

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sektor manufaktur dan pengemasan modern sedang mengalami transformasi yang berkelanjutan, didorong oleh meningkatnya permintaan pasar untuk peningkatan efisiensi, presisi, dan otomatisasi. Prosedur pengemasan merupakan fase penting dalam alur kerja produksi karena membangun hubungan penting antara produk yang diproduksi dan konsumen akhir. Setiap perbedaan yang terjadi dalam proses ini dapat memberikan pengaruh langsung pada kualitas produk dan kepuasan konsumen secara keseluruhan. Akibatnya banyak Perusahaan yang memulai implementasi sistem otomatis yang didasarkan pada robotika dan teknologi visi mesin untuk memfasilitasi operasi manufaktur yang lebih tepat dan konsisten [1].

Salah satu bagian penting pada proses pengemasan melibatkan penempatan produk secara sistematis ke dalam kotak atau wadah, memastikan orientasi yang benar. Seringkali, orientasi produk tidak selaras dengan posisi akhir yang dimaksudkan saat melintasi konveyor. Ketidaksejajaran ini biasanya muncul karena pergerakan produk secara acak, gaya gesekan, atau interaksi dengan mesin sebelumnya. Jika suatu produk diposisikan didalam kotak pada sudut atau tidak sesuai dengan orientasi yang ditentukan, itu dapat berdampak persepsi konsumen dan juga dapat menyebabkan kerusakan produk, gangguan penutupan kotak, dan potensi gangguan dengan proses pengemasan berikutnya[2].

Situasi ini menunjukkan bahwa perlunya sistem koreksi orientasi otomatis sebelum produk masuk ke dalam kotak kemasan. Tantangan ini tidak hanya sering terjadi di sektor makanan dan minuman tetapi juga di logistik, farmasi, dan elektronik, dimana akurasi orientasi sangat penting [3]. Dalam bidang farmasi, misalnya, kesalahan orientasi dapat berujung pada ketidakakuratan pelabelan. Di sektor elektronik, komponen yang tidak selaras dapat mengalami kerusakan selama transit. Sistem tradisional cenderung menurunkan efisiensi produksi dan membebani operator, sementara otomatisasi mampu meningkatkan kecepatan dan mengurangi kesalahan manusia secara signifikan [4].

Tantangan utama yang mendasari penelitian ini adalah kurangnya sistem visual yang mampu mengenali dan menghitung sudut kemiringan produk secara *real time*, selain tidak adanya aktuator yang dapat memodifikasi orientasi sebelum penempatan. Sistem tradisional yang hanya mengandalkan sensor posisi tanpa pengenalan sudut kurang memadai untuk mengelola kasus orientasi dengan baik. Tuntutan industri 4.0 menekankan pada integrasi visi komputer, robotika dan pemrosesan data *real time* untuk menggantikan proses manual[5]. Sebagai solusi, digunakan pendekatan berbasis *Canny Edge Detection* dan *Hough Transform* untuk mendeteksi orientasi objek secara visual. Algoritma *canny* digunakan untuk mendeteksi tepi objek dalam citra secara efektif bahkan pada gambar yang mengandung *noise* tinggi [6] Setelah kontur objek dikenali, algoritma *Hough Transform* digunakan untuk menghitung sudut orientasi berdasarkan garis dominan dalam objek, sehingga dapat memperkirakan arah rotasi objek tersebut [7], [8].

Dalam implementasinya, sistem akan membaca citra produk saat melintasi konveyor, lalu mengolah citra tersebut untuk mendeteksi sudut orientasi menggunakan dua tahap: pertama, identifikasi tepi dengan *canny*; kedua, deteksi garis dengan *hough transform* untuk menghitung sudut kemiringan. Data sudut ini kemudian dikirim ke sistem kontrol *five bar robot*. Setelah sudut orientasi dikenali dengan algoritma *canny edge* dan *hough transform*, langkah berikutnya merupakan perbaikan posisi fisik objek. Untuk tujuan ini, penulis menggunakan mekanisme *five bar robot*. Sistem robot ini memiliki dua derajat kebebasan dan diketahui memiliki karakteristik presisi tinggi, gerakan cepat, dan konfigurasi yang ringkas. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Martin et al., mekanisme *five bar* digunakan untuk operasi *pick and place* yang membutuhkan akurasi posisi yang tinggi dan lintasan yang dapat dikontrol dengan baik [9].

