

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pekerjaan memisahkan produk cacat bila dilakukan oleh manusia pastinya tidak akan sempurna, sehingga terdapat produk cacat yang tercampur dengan produk yang baik, dan pada akhirnya dipasarkan. Hal ini dapat menurunkan kredibilitas perusahaan dan mengurangi kepercayaan konsumen. Jika hal tersebut berlanjut, maka dapat menimbulkan kerugian bagi kedua belah pihak baik produsen maupun konsumen. Untuk meminimalisir tingkat kesalahan, pekerjaan memisahkan produk cacat dapat dilakukan secara otomatis dan terprogram menggunakan *Programmable Logic Controller* atau yang sering disebut dengan PLC (Kusumastuti, 2019).

Programmable Logic Controller adalah sebuah perangkat pengendali dengan menggunakan prinsip logika. PLC merupakan pengendali yang sangat populer baik di bidang industri maupun bidang lainnya yang menggunakan sistem otomasi (Wicaksono et al., 2012). Untuk memudahkan dalam mengetahui suatu proses yang terjadi dalam PLC, dibutuhkan bantuan HMI (*Human Machine Interface*). Menurut Haryanto & Hidayat (2012) HMI dapat berupa pengendalian dan visualisasi komputer yang bersifat *real time*. Dengan adanya HMI akan membantu dalam memantau dan mengendalikan proses *quality control*.

Pada salah satu perusahaan produksi tisu di Indonesia yang bernama PT Sun Paper Source, untuk melakukan penyortiran apakah produksi tersebut mengalami kecacatan pada kemasan tisu, masih dilakukan secara manual menggunakan sumber daya manusia. Saat ini, untuk menghitung jumlah kecacatan maupun kesalahan masih dilakukan secara manual juga, jadi apabila operator ingin mengetahui informasi tentang jumlah produk yang cacat harus menghitung terlebih dahulu. Selain itu, apabila supervisor ingin mengetahui berapa jumlah produk yang cacat juga harus datang menuju tempat pengecekan produk untuk memastikan apakah benar data yang diberikan operator.

Mengacu pada permasalahan diatas, terdapat beberapa penelitian yang pernah dilakukan. Salah satunya adalah penelitian yang dilakukan oleh Putra & Herlambang (2017) yaitu rancang bangun prototipe pemisah barang berdasarkan ukuran berbasis PLC. Untuk mengendalikan sistem pemisahan barang digunakan PLC sebagai alat kontrol. Sistem yang dibuat hanya sebatas untuk mengendalikan pemisahan barang, sedangkan untuk melakukan pemantauan proses pemisahan barang masih belum ada. Penelitian serupa juga dilakukan oleh

Burdadi et al. (2022) yang membuat aplikasi sensor warna TCS3200 pada sistem penyortiran barang berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem tersebut menggunakan modul NodeMCU ESP8266 sebagai perantara komunikasi antara sensor dengan *dashboard* untuk melakukan pemantauan dan kontrol sistem. Penelitian tersebut dapat membantu operator maupun supervisor dalam melakukan pemantauan maupun mengontrol sistem, namun pada penelitian tersebut hanya berfokus pada komunikasi antara sensor dengan *dashboard* berupa aplikasi pada *smartphone*.

Penelitian sejenis juga dilakukan oleh Hidayati (2020) yang membuat konveyor cerdas dengan fitur pemilah berdasarkan warna, penimbang berat, dan pemantauan jumlah barang berbasis *Internet of Things*. Penelitian tersebut memanfaatkan konveyor dan sistem pemilah yang dikendalikan oleh Arduino Uno serta NodeMCU ESP8266 juga digunakan sebagai perantara komunikasi antara mikrokontroler dengan *dashboard* yang berbasis *web browser*. Penelitian ini sangatlah baik untuk mengotomatisasi proses penyortiran produk, namun apabila digunakan untuk mengontrol sistem yang berada pada industri, mikrokontroler tidak memenuhi standar untuk industri dalam hal ketahanan terhadap getaran, suhu, beserta kondisi pabrik yang tidak ideal. Selain itu, dibutuhkan visualisasi antarmuka yang diletakkan dekat dengan tempat proses penyortiran untuk membantu pemantauan serta mengontrol sistem guna memudahkan operator.

