui,

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Evelina, S.T., M.Kom.
NIP. 196411131989032001

Ibnu Maja, S.Si., M.M.
NIP. 197604052005011002

Mengetahui,

Ketua Jurusan
Teknik Elektro,

Koordinator Program Studi
Sarjana Terapan Teknik Elektro,



Dr. Ir. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., IPM.
NIP. 197907222008011007

Renny Maulida, S.T., M.T.
NIP. 198910022019032013

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini menyatakan :

Nama : Thoriq Rafsanjani Yansah
NPM : 062140342347
Jenis Kelamin : Laki – Laki
Tempat, Tanggal Lahir : Palembang, 28 Juni 2003
Alamat : Jl. Pulau 5, Kancil Putih Pulau
Program Studi : Sarjana Terapan Teknik Elektro
Jurusan : Teknik Elektro
Judul Tugas Akhir : Sistem Kendali Robot Lengan Berbasis Metode *Inverse Kinematics* Untuk Penyortiran Barang Otomatis

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri serta bebas dari tindakan plagiasi dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.
2. Dapat menyelesaikan segala urusan terkait pengumpulan revisi Tugas Akhir yang sudah disetujui oleh dewan penguji paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.
3. Dapat menyelesaikan segala urusan peminjaman/penggantian alat/buku dan lainnya paling lama 1 bulan setelah ujian Tugas Akhir.

Apabila di kemudian hari diketahui ada pernyataan yang terbukti tidak benar dan tidak dapat dipenuhi, maka saya siap bertanggung jawab dan menerima sanksi tidak diikutsertakan dalam prosesi wisuda serta dimasukkan dalam daftar hitam oleh jurusan Teknik Elektro sehingga berdampak tertundanya pengambilan Ijazah & Transkrip (ASLI & COPY). Demikian surat pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya dan dalam keadaan sadar tanpa paksaan.



Palembang, 04 Agustus 2025

Yang Menyatakan



Thoriq Rafsanjani Yansah

MOTTO DAN PERSEMBAHAN MOTTO

MOTTO

“It always seems impossible until it's done”

“Semuanya selalu tampak mustahil sampai akhirnya semuanya selesai”

(Nelson Mandela)

PERSEMBAHAN

Tugas Akhir ini saya persembahkan untuk:

1. Orang Tua saya bapak Akhirul Yansah, S.T. dan ibu Aster Dewi Sari Mahrani serta saudara saya Eltrissa Puramba Yansah, S.E. yang selalu mendukung saya untuk terus melangkah kedepan dan memberikan doa terbaik buat saya juga memberikan kasih sayang yang tidak akan pernah terlupakan sepanjang hidup saya.
2. Kedua dosen pembimbing saya, pembimbing I (Ibu Evelina, S.T., M.Kom.) dan pembimbing II (Bapak Ibnu Maja, S.Si., M.M.) yang telah menuntun, memberikan arahan dan membantu proses penelitian hingga terselesaikannya Tugas Akhir ini.
3. Diri saya sendiri yang tidak pernah menyerah dan berjuang sampai akhir.
4. Teman – teman Teknik Elektro Angkatan 2021 kelas 8 ELB & ELM yang telah berjuang bersama selama kurang lebih 4 tahun.
5. Almamater Politeknik Negri Sriwijaya.

ABSTRAK

Sistem Kendali Robot Lengan Berbasis Metode *Inverse Kinematics* Untuk Penyortiran Barang Otomatis

(2025 : 59 Halaman + 28 Gambar + 15 Tabel + Daftar Pustaka + Lampiran)

THORIQ RAFSANJANI YANSAH**062140342347****JURUSAN TEKNIK ELEKTRO****PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNIK ELEKTRO****POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA**

Perkembangan teknologi otomasi dalam industri manufaktur dan logistik menuntut adanya sistem pemindahan barang yang efisien, akurat, dan adaptif. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem kendali robot lengan 3-DoF berbasis metode *Inverse Kinematics* untuk melakukan proses penyortiran barang secara otomatis. Sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama seperti mikrokontroler ESP32, Raspberry Pi, motor servo sebagai aktuator lengan robot dan pompa vakum sebagai gripper, serta kamera dan sensor proximity untuk mendeteksi objek dan membaca barcode. Metode *Inverse Kinematics* digunakan untuk menghitung sudut pergerakan setiap sendi berdasarkan panjang lengan dan koordinat target yang diterima dari sistem pengolahan citra barcode. Pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menghitung sudut servo dengan tepat dan memindahkan objek ke posisi yang ditentukan dengan tingkat akurasi yang tinggi, serta waktu eksekusi yang efisien. Hasil ini membuktikan bahwa sistem yang dirancang meningkatkan efisiensi penyortiran barang serta memiliki potensi untuk diterapkan dalam lingkungan industri logistik dan manufaktur skala kecil hingga menengah.

Kata Kunci: Robot Lengan, *Inverse Kinematics*, Penyortiran Barang, ESP32, Otomatisasi Industri.

