

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Tisu adalah salah satu produk yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari manusia. Pada jaman sebelumnya proses produksi tisu masih dilakukan secara manual dengan peralatan tradisional. Dengan berkembangnya jaman maka tisu itu sendiri akhirnya diproduksi dengan peralatan yang lebih modern. Dengan peralatan yang lebih modern kita dapat melakukan produksi secara otomatis dan dengan jumlah yang lebih banyak. Di Indonesia itu sendiri banyak sekali produsen produk tisu ini, salah satu produsen tersebut adalah PT Sun Paper Source.

Produksi tisu menggunakan *virgin pulp* sebagai bahan utamanya dan umumnya ditambahkan serat *pulp* substitusi, pada umumnya bahan baku tisu dibuat dari *pulp* NSSC kayu daun (Hidayat et al., 2020). Dengan menggunakan kayu maka ada kemungkinan pada saat proses produksi yang melibatkan pengolahan kayu, terdapat serbuk gerinda yang terjatuh ke permukaan lembar tisu. Produksi tisu itu sendiri sudah menggunakan Dengan adanya permasalahan tersebut maka diperlukan juga sistem QC (*Quality Control*) yang dapat membantu mendeteksi kontaminasi atau kecacatan pada produk. QC itu sendiri diperlukan untuk memastikan produk dalam keadaan sesuai standar sebelum diserahkan ke konsumen. Pada PT Sun Paper Source terdapat operator khusus yang bekerja untuk melakukan inspeksi pada produk sebelum diserahkan ke konsumen. Dengan partikel kecil seperti serbuk gerinda tentu terkadang sukar untuk dilihat oleh mata manusia.

Dikarenakan sukar untuk dilihat maka adanya kemungkinan beberapa lembar tisu yang diterima oleh konsumen memiliki serbuk gerinda. Dengan melakukan proses QC secara manual untuk mendeteksi serbuk gerinda tersebut dapat membebankan operator yang bertugas, dimana operator dapat bekerja menggunakan tenaga lebih banyak atau *overworked* yang mengakibatkan operator terkena dampak kelelahan (Irawan & Leksono, 2021). Oleh karena itu untuk melakukan QC pada kontaminasi produk seperti serbuk gerinda pada lembaran tisu dapat dilakukan secara otomatis dengan menggunakan kecerdasan buatan. Banyak proses penelitian tentang pendeteksi objek secara otomatis dengan menggunakan kecerdasan buatan. Dengan memanfaatkan kamera dan algoritma khusus kita dapat melakukan deteksi pada sebuah

objek.

Penggunaan kamera untuk sistem pendeteksi biasa menggunakan kamera RGB atau kamera RGB-D/ *Depth camera*. *Depth camera* bekerja dengan cara melakukan pendeteksian menggunakan laser *emitter* yang akan ditangkap oleh kamera. Hasil gambar yang diberikan dapat memberikan informasi berupa jarak benda atau antar benda dari kamera berdasarkan warna *pixel*. Jarak objek dari kamera akan memberikan warna *pixel* yang berbeda (Aulia et al., 2020). Kamera RGB-D itu sendiri mempunyai harga yang lebih mahal dibandingkan dengan RGB. Alternatif lain adalah dengan menggunakan kamera RGB, kamera ini lebih murah dibandingkan dengan kamera RGB-D. Kamera RGB sendiri mempunyai tugas yang sama dengan RGB-D, tetapi tidak mempunyai *depth measurement*. Kamera RGB-D bekerja dengan cara menembakkan cahaya *infrared* ke objek dan akan menghitung waktu yang diperlukan dalam menempuh cahaya *infrared* dari objek ke kamera, hal inilah yang membuat kamera RGB-D dapat mendeteksi seberapa jauh kamera dari benda yang akan dideteksi. Kamera RGB bekerja dengan prinsip sama seperti mata manusia, dengan memanfaatkan dasar warna *Red, Green, Blue* kamera dapat mendapatkan citra *grayscale* dan biner yang dapat membedakan citra warna (Fadjeri et al., 2020). Kamera RGB juga umum digunakan dalam proses penelitian atau pembuatan pendeteksi objek dengan menggunakan kecerdasan buatan. Salah satu kamera RGB yang digunakan oleh peneliti adalah *Webcam NYK*.