Untuk meminimalisir kesalahan, akan lebih baik jika sistem dibuat menjadi otomatis serta lebih efisien jika operator maupun supervisor dapat melakukan *monitoring* melalui *web browser*. Untuk mengelola bisnis proses suatu anak perusahaan, umumnya digunakan ERP (*Enterprise Resource Planning*) untuk membantu perusahaan dalam melakukan planning maupun manajemen kegiatan produksi seperti proses penyortiran. Oleh karena itu, penulis ingin membuat sebuah sistem *Industrial IoT* untuk penyortiran kemasan tisu yang terintegrasi dengan ERP.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dirumuskan beberapa masalah sebagai berikut:

- Bagaimana sistem penyortiran kemasan tisu dapat bekerja secara otomatis?
- Bagaimana sistem dapat dikontrol dan dipantau secara lokal?
- Bagaimana sistem dapat dipantau melalui *web browser*?
- Bagaimana sistem dapat terintegrasi dengan ERP?

1.3 Analisa Kebutuhan

Untuk menganalisa kebutuhan sistem yang diinginkan PT Sun Paper Source, penulis diberikan arahan oleh Ibu Inneke Widyaningsih selaku *production director*. Berdasarkan arahan tersebut, perusahaan menginginkan sistem *Industrial Internet of Things (IIoT)* untuk penyortiran kemasan tisu yang dideskripsikan pada tabel masalah dan alternatif solusi kebutuhan.

Tabel 1.1

Masalah dan Alternatif Solusi Kebutuhan

No.	Masalah	Deskripsi	Alternatif Solusi
1.	Bagaimana sistem penyortiran kemasan tisu dapat bekerja secara otomatis?	Dibutuhkan sistem otomatis yang mampu memisahkan produk kemasan tisu yang cacat dengan kriteria lini produksi berjalan secara kontinu menggunakan konveyor, produk yang cacat dipisahkan dari lini produksi menggunakan pneumatik pendorong, serta untuk mendeteksi cacat pada kemasan tisu menggunakan kamera akan dikerjakan oleh William dan Yoshua Kaleb.	• Alternatif solusi yang pertama adalah menggunakan PLC sebagai kontroler. PLC cocok untuk digunakan pada kawasan industri karena memenuhi standar-standar untuk industri, khususnya terhadap getaran, suhu maupun kondisi pabrik yang tidak ideal. Namun, dengan berbagai kelebihan yang dimiliki harganya cenderung mahal. • Alternatif solusi yang kedua adalah menggunakan mikrokontroler Arduino. Arduino mempunyai harga yang jauh lebih murah, namun tidak memenuhi standar untuk industri.
2.	Bagaimana sistem dapat dikontrol dan dipantau secara lokal?	Dibutuhkan visualisasi antarmuka yang interaktif serta diletakkan dekat dengan alat yang dikontrol untuk	• Alternatif solusi yang pertama adalah menggunakan HMI <i>display</i>. HMI <i>display</i> cocok untuk digunakan pada sistem yang sederhana serta dapat diletakkan dekat dengan mesin-mesin industri. Selain itu,