ABSTRACT

Robotic Arm Control System Based on Inverse Kinematics Method for Automatic Item Sorting

(2025 : 59 Pages + 28 Pictures + 15 Tables + Bibliography + Attachment)

THORIQ RAFSANJANI YANSAH

062140342347

ELECTRICAL ENGINEERING DEPARMENT

BACHELOR OF APLIED ELECTRICAL ENGINEERING

SRIWIJAYA STATE POLYTECHNIC

Advances in automation technology in the manufacturing and logistics industries demand efficient, accurate, and adaptive material handling systems. This study aims to design and implement a 3-DoF robotic arm control system based on the Inverse Kinematics method to perform automatic material sorting processes. The system consists of several main components, including an ESP32 microcontroller, Raspberry Pi, servo motors as robot arm actuators, a vacuum pump as a gripper, and a camera and proximity sensor for object detection and barcode reading. The Inverse Kinematics method is used to calculate the movement angles of each joint based on the arm length and target coordinates received from the barcode image processing system. Testing showed that the system can accurately calculate the servo angles and move objects to the specified position with high accuracy and efficient execution time. These results demonstrate that the designed system improves sorting efficiency and has the potential to be applied in small to medium-scale logistics and manufacturing environments.

Keywords: *Robotic Arm, Inverse Kinematics, Item Sorting, ESP32, Industrial Automation.*

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis sampaikan kehadirat Allah SWT, atas segala karunia dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan judul yang diangkat yaitu, “**Sistem Kendali Robot Lengan Berbasis Metode *Invers Kinematics* Untuk Penyortiran Barang Otomatis**” dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu.

Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Teknik Elektro pada Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya. Tugas Akhir ini berisi Bab I Pendahuluan, Bab II Tinjauan Pustaka, Bab III Metodologi Penelitian, Bab IV Hasil dan Pembahasan, Bab V Kesimpulan.

Penyusunan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bimbingan, bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Evelina, S.T., M.Kom., selaku Dosen Pembimbing I.

2. Bapak Ibnu Maja, S.Si., M.M., selaku Dosen Pembimbing II.

Kemudian dengan segala ketulusan hati, penulis juga berterimakasih atas dukungann, bimbingan, bantuan, dan kemudahan dari berbagai pihak, antara lain:

1. Bapak Ir. Irawan Rusnadi, M.T., selaku Direktur Politeknik Negeri Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Selamat Muslimin, S.T., M.Kom., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
3. Ibu Renny Maulidda, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Sriwijaya.
4. Seluruh Dosen, Staf, dan Instruktur pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro Politeknik Sriwijaya.
5. Kedua orang tua penulis, Bapak Akhirul Yansah, S.T., dan Ibu Aster Dewi Sari Mahrani yang selalu memberikan dukungan baik material, spiritual dan motivasi selama pengerjaan Tugas Akhir.
6. Kakak tercinta Eltrissa Puramba Yansah, S.E. dan Kakak Fadhlán Zasti, S.E., yang selalu memberikan semangat serta dukungan kepada penulis baik secara material maupun moril.

7. Dewi Mustika, A.Md.A.B., yang telah memberi semangat dan motivasi kepada penulis selama pembuatan Tugas Akhir.
8. Teman seperjuangan angkatan 2021 Program Studi Sarjana Terapan Teknik Elektro, terkhusus kelas ELB & ELM.

Penyusunan Tugas Akhir ini dilakukan dengan dasar pengamatan langsung, wawancara dan membaca buku panduan serta literature yang berkaitan dengan isi dari Tugas Akhir ini. Dalam penyusunan Tugas Akhir penulis menyadari masih terdapat kekurangan dan kekeliruan, baik isi maupun cara penulisan oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar lebih baik dimasa yang akan datang.

Demikianlah Tugas Akhir ini penulis buat semoga berguna dan bermanfaat bagi semua pihak yang menggunakannya, serta semoga segala bantuan serta bimbingan yang penulis dapatkan selama ini mendapatkan rahmat dan ridho dari Allah SWT, Aamiin.

Palembang, 28 Juni 2025
Penulis,

Thoriq Rafsanjani Yansah

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan dan Manfaat	3
1.4.1 Tujuan	3
1.4.2 Manfaat	3
1.5 Metode Penelitian	3
1.5.1 Metode Literatur	3
1.5.2 Perancangan Perangkat keras.....	4
1.5.3 Perancangan Perangkat Lunak.....	4
1.5.4 Pengujian Sistem.....	4
1.5.5 Analisa	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>State of the Art</i>	6
2.2 Robot Lengan.....	13
2.2.1 Komponen Robot Lengan	14

