

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi robotika terus berkembang dan banyak dimanfaatkan untuk mengotomatisasi berbagai pekerjaan repetitif, seperti proses penyortiran dan pengelompokan benda. Salah satu penerapannya adalah penggunaan robot lengan yang dilengkapi dengan mekanisme rel geser untuk menjangkau area kerja yang lebih luas, terutama pada sistem produksi berbasis konveyor. Sistem dirancang untuk mengelompokkan kemasan kaleng secara otomatis berdasarkan jenis kerusakan yang terdeteksi. Kamera diposisikan di masing-masing ujung konveyor untuk menangkap citra kemasan kaleng yang melintas. Citra tersebut kemudian diproses menggunakan algoritma *Convolutional Neural Network* (CNN) untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan kerusakan pada kemasan kaleng. Hasil klasifikasi digunakan sebagai acuan bagi sistem robot lengan untuk mengambil kemasan menggunakan *end effector* dan memindahkannya ke wadah yang sesuai. Dengan pendekatan ini, proses penyortiran menjadi lebih cepat, akurat, dan mengurangi ketergantungan pada operator manusia, sehingga meningkatkan pengendalian kualitas produk [1].

Kemasan merupakan bagian penting dari suatu produk karena berfungsi tidak hanya sebagai pelindung, tetapi juga sebagai penentu kesan pertama bagi konsumen. Selain itu, kemasan berperan menjaga mutu dan keamanan produk agar tetap terjaga sejak proses produksi hingga sampai ke tangan pembeli. Jika kemasan mengalami kerusakan seperti penyok atau sobek, hal ini bisa membuat isi di dalamnya lebih mudah terpapar udara luar. Paparan tersebut dapat memicu masuknya mikroorganisme yang mempercepat kerusakan, menurunkan kualitas, dan memperpendek masa simpan produk. Oleh karena itu, produsen perlu memastikan setiap kemasan yang keluar dari proses produksi sudah melalui pemeriksaan kualitas yang ketat untuk menjaga kepercayaan konsumen dan keamanan produk [2].

Pengendalian kualitas dalam proses produksi merupakan tanggung jawab penting bagi produsen, terutama untuk kemasan berbahan logam seperti kaleng

yang banyak digunakan dalam produk makanan dan minuman. Kemasan jenis ini dirancang untuk melindungi isi dari paparan udara bebas dan kelembapan, yang bisa menjadi pemicu tumbuhnya mikroorganisme dan menyebabkan kerusakan produk. Dalam praktiknya, berbagai jenis kerusakan masih bisa ditemukan pada kemasan kaleng, seperti cacat warna, penyok, hingga berbolong. Beberapa penelitian, termasuk yang menggunakan metode FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), menunjukkan bahwa kerusakan tersebut umumnya disebabkan oleh kesalahan manusia dan kurang presisinya peralatan produksi. Oleh karena itu, sistem inspeksi otomatis berbasis teknologi, seperti penggunaan kamera dan algoritma klasifikasi, menjadi solusi untuk mendeteksi dan mengelompokkan kemasan kerusakan secara lebih akurat dan efisien [3].

Proses pengendalian kualitas kemasan kaleng di jalur produksi konveyor umumnya masih dilakukan secara manual oleh beberapa operator *quality control*, yang tentu berdampak pada peningkatan biaya operasional. Di satu sisi, penggunaan konveyor memang mempercepat proses perpindahan produk, tetapi di sisi lain, inspeksi manual menuntut ketelitian dan kecepatan kerja operator agar seimbang dengan laju konveyor. Jenis kerusakan kemasan yang bervariasi seperti cacat warna, penyok, atau bolong menambah tantangan tersendiri dalam proses pemeriksaan. Karena masih mengandalkan penglihatan manusia, pengelompokkan manual sangat rentan terhadap kesalahan akibat kelelahan atau kejenuhan, apalagi ketika kemasan bergerak secara terus-menerus tanpa henti. Dalam kondisi seperti ini, risiko kerusakan produk lolos ke tangan konsumen menjadi lebih besar. Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pengelompokkan otomatis yang dapat bekerja lebih konsisten dan akurat, seperti integrasi kamera dan algoritma CNN yang dikendalikan oleh robot lengan untuk penyortiran kemasan secara *real time* [4].

Salah satu solusi untuk mengatasi kejenuhan saat proses penyortiran kemasan kaleng yang berjalan terus-menerus di jalur konveyor adalah dengan memanfaatkan sistem penglihatan berbasis kamera. Kamera *webcam* dapat digunakan untuk mengambil gambar kemasan yang sedang bergerak tanpa henti di atas konveyor. Gambar ini kemudian diproses secara otomatis menggunakan algoritma CNN, yang terbukti efektif dalam melakukan klasifikasi citra. CNN memiliki keunggulan dalam mengenali pola dan ciri visual pada gambar, seperti

bentuk cacar warna, penyok, atau bolong pada permukaan kaleng. Dengan struktur jaringan yang terdiri dari beberapa lapisan, mulai dari lapisan *input* hingga lapisan pengenalan pola CNN mampu mengekstraksi fitur penting dari citra, baik tekstur maupun warna. Dalam penelitian ini, CNN digunakan untuk mengidentifikasi dan membedakan jenis kerusakan pada kemasan kaleng berdasarkan hasil tangkapan kamera, sehingga proses penyortiran dapat berjalan otomatis dan lebih akurat tanpa bergantung penuh pada tenaga manusia [5].

Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan, solusi yang diusulkan dalam penelitian ini adalah merancang dan membangun sebuah robot lengan 4 DOF yang terintegrasi dengan rel geser untuk melakukan proses pengendalian kualitas pada kemasan kaleng secara otomatis menggunakan algoritma CNN. Sistem ini memanfaatkan konveyor sebagai media pemindah produk kemasan kaleng secara otomatis. Pada jalur konveyor, dipasang sensor proximity dan dua kamera webcam yang diletakkan di kedua ujung konveyor untuk mengambil citra kemasan dari berbagai sudut. Ketika sensor *proximity* mendeteksi keberadaan kaleng di posisi inspeksi, konveyor akan berhenti sejenak. Algoritma CNN akan memproses gambar untuk mengklasifikasikan kemasan ke dalam empat kategori: normal, cacat warna, penyok, dan bolong berdasarkan tekstur dan nilai warna RGB (*red, green, blue*) dari citra. Hasil klasifikasi tersebut kemudian dikirim melalui komunikasi serial ke mikrokontroler yang mengendalikan pergerakan robot lengan.

Robot lengan ini bertugas memindahkan kemasan kaleng yang telah terklasifikasi ke dalam wadah yang sesuai dengan jenis kerusakannya. Proses pemindahan dilakukan oleh gripper yang terpasang pada *end effector* dan dikontrol menggunakan metode *forward kinematics*, yaitu dengan menghitung sudut setiap lengan berdasarkan posisi koordinat dalam sumbu x, y, dan z. Pergerakan ini diatur oleh motor stepper, yang menghasilkan sudut gerak presisi pada tiap lengan. Saat robot pertama kali dinyalakan, sistem akan melakukan proses *homing* terlebih dahulu untuk menempatkan semua lengan pada posisi nol. *Homing* dilakukan dengan menggerakkan lengan hingga menyentuh *limit switch* sebagai acuan posisi awal. Setelah proses inisialisasi selesai, robot dapat melakukan tugas sortir secara otomatis dengan memindahkan kemasan kaleng dari posisi konveyor ke wadah berdasarkan hasil klasifikasi yang diterima.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, berikut adalah permasalahan yang akan dibahas dalam pembuatan tugas akhir ini:

1. Bagaimana membuat robot lengan 4 DOF yang terintegrasi rel geser?
2. Bagaimana menentukan sudut gerak yang sesuai pada masing-masing sumbu robot lengan agar ujung gripper mencapai posisi target secara akurat?
3. Bagaimana robot lengan dapat mengelompokkan kemasan kaleng ke wadah sesuai jenis kerusakan?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dan Manfaat dari dilakukan penelitian tugas akhir ini adalah di antaranya sebagai berikut:

1. Dapat membuat robot lengan 4 DOF yang terintegrasi rel geser.
2. Dapat menentukan sudut gerak robot lengan agar gripper mampu mencapai posisi objek dengan tepat.
3. Dapat mengelompokkan kemasan kaleng ke wadah yang sesuai jenis kerusakan.

Manfaat dari adanya penelitian dari tugas akhir ini di antaranya yaitu sebagai berikut:

1. Robot lengan dapat melakukan pengelompokan kemasan kaleng secara otomatis tanpa dilakukan secara manual.
2. Meringankan pekerjaan manusia agar terhindar dari kesalahan saat dilakukan secara manual dan pekerjaan jadi lebih cepat dan tepat.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian tugas akhir ini tidak terjadi pelebaran masalah saat pengujian, adapun batasan masalah dari penelitian ini, antara lain:

1. Penelitian ini menggunakan jenis kemasan kaleng yang memiliki diameter sebesar 7 cm dan memiliki tinggi sekitar 5 cm.
2. Menggunakan webcam dengan resolusi 1080p.
3. Hanya bisa mengklasifikasi 1 jenis kondisi dan tidak bisa mengklasifikasi jenis kerusakan ganda.
4. Hanya menggunakan 1 kamera untuk mendeteksi permukaan dengan perspektif lebar.

