

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Robotika adalah sebuah cabang ilmu teknik dan komputer yang mempelajari tentang robot, merancang, membangun, mengoperasikan, dan menerapkan robot pada bidang-bidang tertentu seperti medis, industri, *humanoid*, layanan umum dan lain – lain. Untuk menciptakan dan mengoperasikan robot bidang robotika menggabungkan berbagai disiplin ilmu seperti teknik mekanik, teknik elektro, ilmu komputer dan lainnya. Robot industri pertama kali dikembangkan pada tahun 1950 sebagai solusi otomatisasi yang dapat melakukan tugas berulang dengan ketepatan tinggi, mengurangi tingkat kesalahan yang dilakukan oleh pekerja manusia dan memungkinkan menghasilkan produk yang konsisten. Robotika juga mengatasi tantangan industri manufaktur dan logistik dalam memenuhi permintaan yang terus meningkat dengan biaya yang kompetitif. Aplikasi robot industri terus berkembang seiring perkembangan zaman, dimulai dengan tugas – tugas sederhana yang kini telah berkembang sehingga dapat menangani tugas – tugas yang lebih kompleks [1].

Industri saat ini menghadapi berbagai tuntutan yang lebih kompleks, terkait dengan kecepatan produksi, fleksibilitas, inovasi, dan pengurangan biaya operasional. Terkait pengemasan perusahaan dituntut untuk meningkatkan kecepatan dan presisi dalam proses pengemasan dengan kesalahan seminimal mungkin. Namun poin utama adalah faktor keberlanjutan dan pengurangan kesalahan manusia, dalam konteks ini teknologi robotika muncul sebagai jawaban yang dapat mengatasi permasalahan tersebut [2]. Namun robot yang digunakan seperti robot *five bar* memiliki batasan masalah seperti hanya dapat menangani bentuk kemasan tertentu, ukuran tertentu dan wadah pengemasan tertentu. Tetapi dalam konteks pengemasan ke dalam kotak dan kemasan produk yang tetap robot *five bar* mungkin menjadi pilihan yang relevan untuk menjawab kebutuhan. Robot ini menawarkan solusi untuk pengemasan dengan tingkat presisi yang tinggi dalam ruang kerja yang terbatas terutama pada sektor makanan dan minuman yang memiliki ukuran kemasan produk yang relatif kecil. Robot *five bar* dapat

meningkatkan kecepatan produksi dengan mempercepat proses pengemasan. Dengan terus berkembangnya teknologi, robot *five bar* dapat memainkan salah satu peran dalam menghadapi tantangan di bidang pengemasan. Oleh karena itu penelitian lebih lanjut dan pengembangan sangat penting untuk memastikan dapat dioptimalkan untuk memenuhi kebutuhan industri [3].

Peran robot dalam dunia industri penting terutama untuk meningkatkan produktivitas, dengan kemampuan untuk melakukan tugas repetitif secara konsisten seperti pengemasan. Pengemasan dapat dilakukan dengan robot yang memiliki kemampuan untuk memindahkan objek ke tempat yang ditetapkan secara akurat. Contoh robot yang umumnya digunakan pada bidang pengemasan adalah robot SCARA, robot delta, robot lengan, dan robot *five bar* robot vertikal. Masing – masing robot memiliki kekurangan dan kelebihan masing masing sesuai dengan aplikasi dan kebutuhan produksi. Pada bidang pengemasan masing – masing robot juga memiliki keunggulan masing – masing seperti robot SCARA memiliki keunggulan pada kecepatannya, robot lengan dapat menyelesaikan tugas yang lebih kompleks dan dapat mengatasi beban berat, robot delta lebih fleksibel untuk *pick and place* pada ruanag terbatas, *five bar* robot vertikal dengan stabilitas dalam aplikasi pengemasan vertikal yang dapat memindahkan objek ke dalam ruang terbatas [4].

Five bar robot adalah robot yang memiliki mekanisme penggerak yang terdiri dari batang (*link*) yang saling terhubung, sesuai dengan namanya jumlah dari batang berjumlah lima. Batang yang saling terhubung membentuk struktur kinematik yang dapat melakukan gerakan di dalam ruang tiga dimensi. Robot ini cocok untuk digunakan pada aplikasi yang memerlukan aspek seperti akurasi, dan stabilitas menangani beban. Untuk aplikasi pengemasan robot ini biasanya diaplikasikan pada bidang vertikal untuk melakukan gerakan dan ruang kerja robot yang ideal untuk pemindahan objek ke tujuan yang ditentukan.