Sistem yang dirancang berdasarkan latar belakang ini dirancang untuk beroperasi secara otomatis, *canny edge* dan *hough transform* akan mengidentifikasi sudut kemiringan kemasan saat melintasi konveyor, setelah itu data sudut akan di kirimkan ke sistem kontrol robot. *Five bar robot*, dilengkapi dengan *suction cup*, dan akan mengambil kemasan dari posisi awalnya sesuai dengan sudut kemiringan, kemudian menyesuaikan orientasinya sebelum menempatkannya kedalam kotak.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan konteks yang sudah dijabarkan, diperoleh rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang sistem kontrol *five bar robot* untuk menyesuaikan orientasi pengemasan berdasarkan hasil deteksi sudut?
2. Bagaimana sudut orientasi pengemasan dapat dideteksi menggunakan algoritma *canny edge* dan *hough transform*?
3. Bagaimana menggerakkan *end efector* untuk mengambil objek dan meletakkan objek pada sistem?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari dilakukanya penelitian ini menghasilkan beberapa point diantaranya sebagai berikut:

1. Merancang dan mengoperasikan *five bar robot* untuk melakukan koreksi orientasi pada kemasan box.
2. Dapat mengembangkan sistem untuk mendeteksi sudut orientasi kemasan box menggunakan algoritma *canny edge* dan *hough transform*.
3. Membangun *five bar robot* yang mampu menyesuaikan orientasi kemasan box secara otomatis dengan algoritma *canny edge* dan *hough transform*.

Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan beberapa manfaat antara lain adalah sebagai berikut:

1. *Five bar robot* dapat melakukan koreksi orientasi kemasan secara otomatis tanpa intervensi manual.
2. Mengurangi beban kerja manusia terhadap tugas-tugas berulang dengan menggantinya melalui sistem robotik yang cepat dan efisien.

1.4 Batasan Masalah

Untuk memastikan penelitian ini terfokus dan tidak melebar secara berlebihan, telah ditetapkan beberapa batasan masalah diantaranya adalah:

1. Objek kemasan yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk balok dengan panjang 10 cm, Lebar 6 cm, dan tinggi 1,5 cm.
2. Koreksi orientasi terbatas pada gerakan rotasi *yaw*.

3. Penelitian ini dikhususkan untuk area *indoor*.
4. Kondisi awal box *packaging* dalam keadaan kosong.

1.5 Metodologi Penelitian

Metodologi penelitian merupakan kerangka kerja sistematis dalam penyusunan skripsi untuk menjawab rumusan masalah yang telah dirumuskan. Tahapan-tahapan dalam metodologi ini mencakup langkah-langkah utama dari awal hingga akhir penelitian guna memastikan perancangan sistem dapat berjalan sesuai dengan tujuan. Adapun tahapan metodologi dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Identifikasi masalah

Tahap ini bertujuan untuk mengenali dan merumuskan permasalahan yang terjadi di lingkungan industri pengemasan, khususnya terkait ketidaksesuaian orientasi kemasan. Permasalahan ini diuji melalui studi awal dan observasi, kemudian didefinisikan sebagai kebutuhan akan sistem koreksi orientasi otomatis berbasis *five bar robot*. Robot ini akan dilengkapi dengan algoritma deteksi visual untuk mengatur orientasi kemasan secara real-time sebelum masuk ke dalam box *packaging*.

2. Studi literatur

Studi literatur dilakukan guna mengumpulkan teori, prinsip, dan teknologi yang relevan sebagai dasar pengembangan sistem. Referensi mencakup topik-topik seperti algoritma *canny edge* dan *hough transform*, kinematika *five bar robot*, serta integrasi sensor dan aktuator dalam sistem otomatisasi. Sumber informasi diambil dari jurnal ilmiah, buku teks, prosiding konferensi, dan artikel daring yang kredibel serta relevan dengan bidang mekatronika dan visi komputer.