Proses pendeteksi otomatis dengan menggunakan kamera menjadi komponen utama dalam sistem tersebut, tetapi dengan menggunakan kamera sistem belum mampu melakukan proses pendeteksian dikarenakan sistem tidak mengenali kontaminasi atau cacat itu sendiri. Banyak penelitian yang menggunakan sistem pendeteksi otomatis sebelumnya yang memanfaatkan kecerdasan buatan. Kecerdasan buatan tersebut adalah *machine learning*, *machine learning* adalah pemrograman komputer yang menggunakan data-data dari masa sebelumnya untuk memenuhi suatu persyaratan yang diinginkan. Pendekatan *machine learning* secara umum menggunakan *supervised learning* sebagai metode klasifikasi, metode ini melakukan *training dataset* yang akan membuat kelas kategori berdasarkan label *input* yang diberikan (Nur Fajri et al., 2022). *Machine learning* itu sendiri mempunyai substansi tersendiri yang sering digunakan untuk *machine vision*, yaitu *deep learning*. *Deep learning* menggunakan kumpulan data dalam jumlah besar untuk melakukan pengambilan keputusan untuk memenuhi kriteria yang diinginkan. *Deep learning* dapat mencapai keputusan yang diinginkan dengan memanfaatkan jaringan saraf tiruan yang bernama *Convolutional Neural Network (CNN)*, CNN bekerja seperti saraf manusia dimana sistem ini bekerja lebih mudah untuk mengenali sebuah

pola dan memproses informasi tersebut dengan mengirimnya ke beberapa lapisan *neural* yang akan membantu sistem dalam mengenali informasi yang masuk berdasarkan data yang sudah ada sebelumnya (Shustanov & Yakimov, 2017).

Seperti pada percobaan yang dilakukan oleh Purwanto pada tahun 2023. Penelitian yang dilakukan oleh Purwanto menggunakan kamera RGB untuk mendeteksi cacat pada produk kemasan tisu, cacat yang dideteksi adalah *tear*, *shifted*, dan *wrinkled*. Peneliti Purwanto menggunakan 2 kamera RGB yang terletak pada bagian atas konveyor dan samping konveyor serta menggunakan metode *deep learning* YOLO, hasil yang didapatkan adalah kamera bagian atas dapat mendeteksi cacat dengan presentase keberhasilan 100% dan kamera samping dengan presentase keberhasilan 90% pada 15 produk dengan kecepatan konveyor 800 rpm dan jarak antar produk 25 cm (Purwanto, 2023). Penggunaan algoritma YOLO juga digunakan pada proses deteksi cacat pada kotak tisu dengan menggunakan 1 kamera *depth* yang mempunyai presentase akurasi sebesar 76%, kecepatan konveyor sebesar 800 rpm dengan jarak antar kotak tisu 30 cm. Sistem tersebut mampu melakukan pendeteksian kotak tisu sebanyak 30 kotak per menit (William, 2023).

Dengan berbagai macam penelitian, maka keputusan yang diambil oleh penulis adalah untuk membuat sebuah sistem pendeteksi kontaminasi pada lebaran tisu berupa serbuk gerinda dengan menggunakan kamera RGB berbasis kecerdasan buatan.

1.2. Perumusan Masalah

Berikut ini merupakan perumusan masalah dari Tugas Akhir:

- Bagaimana sistem dapat mendeteksi perbedaan tisu yang mempunyai serbuk gerinda atau tidak mempunyai serbuk gerinda dengan konveyor yang bergerak secara kontinyu?
- Berapa kecepatan conveyor yang optimal agar dapat mendeteksi serbuk gerinda secara efisien?
- Bagaimana sistem dapat berkomunikasi dengan sistem penyortiran untuk memberikan pengalaman yang optimal kepada pengguna?

1.3. Analisa Kebutuhan

Tugas akhir ini merupakan penelitian yang dilanjutkan dari tugas akhir sebelumnya yang dikerjakan oleh William et al pada tahun 2023, penelitian ini juga didukung oleh Hibah *Matching Fund* Kedaireka yang diperoleh oleh Pak Handy Wicaksono, S.T., M.T., Ph.D. sebelumnya dan selaku Dosen Pembimbing. Sistem ini pada awal mulanya dibuat sebagai pendeteksi cacat pada proses penyortiran kotak tisu di PT Sun Paper Source. Penulis ingin melakukan pendeteksian serbuk gerinda pada lembar tisu pada saat proses produksi berlangsung, jadi diperlukan sistem yang dapat mengenali serbuk gerinda tersebut secara akurat dan efisien.