Prinsip kerja dari robot *five bar* menggunakan mekanisme yang terdiri dari dua lengan utama (*link*), masing masing lengan digerakkan oleh aktuator seperti motor *stepper* atau motor servo yang berada pada *base*. Kedua lengan utama terhubung ke dua lengan pasif yang bertemu di satu titik tengah dan menjadi *end-effector* dari robot. Gerakan robot didasarkan pada koordinasi kedua aktuator dalam mengendalikan posisi *end effector* pada bidang dua dimensi yaitu pada koordinat x

dan y, atau x dan z. Motor bergerak untuk menarik atau mendorong lengan pasif untuk memposisikan end-effector berpindah mengikuti lintasan yang telah ditentukan. Struktur dari robot five bar adalah *closed loop kinematic chain*, bisa menggunakan *forward kinematic* untuk menentukan posisi end-effector berdasarkan sudut motor atau menggunakan *inverse kinematic* dengan menghitung sudut motor yang dibutuhkan untuk mencapai posisi tertentu. Untuk keseluruhan robot *five bar* memerlukan kontrol sinkronisasi gerak kedua motor agar *end-effector* bergerak sesuai dengan pola atau lintasan yang ditentukan [5].

Robot *five bar* mungkin memiliki keunggulan dalam hal kestabilan dan tingkat presisi yang tinggi dalam aplikasi pengemasan kedalam kotak robot ini memiliki kelemahan yang perlu dipertimbangkan. Kompleksitas dalam desain dan kontrol adalah salah satu kelemahan robot *five bar*, Sistem pada robot *five bar* memerlukan algoritma kontrol yang rumit untuk mengkoordinasikan gerakan lengan mekanisnya, hal tersebut mengakibatkan biaya pada pengembangan dan pemeliharaan meningkat. Kelemahan lainnya terdapat pada jumlah sambungannya yang banyak, mengakibatkan robot *five bar* lebih rentan terhadap keausan pada komponen – komponennya. Hal ini mempengaruhi kecepatan dan kestabilan operasional robot yang dapat mengurangi keandalan robot dalam jangka panjang. Konfigurasi robot *five bar* yang relatif kaku dan area kerja yang lebih sempit jika dibandingkan dengan robot delta dapat mengurangi fleksibilitas robot dalam menangani berbagai jenis produk dan berbagai macam ukuran atau bentuk yang bervariasi yang sering kali dibutuhkan dalam aplikasi pengemasan. Kekurangan dan kelemahan robot *five bar* dalam aplikasi pengemasan produk kedalam kotak menjadi tantangan yang harus dihadapi peneliti untuk mengevaluasi potensi aplikabilitas robot *five bar* dalam pengemasan dalam skala industri [6].

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana membuat sistem pengemasan menggunakan robot *five bar*?
2. Bagaimana mengatur titik koordinat yang dituju *end effector* robot *five bar* agar dapat menyusun dengan *grid 2x3*?
3. Bagaimana mengintegrasikan robot dengan konveyor yang membantu pergerakan robot yang terbatas pada sumbu z?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari dibuatnya penelitian tugas akhir ini meliputi hal – hal sebagai berikut.

1. Dapat merancang robot *five bar* yang terintegrasi dengan konveyor untuk aplikasi pengemasan
2. Dapat mengendalikan gerakan robot *five bar* untuk menyusun objek dengan susunan dua kolom dan tiga baris
3. Mengembangkan metode *inverse* kinematik untuk robot *five bar* dalam konfigurasi vertikal dalam menentukan sudut motor berdasarkan posisi *end-effector*

Manfaat dari dibuatnya penelitian tugas akhir ini meliputi hal – hal sebagai berikut.

1. Meningkatkan kecepatan proses pengemasan
2. Automatisasi proses pengemasan
3. Menunjukkan potensi integrasi sederhana antara robot *five bar* dengan konveyor dalam meningkatkan kecepatan produksi

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dibuat agar maksud dan tujuan dari penelitian terfokus sesuai dengan tujuan dan fungsinya adalah sebagai berikut.

