

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1. Latar Belakang Masalah**

Pada industri 4.0 membutuhkan biaya dan perancangan sistem yang besar maka membutuhkan adanya sebuah simulasi guna meminimalisir resiko kesalahan dalam perancangan sistem di lapangan. Simulasi ini juga berguna untuk mengurangi biaya dalam desain sistem kontrol karena simulasi Factory I/O dapat digunakan untuk media simulasi kontrol industri, media pembelajaran elearning sistem kontrol dengan menggunakan sumber daya perangkat yang minimal. Skala produksi yang besar membutuhkan biaya dan waktu yang besar, maka dari itu untuk merancang sistem terlebih dahulu dapat menggunakan simulasi alat dan menerapkannya dengan menggunakan metodologi yang sesuai dengan kerangka kerja Industri 4.0. Pengisian dan pengepakan barang saat ini sudah menjadi salah satu cara untuk melakukan ke praktisan dan kemudahan pada industri 4.0. Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi – operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa di pelajari secara ilmiah.

Penggunaan simulasi yaitu dapat mempelajari efek perubahan-perubahan informasi tertentu, dan dilingkungan pengoperasian sistem dengan membuat perubahan sistem serta mengamati efek dari perubahan dan perilaku sistem ada banyak software yang dapat digunakan untuk simulasi, salah satunya yaitu Factory I/O. Factory I/O adalah simulasi pabrik 3D yang mempelajari tentang teknologi otomatisasi. Factory I/O dapat membangun dan mensimulasikan sistem industri dengan menggunakan teknologi otomatisasi yang paling umum. software Factory I/O menggunakan teknologi inovatif yang memungkinkan pembuatan sistem industry 3D jadi lebih mudah dan cepat melalui pendekatan drag and drop. Sistem yang di bangun oleh Factory I/O dapat di kontrol secara real time. Factory I/O adalah cara untuk mengurangi biaya dalam desain sistem kontrol, Factory I/O bisa digunakan untuk media simulasi kontrol industri, dapat digunakan sebagai media elearning/pembelajaran sistem control dengan menggunakan sumber daya perangkat yang minimal dan meminimalisir resiko terjadinya kegagalan. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dilakukan penelitian terhadap Simulasi Alat pengisian barang dan pengepakan barang Pada Factory I/O dengan bertujuan untuk mengurangi resiko dalam perancangan industry yang membutuhkan biaya besar, waktu yang lama dan memudahkan pekerjaan dalam melakukan simulasi pengisian barang dan pengepakan barang. (Gilang Ramadhani Hidayat,2021)

Di dunia industri, sistem otomatis sangat diminati karena dapat menjamin kualitas produk yang dihasilkan, memperpendek waktu produksi dan mengurangi

biaya untuk tenaga kerja manusia. Salah satu pengendali yang paling populer, khususnya untuk sistem yang bekerja secara sekuensial, ialah Programmable Logic Controller (PLC). Pemantauan dan pemberian kontrol kerja dari PLC membutuhkan suatu interface yang menghubungkan manusia dengan teknologi. Interface tersebut disebut Human Machine Interface (HMI). HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi computer yang bersifat real time. (Tanojo, 2015.)

Human Machine Interface merupakan sistem penghubung antara manusia dan mesin yang dapat berupa pengendali dan visualisasi status dengan pengoperasian manual atau melalui visualisasi computer, sehingga pembacaan data pada sistem HMI terkirim melalui jalur (port) masukan/keluaran (input/output, I/O) pada PLC, secara online dan realtime. Fungsi-fungsi HMI, meliputi (i) pemantauan keadaan pada plant, (ii) pengaturan nilai parameter pada plant, (iii) pengambilan tindakan sesuai keadaan yang terjadi, (iv) penampilan tanda peringatan dengan alarm untuk kondisi tidak normal, dan (v) penampilan pola data kejadian pada plant secara real-time dan/atau trending history. (Riyandar et al., 2021)

## **2. Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimana merancang dan mengintegrasikan sistem kontrol produksi yang efektif dan efisien menggunakan TIA Portal dan Factory IO, termasuk pemanfaatan simulasi 3D untuk identifikasi dan penyelesaian potensi masalah sebelum implementasi nyata?
2. Bagaimana menggabungkan ladder diagram PLC dengan Factory IO untuk mencapai otomatisasi produksi yang optimal?

## **3. Batasan Masalah**

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Ruang Lingkup Sistem Produksi:

Penelitian ini hanya akan fokus pada otomasi untuk proses produksi secara umum dalam industri.

2. Perangkat Lunak dan Peralatan:

Perancangan dan simulasi sistem kontrol akan dibatasi pada penggunaan TIA Portal dari Siemens dan simulator pabrik 3D Factory IO.

### 3. Aspek Fungsional Sistem:

Fokus utama adalah pada aspek teknis dari desain dan implementasi unit pengontrol proses produksi, termasuk logika kontrol, pemrograman PLC, dan antarmuka pengguna berbasis komputer/menggunakan PC

### 4. Lingkungan Simulasi:

Simulasi dan pengujian hanya akan dilakukan dalam lingkungan virtual menggunakan Factory IO.

## 4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan yang diberikan dipenelitian ini adalah :

1. Merancang dan mengintegrasikan sistem kontrol produksi line yang efektif dan efisien menggunakan TIA Portal dan Factory IO untuk meningkatkan produktivitas dan otomatisasi dalam industri.
2. Menggunakan simulasi 3D dalam Factory IO untuk mengidentifikasi dan mengatasi potensi masalah dalam desain sistem kontrol sebelum implementasi nyata, mengurangi risiko kesalahan dan biaya.
3. Mengevaluasi performa dan keandalan sistem kontrol yang dirancang, serta mengukur dampaknya terhadap efisiensi dan produktivitas, dan menyusun solusi untuk kendala yang dihadapi selama perancangan dan implementasi.

## 5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah :

### 1. Peningkatan Efisiensi Produksi:

Penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi proses produksi melalui perancangan otomasi yang terintegrasi dan otomatis. Dengan penggunaan TIA Portal dan Factory IO, proses produksi dapat dipantau dan dikendalikan secara real-time, mengurangi waktu henti dan meningkatkan output.

### 2. Meningkatkan Keandalan Sistem:

Penggunaan TIA Portal memungkinkan integrasi yang mulus antara berbagai komponen sistem kontrol, meningkatkan keandalan dan konsistensi operasional sistem produksi. Ini penting untuk memastikan produksi berjalan lancar tanpa gangguan yang berarti metodenya tidak lagi trial error.

### 3. Menyediakan Solusi Pembelajaran dan Pelatihan:

Penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi akademisi dan praktisi dalam bidang otomasi industri. Desain dan simulasi yang dilakukan dapat dijadikan bahan pembelajaran dan pelatihan, membantu mereka memahami cara merancang dan mengimplementasikan sistem kontrol yang efektif.

### 4. Kontribusi terhadap Pengembangan Teknologi Industri:

Hasil penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi pada pengembangan teknologi industri, khususnya dalam bidang otomatisasi dan kontrol proses produksi. Temuan dan rekomendasi dari penelitian ini dapat digunakan oleh industri lain yang ingin menerapkan teknologi serupa.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Tinjauan Penelitian

Dalam penulisan laporan skripsi ini penulis merujuk pada penelitian yang sudah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya sebagai berikut :

**Abdullah Dienul, Cecep Yusuf, 2022** yang berjudul “*Simulasi Factory IO Sistem Kendali Pindah Barang*” penelitian ini menyatakan Distributed Control System (DCS) merupakan sistem dengan kontroler tidak terpusat di lokasi tertentu melainkan terdistribusi seluruhnya dimana setiap sub sistem dikontrol oleh satu atau lebih kontroler. Pada penelitian ini DCS dilakukan secara simulasi menggunakan beberapa aplikasi diantaranya yaitu Factory IO sebagai simulasi plant, TIAportal dan PLCsim sebagai simulasi kontroler, Wonderware sebagai simulasi HMI, dan KEPServerX sebagai komunikasi data yang menghubungkan Plant, HMI, dan KEPServerX juga berfungsi sebagai historical data yang dimana semua informasi data tentang pengontrolan tercatat pada aplikasi ini. Plant yang akan dibuat pada aplikasi Factory IO adalah sistem pemindah barang dengan menggunakan robot arm yang memiliki 3 axis yaitu sumbu X, Y dan Z. Setiap aksis bersifat analog yang artinya dapat diatur sesuai setpoint dari 0.0 sampai 10.0. Pada plant ini juga terdapat beberapa komponen yaitu diffuse sensor dan conveyor.

Diffuse sensor pada plant ini bersifat digital yang artinya jika sensor mendeteksi barang maka akan bernilai 1 (HIGH) dan sebaliknya jika sensor tidak mendeteksi barang maka akan bernilai 0 (LOW). Sama seperti diffuse sensor, penggunaan conveyor pada sistem ini bersifat digital. Pada simulasi HMI digunakan sebagai pemantauan pada bagian sensor serta aktuator mana saja yang aktif pada sistem pemindahan barang, dan juga dapat mengontrol aktif dan nonaktifnya sistem pada plant. HMI dan plant dapat berkomunikasi menggunakan KEPServerX, pada KEPServerX komunikasi yang digunakan berjenis TCP/IP. KEPServerX juga berfungsi sebagai historical data yang berfungsi untuk mengetahui

dan menyimpan hasil perubahan nilai pada input dan output sistem. Penggunaan historical data pada sistem ini juga berfungsi untuk memonitoring error pada plant.

Distributed Control System (DCS) mengacu pada sistem kontrol yang biasa digunakan pada sistem manufaktur, proses atau sistem dinamis lainnya dimana elemen kontroler tidak terpusat di lokasi tertentu melainkan terdistribusi seluruhnya dimana setiap sub sistem dikontrol oleh satu atau lebih kontroler. Keseluruhan sistem kontrol di masing-masing sub sistem dihubungkan dalam jaringan untuk komunikasi dan monitoring. Istilah DCS sangat luas dan digunakan untuk berbagai keperluan di industri untuk melakukan monitoring dan pengendalian peralatan yang terdistribusi. Distributed Control System (DCS) digunakan untuk pengendalian proses produksi

**Tugino, Fikar Rahmatullah, Gewa Romadhon, Mohammad Arsyad, 2021** dengan judul “*Rancang Bangun Sistem Sorting Barang Menggunakan 3D Simulasi Factory IO Berbasis Outseal PLC*” menjelaskan, Sistem sorting merupakan salah satu sistem pengelolaan dalam pemilihan barang di industri, baik dari segi warna, bentuk ataupun ukuran. Penggunaan PLC di industri salah satunya adalah sebagai control pada proses pemilahan barang tersebut. Prototipe sistem sorting barang berdasarkan warna dan ukuran menggunakan 3D simulator factory IO berbasis outseal PLC menggunakan mikrokontroler Arduino Uno dan Advantech USB 4750 sebagai antar muka kontrol di aplikasi factory IO, sensor vision sebagai pendeteksi warna pada barang, sensor diffuse sebagai pendeteksi pada barang, conveyor sebagai pembawa barang, dan turntable digunakan untuk menyortir palet. Terdapat 2 warna yaitu biru dan hijau yang dapat terdeteksi sensor vision dimana warna hijau dan biru akan disortir oleh truntable roll. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan, hasil pengujian masing-masing komponen yang terdiri dari sensor vision, sensor diffuse dan turntable didapatkan hasil yang sesuai dengan fungsi masing-masing komponen bekerja dengan baik dan semestinya. Sistem sorting dapat mendeteksi barang berdasarkan warna yang dibawa oleh conveyor lalu disortir dan kemudian barang berdasarkan warna akan dipindahkan pada tempat yang telah ditentukan.

**Damaris Tanojo, 2015** membahas judul “*Kontrol Modular Production System Berbasis PLC S7-300 Dengan Menggunakan HMI Touch Panel*” penelitian ini menyatakan, Di jaman modern ini, industri-industri modern telah menggunakan mesin-mesin yang serba otomatis. Di dunia industri, sistem otomatis sangat diminati karena dapat menjamin kualitas produk yang dihasilkan, memperpendek waktu produksi dan mengurangi biaya untuk tenaga kerja manusia. Salah satu pengendali yang paling populer, khususnya untuk sistem yang bekerja secara sekuensial, ialah Programmable Logic Controller (PLC). Pemantauan dan pemberian kontrol kerja dari PLC membutuhkan suatu interface yang menghubungkan manusia dengan teknologi. Interface tersebut disebut Human Machine Interface (HMI). HMI dapat berupa pengendali dan visualisasi status baik dengan manual maupun melalui visualisasi computer yang bersifat real time. Dalam dunia industri, semua mesin produksi yang dikontrol menggunakan PLC dengan menggunakan user interface HMI tidak mungkin hanya terdiri atas satu modul mesin. Untuk melakukan produksi, pasti digunakan berbagai jenis mesin yang berbeda-beda fungsinya. Modular Production System (MPS) merupakan plant yang dapat digunakan untuk melakukan simulasi produksi. MPS terdiri atas beberapa station dengan fungsi yang berbeda-beda. Berdasarkan permasalahan di atas, penelitian ini akan mengimplementasikan penggunaan PLC Siemens dan HMI Siemens Touch Panel untuk mengontrol MPS Festo yang terdiri dari distributing station testing station-sorting station.

**Gilang Ramadhani Hidayat, Itmi Hidayat Kurniawan, 2021** dalam penelitiannya dengan judul “*Simulasi Alat Pengisi Barang dan Pengepakan Barang Menggunakan Factory IO*” dalam penelitiannya menyatakan, pengisian dan pengepakan barang saat ini sudah menjadi salah satu cara untuk melakukan kepraktisan dan kemudahan pada industri 4.0. Pada prosesnya pengisian barang dan pengepakan barang di tampung terlebih dahulu kemudian dilakukan pengepakan. Skala produksi yang besar dan membutuhkan biaya dan waktu yang besar. Menjadi salah satu masalah yang dihadapi ketika membangun pabrik. Salah satu cara ialah dengan membuat simulasi dan dapat membuat alternatif yang mampu meningkatkan kinerja sistem. Simulasi saat ini banyak digunakan sebagai tool

study. Simulasi merupakan suatu teknik meniru operasi-operasi atau proses-proses yang terjadi dalam suatu sistem dengan bantuan perangkat komputer dan dilandasi oleh beberapa asumsi tertentu sehingga sistem tersebut bisa di pelajari secara ilmiah. Menurut Naylor (1966). penggunaan simulasi yaitu dapat mempelajari efek perubahan-perubahan informasi tertentu, dan dilingkungan pengoperasian sistem dengan membuat perubahan sistem serta mengamati efek dari perubahan dan perilaku sistem ada banyak software yang dapat digunakan untuk simulasi, salah satunya yaitu Factory I/O.

Factory I/O adalah simulasi pabrik 3D yang mempelajari tentang teknologi otomatisasi. Factory I/O dapat membangun dan mensimulasikan sistem industri dengan menggunakan teknologi otomatisasi yang paling umum. software Factory I/O menggunakan teknologi inovatif yang memungkinkan pembuatan sistem industry 3D jadi lebih mudah dan cepat melalui pendekatan drag and drop. Sistem yang di bangun oleh Factory I/O dapat di kontrol secara real time. Factory I/O adalah cara untuk mengurangi biaya dalam desain sistem kontrol, Factory I/O bisa digunakan untuk media simulasi kontrol industri, dapat digunakan sebagai media elearning/pembelajaran sistem control dengan menggunakan sumber daya perangkat yang minimal dan meminimalisir resiko terjadinya kegagalan. Berdasarkan pertimbangan di atas, maka dilakukan penelitian terhadap Simulasi Alat pengisian barang dan pengepakan barang Pada Factory I/O dengan bertujuan untuk mengurangi resiko dalam perancangan industry yang membutuhkan biaya besar, waktu yang lama dan memudahkan pekerjaan dalam melakukan simulasi pengisian barang dan pengepakan barang.

**Fikri Arifudin, 2024** mengangkat judul “*Analisis Kinerja Pemrograman PLC Terintegrasi Factory IO pada Sistem Automated Storage*” Pada saat ini sistem otomasi berperan sangat penting di sektor industri, Sistem otomasi telah menjadi solusi yang sangat efisien dalam proses hingga produksi di berbagai sektor industri. Salah satu bidang otomasi pada industri yaitu Automated Storage. Sistem ini banyak digunakan dalam berbagai industri untuk penyimpanan barang atau produk.

Untuk membuat sistem otomasi ini perlu adanya PLC (Programmable Logic Controller) sebagai tempat untuk melakukan kontrol. Selain itu PLC digunakan untuk integrasi pada sensor maupun perangkat lainnya. Digunakan juga Factory IO sebagai simulator untuk mencerminkan sistem pada suasana industri yang sebenarnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa penggunaan variasi ladder diagram dengan function block membuat program lebih efektif dan efisien. Selain itu integrasi antara software (TIA PORTAL dan Factory IO) dengan hardware (Modul Trainer) telah berhasil dan berjalan dengan baik tanpa gangguan, dan juga koneksi dan program telah sesuai dengan yang direncanakan. Dengan pengujian gangguan dan solusi dari prediksi gangguan yang bisa saja terjadi membuat modul trainer ini dapat dijadikan bahan referensi ataupun acuan yang sangat efektif dan efisien untuk mendukung pembelajaran.

Perkembangan teknologi di sektor industri sangat pesat. Salah satu teknologi yang masif digunakan tersebut yaitu sistem otomasi. Sistem otomasi sendiri berperan penting dalam sebuah awal proses produksi hingga akhir proses produksi. Salah satunya yaitu penyimpanan barang pada proses akhir produksi. Proses penyimpanan barang ini bisa disebut sistem Automated Storage. Sistem ini sering digunakan pada dunia industri, namun belum semua industri menerapkan otomatisasi pada sistem ini. Sehingga pemilihan sistem Automated Storage ini menjadi pertimbangan karena salah satu bagian penting pada bidang industri. Sistem Automated Storage ini dapat diintegrasikan dengan PLC, memungkinkan pemrograman dan pengujian langsung pada skenario penyimpanan otomatis. Ini memberikan pengalaman praktis yang sangat berguna untuk memahami cara menghubungkan dan mengendalikan peralatan otomatisasi. Untuk mendukung visualisasi ini digunakan Factory IO. Nantinya pada Factory IO akan menampilkan gambaran bagaimana sistem ini beroperasi. Dengan penggunaan Factory IO dapat memudahkan pembuatan sistem industri yang inovatif dan bisa mengurangi biaya dalam desain sistem kontrol. Sehingga PLC dan Factory IO merupakan bagian penting dalam penelitian ini.

## 2.2 Landasan Teori

### 2.2.1 Programable Logic Control (PLC)

Programmable Logic Controller (PLC) adalah perangkat komputer industri yang dirancang untuk mengontrol proses produksi dan mesin. PLC digunakan untuk menggantikan sistem kontrol berbasis relay yang lebih kompleks dan kurang fleksibel. PLC memiliki kemampuan untuk menjalankan program logika yang dirancang oleh pengguna, yang biasanya ditulis dalam bahasa pemrograman khusus seperti ladder diagram, structured text, atau function block diagram.

PLC terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu:

1. CPU (Central Processing Unit) : Merupakan otak dari PLC yang menjalankan program dan mengontrol operasi sistem.
2. Memory : Digunakan untuk menyimpan program dan data yang dibutuhkan untuk operasi kontrol.
3. Input/Output (I/O) Modules : Menghubungkan PLC dengan perangkat eksternal seperti sensor, aktuator, mesin, dan peralatan lain yang dikontrol atau dipantau oleh PLC.
4. Power Supply : Menyediakan daya untuk PLC dan modul-modul terkait.
5. Programming Device : Alat yang digunakan untuk menulis, menguji, dan memuat program ke dalam PLC. Ini bisa berupa komputer dengan perangkat lunak khusus atau perangkat handheld.



Gambar 2.1 PLC

PLC diandalkan dalam industri karena kemampuannya yang handal, fleksibel, dan mudah untuk diprogram ulang jika ada perubahan dalam proses produksi. PLC juga dirancang untuk bekerja dalam kondisi lingkungan yang keras, seperti suhu ekstrem, debu, dan kelembapan, yang sering ditemukan di pabrik dan fasilitas industri. Dengan kemampuannya untuk mengotomatiskan proses, memonitor kondisi operasional, dan melakukan diagnostik serta pemeliharaan prediktif, PLC menjadi komponen penting dalam sistem otomatisasi industri modern.

PLC Siemens S7-1500 adalah salah satu seri PLC canggih dari Siemens yang dirancang untuk aplikasi industri dengan performa tinggi, fleksibilitas, dan keamanan yang lebih baik dibandingkan pendahulunya seperti S7-300 dan S7-1200. PLC ini sering digunakan dalam sistem otomatisasi untuk mengontrol mesin dan proses industri. Salah satu keunggulan utama dari S7-1500 adalah kinerja pemrosesan yang sangat cepat berkat penggunaan prosesor multicore. Arsitektur modularnya memungkinkan ekspansi dengan berbagai modul input/output (I/O), komunikasi, dan fungsi khusus, sehingga dapat disesuaikan dengan kebutuhan industri. PLC ini juga terintegrasi dengan TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal), yang mempermudah pemrograman dan konfigurasi sistem. Beberapa model memiliki layar LCD warna yang dapat menampilkan informasi diagnostik, status sistem, dan parameter konfigurasi. Dari segi keamanan, S7-1500 dilengkapi dengan proteksi tingkat tinggi seperti enkripsi data dan autentikasi pengguna untuk mencegah akses tidak sah. PLC ini mendukung berbagai protokol komunikasi industri, termasuk Profinet, Profibus, Modbus TCP, dan OPC UA, yang memungkinkan integrasi dengan berbagai sistem dan perangkat industri lainnya. Selain itu, S7-1500 juga memiliki fitur motion control yang memungkinkan pengendalian sistem servo dan aktuator dengan akurasi tinggi, sehingga cocok untuk aplikasi robotik dan otomasi canggih.