No.	Masalah	Deskripsi	Alternatif Solusi
		memudahkan operator dalam mengontrol dan memantau sistem penyortiran kemasan tisu.	harga dari HMI <i>display</i> cenderung murah. • Alternatif solusi yang kedua adalah menggunakan SCADA (<i>Supervisory Control and Data Acquisition</i>). SCADA cocok digunakan untuk sistem yang memiliki kompleksitas tinggi, namun biasanya diletakkan pada ruang kontrol serta harganya cenderung mahal dikarenakan dapat menangani sistem yang kompleks.
3.	Bagaimana sistem dapat dipantau melalui <i>web browser</i> ?	Dibutuhkan visualisasi antarmuka pada <i>web browser</i> untuk memantau sistem penyortiran kemasan tisu. Untuk meminimalisir sistem diretas yang kemudian dapat membuat proses produksi terhambat, maka melalui <i>web browser</i> sistem hanya dapat dilakukan pemantauan saja. Agar status dari kontroler dapat terhubung dengan <i>web browser</i> dibutuhkan IIoT Gateway.	• Alternatif solusi yang pertama adalah menggunakan Node-RED untuk membuat <i>dashboard</i> pada <i>web browser</i>. Pembuatan <i>dashboard</i> cenderung lebih cepat dikarenakan basis pemrogramannya adalah <i>flow-based development</i> serta <i>node-node</i> yang dibutuhkan telah disediakan. Namun, karena seluruh <i>node</i> akan dimuat, hal tersebut membuat prosesnya menjadi cukup berat. • Alternatif solusi yang kedua adalah membuat <i>dashboard</i> menggunakan HTML (<i>Hypertext Markup Language</i>), PHP (<i>Hypertext Preprocessor</i>) serta JavaScript. Proses pembuatan akan cenderung lebih lama karena harus membuat

No.	Masalah	Deskripsi	Alternatif Solusi
			dari awal. Namun, prosesnya akan cenderung lebih ringan karena hanya <i>node</i> yang dimuat hanyalah yang akan digunakan saja.
4.	Bagaimana sistem dapat terintegrasi dengan ERP?	Dibutuhkan sistem ERP yang dapat terintegrasi dengan <i>IIoT Gateway</i> agar dapat menerima status dari PLC.	• Alternatif solusi yang pertama adalah menggunakan Odoo ERP. Odoo merupakan penyedia sistem ERP yang <i>open source</i>. Selain itu, Odoo juga dapat terintegrasi dengan <i>third-party apps</i>. • Alternatif solusi yang kedua adalah menggunakan Epicor ERP. Namun, Epicor hanya tersedia versi berbayar saja. Untuk integrasi dengan <i>third-party apps</i> cukup sulit dikarenakan sifatnya yang bukan <i>open source</i> sehingga komunitas tidak dapat melakukan pengembangan <i>apps</i>.

Tugas akhir ini memiliki batasan dalam pembuatan sistem *Industrial IoT* untuk penyortiran kemasan tisu yang terintegrasi dengan ERP, adapun batasan tersebut meliputi:

- Untuk menyelesaikan masalah bagaimana sistem penyortiran kemasan tisu dapat bekerja secara otomatis digunakan alternatif solusi menggunakan PLC Siemens S7-1200 sebagai alat kontrol untuk sistem penyortiran kemasan tisu.
- Untuk menyelesaikan masalah bagaimana sistem dapat dikontrol dan dipantau secara lokal digunakan alternatif solusi menggunakan HMI Simatic KTP700 *Basic* sebagai *display* untuk sistem kontrol dan pemantauan proses penyortiran kemasan tisu.
- Untuk menyelesaikan masalah bagaimana sistem dapat dilakukan pemantauan melalui *web browser* digunakan alternatif solusi membuat sistem *monitoring* menggunakan Node-RED pada *IIoT Gateway*.

- Untuk menyelesaikan masalah bagaimana sistem dapat terintegrasi dengan ERP digunakan alternatif solusi menggunakan Odoo ERP.
- Membuat program PLC dan HMI menggunakan TIA Portal.
- Menggunakan Simatic IOT2050 sebagai IIoT *Gateway*.
- Menggunakan *database* PostgreSQL untuk mencatat status dari PLC.
- Menggunakan *cloud* Digital Ocean agar sistem pemantauan menggunakan Node-RED dapat diakses melalui internet.
- Pembuatan program pendeteksi kemasan tisu cacat produksi menggunakan kamera Intel RealSense D435 akan dikerjakan oleh William (C11190011).
- Pembuatan program pendeteksi kemasan tisu cacat produksi menggunakan beberapa buah kamera RGB akan dikerjakan oleh Yoshua Kaleb (C11190019).