1.5 Metodologi Penulisan Skripsi

Metodologi penulisan Sebagai tahap untuk lebih memfokuskan serta memperjelas inti dari permasalahan, yang bertujuan agar lebih terstruktur. Adapun metodologi Penulisan skripsi dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

1. Pendefinisian Masalah

Pendefinisian masalah merupakan tahapan mencari sebuah permasalahan yang sedang terjadi atau dialami pada suatu kelompok atau masyarakat yang perlu untuk dipikirkan pemecahan masalahnya. Pada penelitian ini permasalahan yang diangkat yaitu pengelompokkan kaleng yang dilakukan secara manual sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama dan menguras tenaga.

2. Pencarian Sumber Refrensi

Tujuan dilakukan pencarian sumber literatur terkait sebagai refrensi penelitian terkait jenis-jenis cacat saat proses produksi berlangsung dan jenis konfigurasi robot lengan. Studi literatur ditujukan pada sumber yang telah valid dan dapat dipercaya keasliannya, bersumber dari jurnal, buku, surat kabar dan internet.

3. Perancangan desain robot lengan

Perancangan sistem sebagai gambaran perencanaan pembuatan proyek, meliputi desain mekanik, desain elektronik, dan alur kerja algoritma sistem yang digunakan. Perancangan dapat memberi pemahaman yang lebih jelas dari masing masing elemen yang terdapat pada sistem yang dikerjakan.

4. Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan tahapan pengujian dari robot lengan yang telah dibuat direncanakan. Penelitian ini akan diuji untuk pengelompokan objek menggunakan metode CNN Selain itu melalui pengujian juga bermaksud mencari memperoleh data berupa keberhasilan robot lengan dalam melaksanakan plan yang telah dibuat, yaitu pengelompokan kemasan kaleng secara otomatis yang telah ditentukan dan dapat mengambil dan meletakkan sesuai dengan jenis kelayakan.

5. Pengambilan Data

Pengambilan data adalah tahap mendapatkan data informasi yang dibutuhkan dengan cara yang sesuai tujuan penelitian. Data pada penelitian

ini diperlukan dari sistem robot lengan yaitu deteksi objek menggunakan metode CNN. Metode ini digunakan untuk mendeteksi jenis sampah dan berperan mengirimkan informasi objek kepada robot lengan.

6. Pengolahan Data dan Analisa

Setelah data dikumpulkan, pengolahan dan analisis penelitian dilakukan untuk mengubah data menjadi bentuk informasi yang lebih mudah dipahami pembaca. Data yang dikumpulkan seperti akurasi deteksi pada objek kemasan kaleng, data tersebut dikelola menggunakan metode CNN. Pergerakan robot lengan bergerak sesuai dengan pendeteksian sensor kamera, dimana robot menerima lokasi objek yang telah ditentukan.

7. Pembuatan Laporan

Pembuatan laporan adalah tahap terakhir dari penelitian untuk memberitahukan kegiatan penelitian yang dilaksanakan. Tujuan dari tahap ini adalah membuat laporan keseluruhan tentang tahapan dan data pengujian. Dilakukan analisis keseluruhan data untuk menghasilkan kesimpulan tentang faktor-faktor yang menentukan keberhasilan alat, akurasi metode yang digunakan.

1.6 Sistematika Penulisan Skripsi

Adapun sistematika penulisan skripsi dari beberapa jumlah bab disajikan sebagai berikut.

1. BAB I : Pendahuluan

Bab pertama berisi mengenai pendahuluan yang menjelaskan latar belakang dari pengambiln topik yang akan diangkat, permasalahan dari topik, tujuan, dan manfaat.

2. BAB II : Teori Penunjang

Bab kedua menjelaskan tentang teori terkait dan beberapa data alat yang digunakan sebagai penunjang skripsi.

3. BAB III : Perancangan Sistem

Bab ketiga berisi mengenai urutan langkah langkah yang dilaksanakan dalam penelitian, berupa perancangan alat dari segi mekanik, elektronik dan program.

4. BAB IV : Implementasi dan Hasil

Bab keempat menjelaskan pembahasan hasil dari pengujian alat yang telah dikerjakan.

5. BAB V : Penutup

Bab kelima berisi mengenai kesimpulan dari alat yang telah dikerjakan dan saran.

1.7 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Berikut merupakan tabel perencanaan jadwal kegiatan dan pelaksanaan dalam penelitian, dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Nama Kegiatan	Bulan					
		I	II	III	IV	V	VI
1.	Studi literatur berupa pencarian referensi dari jurnal atau buku						
2.	Merancang konsep alat berupa desain alat, rangkaian elektronika dan Program						
3.	Pembuatan sistem program deteksi menggunakan metode CNN						
4.	Pembuatan mekanik robot lengan 4 DOF						
5.	Perancangan elektronika dan program robot lengan dan rel geser						
6.	Percobaan program deteksi objek metode CNN beserta pengambilan data hasil percobaan.						
7.	Percobaan mekanik dan elektronika robot lengan.						
8.	Pengujian alat beserta pengambilan data hasil pengujian.						
9.	Pengolahan dan analisa data.						
10.	Pembuatan laporan penelitian.						