Komponen utama dari PLC ini meliputi CPU Module sebagai otak utama yang mengeksekusi program, I/O Modules untuk menangani sensor dan aktuator, Power Supply Module untuk menyediakan daya bagi sistem, Communication Module untuk koneksi jaringan industri, serta Signal Board yang digunakan untuk ekspansi

I/O dalam jumlah kecil. Keunggulan utama dari Siemens S7-1500 meliputi kecepatan pemrosesan yang tinggi, kemudahan pemrograman melalui TIA Portal, fitur diagnostik yang canggih untuk mempermudah troubleshooting, serta dukungan komunikasi yang luas untuk berbagai aplikasi industri. PLC ini banyak digunakan dalam berbagai sektor seperti otomasi pabrik, industri makanan dan minuman, sistem robotik, industri minyak dan gas, industri farmasi, serta otomasi gedung.

PLC Sim atau Siemens PLCSIM adalah sebuah perangkat lunak simulator yang digunakan untuk menguji dan menjalankan program PLC tanpa memerlukan perangkat keras fisik. Software ini merupakan bagian dari ekosistem TIA Portal yang memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan program yang dibuat untuk PLC Siemens, seperti seri S7-1200 dan S7-1500, sebelum diimplementasikan pada perangkat sebenarnya. PLCSIM memungkinkan pengguna untuk menguji logika kontrol, melakukan debugging, dan menganalisis respons sistem dalam lingkungan virtual. Dengan fitur ini, kesalahan pemrograman dapat ditemukan lebih awal, sehingga mengurangi risiko gangguan pada sistem produksi nyata. Selain itu, PLCSIM juga dapat dikombinasikan dengan perangkat lunak simulasi lain seperti Factory I/O, yang memberikan tampilan visual dari proses industri yang dikendalikan oleh PLC virtual. Salah satu keunggulan utama dari PLCSIM adalah kemampuannya untuk bekerja dengan berbagai instruksi PLC, termasuk fungsi logika, timer, counter, serta komunikasi antar modul. Software ini juga mendukung simulasi komunikasi industri seperti Profinet, memungkinkan pengguna menguji koneksi antar perangkat sebelum penerapan di lapangan. Dengan PLCSIM, pengguna dapat menghemat waktu dan biaya karena tidak perlu membeli perangkat keras tambahan hanya untuk melakukan uji coba. Hal ini sangat bermanfaat bagi mahasiswa, peneliti, maupun insinyur yang ingin mengembangkan dan mengoptimalkan program PLC sebelum diterapkan dalam sistem nyata.

### **2.2.2 TIA Portal**

TIA Portal atau bisa di sebut (Totally Integrated Automation) adalah sebuah software yang digunakan untuk menjalankan programming PLC. TIA Portal sendiri adalah Software otomatisasi pertama dengan engineering enviroment dan juga software project terpadu. TIA Portal memudahkan penggunanya untuk melakukan commissioning dan pengembangan terhadap sistem secara cepat dan intuitif.

### **2.2.3 Fitur Utama TIA Portal**

1. Antarmuka Pengguna Terpadu: TIA Portal menggabungkan semua alat yang diperlukan untuk pemrograman dan konfigurasi dalam satu lingkungan kerja. Ini mengurangi kebutuhan untuk berpindah-pindah antar aplikasi dan mempermudah manajemen proyek.
2. Pemrograman PLC: TIA Portal mendukung pemrograman berbagai jenis PLC (Programmable Logic Controllers) Siemens, termasuk S7-1200, S7-1500, S7-300, dan S7-400. Pemrograman dapat dilakukan dalam berbagai bahasa pemrograman seperti Ladder Logic (LAD), Function Block Diagram (FBD), Structured Control Language (SCL), dan Statement List (STL).
3. Konfigurasi HMI: Alat ini juga mendukung desain dan konfigurasi antarmuka HMI (Human Machine Interface). Pengguna dapat membuat layar, menambahkan kontrol, dan mengatur komunikasi antara HMI dan PLC.
4. Integrasi Drive dan Motion Control: TIA Portal memungkinkan integrasi dan konfigurasi drive Siemens, serta sistem kontrol gerak (motion control). Ini mempermudah sinkronisasi antara kontrol logika dan gerakan mesin.
5. Simulasi dan Debugging: TIA Portal menyediakan alat untuk simulasi dan debugging program PLC . Fitur ini memungkinkan pengujian dan penyempurnaan sistem sebelum implementasi di lapangan, mengurangi risiko kesalahan dan downtime.
6. Manajemen Proyek dan Versi: Platform ini menyediakan alat untuk manajemen proyek, termasuk versi kontrol dan dokumentasi. Pengguna dapat melacak perubahan, mengelola versi program, dan memastikan semua anggota tim bekerja dengan versi yang terbaru.

Tujuan utama dari aplikasi TIA Portal adalah menyediakan platform terpadu yang mengintegrasikan semua komponen otomatisasi seperti PLC, drive, dan sistem kontrol gerak dalam satu antarmuka pengguna, yang mengurangi kebutuhan untuk menggunakan berbagai perangkat lunak yang berbeda. Aplikasi ini bertujuan untuk mengoptimalkan alur kerja dengan menyediakan alat yang efisien untuk pemrograman, konfigurasi, dan pemeliharaan sistem otomatisasi, yang membantu mengurangi waktu pengembangan dan meningkatkan produktivitas.

Dengan menggabungkan berbagai fungsi dan alat dalam satu platform, TIA Portal menyederhanakan proses otomatisasi, sehingga mempermudah pengguna dalam mengelola proyek yang kompleks. Fleksibilitas dan skalabilitas yang ditawarkan memungkinkan mendukung berbagai perangkat dan bahasa pemrograman serta kemampuan untuk skala dari proyek kecil hingga sistem industri yang besar dan kompleks. TIA Portal juga bertujuan untuk memastikan kualitas dan keandalan sistem otomatisasi dengan menyediakan alat simulasi dan debugging yang kuat. Ini memungkinkan pengujian dan penyempurnaan program sebelum implementasi di lapangan. Selain itu, aplikasi ini menyediakan alat untuk manajemen proyek yang efektif, termasuk versi kontrol, dokumentasi, dan kolaborasi tim, sehingga memastikan semua anggota tim bekerja dengan informasi terbaru dan paling akurat.



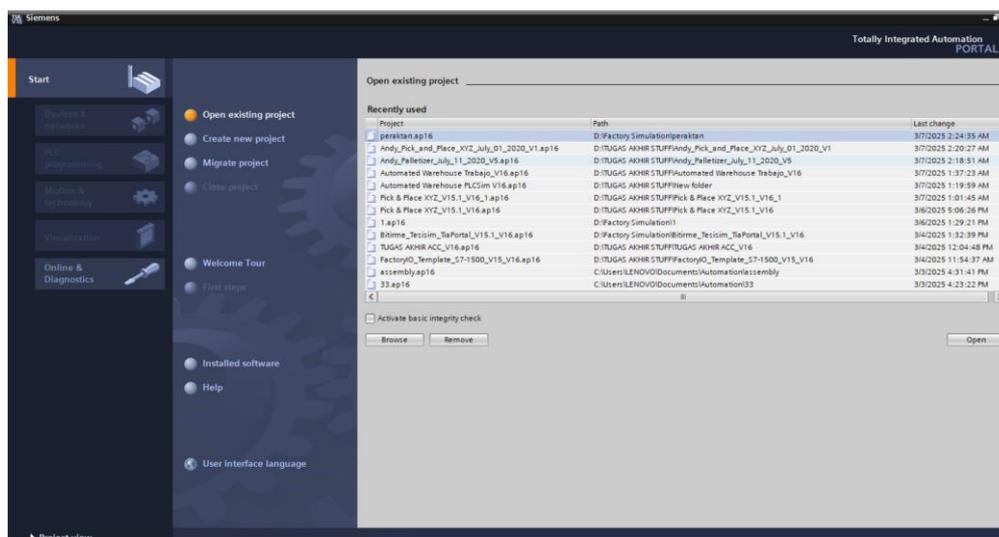
Gambar 2.2 TIA portal

Dengan mengurangi biaya pengembangan dan pemeliharaan melalui platform yang terpadu dan efisien, pengguna dapat menghemat waktu dan sumber daya. TIA Portal mempermudah pemeliharaan dan pembaruan sistem otomatisasi dengan menyediakan alat yang mudah digunakan untuk diagnosa dan troubleshooting, di mana informasi yang tersentralisasi membantu dalam identifikasi dan penyelesaian masalah dengan cepat. Selain itu, aplikasi ini menjamin kompatibilitas dan interoperabilitas dengan berbagai perangkat Siemens dan sistem otomatisasi lainnya, memungkinkan integrasi yang mulus dan pengoperasian yang efisien. Secara keseluruhan, tujuan utama TIA Portal adalah untuk menyederhanakan dan mengoptimalkan proses otomatisasi industri dengan menyediakan platform yang terpadu, efisien, dan fleksibel. Dengan mencapai tujuan-tujuan ini, TIA Portal membantu perusahaan meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya, dan memastikan kualitas serta keandalan sistem otomatisasi mereka.

#### **2.2.4 Kelebihan Dari TIA Portal**

TIA Portal memiliki sejumlah kelebihan yang menjadikannya sangat berharga dalam industri otomatisasi. Salah satu keunggulan utamanya adalah kemampuan integrasi total, di mana platform ini menggabungkan semua komponen otomatisasi seperti PLC, HMI, drive, dan sistem kontrol gerak dalam satu

antarmuka pengguna yang terpadu. Hal ini menghilangkan kebutuhan untuk menggunakan berbagai perangkat lunak yang berbeda, sehingga menyederhanakan proses kerja dan mengurangi potensi kesalahan. Selain itu, TIA Portal menawarkan peningkatan efisiensi yang signifikan. Dengan menyediakan alat yang efisien untuk pemrograman, konfigurasi, dan pemeliharaan, TIA Portal membantu mengurangi waktu yang dibutuhkan untuk mengembangkan dan mengimplementasikan sistem otomatisasi. Ini tidak hanya mempercepat waktu ke pasar tetapi juga meningkatkan produktivitas secara keseluruhan. Fleksibilitas dan skalabilitas adalah keunggulan lain dari TIA Portal. Platform ini mendukung berbagai perangkat dan bahasa pemrograman, serta mampu menangani proyek dari skala kecil hingga sistem industri yang sangat besar dan kompleks. Fleksibilitas ini memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan dan mengembangkan sistem otomatisasi mereka sesuai dengan kebutuhan spesifik mereka tanpa harus mengubah platform dasar.



Gambar 2.3 Tampilan awal TIA Portal

Kualitas dan keandalan sistem otomatisasi juga ditingkatkan dengan penggunaan TIA Portal. Platform ini menyediakan alat simulasi dan debugging yang kuat, yang memungkinkan pengujian dan penyempurnaan program sebelum diterapkan di lapangan. Ini mengurangi risiko kesalahan dan downtime, serta memastikan bahwa sistem bekerja dengan optimal sejak awal implementasi. Manajemen proyek menjadi lebih mudah dengan TIA Portal. Platform ini

menyediakan alat untuk manajemen proyek yang efektif, termasuk versi kontrol, dokumentasi, dan kolaborasi tim. Dengan demikian, semua anggota tim dapat bekerja dengan informasi yang paling terbaru dan akurat, yang meningkatkan koordinasi dan efisiensi kerja tim. Penggunaan TIA Portal juga dapat mengurangi biaya secara signifikan. Dengan menyediakan platform yang terpadu dan efisien, pengguna dapat menghemat waktu dan sumber daya yang biasanya dihabiskan untuk mengelola berbagai perangkat lunak dan sistem. Pengurangan biaya ini tidak hanya berasal dari efisiensi waktu tetapi juga dari pengurangan kebutuhan untuk pelatihan dan dukungan teknis yang beragam. Kemudahan pemeliharaan adalah keunggulan lain dari TIA Portal. Alat-alat yang disediakan mempermudah diagnosa dan troubleshooting, dengan informasi yang tersentralisasi membantu dalam identifikasi dan penyelesaian masalah dengan cepat. Ini berarti bahwa downtime dapat diminimalkan dan pemeliharaan dapat dilakukan dengan lebih efisien. Kompatibilitas dan interoperabilitas dengan berbagai perangkat Siemens dan sistem otomatisasi lainnya juga merupakan keunggulan utama. TIA Portal memastikan bahwa semua komponen dapat beroperasi dengan mulus dan efisien bersama-sama, tanpa masalah kompatibilitas yang sering terjadi dengan perangkat dan sistem yang berbeda. Secara keseluruhan, kelebihan-kelebihan ini menjadikan TIA Portal sebagai alat yang sangat kuat dan berharga dalam industri otomatisasi. Dengan menyederhanakan dan mengoptimalkan proses, meningkatkan efisiensi, dan memastikan kualitas serta keandalan, TIA Portal membantu perusahaan untuk mencapai kinerja yang lebih baik dan lebih efisien dalam sistem otomatisasi mereka.

Meskipun TIA Portal memiliki banyak kelebihan, ada beberapa kekurangan yang perlu dipertimbangkan dalam konteks industri saat ini. Pertama, biaya lisensi dan implementasi TIA Portal bisa menjadi cukup tinggi. Siemens menawarkan perangkat lunak ini dengan harga yang premium, yang mungkin tidak terjangkau bagi semua perusahaan, terutama bagi bisnis kecil dan menengah. Selain itu, biaya pelatihan dan dukungan teknis untuk menggunakan platform ini juga bisa signifikan, menambah beban finansial.

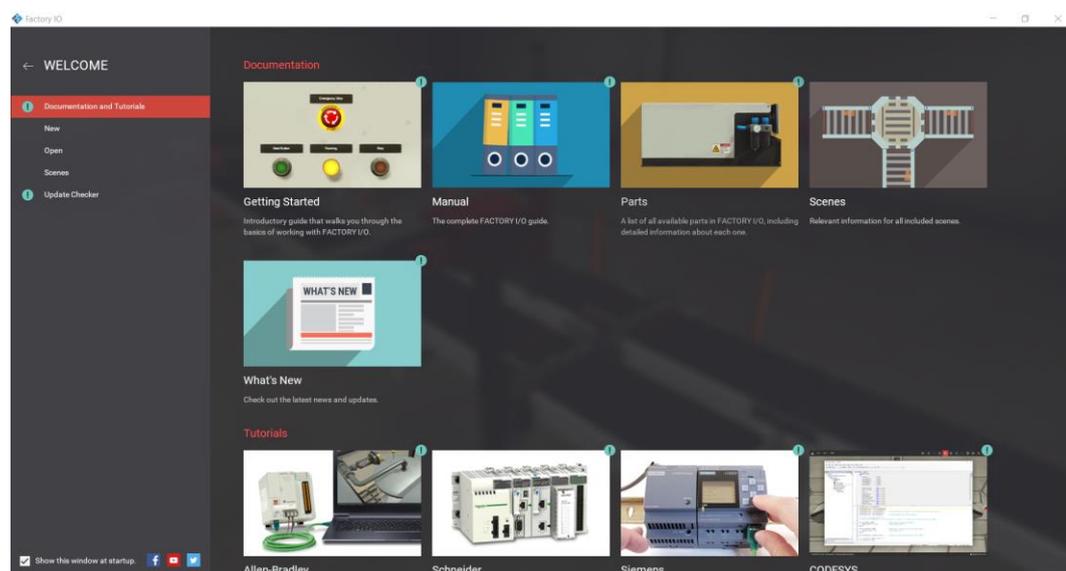
Kedua, meskipun TIA Portal menawarkan integrasi yang kuat dengan perangkat Siemens, interoperabilitas dengan perangkat dari produsen lain bisa menjadi tantangan. Industri otomatisasi sering kali melibatkan penggunaan perangkat dari berbagai vendor, dan meskipun TIA Portal dapat berfungsi dengan baik dengan produk Siemens, kompatibilitas dengan perangkat non-Siemens mungkin memerlukan tambahan konfigurasi dan integrasi, yang bisa menjadi kompleks dan memakan waktu. Ketiga, kompleksitas dan kurva belajar yang curam adalah masalah lain. TIA Portal adalah alat yang sangat komprehensif dengan banyak fitur canggih, namun ini juga berarti bahwa pengguna baru mungkin memerlukan waktu yang cukup lama untuk mempelajari dan menguasai platform ini. Perusahaan mungkin perlu menginvestasikan waktu dan sumber daya dalam pelatihan untuk memastikan bahwa staf mereka dapat menggunakan TIA Portal secara efektif. Keempat, masalah performa dapat muncul pada proyek yang sangat besar dan kompleks. Beberapa pengguna melaporkan bahwa TIA Portal bisa menjadi lambat atau tidak responsif saat menangani proyek dengan banyak komponen atau data. Ini dapat mempengaruhi efisiensi dan produktivitas, terutama pada tahap pengembangan dan pengujian. Kelima, dukungan teknis dan pembaruan perangkat lunak bisa menjadi kurang responsif atau lambat. Meskipun Siemens dikenal memiliki dukungan pelanggan yang baik, beberapa pengguna melaporkan bahwa respon untuk masalah teknis atau permintaan pembaruan fitur bisa memakan waktu yang lama, yang dapat menghambat kemajuan proyek. Terakhir, ketergantungan yang tinggi pada ekosistem Siemens dapat menjadi penghalang. Jika sebuah perusahaan telah berinvestasi secara besar-besaran dalam infrastruktur Siemens, mereka mungkin merasa terikat untuk terus menggunakan produk dan layanan Siemens, yang bisa membatasi fleksibilitas dan pilihan mereka di masa depan.

Secara keseluruhan, meskipun TIA Portal menawarkan banyak manfaat dan kemampuan canggih untuk otomatisasi industri, ada beberapa kelemahan yang perlu dipertimbangkan. Biaya tinggi, tantangan interoperabilitas, kurva belajar yang curam, masalah performa, dukungan teknis yang lambat, dan ketergantungan

pada ekosistem Siemens adalah beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keputusan perusahaan untuk mengadopsi platform ini.

### 2.2.5 Factory IO

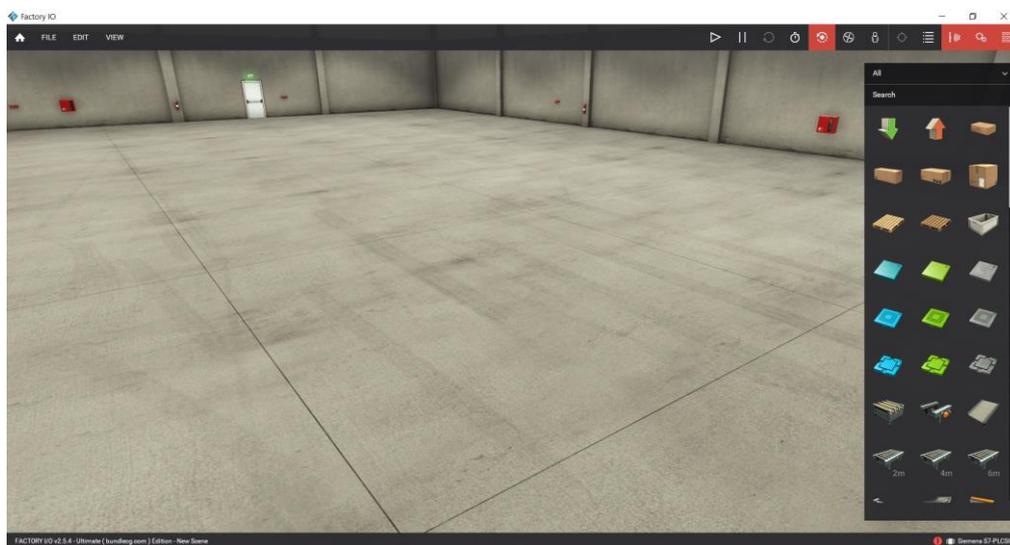
Factory I/O adalah sebuah perangkat lunak simulasi interaktif yang dirancang untuk memodelkan dan memvisualisasikan sistem otomasi industri. Perangkat lunak ini memungkinkan pengguna untuk membuat, menguji, dan memodifikasi berbagai skenario produksi dalam lingkungan virtual yang realistis. Factory I/O sangat berguna untuk pelatihan, pengujian, dan penelitian di bidang otomasi industri, karena menyediakan lingkungan yang aman dan hemat biaya untuk mengembangkan dan menguji sistem tanpa risiko merusak peralatan nyata. Dengan Factory I/O, pengguna dapat membuat pabrik virtual lengkap dengan mesin, konveyor, robot, sensor, dan aktuator, yang semuanya dapat dikendalikan dan diintegrasikan dengan sistem kontrol yang berbeda. Perangkat lunak ini mendukung berbagai jenis pengontrol logika terprogram (PLC), serta sistem SCADA dan HMI, yang memungkinkan simulasi proses industri secara menyeluruh dan realistis.



Gambar 2.4 Tampilan awal Factory IO

Salah satu fitur utama dari Factory I/O adalah kemampuannya untuk menghubungkan dengan perangkat keras nyata melalui berbagai protokol

komunikasi, seperti Modbus, OPC, dan MQTT. Ini memungkinkan pengguna untuk menguji program PLC mereka dalam skenario simulasi sebelum diterapkan pada pabrik nyata. Selain itu, Factory I/O juga menyediakan berbagai alat dan sumber daya untuk pendidikan, termasuk tutorial, proyek, dan skenario latihan, yang membantu siswa dan profesional untuk memahami konsep dan teknik otomasi industri. Secara keseluruhan, Factory I/O adalah alat yang sangat berguna untuk mensimulasikan dan menguji sistem otomasi industri dalam lingkungan virtual yang interaktif, fleksibel, dan realistis.