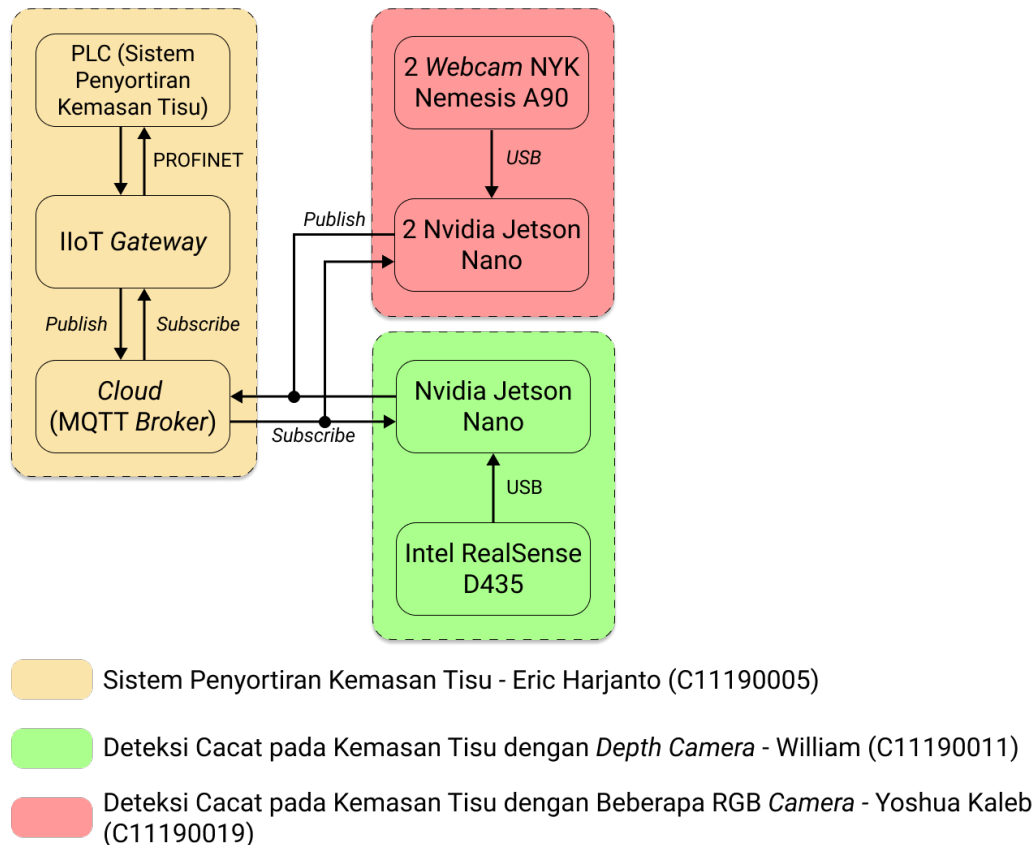
1.4 Tujuan Tugas Akhir

Tujuan tugas akhir ini adalah menghasilkan sistem *Industrial* IoT untuk penyortiran kemasan tisu yang terintegrasi dengan ERP agar dapat memudahkan operator maupun supervisor dalam melakukan pemantauan proses *quality control* serta dalam melakukan *update* stok produk pada *inventory* ERP.

1.5 Uraian Singkat Tugas Akhir

Tugas akhir ini merupakan bagian dari hibah kedaireka dosen untuk membantu penyortiran kemasan tisu pada PT Sun Paper Source. Untuk merealisasikan, tugas akhir ini dikerjakan secara berkelompok dimana penulis akan membuat sistem *Industrial* IoT untuk penyortiran kemasan tisu yang terintegrasi dengan ERP. Untuk sistem deteksi cacat pada kemasan tisu akan dikerjakan oleh dua mahasiswa dengan menggunakan kamera yang berbeda-beda, diantaranya menggunakan Intel *RealSense* D435 dan beberapa buah kamera RGB.

