

Implementasi Algoritma Kociemba Dan *Computer Vision* Dalam Penyelesaian Rubik 3x3 Menggunakan Yaskawa MH5S DX100

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan

Oleh

Irza Alif Miftah Al Atthar

221341029



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

2025

LEMBAR PENGESAHAN

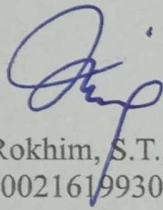
Tugas Akhir yang berjudul:
Implementasi Algoritma Kociemba Dan *Computer Vision* Dalam Penyelesaian
Rubik 3x3 Menggunakan Yaskawa MH5S DX100

Oleh:
Irza Alif Miftah Al Atthar
221341029

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

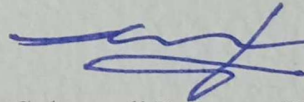
Bandung, 17 Agustus 2025
Disetujui,

Pembimbing I,



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

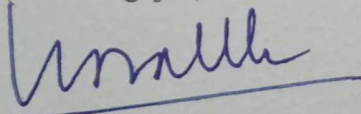
Pembimbing II,



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

NIP 196701171990031004

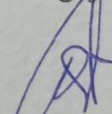
Penguji I,



Dr. Noval Lilansa,
Dipl.Ing(FH), M.T.
NIP

197111231995121001

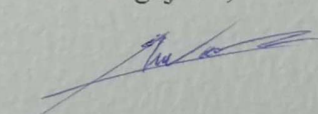
Disahkan,
Penguji II,



Sarosa Castrena A,
S.Pd., M.T.
NIP

198702252020121001

Penguji III,



Nur Jamiludin
Ramadhan S.Tr., M.T.
NIP

199402272020121005

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Irza Alif Miftah Al Atthar
NIM : 221341029
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Sarjana Terapan
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi Algoritma Kociemba Dan *Computer Vision* Dalam Penyelesaian Rubik 3x3 Menggunakan Yaskawa MH5S DX100

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 symbol 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 : 17 Agustus 2025
Yang Menyatakan,

Irza Alif Miftah Al Atthar
221341029

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

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

Nama : Irza Alif Miftah Al Atthar
NIM : 221341029
Jurusan : Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika
Program Studi : Teknologi Rekayasa Mekatronika
Jenjang Studi : Sarjana Terapan
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Implementasi Algoritma Kociemba Dan *Computer Vision* Dalam Penyelesaian Rubik 3x3 Menggunakan Yaskawa MH5S DX100

Menyatakan bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaannya berada di bawah 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 : 17 Agustus 2025
Yang Menyatakan,

Irza Alif Miftah Al Atthar
221341029

MOTO PRIBADI

“Sesungguhnya orang-orang yang berkata, “Tuhan kami adalah Allah,” kemudian mereka tetap istiqamah, tidak ada rasa khawatir pada mereka, dan mereka tidak (pula) bersedih hati. Mereka itulah para penghuni surga, kekal di dalamnya; sebagai balasan atas apa yang telah mereka kerjakan.” (Al-Ahqaf:13-14)

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 sembahyan 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: “Perancangan Sistem Penyelesaian Rubik 3x3 dengan Algoritma Kociemba Menggunakan Robot Lengan Berbasis *Image Processing*”.

Tugas akhir ini dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan pada Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesainya 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 morel maupun materiel baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Darma Firmansyah Undayat, S.ST., M.T.
2. Ketua Jurusan Teknik Otomasi Manufaktur dan Mekatronika, Bapak Ridwan, S.ST., M.Eng.
3. Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Mekatronika, Bapak Adhitya Sumardi Sunarya, S.Si., M.Si.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Ismail Rokhim, S.T., M.T. dan Bapak Suharyadi Pancono, Dipl. Ing. HTL., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak Dr. Noval Lilansa, Dipl. Ing(FH), M.T., Bapak Sarosa Castrena Abadi, S.Pd., M.T., dan Bapak Nur Jamiludin Ramadhan, S.Tr., M.T.
6. Panitia tugas akhir Ibu Fitria Suryatini, S.Pd., M.T., Ibu Hilda Khoirunnisa,

S.Tr.T., M.Sc.Eng., Bapak Muhammad Nursyam Rizal, S.Tr.T., M.Sc., dan Bapak Rizqi Aji Pratama, S.Pd., M.Pd.