Gambar 2.5 Tampilan *New Project* Factory IO

### 2.2.6 Kelebihan Factory IO

Factory I/O menawarkan berbagai kelebihan dalam bidang industri, terutama dalam konteks pelatihan, pengujian, dan pengembangan sistem otomasi. Berikut adalah beberapa kelebihan utama dari Factory I/O di industri saat ini:

#### 1. Simulasi Realistis:

Factory I/O menyediakan lingkungan virtual yang sangat realistis, memungkinkan pengguna untuk mensimulasikan proses produksi dengan akurasi tinggi. Ini membantu dalam memahami dan memvisualisasikan bagaimana sistem otomasi bekerja dalam skenario nyata.

## 2. Pelatihan yang Efektif:

Perangkat lunak ini sangat berguna untuk pelatihan teknisi dan insinyur. Dengan Factory I/O, pelatihan dapat dilakukan tanpa risiko merusak peralatan nyata. Pengguna dapat belajar bagaimana mengoperasikan dan memprogram PLC, serta mengatasi masalah yang mungkin timbul dalam lingkungan yang aman dan terkendali.

## 3. Pengujian dan Debugging:

Factory I/O memungkinkan pengguna untuk menguji dan melakukan debugging program PLC dan sistem kontrol lainnya sebelum diterapkan ke pabrik nyata. Ini mengurangi risiko kesalahan dan downtime yang mahal dalam proses produksi.

## 4. Integrasi dengan Perangkat Keras Nyata:

Salah satu keunggulan utama Factory I/O adalah kemampuannya untuk terhubung dengan perangkat keras nyata melalui berbagai protokol komunikasi, seperti Modbus, OPC, dan MQTT. Ini memungkinkan pengguna untuk melakukan uji coba langsung dengan perangkat keras yang digunakan di lapangan.

## 5. Fleksibilitas dan Adaptabilitas:

Pengguna dapat dengan mudah membuat, memodifikasi, dan menguji berbagai skenario produksi. Fleksibilitas ini memungkinkan simulasi berbagai jenis industri dan proses produksi, dari yang sederhana hingga yang sangat kompleks.

## 6. Peningkatan Efisiensi dan Produktivitas:

Dengan menggunakan Factory I/O untuk mensimulasikan dan mengoptimalkan proses produksi sebelum diterapkan di lapangan, perusahaan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas. Pengguna dapat mengidentifikasi dan memperbaiki bottleneck atau masalah lain dalam proses produksi sebelum terjadi di pabrik nyata.

## 7. Biaya Pelatihan yang Rendah:

Penggunaan Factory I/O untuk pelatihan mengurangi kebutuhan akan peralatan fisik yang mahal dan ruang pelatihan yang besar. Ini juga mengurangi risiko kerusakan pada peralatan nyata selama proses pelatihan.

#### 8. Alat Pendidikan yang Komprehensif:

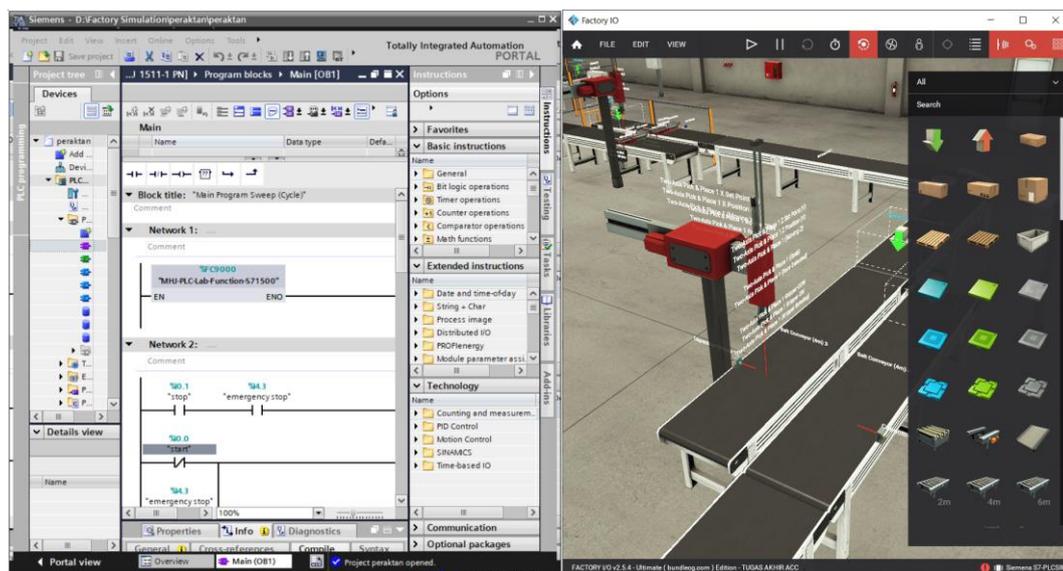
Factory I/O menyediakan berbagai alat dan sumber daya pendidikan, termasuk tutorial, proyek, dan skenario latihan. Ini sangat membantu institusi pendidikan dan perusahaan dalam mengajar dan melatih konsep-konsep otomasi industri kepada siswa dan karyawan.

### **2.2.7 Kekurangan dari Factory IO**

Factory I/O, meskipun memiliki banyak keunggulan, juga memiliki beberapa kekurangan yang perlu diperhatikan dalam konteks penggunaannya di industri. Salah satu kekurangan utamanya adalah keterbatasan dalam mereplikasi semua aspek fisik dari sistem nyata. Meskipun simulasi di Factory I/O sangat realistis, faktor seperti keausan mesin, ketidakpastian lingkungan, dan variabilitas material mungkin tidak sepenuhnya tercermin dalam simulasi tersebut. Selain itu, penggunaan perangkat lunak untuk simulasi dapat menyebabkan ketergantungan yang berlebihan pada teknologi tersebut. Hal ini dapat mengurangi keterampilan praktis dalam menangani masalah di lapangan karena terlalu mengandalkan simulasi virtual. Selain itu, biaya lisensi Factory I/O juga dapat menjadi faktor pembatas bagi perusahaan kecil atau institusi pendidikan dengan anggaran terbatas. Meskipun Factory I/O menawarkan simulasi yang mendekati kenyataan, pengalaman praktis di lapangan tetap sangat penting. Pengguna perlu menyadari bahwa beberapa perangkat keras mungkin tidak sepenuhnya kompatibel atau memerlukan penyesuaian untuk diintegrasikan dengan Factory I/O. Selain itu, untuk menjalankan simulasi yang kompleks dan realistis, komputer dengan spesifikasi tinggi sering diperlukan, yang bisa menjadi kendala bagi beberapa perusahaan. Secara keseluruhan, sementara Factory I/O memberikan manfaat signifikan, penggunaannya harus dipertimbangkan dengan hati-hati untuk

memastikan bahwa manfaatnya melebihi keterbatasan dan tantangan yang mungkin timbul.

## 2.2.8 Ladder Logic Pada Aplikasi TIA Portal



Gambar 2.6 Ladder Program TIA Portal

Ladder Program di TIA Portal digunakan untuk mengontrol PLC yang bertugas menjalankan proses otomatisasi, seperti simulasi industri di Factory I/O. Program ini berbasis pada diagram relay yang bekerja dengan logika ON/OFF menggunakan kontak (Normally Open atau Normally Closed), coil, serta elemen tambahan seperti timer, counter, dan komparator untuk mengendalikan perangkat yang terhubung dengan sistem.

Proses kerja Ladder Program dimulai dengan persiapan koneksi antara TIA Portal, PLC, dan Factory I/O. PLC yang digunakan harus dikonfigurasi dengan benar agar dapat berkomunikasi dengan Factory I/O melalui protokol komunikasi seperti Modbus TCP atau OPC UA. Setelah koneksi terjalin, langkah berikutnya adalah membuat program Ladder di TIA Portal dengan menentukan input dan output yang akan dikendalikan. Input bisa berupa sensor, tombol start/stop, atau sakelar, sedangkan output bisa berupa motor conveyor, lampu indikator, atau aktuatur lainnya.

Ketika program Ladder telah dibuat, pengguna dapat mengunduhnya ke dalam PLC agar logika yang dirancang dapat dijalankan. Misalnya, jika kita ingin membuat conveyor bergerak saat tombol start ditekan dan berhenti ketika sensor mendeteksi objek, kita bisa menuliskan logika sederhana dengan kontak NO untuk tombol start dan kontak NC untuk sensor penghenti. Saat tombol ditekan, PLC akan mengaktifkan output untuk menjalankan conveyor, dan ketika sensor mendeteksi objek, rangkaian akan terputus sehingga conveyor berhenti.

Setelah program diunduh ke PLC, tahap selanjutnya adalah melakukan uji coba dengan menjalankan simulasi di Factory I/O. Jika sistem tidak bekerja sesuai yang diharapkan, program dapat diperbaiki atau dimodifikasi di TIA Portal untuk memastikan logika yang digunakan sudah benar. Pengujian ini penting agar sistem dapat bekerja secara optimal sebelum diimplementasikan ke perangkat fisik. Dengan pemahaman dan penerapan yang baik, Ladder Program di TIA Portal memungkinkan pengguna untuk merancang sistem kontrol industri yang efisien dan sesuai dengan kebutuhan produksi.

### **2.3 Hipotesis**

Implementasi sistem kontrol produksi menggunakan TIA Portal dan Factory IO dapat meningkatkan efisiensi proses produksi dengan mengurangi waktu henti dan kesalahan operasional. Simulasi produksi berbasis Factory IO memungkinkan identifikasi dan penyelesaian potensi masalah dalam sistem kontrol sebelum implementasi nyata, sehingga dapat mengurangi risiko kesalahan serta menekan biaya produksi. Selain itu, integrasi ladder diagram PLC dengan Factory IO mendukung otomatisasi yang lebih optimal dan meningkatkan koordinasi antar proses dalam lini produksi.

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Alat dan Bahan Penelitian**

Diawali dengan studi literatur yang mendalam tentang TIA Portal, dan Factory IO. Kajian literatur ini bertujuan untuk memahami teori dasar tentang kontrol proses produksi dalam industri. Selanjutnya, dilakukan desain menggunakan TIA Portal dan Factory IO. Dalam tahap ini, dibuat diagram alur proses produksi yang akan dikontrol dan merancang antarmuka pengguna yang intuitif serta mudah digunakan.

Tahap berikutnya adalah implementasi, di mana perangkat lunak dikembangkan menggunakan TIA Portal, dan proses produksi disimulasikan menggunakan Factory IO. Integrasi antara TIA Portal dan Factory IO dilakukan untuk memastikan sistem bekerja sesuai dengan desain yang telah dibuat. Setelah implementasi, dilakukan pengujian fungsional untuk memastikan semua fitur berfungsi dengan baik dan pengujian performa untuk mengukur efisiensi serta efektivitas sistem dalam mengontrol proses produksi. Data kinerja sebelum dan sesudah implementasi dikumpulkan selama pengujian.

Analisis data dilakukan dengan membandingkan data yang dikumpulkan selama pengujian untuk mengukur peningkatan efisiensi dan efektivitas. Perbandingan dilakukan terhadap jumlah kesalahan dan waktu respon sebelum dan sesudah implementasi. Hasil pengujian dan analisis data dievaluasi untuk menentukan apakah hipotesis penelitian terbukti. Rekomendasi untuk peningkatan lebih lanjut disusun berdasarkan hasil evaluasi. Seluruh proses penelitian didokumentasikan secara rinci, mulai dari studi literatur hingga evaluasi hasil, dan laporan akhir disusun yang mencakup metodologi, hasil, serta kesimpulan penelitian.

Agar penelitian yang dilakukan tercapai sesuai dengan tujuan maka dibutuhkan beberapa alat pendukung untuk penelitian, yaitu:

## 1. Laptop

Laptop adalah sebuah komputer portable yang bisa dibawa kemana saja. Pada penelitian ini laptop yang digunakan berfungsi sebagai media utama dalam pembuatan laporan dan pengambilan data. Tipe laptop yang digunakan pada penelitian ini adalah Lenovo Legion Y520, Laptop dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Windows 10
- Lenovo Legion Y520
- Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz 2.80 GHz
- 16 GB



Gambar 3.1 Laptop Lenovo Legion Y520

## 2. TIA portal

TIA Portal atau bisa di sebut (Totally Integrated Automation) adalah sebuah software yang digunakan untuk menjalankan programming PLC. TIA Portal sendiri adalah Software otomatisasi pertama dengan engineering enviroment dan juga software project terpadu. TIA Portal memudahkan penggunaanya untuk melakukan commissioning dan pengembangan terhadap sistem secara cepat dan intuitif. TIA Portal dirancang sebagai platform terpadu

yang memungkinkan pengguna untuk mengembangkan dan mengelola sistem kontrol industri dalam satu lingkungan kerja. Dengan menggunakan TIA Portal, pengguna dapat melakukan pemrograman PLC seperti Siemens S7-1200 dan S7-1500, merancang antarmuka HMI, serta mengintegrasikan sistem motion control dan drive secara lebih efisien. Salah satu keunggulan utama TIA Portal adalah antarmukanya yang intuitif, sehingga mempermudah pemrograman dan pengelolaan proyek otomatisasi. Software ini juga dilengkapi dengan fitur simulasi dan debugging, yang memungkinkan pengguna untuk menguji program PLC sebelum diterapkan di dunia nyata, sehingga mengurangi risiko kesalahan dalam sistem produksi.

Selain itu, TIA Portal mendukung berbagai bahasa pemrograman industri, seperti Ladder Diagram (LAD), Function Block Diagram (FBD), Structured Control Language (SCL), dan Statement List (STL), sehingga lebih fleksibel dalam menyesuaikan kebutuhan industri. Dengan fitur integrasi yang kuat dan dukungan komunikasi dengan berbagai protokol industri seperti Profinet dan Modbus, TIA Portal menjadi salah satu perangkat lunak utama dalam dunia otomasi industri untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan sistem produksi.

### 3. Factory IO

Factory IO adalah perangkat lunak simulasi interaktif yang dirancang untuk memodelkan dan memvisualisasikan sistem otomasi industri dalam lingkungan virtual tiga dimensi (3D). Software ini memungkinkan pengguna untuk membuat, menguji, dan mengoptimalkan berbagai skenario produksi tanpa harus menggunakan perangkat keras fisik. Factory IO sering digunakan dalam pembelajaran, penelitian, dan pengembangan sistem kontrol industri karena menyediakan cara yang efisien dan aman untuk menguji program PLC sebelum diterapkan di dunia nyata. Dengan menggunakan Factory IO, pengguna dapat membangun pabrik virtual yang terdiri dari berbagai komponen industri seperti konveyor, sensor, robot, aktuator, dan mesin otomatis. Software ini mendukung

integrasi dengan berbagai jenis Programmable Logic Controller (PLC), seperti Siemens, Allen-Bradley, Omron, serta dapat dihubungkan dengan perangkat lunak lain seperti TIA Portal dan PLCSIM untuk simulasi lebih lanjut.

Factory IO memiliki keunggulan dalam kemudahan penggunaan berkat fitur drag-and-drop, yang memungkinkan pengguna merancang sistem otomasi dengan cepat tanpa harus melakukan pemrograman kompleks. Selain itu, software ini juga mendukung berbagai protokol komunikasi industri seperti Modbus, OPC, dan MQTT, yang memungkinkan pengujian integrasi dengan perangkat kontrol eksternal. Secara keseluruhan, Factory IO merupakan alat yang sangat bermanfaat bagi mahasiswa, peneliti, dan praktisi industri dalam memahami dan mengembangkan sistem otomatisasi dengan lebih efisien dan biaya yang lebih rendah sebelum diterapkan di lapangan.

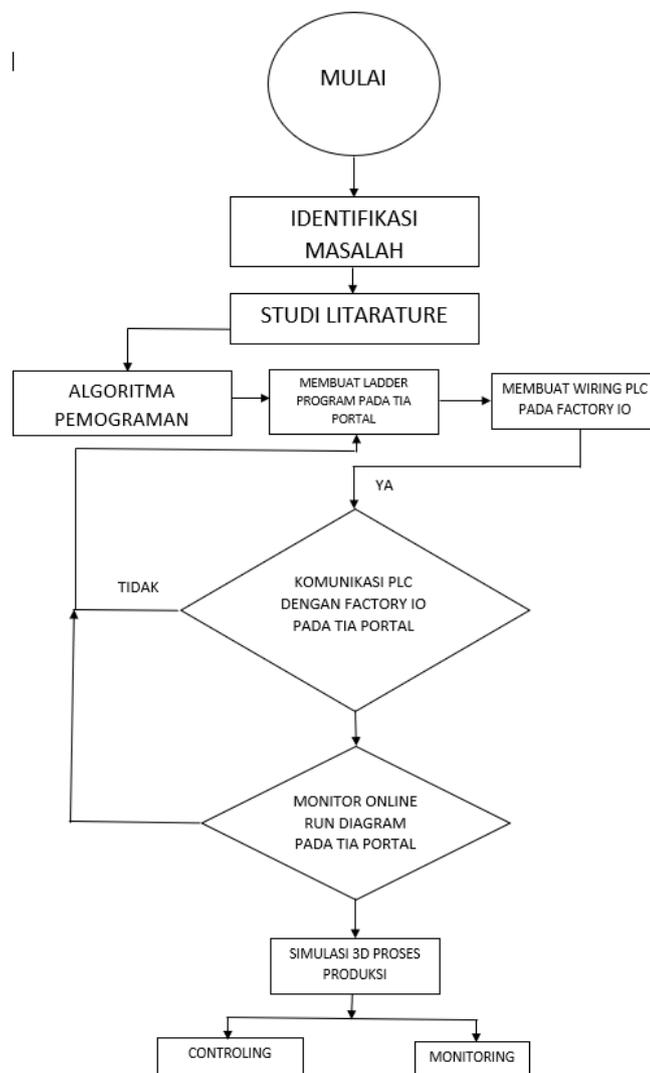
#### 4. PLCSIM

PLCSIM adalah perangkat lunak simulasi dari Siemens yang memungkinkan pengguna menguji dan menganalisis program Programmable Logic Controller (PLC) secara virtual tanpa perangkat keras fisik. Sebagai bagian dari TIA Portal, PLCSIM digunakan untuk mensimulasikan logika kontrol pada Siemens S7-1200 dan S7-1500, sehingga dapat mendeteksi kesalahan dan mengoptimalkan sistem sebelum diterapkan di dunia nyata.

Software ini mendukung debugging secara real-time, memungkinkan pengujian program secara langkah demi langkah untuk mengurangi risiko kesalahan produksi. PLCSIM juga dapat diintegrasikan dengan Factory IO, memungkinkan simulasi proses industri yang lebih mendekati kondisi sebenarnya. Dengan dukungan berbagai bahasa pemrograman seperti Ladder Diagram (LAD), Function Block Diagram (FBD), dan Structured Control Language (SCL), serta kompatibilitas dengan protokol komunikasi industri seperti Profinet dan Modbus TCP, PLCSIM menjadi alat penting bagi mahasiswa, insinyur, dan pengembang sistem otomasi dalam meningkatkan efisiensi serta mengurangi biaya uji coba sebelum implementasi sistem kontrol yang sesungguhnya.

### 3.2 Flowchart

Dalam penyusunan dan penulisan penelitian ini, penulis melakukan penyusunan Flowchart, terhadap pengontrolan simulasi produksi line dipabrik secara manual yang digunakan di industri. Disini penulis menjabarkan secara singkat pertama masalah yang di angkat ialah perancangan unit pengontrol proses produksi pada industri menggunakan tia portal dan factory io, yaitu bagaimana mengontrol proses produksi line pada industry . Adapun alur dari penelitian ini dapat kita lihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.2 Flowchart Penelitian

### 3.3 Metodologi

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mensimulasikan sistem pengontrol proses produksi pada lini industri menggunakan software TIA Portal dan Factory IO dan juga untuk meningkatkan efisiensi dalam sistem otomatisasi industri melalui simulasi yang mendekati kondisi nyata. Dengan demikian, diharapkan penelitian ini dapat menjadi referensi dalam pengembangan sistem otomasi industri yang lebih optimal dan efektif.