Pada Gambar 1.1 diperlihatkan blok diagram dari sistem penyortiran kemasan tissue dan sistem deteksi cacat pada kemasan tissue yang akan dibuat oleh tiga mahasiswa. Sistem penyortiran kemasan tissue akan dikerjakan oleh penulis. Sedangkan untuk sistem deteksi cacat pada kemasan tissue dikerjakan oleh William dan Yoshua Kaleb.



Gambar 1.1 Blok Diagram Sistem Penyortiran dan Deteksi Cacat pada Kemasan Tissue

1.6 Metodologi Perancangan dan Implementasi

Perancangan dan implementasi penyortiran kemasan tissue akan dibagi menjadi lima tahapan yang akan di rincikan dalam sub bab ini.

1.6.1 Studi Literatur

Dalam proses pengerjaan tugas akhir, dibutuhkan studi literatur untuk mendukung berhasilnya tugas akhir ini yaitu:

- Mempelajari komponen PLC Siemens S7-1200, HMI Simatic KTP700 *Basic*, IIoT *Gateway* Simatic IOT 2050, *Photosensor* Omron E3Z, dan *Inverter* Schneider ATV12.

- b. Mempelajari cara penggunaan MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*), MQTT *Broker*, Odoo ERP, dan Digital Ocean.
- c. Mempelajari bahasa pemrograman JavaScript pada Node-RED.
- d. Mempelajari penggunaan Node-RED beserta konektivitas dengan *database*.
- e. Mempelajari penggunaan *software* TIA Portal

1.6.2 Perancangan dan Pembuatan Sistem

Perancangan dan pembuatan sistem yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

- a. Merancang dan membuat sistem penyortiran kemasan tisu otomatis:
 - Memprogram PLC agar dapat mengontrol sistem secara otomatis.
 - Untuk pemasangan PLC, HMI, IIoT *Gateway* pada panel beserta proses *wiring* komponen seperti *push button*, pneumatik pendorong, *inverter*, motor konveyor, dan *photosensor* telah dilakukan oleh PT Industrial Robot Automation.
- b. Merancang komunikasi antara PLC dengan sistem kontrol dan *monitoring*:
 - Menghubungkan PLC, HMI dan *Industrial IoT Gateway* menggunakan *Ethernet*.
 - Menghubungkan *IoT Gateway* dengan Node-RED serta Odoo ERP pada *cloud* menggunakan MQTT.
- c. Membuat program untuk melakukan pemantauan dan kontrol PLC pada HMI
- d. Membuat program untuk melakukan pemantauan PLC pada *web browser*.
- e. Merancang dan membuat *database* untuk menyimpan status dari PLC.

1.6.3 Pengujian Sistem

Pengujian sistem yang akan dilakukan pada sistem adalah sebagai berikut:

- a. Pengujian sistem penyortiran kemasan tisu secara otomatis.
- b. Pengujian pemantauan dan pengontrolan sistem secara lokal.
- c. Pengujian pemantauan sistem melalui *web browser*.
- d. Pengujian integrasi sistem dengan ERP.

1.6.4 Penyajian Hasil

Berdasarkan pengujian sistem akan disajikan dalam bentuk demonstrasi sistem secara keseluruhan meliputi proses penyortiran kemasan tisu, pengiriman data dari PLC menuju HMI, Node-RED, ERP, dan *database*.

1.6.5 Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

- a. Kesimpulan diambil dari percobaan jalannya sistem secara keseluruhan.
- b. Pengambilan kesimpulan dari pengujian sistem penyortiran kemasan tisu secara otomatis.
- c. Pengambilan kesimpulan dari pengujian pemantauan dan pengontrolan sistem secara lokal.
- d. Pengambilan kesimpulan dari pengujian pemantauan sistem melalui *web browser*.
- e. Pengambilan kesimpulan dari pengujian integrasi sistem dengan ERP.