3. Perancangan sistem

Pada tahap ini dilakukan desain menyeluruh terhadap sistem yang akan dibangun, mencakup desain mekanik struktur *five bar robot*, rangkaian elektronika, termasuk integrasi mikrokontroler, *driver* motor, dan sensor. Diagram blok sistem dan alur kerja (*flowchart*). Desain dan pemilihan komponen seperti kamera, sensor *proximity*, *suction cup*, dan konveyor. Perancangan pemrosesan visual dengan algoritma *canny edge* dan *hough transform* untuk pembacaan sudut orientasi kemasan.

4. Pengujian sistem

Sistem yang telah dirancang kemudian dibangun dan diuji. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan sistem dalam mendeteksi sudut kemiringan kemasan dan melakukan koreksi orientasi secara otomatis menggunakan aktuator *five bar robot*. Algoritma *canny edge* dan *hough transform* digunakan untuk membaca sudut orientasi objek yang kemudian dikonversi menjadi gerakan korektif melalui perhitungan *inverse kinematics*.

5. Pengambilan data penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan mencatat selisih (*error*) antara orientasi target dan sudut aktual yang dihasilkan oleh motor servo selama proses koreksi orientasi. Data diambil dari hasil pengujian sistem pada berbagai variasi sudut kemiringan kemasan, untuk mengetahui seberapa akurat sistem dalam mengatur posisi kemasan sebelum pengepakan.

6. Analisa data penelitian

Data yang akan diperoleh dari pengujian direncanakan untuk dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel, grafik, maupun diagram guna memberikan gambaran mengenai kinerja sistem. Analisis ini akan difokuskan pada evaluasi keberhasilan koreksi orientasi, kesesuaian sudut akhir kemasan, serta performa aktuator dalam mencapai posisi yang diharapkan.

7. Pembuatan laporan

Tahapan akhir berupa penyusunan laporan skripsi yang mencakup seluruh proses penelitian mulai dari latar belakang, perancangan, pengujian, analisis hingga kesimpulan. Laporan ini juga memuat faktor-faktor kunci keberhasilan sistem serta saran pengembangan untuk penelitian berikutnya agar sistem dapat diadaptasi secara lebih luas di industri.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal skripsi ini disusun sebagai panduan struktur dalam penyusunan dokumen akademik secara sistematis dan terarah, yang meliputi:

1. BAB I Pendahuluan

Berisi latar belakang permasalahan, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian, serta sistematika penulisan skripsi.

2. BAB II Teori Penunjang

Membahas teori-teori pendukung dan kajian penelitian terdahulu yang relevan, sebagai dasar ilmiah untuk mendukung perancangan sistem koreksi orientasi kemasan menggunakan *five bar robot* dan algoritma *canny edge* dan *hough transform*.

3. BAB III Perancangan Sistem

Menjelaskan tahapan perancangan sistem secara teknis, meliputi desain mekanik, elektronik, pemrograman, diagram alir kerja, dan kebutuhan perangkat keras serta perangkat lunak.

4. BAB IV Implementasi dan Hasil

Menjelaskan mengenai hasil dari pengujian alat yang telah dikerjakan oleh peneliti.

5. BAB V Penutup

Bab lima berisikan kesimpulan dan saran dari alat yang telah dikerjakan oleh peneliti.

1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut merupakan Perencanaan jadwal kegiatan penelitian disusun untuk memastikan setiap tahapan berjalan terstruktur dan tepat waktu. Rincian kegiatan dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Perencanaan Jadwal Penelitian

NO	Kegiatan	Bulan					
		Ke 1	Ke 2	Ke 3	Ke 4	Ke 5	Ke 6
1	Identifikasi permasalahan						
2	Studi literatur dan pengumpulan referensi						
3	Perancangan sistem <i>five bar robot</i>						
4	Implementasi dan pengujian algoritma <i>canny edge</i> dan <i>hough transform</i>						
5	Analisis serta pengolahan data <i>five bar robot</i>						
6	Pembuatan laporan akhir						