Berikut penjelasan deskripsi sistem dari gambar 3.2 :

a. Mulai

Tahapan ini merupakan awal dari keseluruhan proses perancangan dan simulasi sistem kontrol otomatisasi industri. Pada tahap ini, dilakukan perencanaan awal terkait penelitian atau proyek yang akan dikerjakan.

b. Identifikasi Masalah

Pada tahap ini, dilakukan analisis terhadap permasalahan yang ada dalam sistem produksi industri. Identifikasi masalah meliputi berbagai kendala yang sering terjadi, seperti, ketidakmampuan sistem untuk berjalan secara otomatis, kurangnya sistem pemantauan yang efisien, kesulitan dalam integrasi perangkat lunak dan perangkat keras dalam sistem produksi, setelah masalah utama ditemukan, langkah selanjutnya adalah menentukan solusi yang tepat dengan menggunakan sistem berbasis PLC yang dikombinasikan dengan perangkat lunak seperti TIA Portal dan Factory IO.

c. Studi Literatur

Tahap ini dilakukan untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam mengenai teori dan teknologi yang akan digunakan. Studi

literatur mencakup berbagai aspek, seperti, prinsip kerja PLC dan aplikasinya dalam industry, pemrograman ladder diagram pada TIA Portal untuk sistem control, integrasi antara PLC dan Factory IO dalam simulasi sistem produksi, studi kasus atau penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan proyek ini, informasi dari studi literatur digunakan sebagai dasar dalam pengembangan algoritma dan implementasi sistem.

d. Algoritma Pemograman

Setelah memahami konsep dasar dari studi literatur, langkah selanjutnya adalah merancang algoritma pemrograman yang akan digunakan dalam sistem kontrol. Algoritma ini berisi urutan logika kerja yang nantinya akan diimplementasikan dalam bentuk ladder diagram pada TIA Portal. Perancangan algoritma harus mempertimbangkan faktor-faktor yaitu, urutan proses produksi yang akan dikendalikan oleh PLC, sinyal input dan output yang diperlukan, penggunaan sensor, dan komponen lainnya dalam simulasi, logika pengendalian yang memastikan sistem berjalan sesuai skenario yang diinginkan.

e. Membuat Ladder Program Pada Tia Portal

Pada tahap ini, algoritma yang telah dibuat sebelumnya diterjemahkan menjadi ladder diagram di dalam TIA Portal. Ladder diagram merupakan bentuk pemrograman grafis yang digunakan dalam PLC untuk menggambarkan hubungan logis antar komponen sistem. Beberapa langkah dalam pembuatan ladder program di TIA Portal meliputi, mendefinisikan variabel input dan output, merancang logika kontrol menggunakan rangkaian ladder, menyusun kondisi start dan stop, menguji logika pemrograman secara offline sebelum dihubungkan ke Factory IO.

f. Membuat Wiring Plc Pada Factory Io

Factory IO adalah perangkat lunak simulasi 3D yang digunakan untuk membuat dan menguji sistem produksi berbasis PLC secara virtual. Pada tahap ini, dilakukan perancangan wiring (pengkabelan) antara PLC dan komponen produksi dalam Factory IO, seperti sensor, conveyor, robot lengan, dan aktuator lainnya. Proses wiring mencakup menentukan koneksi antara output PLC dengan aktuator (misalnya motor conveyor, lampu indikator), menghubungkan sensor sebagai input untuk PLC, memastikan bahwa semua elemen sistem sudah terhubung dengan benar sebelum dilakukan simulasi.

g. Komunikasi Plc Dengan Factory Io Pada Tia Portal

Setelah wiring selesai, langkah berikutnya adalah menghubungkan (komunikasi) PLC dengan Factory IO di dalam TIA Portal. Komunikasi ini bertujuan untuk mengintegrasikan kode ladder diagram yang telah dibuat dengan sistem produksi yang disimulasikan di Factory IO, ada dua kemungkinan hasil pada tahap ini jika komunikasi berhasil maka sistem dapat berjalan sesuai yang diharapkan, dan langkah selanjutnya adalah melakukan pemantauan secara online di TIA Portal. Jika komunikasi gagal maka perlu dilakukan revisi atau pengecekan kembali pada kode ladder diagram, wiring, atau pengaturan komunikasi di Factory IO. Jika terjadi kegagalan, proses akan kembali ke tahap algoritma pemrograman dan dilakukan perbaikan.

h. Monitor Online Run Diagram Pada Tia Portal

Setelah komunikasi antara PLC dan Factory IO berhasil, dilakukan pemantauan langsung terhadap jalannya program ladder secara online di TIA Portal. Monitoring ini bertujuan untuk memastikan bahwa semua

instruksi yang telah diprogram bekerja sesuai dengan yang direncanakan, beberapa hal yang diperiksa pada tahap ini meliputi status input dan output apakah bekerja sesuai dengan kondisi yang ditentukan, perubahan status komponen seperti conveyor, sensor, atau robot dalam simulasi, kemungkinan adanya error atau anomali dalam sistem yang perlu diperbaiki, jika ditemukan kesalahan, dilakukan debugging dan perbaikan sebelum melanjutkan ke tahap simulasi produksi.

i. Simulasi 3d Proses Produksi

Setelah sistem berjalan dengan benar, dilakukan simulasi proses produksi dalam tampilan 3D menggunakan Factory IO. Simulasi ini bertujuan untuk menguji dan mengevaluasi performa sistem sebelum diimplementasikan dalam dunia nyata. Beberapa aspek yang dievaluasi dalam simulasi, apakah semua komponen berfungsi sebagaimana mestinya?, apakah sistem dapat berjalan secara otomatis dan efisien? apakah ada perbaikan atau optimasi yang bisa dilakukan untuk meningkatkan kinerja sistem? hasil dari simulasi ini digunakan sebagai dasar untuk pengambilan keputusan terkait implementasi di dunia nyata.

j. Controlling & Monitoring

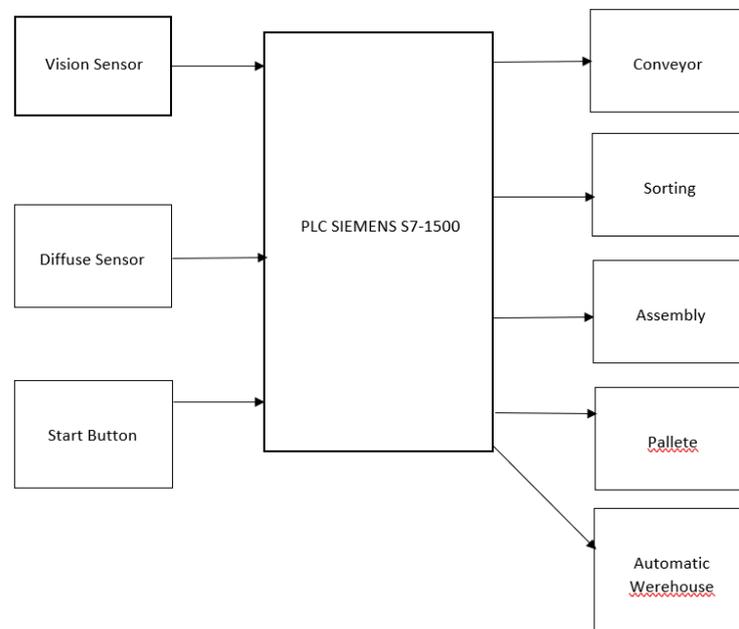
Setelah simulasi selesai dan sistem berjalan dengan baik, sistem dapat digunakan untuk dua tujuan utama, controlling mengendalikan sistem produksi secara otomatis menggunakan PLC. Pengendalian ini mencakup aktivasi dan deaktivasi perangkat dalam sistem produksi, seperti conveyor, robot, atau sensor, monitoring, Memantau jalannya proses produksi secara real-time untuk memastikan bahwa sistem berjalan dengan optimal. Pemantauan ini juga dapat digunakan untuk menganalisis data produksi dan mendeteksi kemungkinan gangguan dalam sistem. Tahap controlling dan monitoring menandai bahwa sistem

telah berhasil dikembangkan dan dapat digunakan untuk mengoptimalkan proses produksi industri secara otomatis.

### **3.4 Blok Diagram Proses**

Blok diagram pada TIA Portal untuk Factory I/O digunakan untuk merancang dan memvisualisasikan alur kerja sistem otomasi dalam suatu proses industri. Dengan menggunakan blok diagram, pengguna dapat dengan mudah memahami bagaimana setiap komponen dalam sistem saling berhubungan, termasuk sensor, aktuator, dan kontrol logika yang dikelola oleh PLC. Dalam Factory I/O, blok diagram yang dibuat di TIA Portal berfungsi sebagai representasi logis dari sistem kendali yang akan dijalankan secara virtual. Setiap blok dalam diagram menggambarkan fungsi spesifik, seperti pemrosesan sinyal, pengendalian motor, atau komunikasi antar perangkat. Hal ini memungkinkan pengguna untuk mengembangkan, menguji, dan mengoptimalkan sistem sebelum diterapkan ke lingkungan nyata.

Berikut blok diagram yang menjelaskan pada tiap proses pada factory IO dan TIA Portal dari awal hingga akhir.



Gambar 3.11 Blok Diagram Proses

### 3.5 Uraian Blok Diagram Proses

Berikut uraian blok diagram sistem keseluruhan yang telah di buat pada gambar 3.11, dimana penjelasa tertera dibawah ini :

1. *Input* (Masukan ke PLC Siemens S7-1500)

*Input* adalah sinyal yang dikirim ke PLC untuk diproses dan menentukan aksi yang akan dilakukan pada sistem.

- *Vision Sensor*

Sensor ini digunakan untuk mengenali atau mendeteksi objek berdasarkan gambar atau pola visual. Biasanya digunakan dalam aplikasi inspeksi kualitas, identifikasi barcode, atau pemisahan produk berdasarkan warna, bentuk, atau ukuran. Sensor ini akan mengirimkan data ke PLC untuk menentukan langkah selanjutnya dalam sistem produksi.

- *Diffuse Sensor*  
Sensor ini bekerja berdasarkan pantulan cahaya dari objek untuk mendeteksi keberadaan benda. Digunakan untuk mendeteksi objek dalam jarak tertentu, misalnya saat benda melewati conveyor. Data dari sensor ini membantu PLC dalam pengambilan keputusan, seperti mengaktifkan atau menghentikan conveyor.
- *Start Button*  
Tombol ini digunakan untuk memulai proses produksi. Saat tombol ditekan, sinyal dikirim ke PLC untuk mengaktifkan sistem dan menjalankan proses produksi sesuai dengan program yang telah dibuat.

## 2. PLC Siemens S7-1500 (Pusat Kontrol)

PLC Siemens S7-1500 adalah unit pemrosesan utama dalam sistem ini. PLC ini bertanggung jawab untuk menerima input dari sensor dan tombol, memproses data, lalu mengeluarkan perintah ke aktuator yang mengendalikan sistem produksi. Tugas utama PLC dalam sistem ini meliputi, menerima sinyal dari Vision Sensor, Diffuse Sensor, dan Start Button, mengolah data untuk menentukan langkah selanjutnya dalam proses produksi, mengontrol pergerakan Conveyor, Sorting, Assembly, Palletizing, dan Automatic Warehouse.

## 3. *Output* (Aktuator yang dikontrol oleh PLC Siemens S7-1500)

Output adalah perangkat yang menerima sinyal dari PLC untuk menjalankan proses produksi.

- *Conveyor* (Konveyor)  
Conveyor berfungsi untuk memindahkan produk atau material dari satu titik ke titik lain dalam sistem produksi, PLC akan mengaktifkan

atau menghentikan conveyor berdasarkan input dari sensor, conveyor juga dapat bekerja secara otomatis berdasarkan deteksi objek oleh Vision Sensor atau Diffuse Sensor.

- *Sorting* (Penyortiran)  
Sorting adalah sistem yang digunakan untuk memisahkan produk berdasarkan kriteria tertentu, seperti ukuran, warna, atau kualitas, vision Sensor dapat memberikan data ke PLC untuk menentukan apakah suatu produk harus dipisahkan ke jalur tertentu.
- *Assembly* (Perakitan)  
Assembly adalah proses pemasangan atau perakitan komponen produk. PLC akan mengontrol mesin-mesin di jalur assembly agar bekerja sesuai urutan yang telah diprogram.
- *Palletizing* (Penyusunan Palet)  
Palletizing adalah proses menyusun produk ke atas palet sebelum dikirim ke gudang atau distribusi. PLC akan mengontrol robot atau sistem otomatis yang menyusun barang di atas palet dengan pola tertentu.
- *Automatic Warehouse* (Gudang Otomatis)  
Sistem penyimpanan otomatis yang mengatur penyimpanan barang di gudang tanpa intervensi manusia. PLC akan mengontrol pergerakan rak, konveyor, atau robot untuk menyimpan dan mengambil barang sesuai kebutuhan.

Diagram sistem ini menggambarkan bagaimana PLC Siemens S7-1500 digunakan untuk mengontrol proses industri secara otomatis. Input dari Vision Sensor, Diffuse Sensor, dan Start Button digunakan untuk mengendalikan berbagai aktuator seperti Conveyor, Sorting, Assembly,

Palletizing, dan Automatic Warehouse. Dengan sistem ini, proses produksi dapat berjalan lebih efisien,

### 3.6 Komponen produksi line

Perancangan desain merupakan bagian yang penting dalam perancangan simulasi karena yang pertama kali dilihat dan dijalankan adalah Menyusun bagian-bagian pada produksi line di Factory io dan Menyusun logic diagram pada Tia Portal. Terdapat beberapa bagian yang akan di lewati yaitu, sortir, assembly, pengepakan dan werehouse otomatis.

#### 3.6.1 Belt Conveyor

Conveyor belt adalah pahlawan tanpa tanda jasa di dunia industri. Mereka telah digunakan selama beberapa dekade untuk menggerakkan barang secara otomatis dan tanpa bantuan manusia. Baik itu sistem belt conveyor atau sistem transportasi conveyor, sistem penanganan material otomatis ini adalah faktor penting untuk gudang atau pabrik manapun. Conveyor belt telah menjadi bagian penting dalam bidang industri modern, dan mereka akan terus menjadi bagian penting di masa depan juga. Mereka memberikan cara efisien dan hemat biaya untuk menggerakkan barang dari satu tempat ke tempat lain dengan usaha minimal dari sisi manusianya.

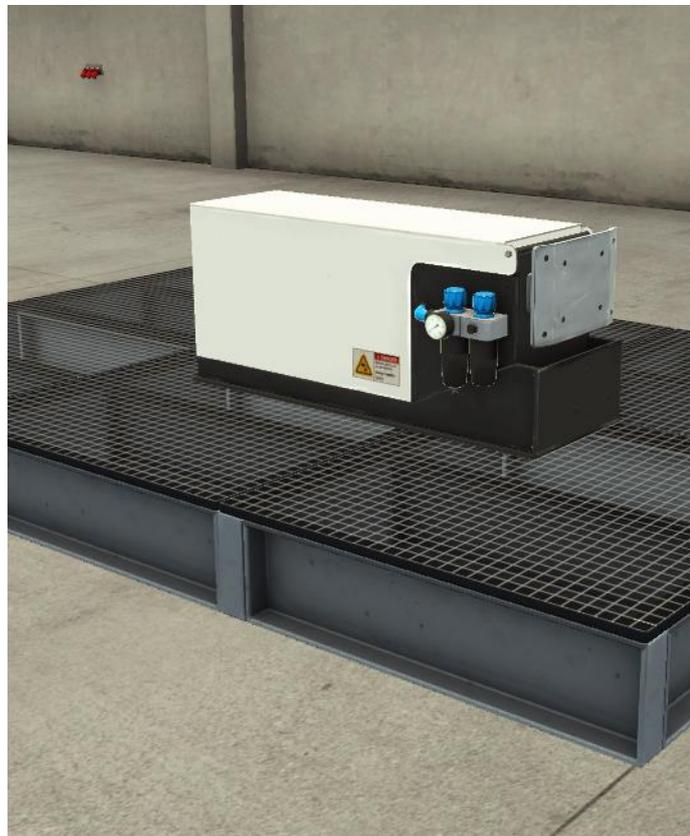


Gambar 3.3 Belt Conveyor Pada Factory IO

### 3.6.2 Sorting Material

Sorting material product dalam pabrik manufaktur adalah proses pemilahan dan pengelompokan bahan atau komponen sebelum dirakit menjadi produk akhir. Proses ini bertujuan untuk memastikan bahwa hanya bahan – bahan yang sesuai digunakan dalam produksi, serta mengoptimalkan efisiensi perakitan dengan mengatur komponen sesuai kebutuhan, terdapat beberapa komponen yaitu :

a. Pusher



Gambar 3.4 *Pusher*

Pusher dalam sistem sorting adalah mekanisme yang berfungsi untuk mendorong atau mengalihkan material ke jalur yang sesuai dalam proses pemilahan. Biasanya digerakkan oleh aktuator pneumatik, hidrolik, atau motor listrik, pusher membantu memisahkan produk berdasarkan kategori serta

mengoptimalkan efisiensi produksi. Teknologi ini banyak digunakan di berbagai industri untuk memastikan pemrosesan material yang lebih cepat dan akurat.

b. Vision sensor

Vision sensor adalah perangkat yang untuk mendeteksi, mengidentifikasi, dan mengklasifikasikan produk atau material berdasarkan parameter tertentu seperti bentuk, ukuran, warna, atau kode. Vision sensor bekerja dengan menangkap gambar objek yang melewati jalur produksi, kemudian memproses data tersebut menggunakan algoritma pemrosesan gambar untuk menentukan apakah suatu produk memenuhi standar atau perlu dipisahkan. Teknologi ini meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam proses pemilahan dengan mengurangi kesalahan manusia serta memungkinkan otomatisasi penuh dalam inspeksi dan kontrol kualitas di berbagai industri manufaktur.



Gambar 3.5 Vision Sensor

### 3.6.3 Assembly

Assembly adalah area atau tahap produksi di mana komponen atau bagian-bagian produk dirakit menjadi satu kesatuan sesuai dengan desain yang telah ditentukan. Proses ini bisa dilakukan secara manual oleh pekerja atau menggunakan sistem otomatis seperti robot dan mesin perakitan. Assembly bertujuan untuk memastikan bahwa setiap produk dirakit dengan presisi, memenuhi standar kualitas, dan siap untuk tahap selanjutnya seperti pengujian atau pengemasan. Terdapat beberapa komponen pada assembly yaitu :

a. Diffuse Sensor

Diffuse sensor adalah sensor optik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek dengan cara memantulkan cahaya ke permukaannya. Sensor ini memancarkan cahaya, biasanya dari LED atau laser, ke arah objek, lalu menangkap cahaya yang dipantulkan untuk menentukan keberadaan atau posisi objek tersebut. Diffuse sensor sering digunakan dalam proses perakitan untuk mendeteksi komponen, memastikan keselarasan bagian, serta mengontrol otomatisasi mesin.



Gambar 3.6 *Diffuse Sensor*

b. Two Axis Pick and Place Robot

Two-axis pick and place adalah robot otomatis yang beroperasi dengan dua sumbu gerak, yaitu horizontal dan vertikal, untuk mengambil dan memindahkan komponen dalam proses assembly. Robot ini dirancang untuk menangani tugas pemindahan yang cepat dan presisi, sehingga sangat efektif dalam meningkatkan efisiensi produksi. Dengan kemampuan otomatisasi, robot ini dapat mengurangi keterlibatan tenaga kerja manual, mengurangi kesalahan manusia, serta mempercepat proses perakitan di jalur produksi.

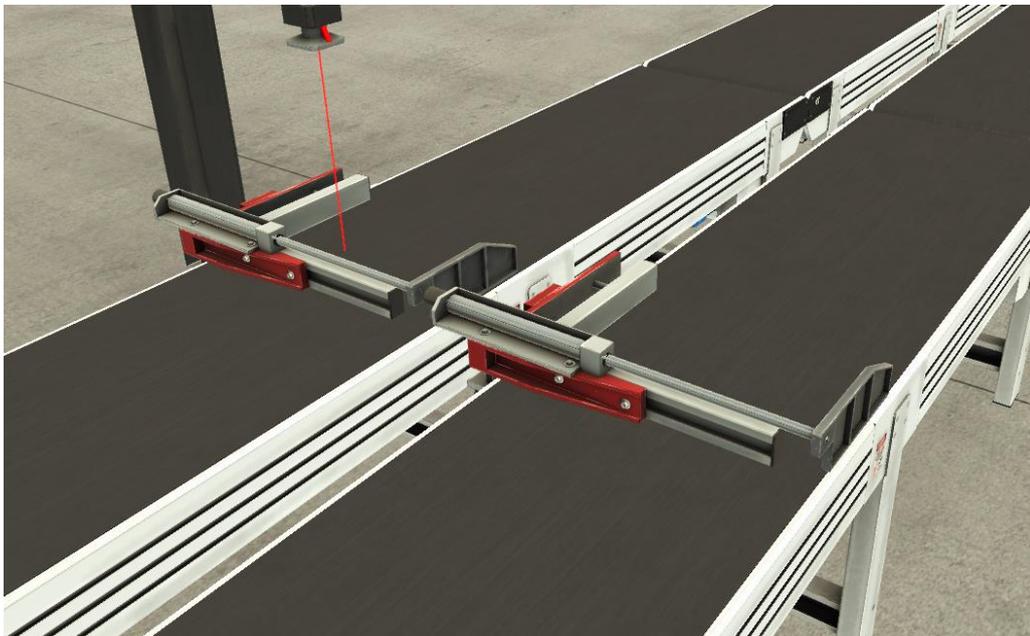
Dalam industri manufaktur, two-axis pick and place robot banyak digunakan untuk menangani komponen kecil dalam perakitan elektronik, otomotif, hingga industri makanan dan farmasi. Teknologi ini juga dapat dikombinasikan dengan sensor dan sistem kontrol untuk meningkatkan akurasi serta menyesuaikan pergerakan berdasarkan kebutuhan produksi.



Gambar 3.7 *Robot Two Axis Pick and Place*

### c. Positioner

Positioner adalah perangkat yang digunakan untuk menahan, mengarahkan, atau memposisikan komponen agar sesuai dengan proses perakitan yang telah ditentukan. Alat ini memastikan bahwa setiap bagian berada pada posisi yang tepat sebelum dilakukan pemasangan, perakitan, atau proses lainnya. Positioner dapat bekerja secara manual atau otomatis, tergantung pada kebutuhan produksi. Dalam sistem otomatis, positioner sering dilengkapi dengan sensor dan aktuator untuk menyesuaikan posisi komponen secara presisi.