Tabel 1.1

Masalah dan Alternatif Solusi

No	Permasalahan	Deskripsi	Alternatif Solusi
1	Bagaimana sistem dapat mendeteksi perbedaan tisu yang mempunyai serbuk gerinda dan tidak mempunyai serbuk gerinda?	Dibutuhkan sebuah algoritma khusus untuk sistem mendeteksi apakah tisu yang keluar dari proses produksi mempunyai serbuk gerinda. Serbuk gerinda ini dapat mengganggu proses <i>packaging</i> serta mengganggu	<ul style="list-style-type: none"> • Alternatif 1 Alternatif pertama adalah dengan menggunakan metode algoritma <i>deep learning</i> . Algoritma ini menggunakan sistem CNN (<i>Convolutional Neural Network</i>) sebagai jaringan saraf buatan. Tetapi kelemahan dari sistem ini ada proses pengumpulan data dan fase <i>training</i> serta

		<p>pengguna jika tisu lolos dari proses <i>packaging</i>.</p>	<p>validasi yang cukup lama agar dapat sistem bekerja dengan optimal.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Alternatif 2 Menggunakan <i>OpenCV</i> yang dapat mendeteksi warna untuk membedakan antara tisu dengan serbuk gerinda yang berwarna hitam, menggunakan metode <i>image thresholding</i>. Kelemahan dari alternatif ini adalah jika cahaya yang diterima oleh objek tidak konsisten maka proses pendeteksian tidak optimal.
2	<p>Berapa kecepatan conveyor yang optimal agar dapat mendeteksi serbuk gerinda secara efisien?</p>	<p>Kecepatan dan ketepatan adalah salah satu faktor penentu dalam dunia industri. Dalam proses produksi diperlukan sistem yang dapat mendeteksi adanya kontaminasi atau kerusakan pada produk secara cepat dan tepat. Oleh karena itu diperlukan percobaan yang dapat menentukan</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Alternatif 1 Menggunakan inverter untuk mengontrol RPM motor konveyor dengan kecepatan rendah untuk akurasi yang lebih tinggi. • Alternatif 2 Menggunakan inverter untuk mengontrol RPM motor konveyor dengan kecepatan

		kecepatan yang sesuai dan paling optimal untuk sistem pendeteksi.	tinggi untuk proses produksi yang lebih cepat. <ul style="list-style-type: none"> • Alternatif 3 Menggunakan inverter untuk mengontrol RPM motor konveyor dengan percobaan untuk mencapai tingkat kecepatan produksi dan akurasi deteksi yang optimal.
3	Bagaimana sistem dapat berkomunikasi dengan Sistem penyortiran untuk memberikan pengalaman yang optimal kepada pengguna?	Komunikasi antara sistem pendeteksi dengan sistem penyortiran diperlukan untuk menampilkan hasil deteksi.	<ul style="list-style-type: none"> • Alternatif 1 Menggunakan I/O GPIO Jetson yang dapat mengirimkan sinyal digital sebesar 5V atau 0V, sinyal tersebut dapat langsung masuk ke <i>Input</i> PLC. • Alternatif 2 Menggunakan sistem komunikasi MQTT sebagai jalur komunikasi. MQTT bekerja dengan cara membuat sebuah permintaan antara <i>server</i> dan <i>client</i>.

Tugas akhir ini memiliki batasan dalam pembuatan dan percobaan sistem pendeteksi serbuk gerinda pada tisu, batasan tersebut meliputi:

- Metode pendeteksian yang digunakan untuk permasalahan pertama adalah *deep learning* dengan algoritma YOLO V8. Algoritma ini dipilih dikarenakan TA sebelumnya yang dikerjakan oleh Purwanto et al pada tahun 2023 menggunakan YOLO V4-Tiny.
- Untuk permasalahan kedua, solusi yang digunakan adalah dengan melakukan percobaan menggunakan inverter untuk mengontrol rpm motor. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan kecepatan dan akurasi sistem yang paling optimal.
- Untuk permasalahan ketiga, menggunakan pin GPIO Jetson untuk mengirimkan sinyal hasil deteksi ke PLC untuk mengaktifkan *pneumatic* jika ada kontaminasi serbuk gerinda yang terdeteksi.
- Menggunakan Kamera RGB *NYK Nemesis A90 Everest* sebanyak 1 buah sebagai komponen utama dalam sistem pendeteksi.
- Penggunaan Nvidia Jetson Xavier NX sebagai *inference* dan tempat validasi hasil *training dataset*.
- Proses deteksi serbuk gerinda akan dilakukan pada bagian atas lembaran tisu.
- Kelas *Contamination* yang dideteksi adalah terdapatnya kontaminasi serbuk gerinda yang menempel pada tisu pada saat proses produksi berlangsung, kelas *Contamination* terbagi menjadi 2 bagian yaitu kelas *Centralized Contamination*(CC) atau kontaminasi serbuk gerinda yang terpusat pada satu tempat dan kelas *Spread Contamination*(SC) atau kontaminasi serbuk gerinda yang tersebar di beberapa tempat. Kelas *Clear* adalah tisu yang tidak memiliki kontaminasi serbuk gerinda.
- Komunikasi yang dilakukan dari sistem pendeteksi dengan sistem penyortiran yang dikerjakan oleh Jovan Josandy Budyanto (C11200008) menggunakan I/O GPIO Jetson.

1.4. Tujuan Tugas Akhir

Tugas akhir ini bertujuan untuk membuat sistem pendeteksi kontaminasi pada produk tisu dengan bentuk lembaran dengan memanfaatkan kamera *RGB NYK Nemesis A90 Everest* dan Nvidia Jetson Xavier NX sebagai jembatan komunikasi sistem dengan kamera. Kontaminasi yang dideteksi adalah serbuk gerinda yang menempel pada permukaan lembaran tisu ketika proses produksi berlangsung, kontaminasi dari produk tersebut akan dideteksi dengan kelas *Centralized Contamination* dan *Spread Contamination*.

1.5. Metodologi Perancangan dan Implementasi

Berikut ini merupakan metodologi perancangan dan pembuatan yang akan digunakan untuk mengerjakan tugas akhir ini:

1.5.1. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dalam tugas akhir adalah:

- Mempelajari penggunaan Nvidia Jetson Xavier NX dan Kamera RGB.
- Mempelajari penggunaan bahasa pemrograman Python untuk *dataset*.
- Mempelajari algoritma YOLOv8.
- Mempelajari penggunaan pin I/O GPIO Jetson Xavier NX.
- Mempelajari program HMI dan PLC penelitian sebelumnya.

1.5.2. Perancangan dan Pembuatan Sistem

- Merancang peletakkan kamera RGB.
- Merancang *software*
 - Membuat *dataset* untuk proses *deep learning*.
 - Melakukan *training* dan validasi terhadap *dataset*.
 - Melakukan pembuatan program HMI.
 - Melakukan pembuatan program PLC Siemens S7-1200

1.5.3. Pengujian Sistem dan Analisa Data

- Pengujian kecepatan rpm motor konveyor agar dapat mendeteksi serbuk gerinda dengan akurat dan efisien.
- Pengujian penggunaan algoritma *deep learning* YOLO dalam mendeteksi serbuk gerinda pada lembaran tisu.
- Pengujian hasil *dataset* dan *training* dalam akurasi mendeteksi serbuk gerinda pada lembaran tisu.

1.5.4. Penyajian Hasil

Dari pengujian sistem akan disajikan dalam bentuk:

- Demonstrasi sistem secara langsung meliputi:
 - Kemampuan sistem dalam mendeteksi serbuk gerinda pada lembaran tisu dengan kecepatan yang efisien dan akurasi yang tinggi.
 - Kemampuan algoritma dalam melakukan pendeteksian serbuk gerinda pada lembaran tisu yang sedang bergerak.
- Laporan skripsi

1.5.5. Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan dengan dasar sebagai berikut:

- Kemampuan sistem dalam mendeteksi serbuk gerinda pada lembaran tisu dengan kecepatan konveyor dan jarak kamera yang efisien dan optimal.
- Kemampuan algoritma dalam melakukan deteksi serbuk gerinda pada lembaran tisu.