2.2.2 Pergerakan Robot Lengan (<i>Degrees of Freedom</i>).....	15
2.3 Kinematika	16
2.3.1 Kinematikan Robot Lengan Planar 6 Sendi.....	17
2.3.2 Kinematikan Robot Lengan Planar 3 Sendi.....	17
2.4 <i>Inverse Kinematics</i>	18
2.4.1 Pinsip dasar <i>Inverse Kinematics</i>	19
2.5 Mikrokontroler ESP32	20
2.5.1 Fungsi ESP32 Sebagai Kontroler	20
2.5.2 Keunggulan ESP32	21
2.5.3 Kelemahan ESP32	22
2.6 Motor Servo	22
2.6.1 Cara Kerja Motor Servo.....	23
2.6.2 Keunggulan Motor Servo.....	24
2.6.3 Kelemahan Motor Servo	25
2.7 Motor DC Pump.....	25
2.7.1 Keunggulan Motor DC Pump	26
2.7.2 Kelemahan Motor DC Pump	26
2.8 <i>Proximity</i> Sensor	27
2.8.1 Prinsip Kerja <i>Proximity</i> Sensor.....	27
2.8.2 Keunggulan Sensor <i>Proximity</i>	28
2.8.3 Kelemahan Sensor <i>Proximity</i>	29
2.9 Raspberry Pi.....	29
2.10 <i>Web Camera</i>	30
2.11 Conveyor	32
2.11.1 Cara Kerja Conveyor	32
2.12 Modul Driver L298N	33
2.13 Liquid Crystal Display (LCD)	34

2.14 Modul <i>Step Down</i> XL4015	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	37
3.1 Kerangka Tugas Akhir	37
3.1.1 Studi Literatur	37
3.1.2 Perancangan Pembuatan Alat.....	38
3.1.3 Pembuatan Alat	38
3.1.4 Pengujian Alat.....	38
3.1.5 Evaluasi.....	38
3.1.6 Pembuatan Laporan akhir	38
3.2 Perancangan Sistem	39
3.2.1 Perancangan Mekanik.....	39
3.2.2 Perancangan Elektronik	40
3.3 Perancangan Perangkat Lunak	41
3.3.1 Blok Diagram.....	42
3.3.2 Flowchart	42
3.4 Perancangan <i>Inverse Kinematics</i> 3Dof	44
3.4.1 Implementasi Program pada ESP32.....	45
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Deskripsi Sistem	47
4.1.1 Hasil Perancangan Elektrikal.....	47
4.1.2 Hasil Perancangan Robot Lengan.....	48
4.1.3 Deskripsi <i>Inverse Kinematics</i>	50
4.2 Langkah – Langkah Pengambilan Data	50
4.2.1 Tujuan Pengujian Alat.....	51
4.3 Data Pengujian	52
4.3.1 Grafik Hasil.....	53
4.4 Perhitungan	55

4.5 Analisis Hasil	55
4.6 Evaluasi Sistem	56
BAB V KESIMPULAN	58
5.2 Kesimpulan	58
5.3 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	xii
LAMPIRAN.....	xv

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Robot Lengan.....	13
Gambar 2.2 Bagian-bagian robot lengan.....	14
Gambar 2.3 Degrees of freedom.....	16
Gambar 2.4 Kinematik 6 DOF	17
Gambar 2.5 Kinematik 3 DOF	18
Gambar 2.6 Inverse Kinematics	19
Gambar 2.7 ESP32	20
Gambar 2.8 Motor Servo	23
Gambar 2.9 PWM.....	23
Gambar 2.10 Motor DC Pump	25
Gambar 2. 11 Proximity Sensor.....	27
Gambar 2.12 Raspberry Pi.....	29
Gambar 2.13 Web Camera.....	31
Gambar 2.14 Belt Conveyor	32
Gambar 2.15 Motor Driver L298N.....	33
Gambar 2.16 Liquid Crystal Display.....	34
Gambar 2.17 Step Down XL4015	36
Gambar 3.1 Kerangka Pelaksanaan Tugas akhir	37
Gambar 3.2 Desain Mekanik Robot Arm	39
Gambar 3.3 Skema Perancangan Skematik	40
Gambar 3.4 Skema Rangkain Komponen	41
Gambar 3.5 Blok Diagram.....	42
Gambar 3.6 Flowchart	43
Gambar 4.1 Rangkain Kontrol.....	47
Gambar 4.2 Bagian Robot Lengan	49
Gambar 4.3 Grafik Servo Posisi 1	54
Gambar 4.4 Grafik Servo Posisi 2	54
Gambar 4.5 Grafik Servo Posisi 3	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 State of the Art	6
Tabel 2.2 Spesifikasi ESP32	21
Tabel 2.3 Spesifikasi Motor Servo	24
Tabel 2.4 Spesifikasi Motor DC	26
Tabel 2.5 Spesifikasi Proximity	28
Tabel 2.6 Spesifikasi Raspberry Pi 5	30
Tabel 2.7 Spesifikasi Motor Driver	34
Tabel 2.8 Spesifikasi LCD	35
Tabel 2.9 Spesifikasi Modul Step Down	36
Tabel 4.1 Pin pada ESP32	48
Tabel 4.2 Input Koordinat	50
Tabel 4.3 Pengujian waktu pencapaian target	52
Tabel 4.4 Pengujian ketepatan servo pada posisi 1	52
Tabel 4.5 Pengujian ketepatan servo pada posisi 2	53
Tabel 4.6 Pengujian ketepatan servo pada posisi 3	53