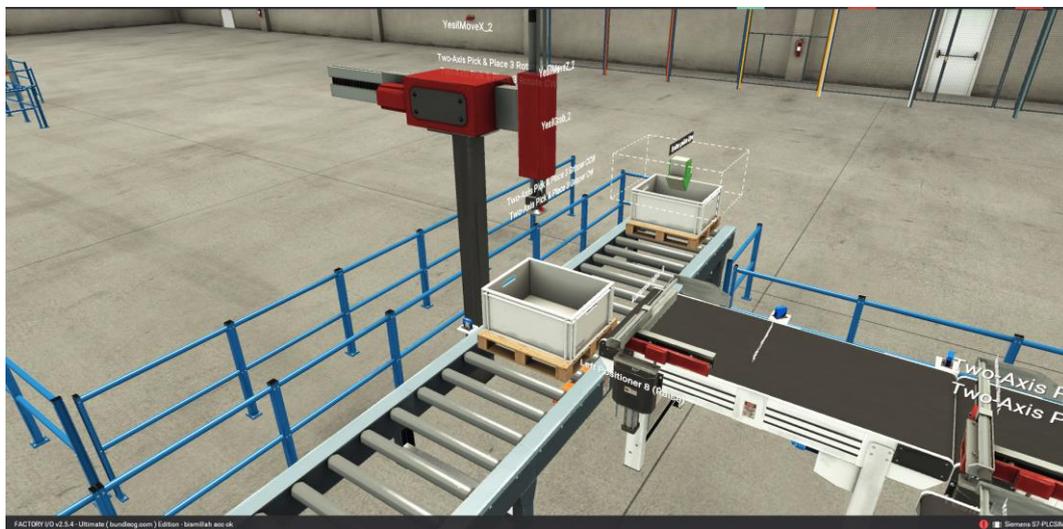


Gambar 3.8 *Positioner assembly*

### 3.6.4 Pick and Place to Pallet box

Dalam lini produksi manufaktur, *pick and place* adalah proses otomatis pengambilan dan penempatan produk menggunakan robot. Dalam paletisasi, sistem ini menata kotak atau produk ke palet untuk pengiriman atau penyimpanan. Sistem ini terdiri dari robot industri seperti ABB IRB 1300, PLC sebagai pengendali, sensor untuk akurasi, serta konveyor untuk mengantarkan produk. Keunggulannya

meliputi peningkatan efisiensi, akurasi, keamanan kerja, dan fleksibilitas dalam menangani berbagai ukuran produk. Contoh implementasi ada di PT Philips Industries Batam, yang menggunakan robot ABB IRB 1300 dengan kontroler ABB OmniCore C30 untuk mempermudah pengelompokan program dan meningkatkan efisiensi (Adrian Isna Izzulhaq, n.d.)). Perusahaan seperti Techflow Pack juga mengembangkan sistem serupa untuk menyederhanakan pengemasan . Dengan integrasi *pick and place* otomatis, manufaktur dapat mencapai proses produksi yang lebih cepat, aman, dan efisien sesuai dengan kebutuhan industri modern.



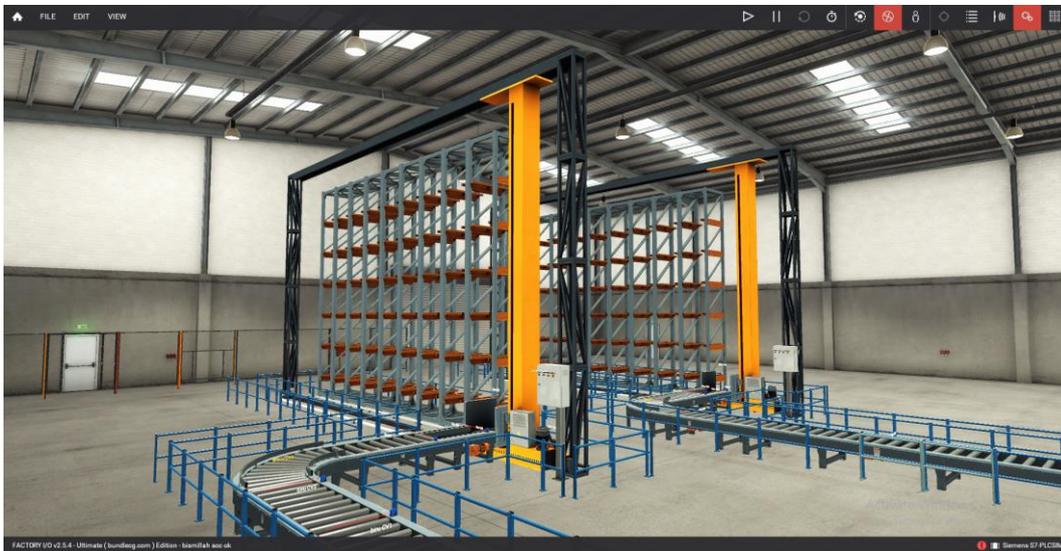
Gambar 3.9 Mesin *Pick and Place Palletizer*

### 3.6.5 Automatic Warehouse

Gudang otomatis, atau *automatic warehouse*, merujuk pada sistem pergudangan yang mengintegrasikan teknologi otomasi untuk meningkatkan efisiensi dalam penyimpanan, pengambilan, dan pengelolaan inventaris. Salah satu komponen utama dalam sistem ini adalah *Automatic Storage and Retrieval System (ASRS)*, yang menggunakan kendali komputer untuk secara otomatis menempatkan dan mengambil barang dari lokasi penyimpanan tertentu. Pentingnya otomasi dalam sistem inventaris untuk meminimalkan kesalahan manusia, mengurangi kebutuhan tenaga kerja, dan menekan biaya dalam jangka panjang. Mereka mengembangkan sistem ASRS yang mampu memindahkan material dengan identifikasi warna,

memungkinkan pemantauan jumlah barang secara akurat dan cepat. Sistem ini juga dapat mengurangi pekerjaan rutin dan repetitif yang rentan terhadap kesalahan jika dilakukan secara manual. (Juan Viano, 2024)

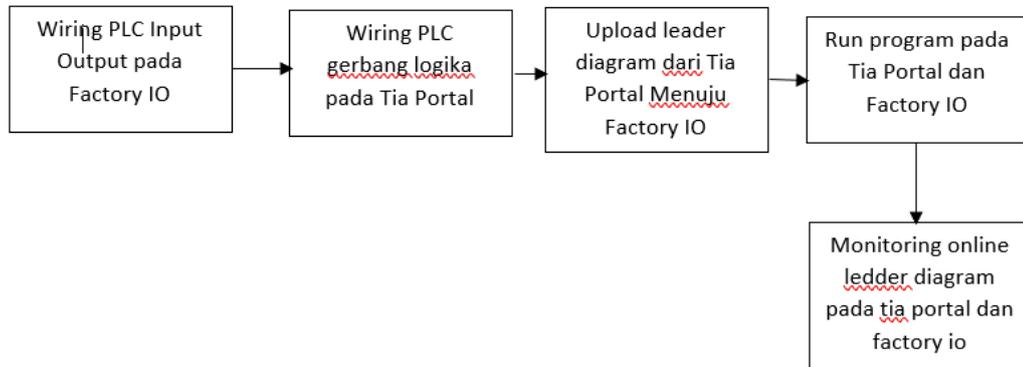
Keuntungan utama dari sistem ini meliputi peningkatan efisiensi operasional, pengurangan biaya tenaga kerja, optimalisasi penggunaan ruang, serta peningkatan kecepatan dan akurasi dalam pengelolaan barang. Automatic Warehouse banyak diterapkan di industri seperti otomotif, farmasi, makanan dan minuman, serta elektronik untuk mendukung proses produksi yang lebih efisien dan modern.



Gambar 3.10 Mesin Automatic Warehouse

### 3.7 Blok Diagram Awal Perencanaan

Sebelum melakukan wiring plc pada Tia Portal, blok diagram awal perencanaan perlu di buat terlebih dahulu sebagai acuan atau gambaran pada perancangan simulasi ini. Adapun blok diagram awal perencanaan simulasi dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 3.11 blok diagram perencanaan awal

### 1) Wiring PLC Input Output pada Factory IO

Tahap pertama dalam perencanaan simulasi ini adalah melakukan wiring atau pengkabelan input-output PLC pada software Factory IO. Factory IO merupakan software simulasi pabrik 3D yang memungkinkan pengguna untuk membangun model sistem industri secara visual dan interaktif. Di sini, pengguna akan menempatkan komponen-komponen seperti sensor, aktuator, motor, conveyor, dan lain sebagainya ke dalam area kerja. Setiap komponen tersebut akan memiliki port input atau output yang kemudian dikoneksikan secara virtual ke alamat PLC (misalnya I0.0 untuk input dan Q0.0 untuk output). Konfigurasi ini menjadi dasar agar sistem yang dibuat di Factory IO dapat dikendalikan oleh logika kontrol yang dibuat di TIA Portal.

### 2) Wiring PLC gerbang Logika pada tia portal

Setelah konfigurasi input-output di Factory IO selesai, langkah selanjutnya adalah merancang logika kontrol pada TIA Portal. Di sini, pengguna menyusun program PLC menggunakan bahasa pemrograman Ladder Diagram (LD), yang merupakan bahasa grafis berbentuk tangga dan mudah dipahami. Dalam proses ini, pengguna menyusun logika kendali berdasarkan kondisi dan aksi yang diinginkan, misalnya menggunakan gerbang logika seperti AND, OR, atau NOT untuk mengatur kapan suatu motor harus menyala atau conveyor harus bergerak. Program ini bertugas

untuk merespons sinyal input dari Factory IO dan memberikan output yang sesuai secara otomatis.

### 3) Upload ladder diagram dari Tia Porta Menuju Factory IO

Tahapan berikutnya adalah mengunggah (upload) atau menjalankan ladder diagram dari TIA Portal ke dalam PLC, yang kemudian akan dikoneksikan dengan Factory IO. Pada tahap ini, baik Factory IO maupun TIA Portal akan saling terhubung melalui PLC agar dapat berkomunikasi secara real-time. Dengan kata lain, PLC akan membaca sinyal input dari Factory IO, memprosesnya menggunakan logika kontrol yang telah dibuat, dan mengirimkan sinyal output kembali ke Factory IO untuk menjalankan proses atau mengaktifkan aktuator.

### 4) Run Program pada Tia Portal dan Factory IO

Setelah koneksi dan program berhasil dijalankan, simulasi dapat dimulai. Pengguna akan menjalankan program secara bersamaan di TIA Portal dan Factory IO. Saat simulasi berjalan, pengguna dapat mengamati secara langsung bagaimana sistem merespon input tertentu dan bagaimana logika kontrol berfungsi mengatur keseluruhan proses. Sebagai contoh, ketika sensor mendeteksi keberadaan objek di atas conveyor, maka PLC akan memberikan perintah untuk mengaktifkan motor conveyor. Hal ini akan terlihat secara visual di Factory IO dan secara logis pada ladder diagram di TIA Portal.

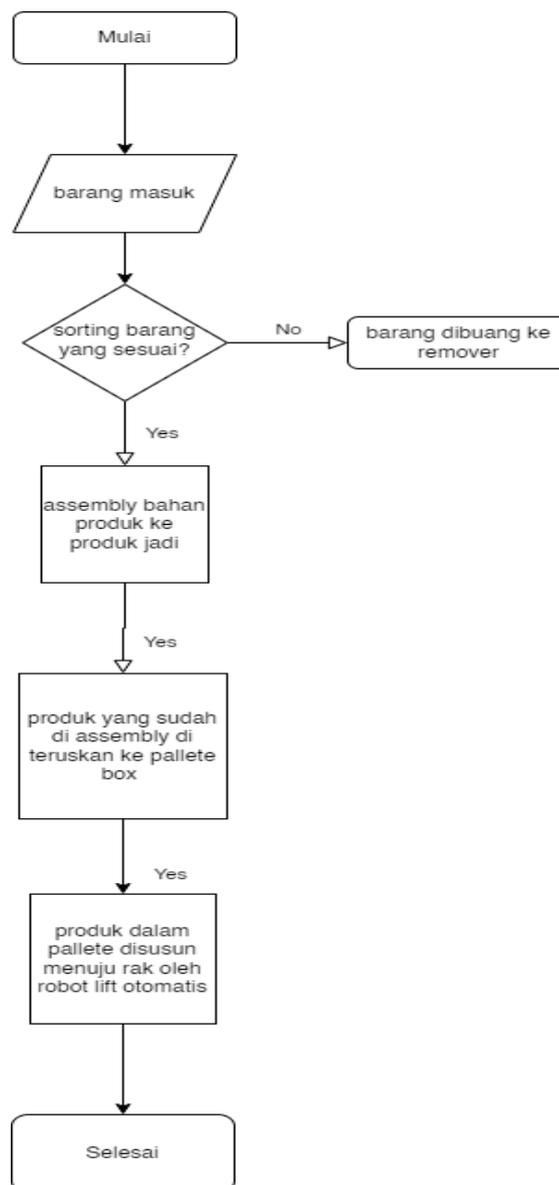
### 5) Monitoring Online Ladder Diagram pada Tia Portal dan Factory IO

Tahap akhir dari proses simulasi adalah melakukan monitoring secara online. Pada TIA Portal, fitur online monitoring memungkinkan pengguna untuk melihat status kontak dan coil dalam ladder diagram secara real-time, apakah dalam keadaan aktif (energized) atau tidak. Hal ini sangat berguna untuk debugging atau memastikan bahwa logika yang dibuat bekerja sesuai dengan rencana. Sementara itu, di Factory IO, pengguna dapat memantau jalannya proses industri secara visual untuk memastikan bahwa setiap aksi yang dilakukan oleh sistem kontrol

memberikan hasil yang diinginkan. Monitoring ini penting dalam proses evaluasi dan pengembangan sistem kontrol industri berbasis PLC.

### 3.8 Flowchart Perancangan Proses Produksi Line

Berikut flowchart beserta penjelasan pada proses produksi line dibawah ini :



Gambar 3.12 Flowchart Proses Produksi

### 1) Mulai

Flowchart dimulai dari proses "Mulai", yaitu tahap inisialisasi sistem produksi. Di sini, seluruh perangkat sistem seperti sensor, aktuator, dan motor conveyor mulai aktif setelah menerima perintah start dari input, yang biasanya diatur menggunakan tombol push button pada panel kontrol yang telah diprogram melalui TIA Portal.

### 2) Barang Masuk

Setelah sistem aktif, barang atau bahan baku mulai masuk ke jalur produksi. Proses ini divisualisasikan di Factory IO dengan objek-objek seperti kotak atau produk lainnya yang bergerak di atas conveyor belt. Conveyor dikontrol oleh PLC yang diprogram di TIA Portal, di mana motor akan terus berjalan membawa barang ke tahap selanjutnya.

### 3) Sorting barang yang sesuai?

Barang yang masuk akan melewati tahap penyortiran. Di sini, sensor-sensor seperti sensor warna, ukuran, atau berat akan membaca karakteristik barang. Jika barang tidak sesuai spesifikasi, PLC akan mengaktifkan aktuator atau mekanisme pendorong yang akan mengalihkan barang tersebut ke jalur remover atau pembuangan. Barang yang tidak lolos seleksi akan keluar dari sistem. Sebaliknya, jika barang sesuai dengan kriteria, maka akan diteruskan menuju tahap perakitan atau assembly.

### 4) Assembly bahan produk ke produk jadi

Tahap assembly merupakan bagian inti dari proses produksi. Barang yang telah disortir akan dirakit menjadi produk jadi. Proses ini bisa melibatkan penggunaan lengan robot atau perangkat lain yang dikendalikan otomatis. Semua perintah untuk aktuator, lengan robot, atau conveyor tambahan dikontrol oleh logika PLC. Sensor digunakan untuk memastikan bahwa setiap langkah perakitan dilakukan dengan benar dan lengkap.

5) Produk yang sudah di assembly di teruskan ke pallet box

Setelah produk berhasil dirakit, produk akan diarahkan menuju pallet box. Conveyor akan membawa produk ke area palletisasi. Di sini, sensor akan mendeteksi keberadaan produk dan jumlahnya. Produk akan terus masuk hingga pallet box dianggap penuh. Ketika pallet telah terisi, sistem akan mempersiapkan proses pengangkutan ke rak penyimpanan.

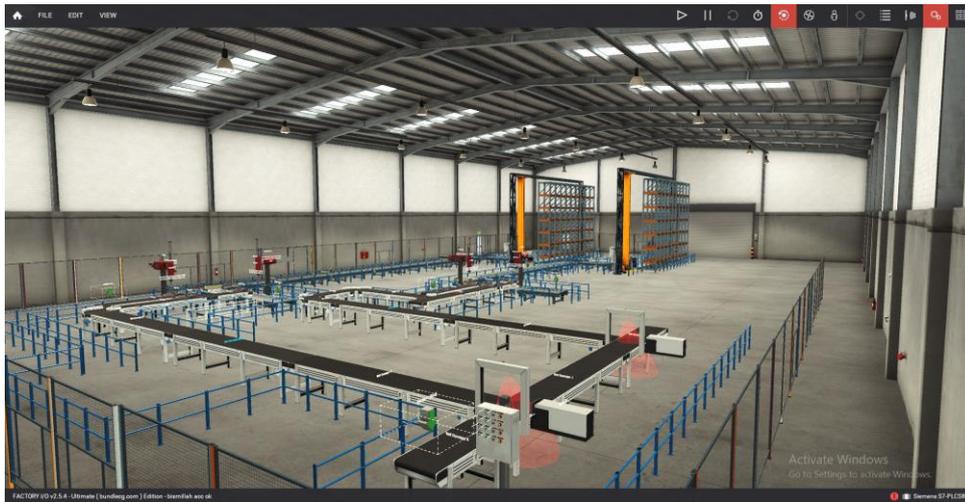
6) Produk didalam pallet disusun menuju rak oleh robot lift otomatis

Selanjutnya, robot lift otomatis akan mengambil pallet yang berisi produk jadi dan membawanya ke rak penyimpanan. Pergerakan robot lift ini dikendalikan sepenuhnya oleh logika PLC, yang memastikan bahwa proses dilakukan secara aman dan efisien. Di Factory IO, ini dapat dilihat dengan animasi robot mengangkat pallet dan menaruhnya di posisi rak yang tersedia.

Setelah seluruh proses ini selesai, sistem akan kembali ke keadaan awal dan siap untuk memulai siklus produksi berikutnya. Proses ini dapat dijalankan secara berulang tanpa henti jika sistem diatur bekerja secara otomatis dan kontinu.

### **3.9 Wiring PLC TIA Portal dan Factory IO**

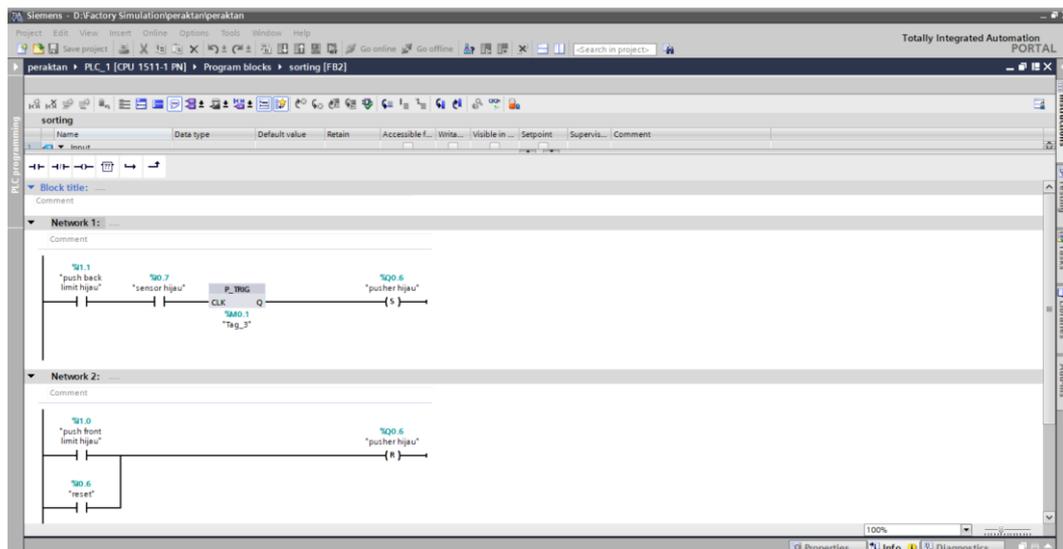
Wiring PLC pada TIA Portal dan Factory IO dengan menghubungkan beberapa bagian bagian produksi yang di mulai pada conveyor lalu membuat wiring pada bagian sorting, assembly, pallet, lalu automatic werehouse, dapat di lihat pada gambar dibawah ini.



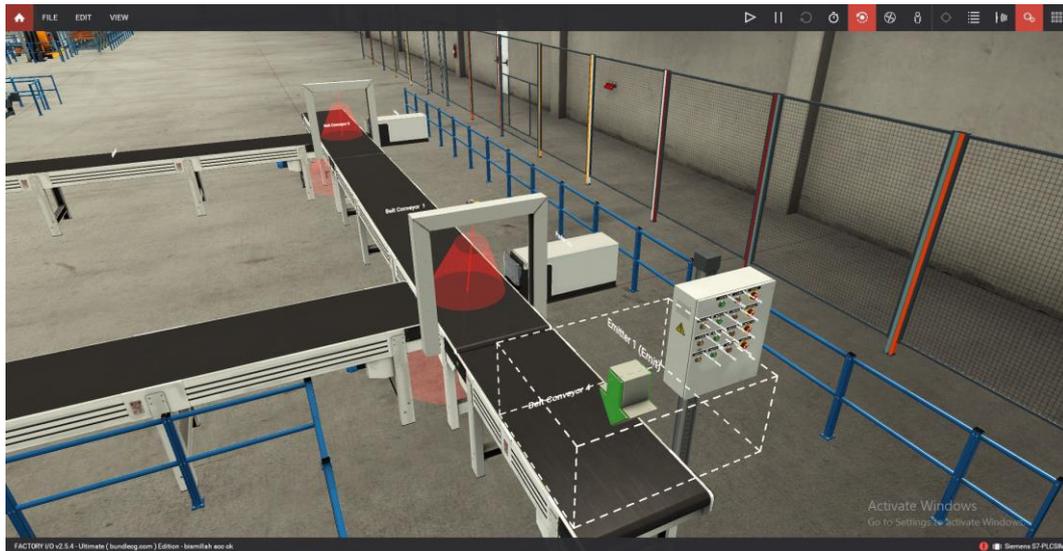
Gambar 3.13 Wiring keseluruhan pabrik pada Factory IO

### 3.10 Wiring TIA Portal dan Factory IO pada bagian *sorting*

Pada tahap ini ditekan tombol start button, barang yang akan di rakit keluar dari emitter ke conveyor dah melewati proses sorting, kali ini terdapat 1 mesin dan sensor yang bertugas menyeleksi barang yang Bernama *green product lid* lalu di dorong oleh pusher menuju ke conveyor selanjutnya untuk diteruskan menuju proses berikutnya. Berikut ladder diagram dari TIA Portal untuk proses sorting ini.