1. Robot *five bar* dikonfigurasi vertikal, dan bergerak pada sumbu x dan z
2. Proses pengemasan dilakukan secara kontinyu per baris dengan *grid* 2x3 pada kotak terbuka
3. Objek yang digunakan berbahan non-logam dengan bentuk balok berukuran panjang 10 cm, lebar 6 cm, dan tinggi 1,5 cm
4. Objek dalam posisi horizontal relatif terhadap arah gerak konveyor
5. Posisi kolom kotak ditandai dengan besi tambahan pada *belt* konveyor
6. Pergantian kotak dilakukan secara manual

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi penulisan sebagai tahap untuk memfokuskan serta memperjelas inti dari permasalahan agar lebih terstruktur. Adapun metodologi penulisan skripsi dijelaskan sebagai berikut:

1. Studi literatur

Tahap ini merupakan pengumpulan dan kajian literatur dari berbagai sumber yang relevan dengan topik utama penelitian seperti tentang robot *five bar* vertikal, metode *inverse* kinematik pada jurnal, buku, dan penelitian – penelitian sebelumnya sebagai referensi untuk perancangan alat.

2. Perancangan sistem

Tahap perancangan sistem meliputi desain robot *five bar* untuk aplikasi pengemasan menggunakan metode *inverse* kinematik, pada tahap ini dilakukan pemilihan komponen meliputi motor DC (*Direct Current*), motor *stepper*, sensor *proximity* induktif dan kapasitif, dan komponen komponen lainnya serta pemilihan metode *inverse* kinematik yang akan digunakan untuk mengendalikan pergerakan robot.

3. Pengerjaan dan pengujian robot *five bar* dengan *inverse* kinematik

Proses pengerjaan pada metode *inverse* kinematik untuk mengatur pergerakan *end-effector* agar presisi, menguji dengan memberikan titik titik koordinat yang akan dilalui oleh *end-effector* dan menganalisis tingkat akurasi.

4. Analisis Hasil

Hasil pengujian perlu analisa untuk mengetahui apakah sistem memenuhi tujuan penelitian, serta menganalisa variabel lainnya seperti tingkat stabilitas robot pada saat melakukan gerakan, tingkat akurasi robot meletakkan objek, dan kecepatan robot dalam menyelesaikan penyusunan.

5. Pembuatan laporan skripsi

Tahap akhir dari penelitian yang dilakukan, tahapan ini digunakan untuk melaporkan setiap kegiatan yang telah dilakukan serta seluruh data yang diperoleh akan dinalisis lebih lanjut.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Adapun sistematika penulisan skripsi meliputi beberapa bab yang disajikan dengan rincian sebagai berikut.

1. BAB I : Pendahuluan

Bab pertama ini berisi tentang pendahuluan yang melatar belakangi topik utama yang diangkat pada penelitian, permasalahan, tujuan, dan manfaat.

2. BAB II : Teori Penunjang
Bab dua menjelaskan tentang teori – teori terkait dan data dari komponen – komponen yang digunakan untuk menunjang skripsi.
3. BAB III : Perancangan Sistem
Bab ketiga berisi tentang langkah – langkah yang dilakukan dalam penelitian, berupa gambaran umum perancangan alat dari segi mekanika, elektronika dan program.
4. BAB IV : Implementasi dan Hasil
Bab empat menjelaskan pembahasan dari pengujian alat yang telah dilakukan.
5. BAB V : Penutup
Bab lima berisi tentang kesimpulan dari alat yang telah dikerjakan dan saran untuk pengembangan alat selanjutnya.

1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut merupakan tabel perencanaan pelaksanaan kegiatan penelitian bisa dilihat pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Kegiatan Pelaksanaan

No.	Kegiatan	Bulan					
		1	2	3	4	5	6
1.	Identifikasi masalah						
2.	Mencari sumber literatur						
3.	Menetapkan kemasan kotak dan ukuran objek						
4.	Perancangan desain robot dan konveyor						
5.	Menentukan target untuk <i>end-effector</i> dan perhitungan dengan metode <i>inverse</i> kinematik untuk menentukan sudut motor						
6.	Pengerjaan program dan simulasi						
7.	Analisa data						
8.	Pembuatan laporan skripsi						