7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis Ainun Rimbiati dan Syah Riza Putra yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi morel maupun materiel kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.

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. Aamiiin Ya Robbal Alamin

Bandung, 17 Agustus 2025

Irza Alif Miftah Al Atthar

ABSTRAK

Perkembangan industri manufaktur menuntut sistem otomatisasi yang tidak hanya cepat dan akurat, tetapi juga adaptif terhadap keterbatasan ruang kerja dan protokol keselamatan. Penelitian ini membahas perancangan sistem penyelesaian Rubik 3×3 secara otomatis dengan memanfaatkan *image processing* dan robot lengan Yaskawa MH5S. Gambar rubik yang teracak diambil menggunakan *webcam*, kemudian dianalisis melalui metode YOLO untuk deteksi orientasi dan segmentasi HSV untuk pengenalan warna setiap sisi. Data hasil deteksi dikonversi menjadi representasi *string* yang menjadi masukan algoritma kociemba, di mana fungsi biaya ditambahkan menggunakan algoritma tambahan agar cocok dengan batasan mekanik, robot hanya dapat memutar dua sisi Rubik (set H1) dalam satu eksekusi, sedangkan rotasi orientasi tambahan (set I1) dikenakan bobot biaya lebih tinggi.

Instruksi langkah solusi dari kociemba akan diteruskan ke PLC Omron CP1H untuk pengaturan sinyal kontrol. PLC mengendalikan robot lengan sehingga dapat mengeksekusi rangkaian gerakan fisik: memegang, memutar, dan mengorientasi rubik sesuai urutan solusi. Pendekatan ini mengintegrasikan tiga domain, yaitu mekanik, elektronik, dan informatika, mengikuti model VDI 2206, mulai dari *system design* hingga *lab-scale prototype*.

Hasil pengujian awal menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi warna dan orientasi rubik dengan akurasi 80% pada kondisi pencahayaan terkontrol, serta mengonversi data menjadi langkah penyelesaian yang valid. Latensi deteksi rata-rata 24,6 detik dan eksekusi gerakan dasar robot rata-rata 10,5 detik per langkah, membuktikan integrasi subsistem berjalan efektif. Sistem berhasil menyelesaikan Rubik dalam 8/10 percobaan, dengan rata-rata total waktu 296 detik, membuktikan konsep dan implementasi layak dikembangkan lebih lanjut.

Kata kunci: IDA*, FINS/TCP, DX100, OpenCV

ABSTRACT

The development of the manufacturing industry requires automation systems that are not only fast and accurate but also adaptable to workplace limitations and safety protocols. This study discusses the design of an automated 3×3 Rubik's Cube solving system utilizing image processing and a Yaskawa MH5S robotic arm. The scrambled rubik's cube image is captured using a webcam, then analyzed using the YOLO method for orientation detection and HSV segmentation for color recognition of each side. The detection results are converted into a string representation that serves as input for the kociemba algorithm, where additional algorithms are applied to add a cost function that aligns with mechanical constraints. The robot can only rotate two sides of the rubik's cube (set H1) in a single execution, while additional orientation rotations (set I1) are assigned a higher cost weight.

The solution step instructions from kociemba are forwarded to the Omron CPH PLC for control signal configuration. The PLC controls the robotic arm to execute a sequence of physical movements: grasping, rotating, and orienting the rubik's cube according to the solution sequence. This approach integrates three domains—mechanical, electronic, and computer science—following the VDI 2206 model, from system design to lab-scale prototype.

Initial testing results show that the system can detect rubik's cube colors and orientations with 80% accuracy under controlled lighting conditions and convert the data into valid solution steps. The average detection latency is 24.6 seconds, and the average execution time for basic robot movements is 10.5 seconds per step, demonstrating that the subsystem integration is functioning effectively. The system successfully solved the rubik's cube in 8 out of 10 trials, with an average total time of 296 seconds, proving that the concept and implementation are worthy of further development.