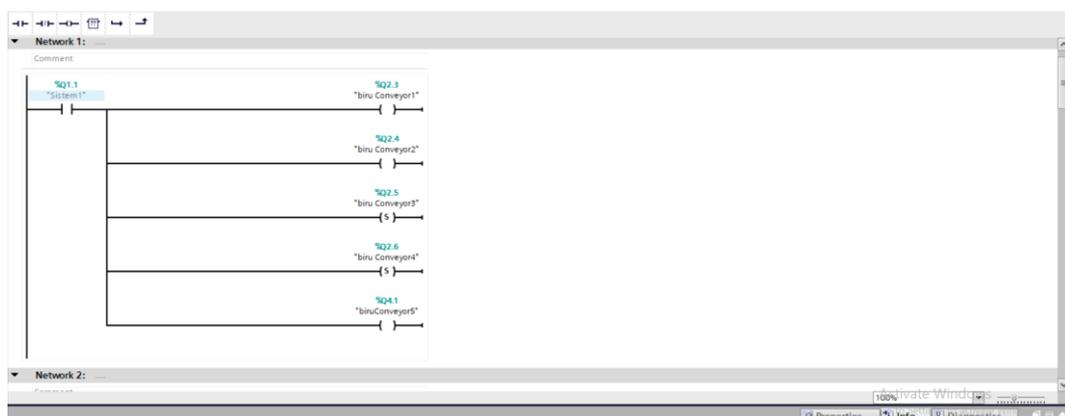
Gambar 3.14 ladder diagram sorting

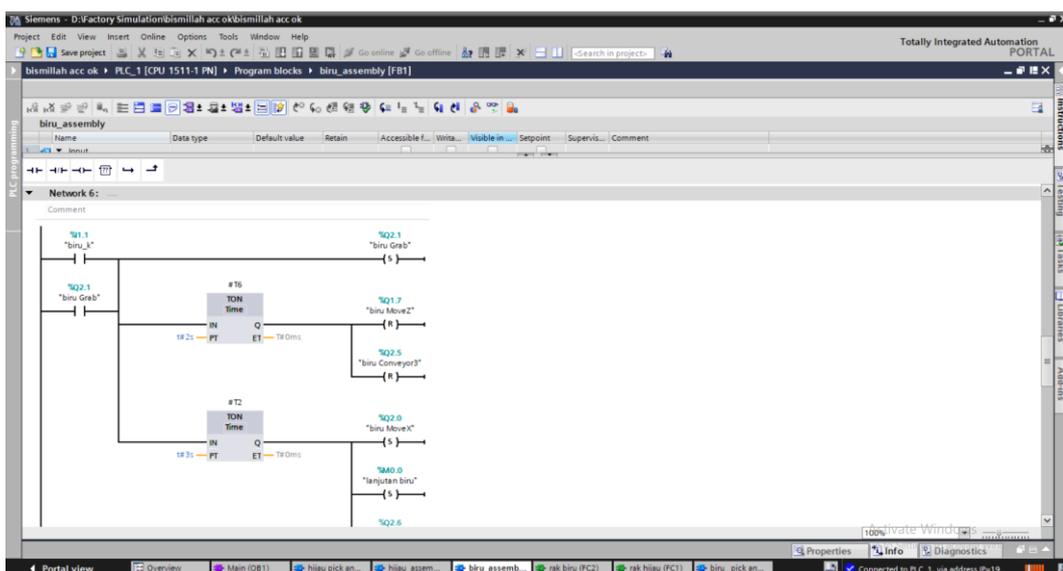
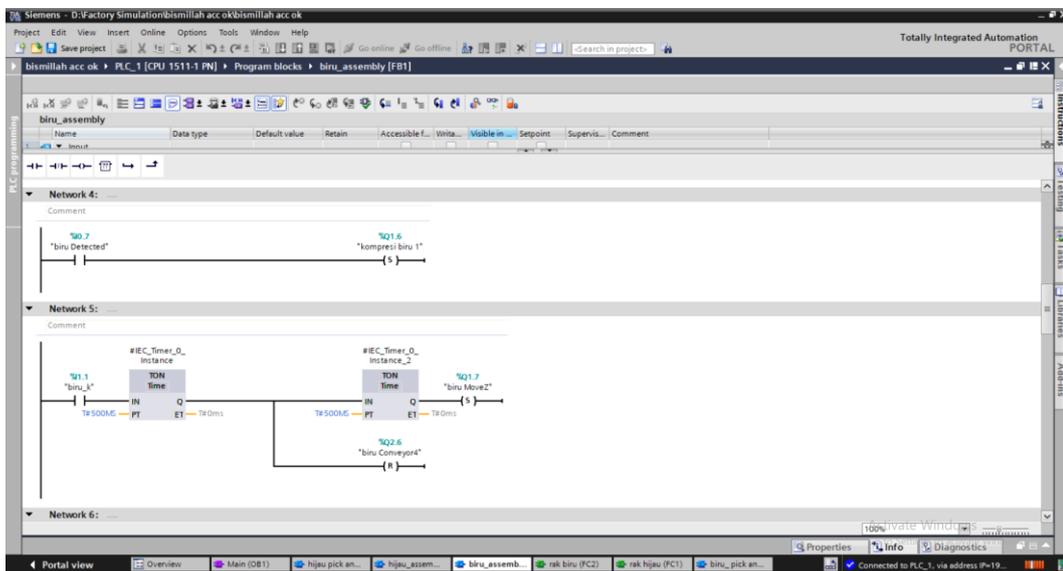
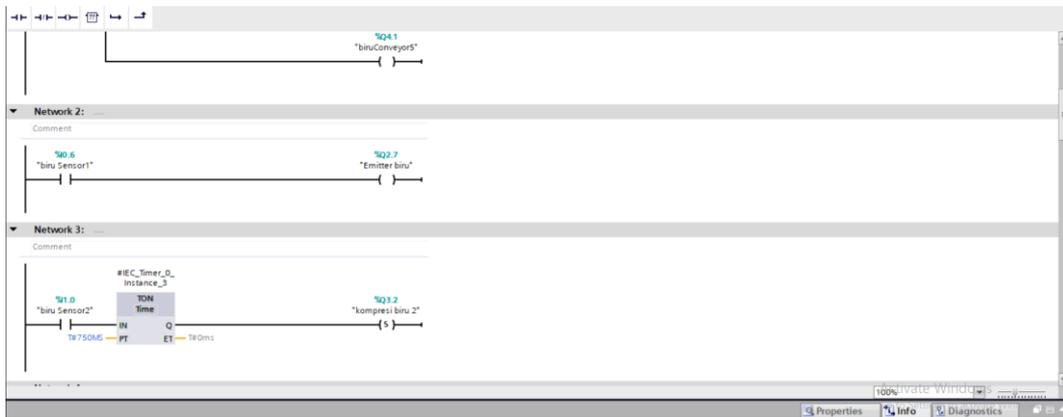


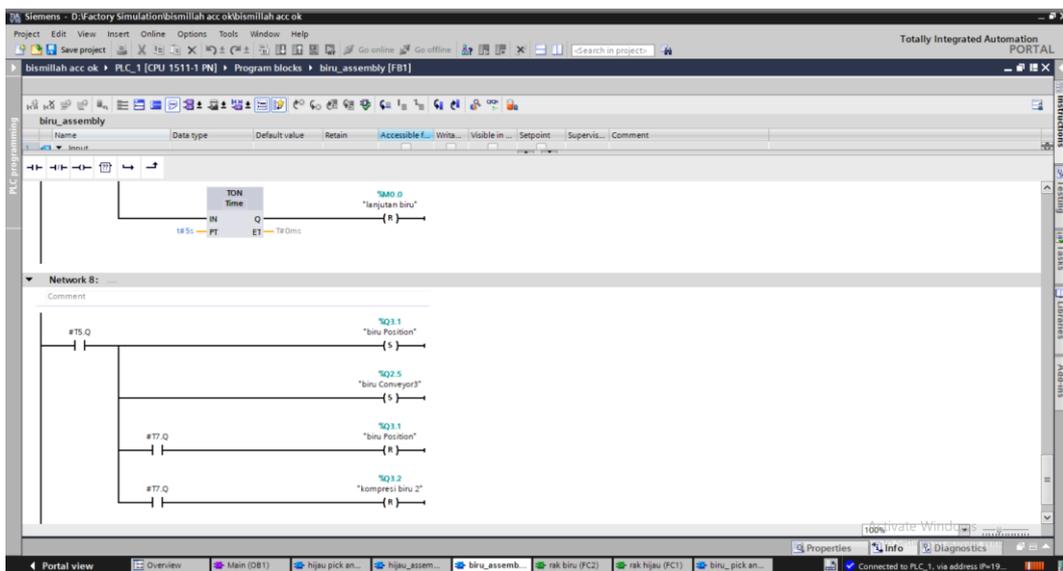
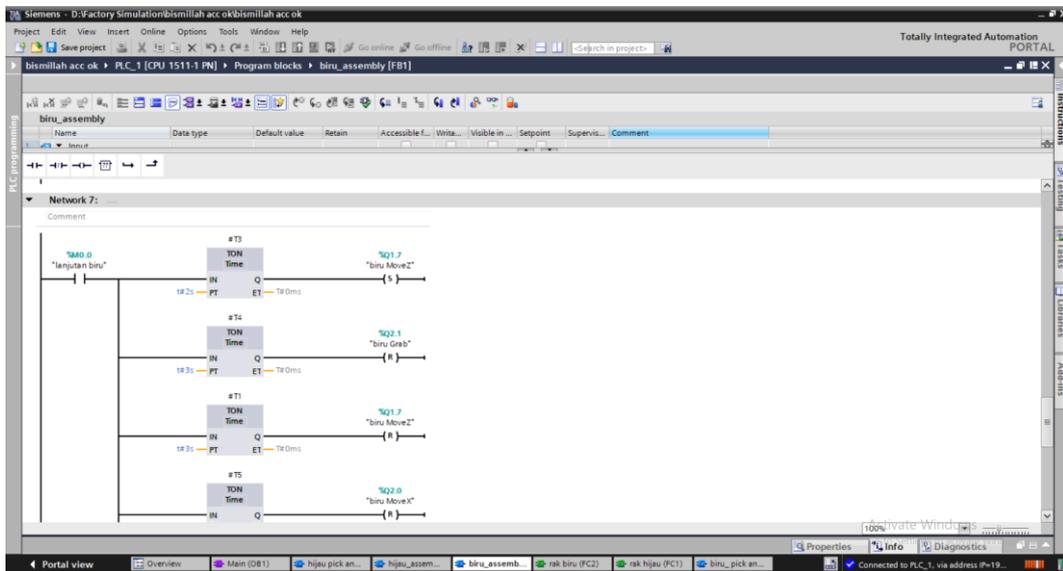
Gambar 3.15 Proses Sorting pada Factory IO

### 3.11 Wiring TIA Portal dan Factory IO pada Bagian Assembly

Pada proses ini produk dijalankan oleh conveyor menuju mesin assembly, robot xz pick and place akan mengambil produk lid yang sudah di benarkan posisinya terdahulu oleh alat positioner lalu di satukan dengan produk base yang terletak di conveyor sebelah nya. Setelah produk telah menyatu, conveyor meneruskan produk ke proses selanjutnya, berikut ladder diagram yang terdapat pada proses assembly ini.







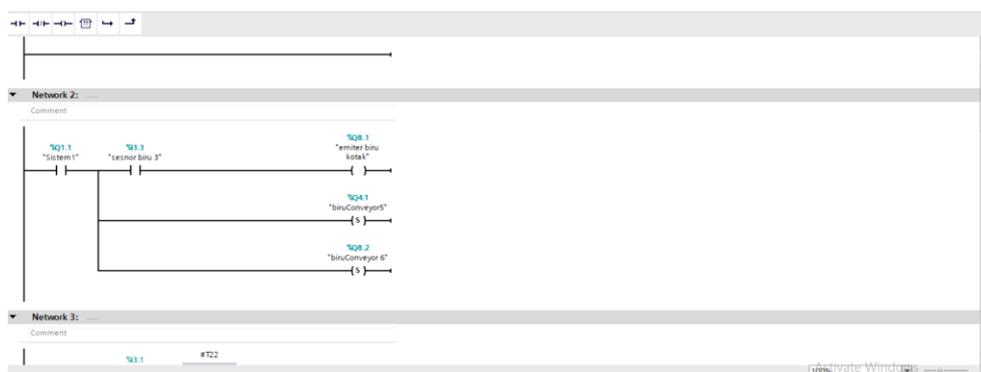
Gambar 3.16 Ledder Diagram Assembly

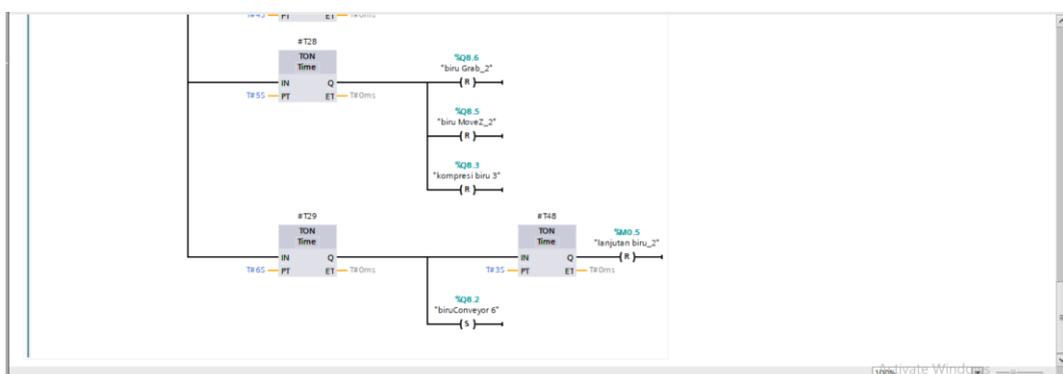
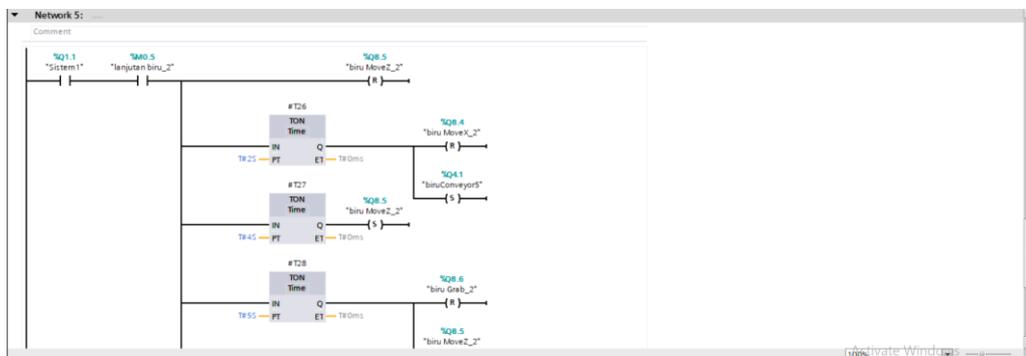
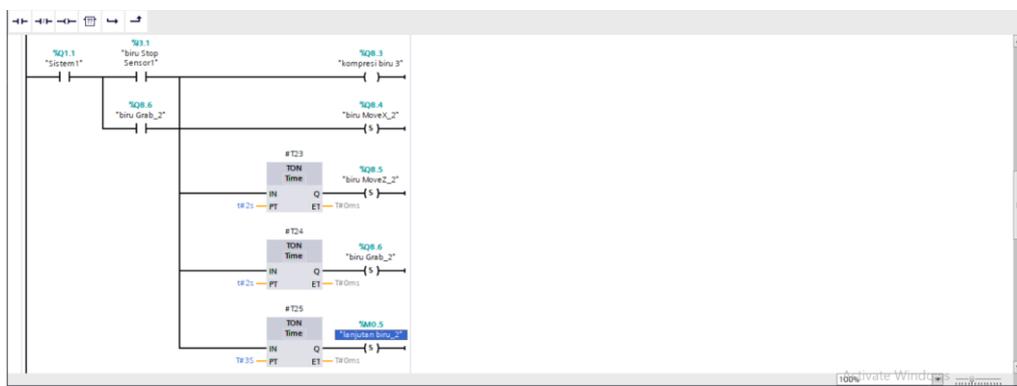
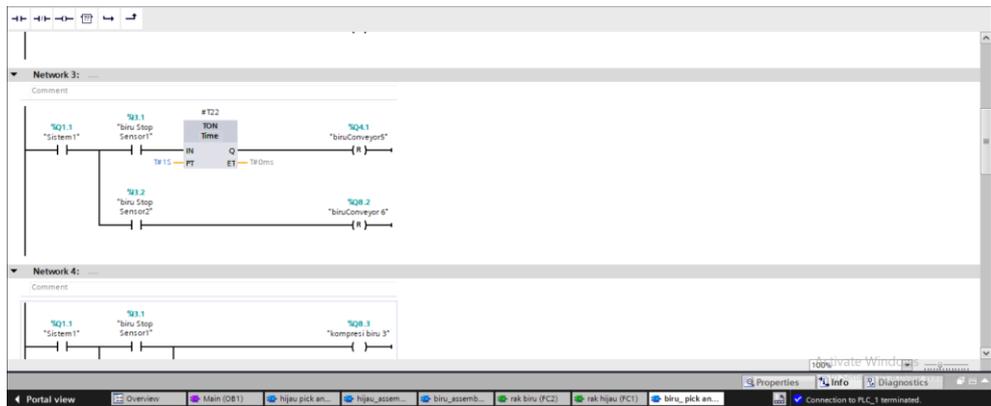


Gambar 3.17 Proses Assembly

### 3.12 *Pick and Place to Pallette Box*

Pada tahap ini produk yang sudah melalui tahap assembly akan di angkut oleh robot X-Z Pick and Place untuk di pindah kan ke pallette box yang secara otomatis berjalan apa bisa produk jadi melewati sensor dan berhenti tepat di samping produk. Berikut ladder diagram yang digunakan pada tia portal.





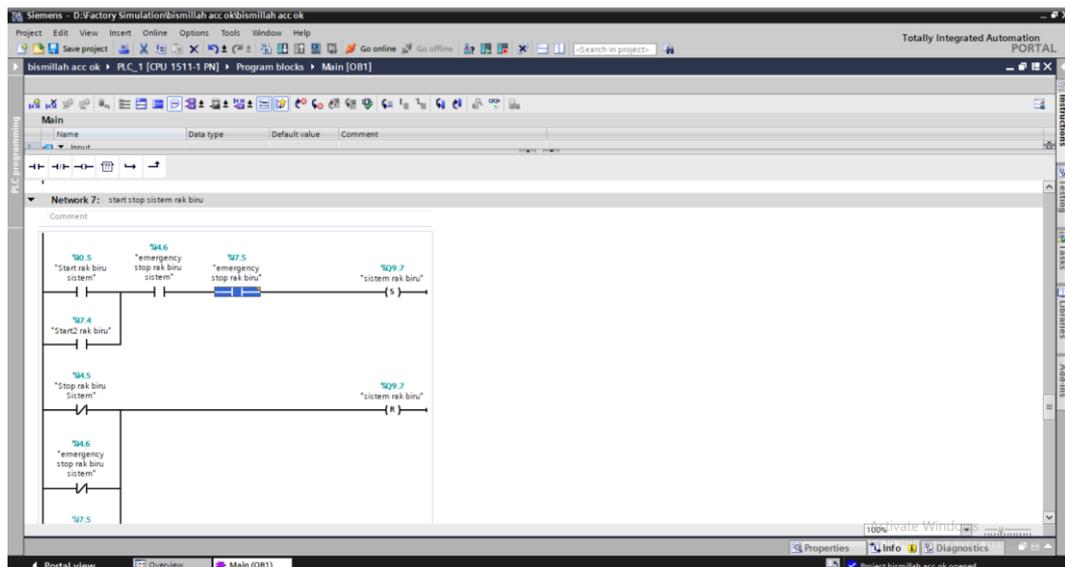
Gambar 3.18 Ladder Diagram Pick and Place to Pallette

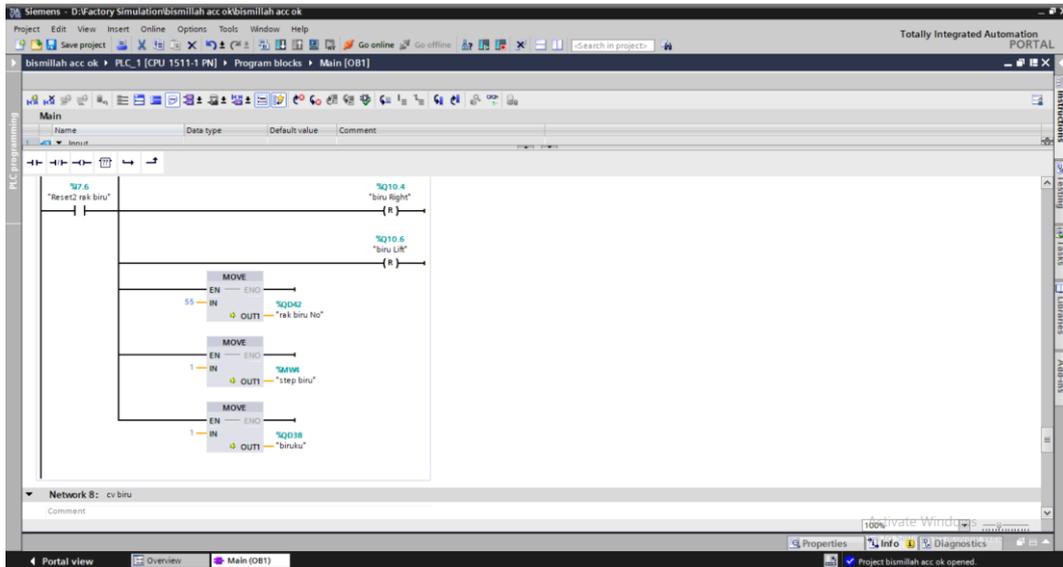
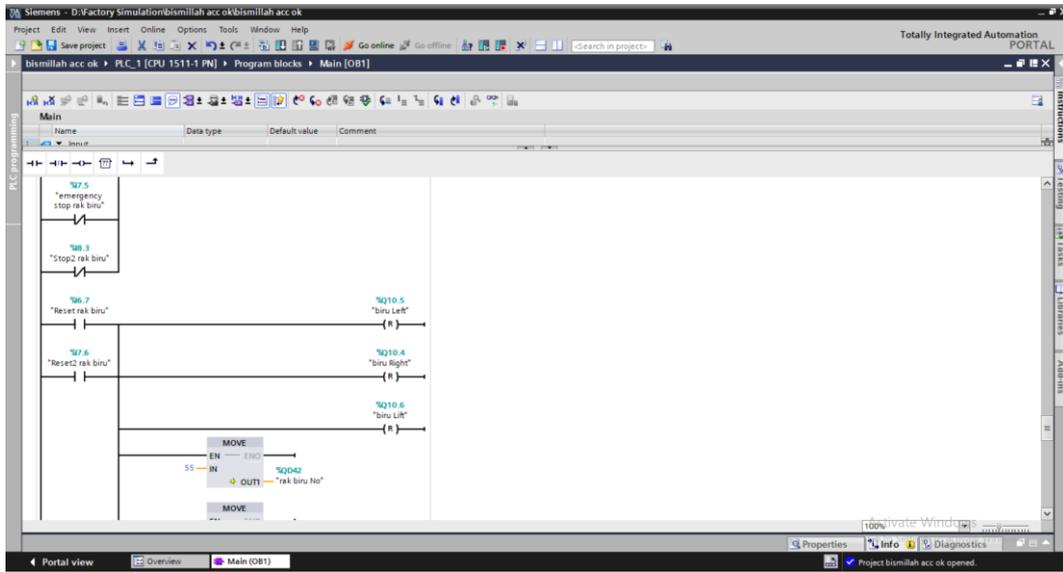


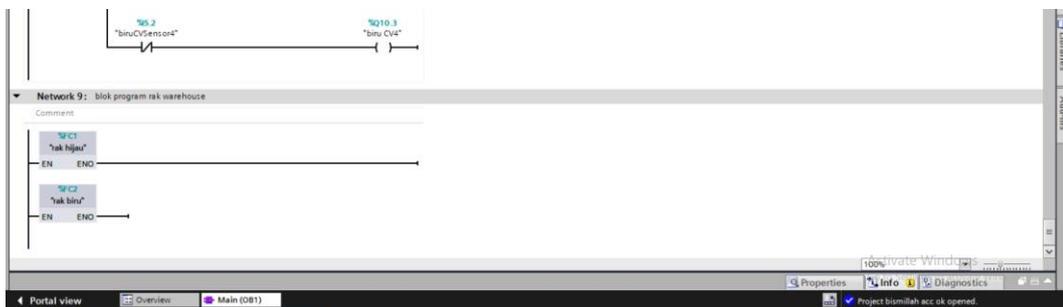
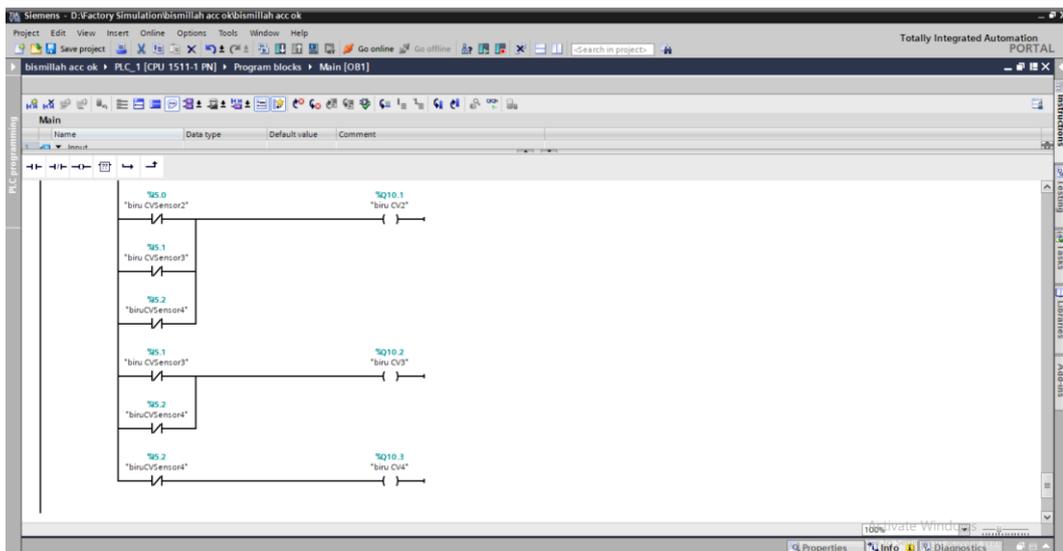
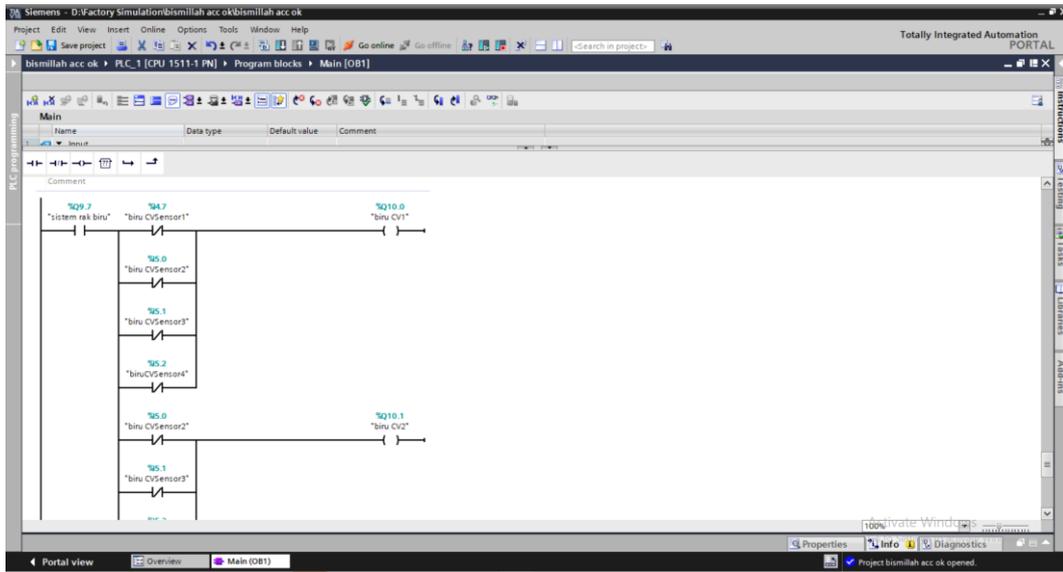
Gambar 3.19 Proses Pick and Place to Pallate Box

### 3.13 Wiring Automated Warehouse

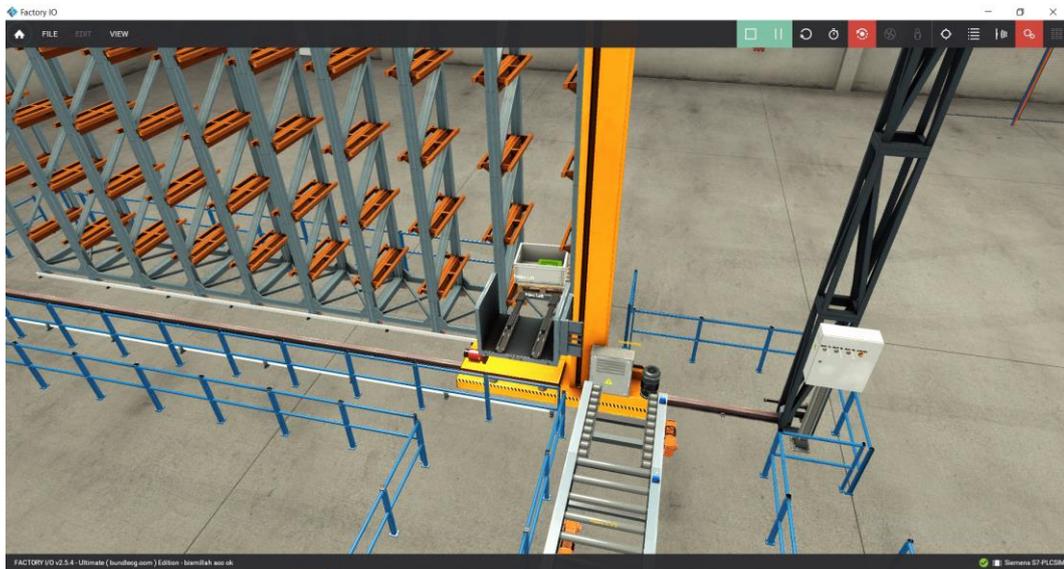
Setelah produk telah di masukan kedalam pallette box proses selanjutnya, Rolling Conveyor akan membawa pallette box menuju ke rak otomatis, setelah itu produk akan berhenti akibat melewati sensor dan juga mengirim sinyal ke mesin hydraulic untuk manyalakan dan mengangkat pallette box ke rak yang telah di tentukan. Berikut ledder diagram yang digunakan untuk menjalankan automatic warehouse ini.







Gambar 3.20 Ledder diagram TIA Portal Automatic Warehouse



Gambar 3.21 Proses Automatic Warehouse Pada Factory IO

## **BAB IV**

### **PENGUJIAN DAN HASIL PENELITIAN**

#### **4.1 Deskripsi Penelitian**

Pada perancangan simulasi produksi line menggunakan TIA Portal dan Factory IO maka perlu dilakukannya pengujian. Pengambilan data dan simulasi kepada program yang telah di buat. Selain itu, pengujian dilakukan untuk mengetahui hasil dari software yang telah di rancang dan mendapatkan output yang di tentukan. Secara keseluruhan, penelitian ini berusaha untuk merepresentasikan kondisi nyata di industri melalui simulasi virtual, di mana sistem kontrol yang dikembangkan dapat diuji sebelum diterapkan dalam lingkungan produksi yang sebenarnya. Sistem ini mencakup proses conveyor, penyortiran material, perakitan, pemindahan produk ke palet, dan penyimpanan otomatis di gudang.

Adapun pengujian pada penelitiann ini yang dilakukan yaitu :

1. Flowchat proses produksi.  
Membuat pembuktian alur pembuatan software dalam bentuk flowchart dan disandingkan dengan hasil/tampilan dalam software.
2. Pengujian perangkat lunak (software)  
Pengujian ini membuktikan pada setiap proses-produksi dengan membuat ledder diagram dapat berjalan dengan baik dengan minim error dalam berbagai kondisi.

#### **4.2 Pengumpulan Data**

Sebelum melakukan pengujian data, ada data yang harus dikumpulkan, diantaranya :

1. Datasheet dari PLC yang digunakan dalam simulasi produksi.
2. Data pada setiap perangkat yang di gunakan pada produksi line

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mensimulasikan sistem pengontrol proses produksi pada industri menggunakan perangkat lunak TIA Portal dan Factory IO. Adapun data yang harus di kumpulkan yaitu :

## 1. PLC Siemens S7-1500 [1511-11 PN]

Tabel 4.1 Datasheet PLC S7-1500 [1511-1 PN]

Parameter	Spesifikasi
Type Produk	CPU 1511-1 PN
Versi Firmware	V1.8
Pasokan Tegangan	24V DC (Range: 19.2V - 28.8V)
Konsumsi daya	5.7W
Memori (Program)	150 KB
Memori (Data)	1 MB
CPU Bit Performance	60 ns
PROFINET Interfaces	1
I/O Modules	1,024
Max Load Memory	32 GB (SIMATIC Memory Card)
Backup	Yes (Maintenance-free)
Programming Bahasa	LAD, FBD, STL, SCL, GRAPH
Ukuran (P x T x L)	35 mm x 147 mm x 129 mm
Berat	405 g



Gambar 4.1 PLC Siemens S7-1500 [1511-11 PN]

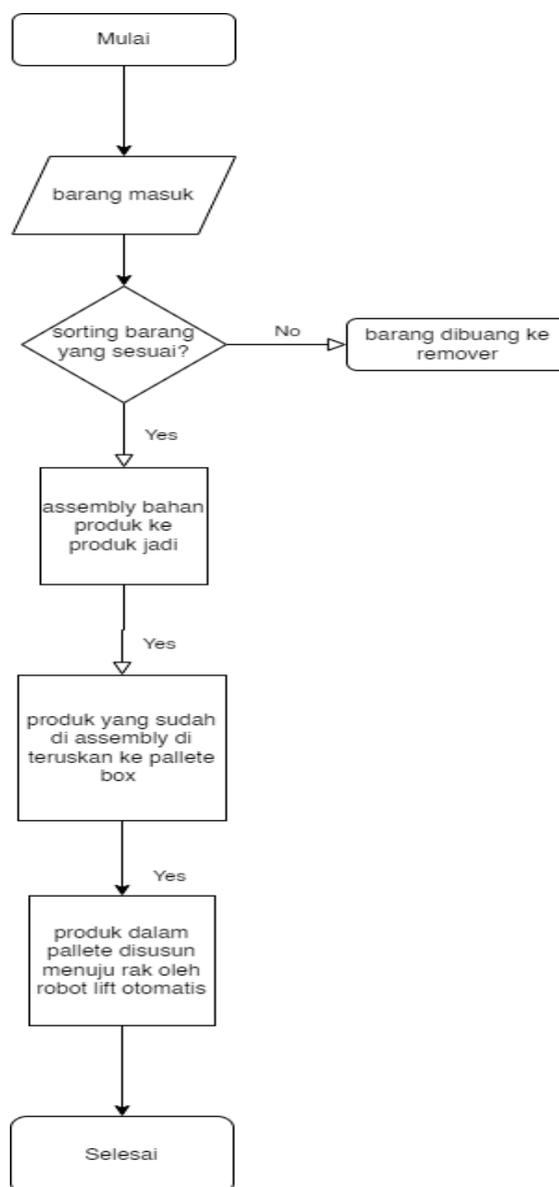
## 2. Data pada setiap perangkat pada produksi line

Tabel 4.2 Data semua perangkat

Perangkat	Parameter	Spesifikasi
Belt konveyor	Panjang tersedia	2-6 m
	Kecepatan maksimal conveyor	0.6ms (digital) 3ms (analog)
Pusher	Kecepatan normal	1ms
	Kecepatan penuh	4ms
	Stroke	0.9 m
Positioning	Vertikal stroke	0.373 m
	Clamper stroke	0.48 m
Two-Axis Pick & Place	X-axis stroke	1.125 m
	Z-axis stroke	0.625 m
	Kecepatan Arm and picker	2ms
Stacker Crane dan Rak	Forks stroke	1.2 m
	Cart stroke	10.5 m
	Platform stroke	6.625 m
	Cart speed	1.4 ms
	Forks speed	0.5 ms
	Platform speed	1.7 ms
Roll conveyor	Roll radius	0.046 m
	Panjang	2-6 m
	Kecepatan maksimum	0.46 (digital) 0.8 (analog)

### 4.3 Flowchart proses produksi

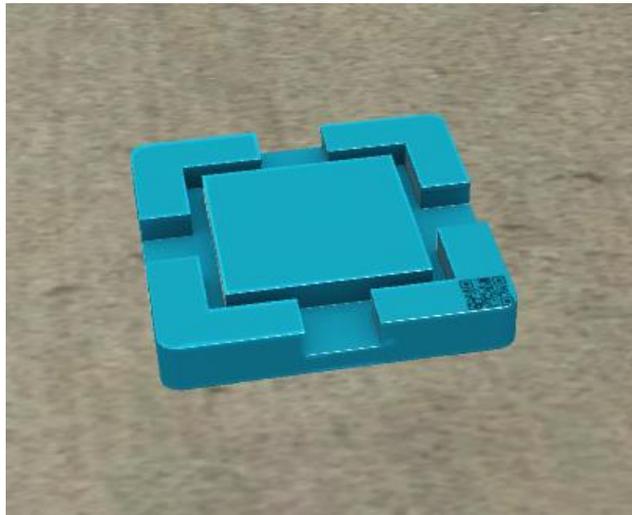
Pada proses produksi diawali oleh dengan menekan tombol start button pada panel, lalu bahan produk masuk melalui belt conveyor, lalu bahan produk memasuki proses sorting yang dimana terdapat 2 alat sorting, yang pertama untuk bahan berwarna biru lalu yang kedua berwarna hijau. Alat sorting memilah dengan cara mendorong nya ke conveyor selanjutnya. Berikut gambar flowchart pada proses produksi ini.



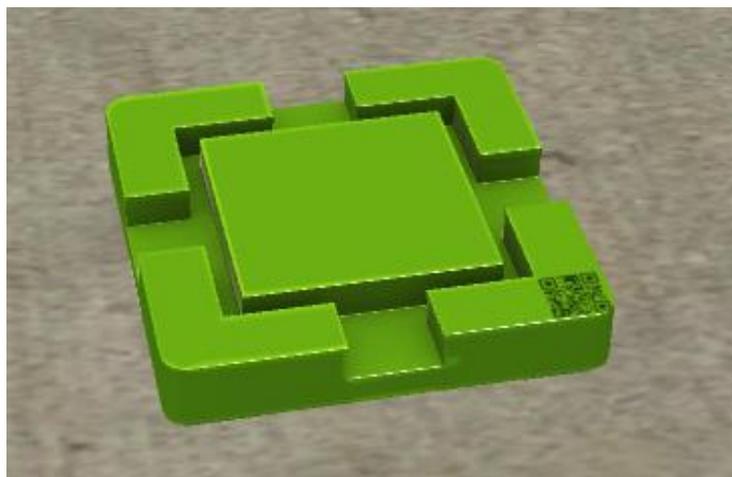
Gambar 4.2 Flowchart proses produksi

### 1. Barang masuk

Pada Factory IO barang masuk melalui emitter yang dijalankan oleh conveyor menuju proses penyortiran. Barang yang keluar dari emitter terdiri dari 2 macam, yaitu blue product base dan green product base, kedua barang itu akan di proses ke assembly yang masing-masing akan disimpan ke rak yang berbeda.



Gambar 4.3 Blue Product Base



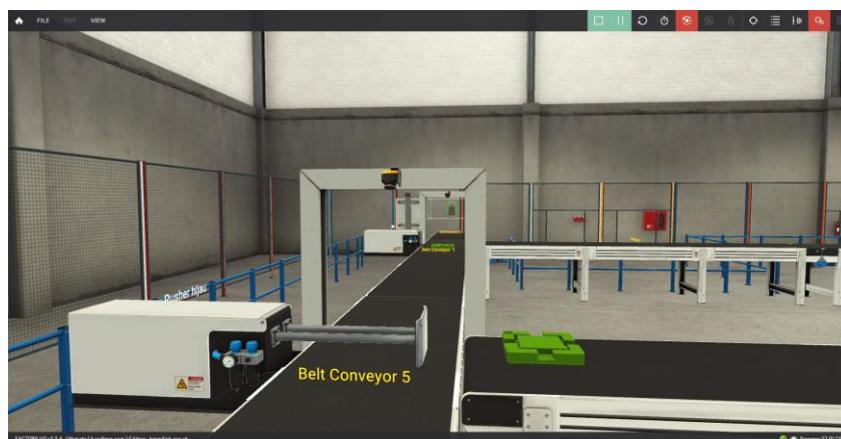
Gambar 4.4 Green product base

## 2. Sorting barang yang sesuai

Pada tahap ini, barang yang telah masuk ke conveyor akan melewati sistem penyortiran yang terdiri dari beberapa komponen utama. Vision sensor digunakan untuk mendeteksi jenis barang berdasarkan bentuk, warna, atau dimensi. Sensor ini mengambil gambar barang dan membandingkannya dengan database referensi yang telah diprogram ke dalam sistem. Jika barang yang terdeteksi sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan, maka barang akan diteruskan ke jalur produksi selanjutnya. Jika barang yang terdeteksi tidak sesuai dengan spesifikasi, maka pusher mekanik akan mengarahkan barang tersebut ke jalur pembuangan atau jalur barang tidak layak. Pusher mekanik ini dikendalikan oleh PLC Siemens S7-1500, yang menerima data dari vision sensor dan memutuskan apakah barang perlu dipisahkan atau tidak.

Komponen yang Dibutuhkan dalam Sorting:

- a. Vision Sensor: Untuk mendeteksi jenis barang berdasarkan warna, bentuk, atau ukuran.
- b. Pusher Mekanik: Untuk mengeluarkan barang yang tidak memenuhi spesifikasi.
- c. Conveyor: Untuk mengangkut barang ke jalur berikutnya.
- d. PLC Siemens S7-1500: Untuk mengontrol seluruh sistem sorting.