Keywords: IDA*, FINS/TCP, DX100, OpenCV

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
<i>ABSTRACT</i>	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
I. BAB I PENDAHULUAN	I-1
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-3
I.3 Batasan Masalah.....	I-3
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 Deteksi Objek.....	II-1
II.1.2 Segmentasi Gambar	II-1
II.1.3 Algoritma Kociemba.....	II-2
II.2 Tinjauan Alat.....	II-3
II.2.1 PLC Omron CP1H	II-3
II.2.2 Robot Lengan Yaskawa MH5S	II-3
II.2.3 Kamera Web	II-4

II.2.4	YOLO.....	II-5
II.2.5	OpenCV	II-5
II.2.6	Rubik.....	II-6
II.3	Studi Penelitian Terdahulu	II-7
III.	BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH.....	III-1
III.1	Metode.....	III-1
III.2	Requirement List.....	III-3
III.3	System Design.....	III-5
III.4	Domain-specific Design.....	III-7
III.4.1	Rancangan subsistem mekanis.....	III-7
III.4.2	Rancangan subsistem elektrik	III-8
III.4.3	Rancangan subsistem infomatik.....	III-9
III.5	Algoritma Penyelesaian Rubik.....	III-12
III.6	System Integration	III-22
III.7	Lab-scale Prototype.....	III-23
IV.	BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	IV-1
IV.1	Implementasi sistem.....	IV-1
IV.1.1	Subsistem Mekanik	IV-1
IV.1.2	Subsistem Elektrik	IV-2
IV.1.3	Subsistem Informatik	IV-2
IV.2	Pengujian Sistem.....	IV-4
IV.2.1	Proses Deteksi Rubik	IV-4
IV.2.2	Gerakan Dasar Robot Lengan	IV-6
IV.2.3	Integrasi Sistem Keseluruhan.....	IV-7
V.	BAB V PENUTUP.....	V-1
V.1	Kesimpulan	V-1
V.2	Saran.....	V-1

DAFTAR PUSTAKA xv
LAMPIRAN xix

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Penelitian terdahulu	II-7
Tabel III.1 Parameter D-H robot lengan Yaskawa MH5S.....	III-4
Tabel III.2 Penggunaan alamat terminal CN 309 dan CN 306	III-9
Tabel III.3 Penggunaan program robot lengan.....	III-11
Tabel III.4 Visualisasi gerakan memutar sisi rubik	III-14
Tabel III.5 Notasi kondisi set H1	III-17
Tabel III.6 Contoh model notasi set I1	III-18
Tabel III.7 Program terhadap gerak robot	III-21
Tabel IV.1 Rata-rata nilai HSV tiap warna.....	IV-3
Tabel IV.2 Implementasi algoritma	IV-4
Tabel IV.3 Rerata waktu deteksi rubik dalam detik	IV-5
Tabel IV.4 Hasil uji gerak dasar robot dalam memutar dan memosisikan rubik	IV-6
Tabel 1 Pengujian deteksi rubik kasus 1	xix
Tabel 2 Pengujian deteksi rubik kasus 2	xxi
Tabel 3 Pengujian deteksi rubik kasus 3	xxiii
Tabel 4 Pengujian deteksi rubik kasus 4	xxv
Tabel 5 Pengujian deteksi rubik kasus 5	xxvii

DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Pendeteksian rubik.....	II-1
Gambar II.2 Segmentasi gambar dalam ruang warna Hue	II-2
Gambar II.3 Penghitung algoritma kociemba	II-2
Gambar II.4 PLC Omron CP1H.....	II-3
Gambar II.5 Robot lengan Yaskawa MH5S	II-4
Gambar II.6 Kamera web laptop Dell	II-4
Gambar II.7 Logo YOLO versi 11	II-5
Gambar II.8 Logo OpenCV.....	II-5
Gambar II.9 Rubik 3x3	II-6
Gambar III.1 Model V dari VDI 2206	III-1
Gambar III.2 Alur pengerjaan tugas akhir.....	III-2
Gambar III.3 <i>Overall function</i> berdasarkan VDI 2206	III-5
Gambar III.4 Blok diagram sistem kendali	III-6
Gambar III.5 Fungsi umum keseluruhan sistem	III-6
Gambar III.6 Mekanisme pencekam pada <i>end-effector</i> dan meja kerja.....	III-8
Gambar III.7 Alamat PLC dan terminal pengendali robot.....	III-8
Gambar III.8 Visualisasi sisi rubik.....	III-13
Gambar III.9 Visualisasi sisi aktif rubik pada poin a	III-15
Gambar III.10 Visualisasi gerakan a+90	III-16
Gambar III.11 Visualisasi gerakan b+90	III-16
Gambar III.12 Visualisasi gerakan c+90	III-17
Gambar IV.1 Implementasi subsistem mekanik.....	IV-1
Gambar IV.2 Implementasi subsistem elektrik	IV-2
Gambar IV.3 Implementasi proses deteksi rubik	IV-2
Gambar IV.4 Nilai HSV tiap warna rubik dalam 200 kali percobaan.....	IV-3
Gambar IV.5 Grafik Rerata waktu deteksi rubik dalam detik	IV-5
Gambar IV.6 Grafik perbandingan waktu terhadap banyak langkah	IV-7

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Tabel pengujian metode deteksi rubik	xix
Lampiran 2 Tabel pengujian integrasi sistem keseluruhan	xxix
Lampiran 3 Repositori GitHub.....	xxxix

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

HSV = *Hue Saturation Value*

YOLO = *You Only Look Once*

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur dalam beberapa dekade terakhir menunjukkan transformasi signifikan seiring dengan penerapan teknologi otomatisasi dan digitalisasi. Sistem produksi kini tidak hanya menuntut kecepatan dan efisiensi, tetapi juga fleksibilitas serta kemampuan adaptasi terhadap perubahan lingkungan kerja. Salah satu komponen penting dalam otomatisasi industri adalah penggunaan robot lengan, yang dikenal karena kemampuannya dalam melakukan tugas-tugas mekanis secara presisi. Namun, semakin kompleks tugas yang diberikan, semakin tinggi pula tingkat kompleksitas pergerakan yang harus dikelola oleh sistem kendali robot [1], [2]. Selain itu dalam dunia industri, keterbatasan ruang gerak dan protokol keselamatan sering kali menjadi penghambat utama dalam implementasi robot lengan. Ruang kerja yang sempit, keberadaan operator manusia di dekat area kerja robot, atau batasan sudut gerak tertentu membuat robot tidak selalu bisa melakukan pergerakan ideal sebagaimana dirancang dalam simulasi. Untuk menghadapi tantangan ini, integrasi antara robot lengan dan teknologi *computer vision* menjadi solusi penting, karena memungkinkan robot untuk merespons kondisi lingkungan secara visual dan dinamis [3], [4], [5].

Salah satu contoh implementasi nyata dari integrasi antara *computer vision* dan robot lengan adalah tugas *bin-picking*, yaitu proses pengambilan objek acak dari dalam wadah tanpa pola penataan yang teratur. Tugas ini menuntut kemampuan visual untuk mendeteksi, mengenali, dan menghitung orientasi objek secara dinamis, sekaligus mengendalikan robot lengan agar dapat mengambil objek dengan lintasan yang aman dan efisien [6], [7]. Pada salah satu penelitian dengan tugas serupa, diusulkan solusi berbasis topologi untuk robot agar hanya mengambil satu objek untuk menghindari objek yang terjatuh. Pada eksperimen yang telah dilakukan dengan berbagai konfigurasi objek C-shaped, S-shaped, dan campuran, metode ini mencapai tingkat keberhasilan 75 % untuk objek C-shaped (15/20), 50 % untuk S-shaped (10/20), dan 70 % untuk campuran (14/20), dengan total keberhasilan 65% (39/60) dan rata-rata waktu per siklus 7,8 detik [8].

Pada tugas *bin-picking* umumnya digunakan cobot (robot kolaboratif) yang beroperasi pada kecepatan rendah agar aman berkolaborasi dengan manusia, sedangkan robot industri dibatasi ruang geraknya karena beroperasi pada kecepatan tinggi. Oleh karena itu, kasus penyelesaian rubik 3×3 dengan kondisi yang terbatas dipilih untuk merepresentasikan permasalahan tersebut. Dalam kasus ini, robot harus mampu mengenali warna-warna pada setiap sisi rubik, memproses informasi visual tersebut menjadi representasi digital dari kondisi kubus, dan kemudian mengeksekusi langkah penyelesaian dengan gerakan yang tepat. Masalah ini mencerminkan kebutuhan akan sistem cerdas yang tidak hanya memahami data visual, tetapi juga mampu mengoordinasikan gerakan fisik yang kompleks, sehingga sangat relevan sebagai studi kasus untuk pengembangan sistem robotik terintegrasi [9], [10].

Meskipun sudah ada beberapa pendekatan serupa yang berhasil menyelesaikan rubik secara otomatis, sebagian besar masih menghadapi kendala dalam hal keandalan pendeteksian warna dan orientasi rubik. Ketidaktepatan dalam proses pengambilan gambar, pencahayaan yang tidak konsisten, atau kesalahan segmentasi warna dapat menyebabkan interpretasi posisi rubik yang salah, yang pada akhirnya memengaruhi hasil penyelesaian [10]. Selain itu, beberapa sistem mengandalkan penggunaan aktuator tambahan atau mekanisme cekaman eksternal untuk menahan rubik agar dapat diputar oleh robot, yang justru mengurangi efisiensi desain [11].

Tugas akhir ini dirancang untuk menjawab tantangan nyata yang sering ditemui di industri manufaktur, yaitu keterbatasan gerak dan kompleksitas tugas robot lengan dalam lingkungan kerja terbatas [1], [3]. Dengan studi kasus penyelesaian rubik 3×3 , sistem dirancang menggunakan pendekatan matematis berbasis persamaan linier untuk menyusun gerakan-gerakan robot secara lebih efisien dan terstruktur. Selain itu, sistem ini juga mengintegrasikan teknologi *image processing* untuk memastikan interpretasi visual yang lebih andal dan adaptif. Diharapkan, rancangan ini dapat menjadi contoh penerapan nyata dari integrasi robotik dan *computer vision* dalam menghadapi masalah gerak kompleks dan keterbatasan ruang yang umum di industri manufaktur.

I.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, disimpulkan permasalahan yang terdapat dapan tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana cara mengoptimalkan pendeteksian warna pada rubik 3x3?
2. Bagaimana cara implementasi algoritma kociemba pada pergerakan robot lengan untuk menyelesaikan rubik 3x3?

I.3 Batasan Masalah

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

1. Robot lengan yang digunakan adalah robot lengan Yaskawa dengan pengendali DX100 pada laboratorium robotik di Politeknik Manufaktur Bandung.
2. Objek deteksi yang digunakan merupakan rubik 3x3 model *candy color* (rubik dengan warna pastel).

I.4 Tujuan dan Manfaat

Tugas akhir ini bertujuan untuk:

1. Mengintegrasikan robot lengan dengan *computer vision*.
2. Meningkatkan kinerja *computer vision* dengan kasus rubik.
3. Menyelesaikan rubik dengan algoritma kociemba menggunakan robot lengan.

Dengan adanya penelitian ini, diharapkan dapat membantu penerapan praktis *computer vision* pada robot lengan untuk meningkatkan akurasi dan efektivitasnya dalam pengaturan industri dengan batasan area gerak.

I.5 Sistematika Penulisan

Sistematika skripsi 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 pengujian sistem berupa data-data pengujian dan pembahasannya.

BAB V KESIMPULAN, berisi kesimpulan tugas akhir dan saran untuk penelitian yang akan datang.