Gambar 4.5 mesin sorting memilah produk yang sesuai

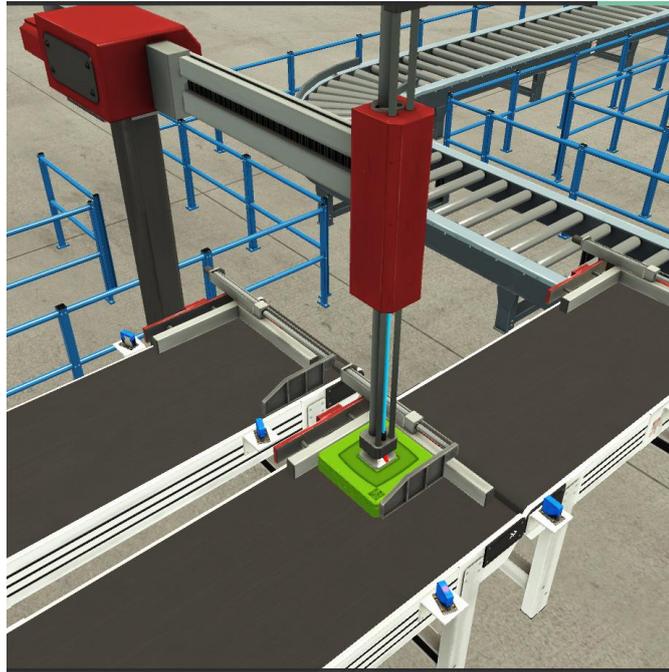
### 3. Assembly bahan produk menjadi produk jadi

Pada tahap ini, barang yang telah lolos penyortiran akan dipindahkan menuju stasiun perakitan. Proses perakitan ini dilakukan secara otomatis menggunakan beberapa komponen utama yang bekerja bersama untuk memastikan semua bagian produk terpasang dengan benar. Barang yang masuk ke jalur assembly akan diposisikan dengan bantuan positioner, yang berfungsi untuk menahan dan mengarahkan barang agar sesuai dengan posisi yang telah ditentukan. Diffuse sensor akan mendeteksi keberadaan barang dan memastikan bahwa posisinya sudah tepat sebelum proses perakitan dimulai. Jika posisi belum sesuai, mekanisme pengarah akan melakukan koreksi sebelum barang diproses lebih lanjut.

Robot Two-Axis Pick and Place akan mengambil komponen dari conveyor dan menemukannya ke posisi yang telah ditentukan di jalur perakitan. Robot ini memiliki dua sumbu gerak (horizontal dan vertikal) yang memungkinkannya untuk mengambil dan memindahkan barang dengan presisi tinggi. Robot ini dikendalikan oleh PLC Siemens S7-1500, yang menerima sinyal dari sensor untuk memastikan bahwa barang diambil dan diletakkan dengan akurat. Selain itu, positioner digunakan untuk memastikan bahwa bagian-bagian produk yang akan dirakit sudah berada dalam posisi yang benar sebelum dilakukan pemasangan. Jika produk belum berada dalam posisi yang sesuai, mekanisme ini akan menyesuaikan letak produk agar dapat dirakit dengan benar. Setelah semua komponen berhasil dirakit, conveyor akan mengangkat produk ke tahap berikutnya untuk dilakukan proses pengecekan kualitas atau langsung menuju proses pengemasan.



Gambar 4.6 positioner mengaktifkan clamp



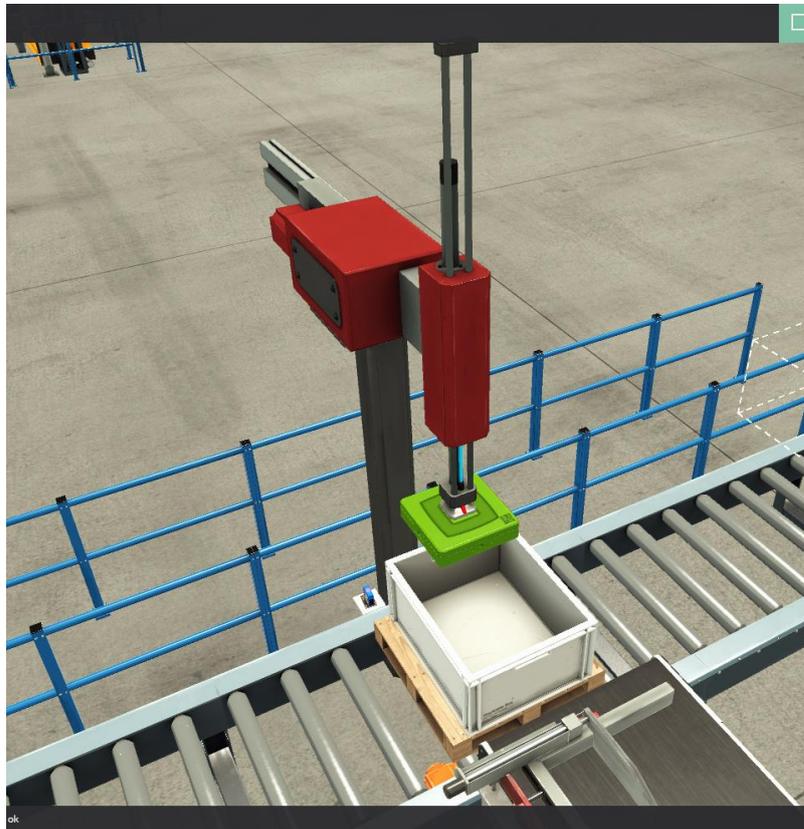
Gambar 4.7 Robot menyatukan 2 bahan menjadi Satu

Komponen yang Dibutuhkan dalam Assembly:

- a. Positioner: Untuk memastikan barang berada dalam posisi yang benar sebelum perakitan.
  - b. Diffuse Sensor: Untuk mendeteksi posisi barang pada jalur assembly.
  - c. Robot Two-Axis Pick and Place: Untuk mengambil dan meletakkan komponen dengan presisi tinggi.
  - d. PLC Siemens S7-1500: Untuk mengontrol seluruh proses assembly.
  - e. Conveyor: Untuk mengangkut barang dari stasiun penyortiran ke jalur perakitan
4. Meneruskan ke pallete box

Pada tahap ini, produk yang telah selesai dirakit akan dipindahkan ke palet secara otomatis menggunakan robot pick and place. Conveyor akan membawa produk ke stasiun pemindahan, di mana diffuse sensor mendeteksi keberadaan produk dan memberikan sinyal ke PLC untuk mengaktifkan robot. Robot pick and place akan mengambil produk menggunakan mekanisme vakum atau gripper, kemudian meletakkannya ke dalam palet yang telah disiapkan. Positioner akan

memastikan bahwa palet berada di posisi yang benar agar produk dapat ditata dengan rapi. Setelah produk ditempatkan dengan benar, rolling conveyor akan mengangkat palet ke sistem penyimpanan otomatis atau ke area pengemasan.



Gambar 4.8 barang sudah jadi diletakkan ke pallet

Komponen yang Dibutuhkan dalam Pick and Place to Pallet:

- a. Robot Pick and Place: Untuk mengambil dan meletakkan produk ke palet.
- b. Diffuse Sensor: Untuk mendeteksi posisi produk sebelum dipindahkan.
- c. Positioner: Untuk memastikan palet berada di posisi yang benar.
- d. Rolling Conveyor: Untuk membawa palet ke tahap penyimpanan atau distribusi.
- e. PLC Siemens S7-1500: Untuk mengontrol seluruh proses pemindahan produk ke palet.

### 5. Penyusunan produk kedalam rak

Setelah palet diisi dengan produk yang telah selesai diproses, conveyor akan mengangkutnya ke sistem Automatic Storage and Retrieval System (ASRS). ASRS merupakan sistem gudang otomatis yang menggunakan komputer dan sensor untuk mengatur penyimpanan dan pengambilan barang secara efisien. Vision sensor akan membaca label atau kode pada palet untuk menentukan lokasi penyimpanan yang sesuai. Setelah itu, rolling conveyor membawa palet menuju rak penyimpanan yang telah ditentukan. Mesin hydraulic lift akan mengangkat palet dan meletakkannya di rak yang telah ditentukan sesuai sistem manajemen inventaris. Semua proses ini dikontrol oleh PLC Siemens S7-1500, yang mengatur pergerakan conveyor, lift, dan robot gudang agar sistem penyimpanan berjalan optimal.



Gambar 4.9 Robot lift menyusun barang ke rak

Komponen yang Dibutuhkan dalam Automatic Warehouse:

- a. Automatic Storage and Retrieval System (ASRS): Untuk mengatur penyimpanan dan pengambilan barang secara otomatis.
- b. Vision Sensor: Untuk membaca label atau kode pada palet.
- c. Rolling Conveyor: Untuk mengangkut palet ke rak penyimpanan.
- d. Mesin Hydraulic Lift: Untuk mengangkat palet ke lokasi yang ditentukan.
- e. PLC Siemens S7-1500: Untuk mengontrol seluruh sistem gudang otomatis.

#### 4.4 Pengujian Ledder Diagram

Pengujian Ledder Diagram bertujuan untuk memastikan bahwa sistem yang telah dirancang menggunakan TIA Portal dan Factory IO dapat bekerja sesuai dengan spesifikasi dan kebutuhan industri.

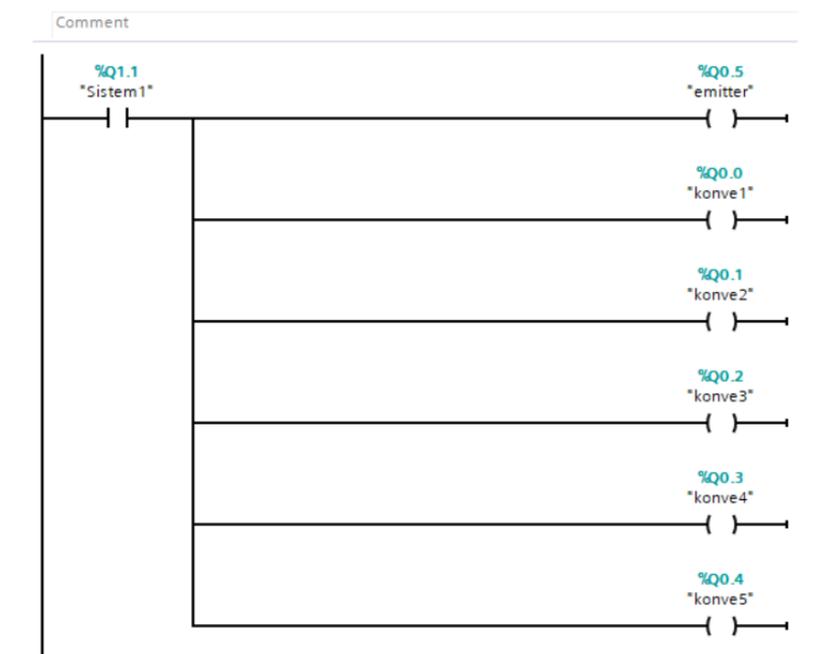
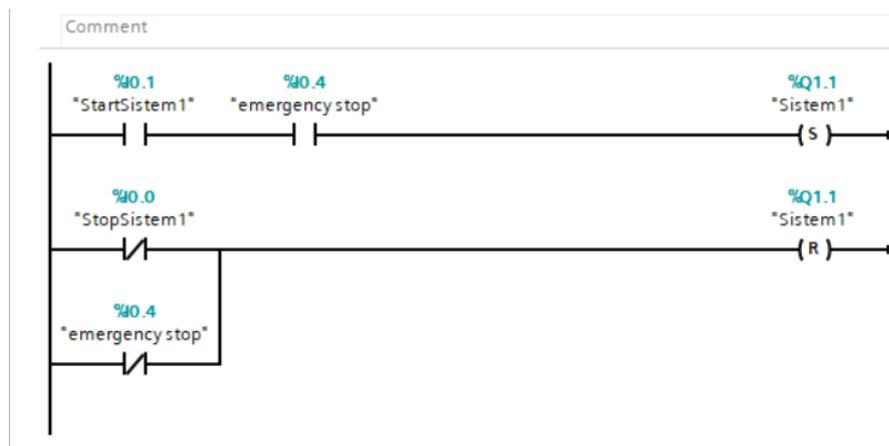
##### 1. Conveyor barang masuk

Ladder diagram ini menunjukkan kontrol sederhana untuk menyalakan dan mematikan sebuah sistem menggunakan PLC dengan metode Set dan Reset. Ketika tombol StartSistem1 (%I0.1) ditekan dan tombol Emergency Stop (%I0.4) dalam keadaan tidak aktif, maka output Sistem1 (%Q1.1) akan diaktifkan menggunakan instruksi Set (S). Ini berarti sistem akan tetap menyala meskipun tombol StartSistem1 dilepas, selama tidak ada perintah untuk memamatkannya.

Untuk mematikan sistem, ada dua kondisi yang dapat menyebabkan output Sistem1 (%Q1.1) menjadi mati. Pertama, jika tombol StopSistem1 (%I0.0) ditekan, maka instruksi Reset (R) akan mematikan Sistem1. Kedua, jika tombol Emergency Stop (%I0.4) ditekan, maka sistem juga akan dimatikan sebagai tindakan darurat. Dengan desain ini, sistem hanya bisa menyala ketika tombol start ditekan dalam kondisi aman, dan dapat dimatikan baik dengan tombol stop maupun tombol emergency stop. Untuk mengontrol sistem menggunakan PLC dengan prinsip *Set (S)* dan *Reset (R)*. Rung pertama berfungsi untuk menyalakan sistem ketika tombol StartSistem1 (%I0.1) ditekan, dengan syarat tombol Emergency Stop (%I0.4) tidak dalam kondisi aktif. Jika kedua kondisi ini terpenuhi, maka output Sistem1 (%Q1.1) akan di-*set*, sehingga sistem menyala.

Pada rung kedua, sistem akan dimatikan ketika tombol StopSistem1 (%I0.0) ditekan atau jika tombol Emergency Stop (%I0.4) aktif. Jika salah satu dari kondisi ini terjadi, maka Sistem1 (%Q1.1) akan di-*reset*, sehingga sistem berhenti beroperasi.

Diagram ini memastikan bahwa sistem dapat dihidupkan menggunakan tombol start, dihentikan menggunakan tombol stop, dan dapat segera dimatikan dalam kondisi darurat menggunakan tombol emergency stop untuk keamanan operasional.

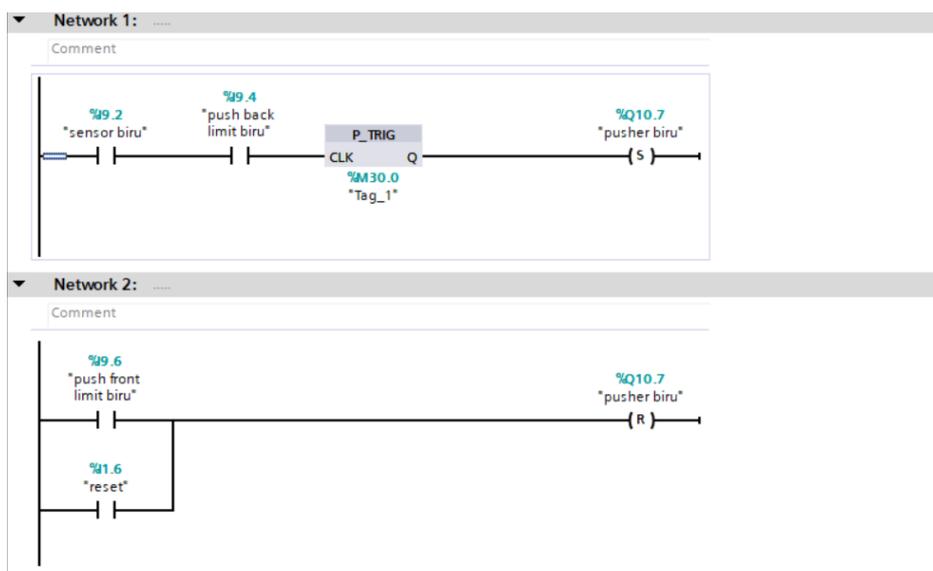


Gambar 4.10 Ladder diagram start stop sistem dan conveyor

## 2. Sorting bahan produk

Ladder diagram ini terdiri dari dua jaringan (Network 1 dan Network 2) yang mengontrol operasi aktuatur pusher biru (%Q10.7) menggunakan sensor dan limit switch. Pada Network 1, sistem akan menyalakan pusher biru ketika sensor biru (%I9.2) mendeteksi objek dan push back limit biru (%I9.4) aktif. Sinyal ini melewati blok P\_TRIG, yang merupakan pulse trigger untuk memastikan bahwa sinyal hanya dikirim sekali meskipun input tetap aktif. Jika kondisi ini terpenuhi, maka pusher biru (%Q10.7) akan di-*set*, yang berarti aktuatur akan mulai bergerak.

Pada Network 2, sistem akan mematikan pusher biru saat salah satu dari dua kondisi terjadi. Pertama, jika push front limit biru (%I9.6) aktif, yang menunjukkan bahwa pusher telah mencapai batas depannya. Kedua, jika reset (%I1.6) ditekan, yang memungkinkan pengguna untuk secara manual menghentikan operasi pusher. Jika salah satu dari kondisi ini terpenuhi, maka pusher biru (%Q10.7) akan di-*reset*, sehingga aktuatur berhenti bekerja atau kembali ke posisi awal. Secara keseluruhan, ladder diagram ini mengatur pergerakan pusher biru berdasarkan sensor dan limit switch, memastikan bahwa aktuatur bekerja hanya saat diperlukan dan dapat dihentikan baik secara otomatis maupun manual.



Gambar 4.11 ladder diagram sorting

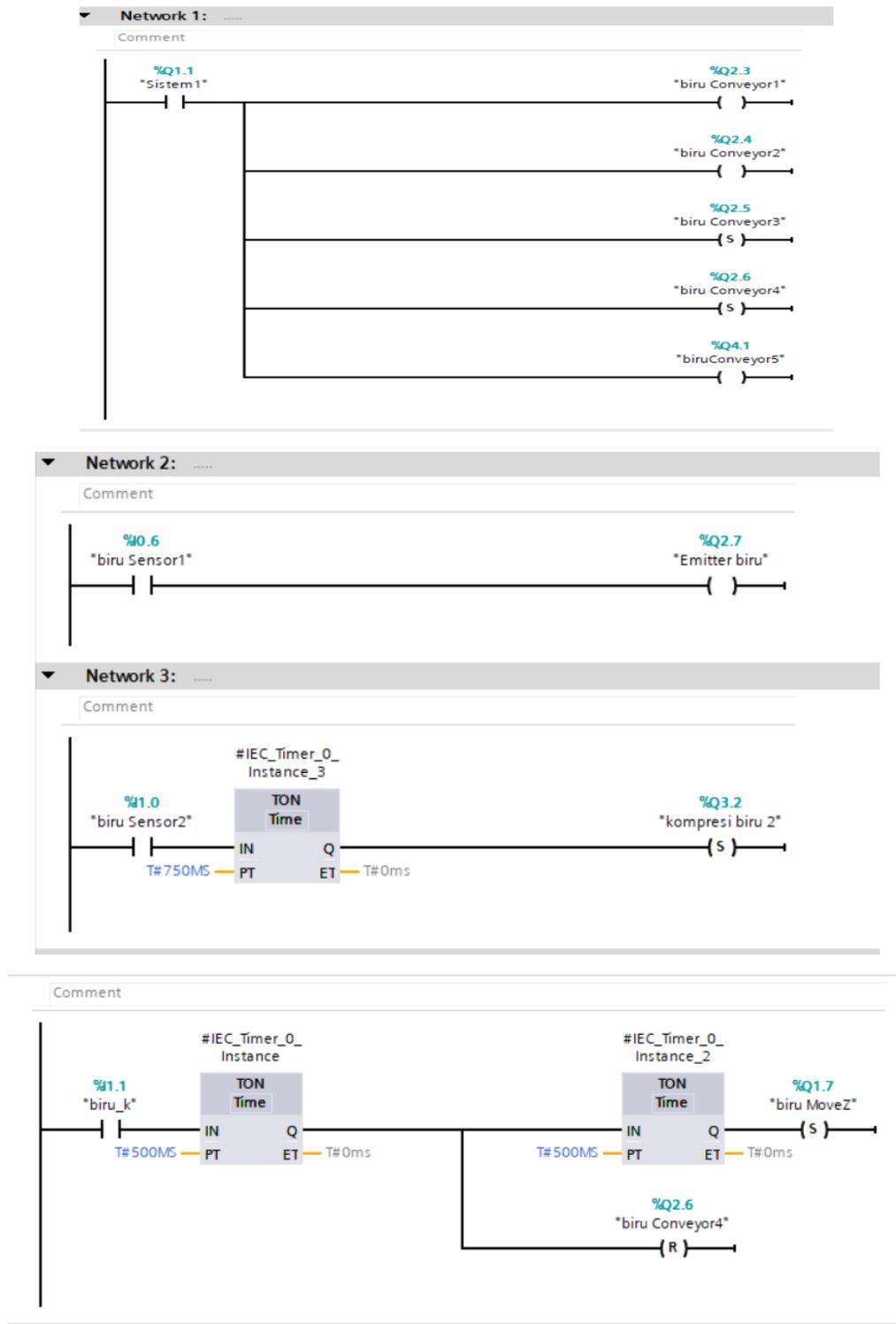
### 3. Assembly

Ladder diagram ini merupakan rangkaian kontrol otomatisasi untuk proses assembly menggunakan conveyor dan aktuator pneumatik. Sistem dimulai dengan aktivasi tombol start (%Q1.1), yang menyalakan semua conveyor (%Q2.3 hingga %Q4.1). Saat conveyor berjalan, sensor pertama (%I0.6) mendeteksi keberadaan benda dan mengaktifkan emitter (%Q2.7). Selanjutnya, jika sensor kedua (%I1.0) mendeteksi benda, maka setelah jeda 750 ms (TON), kompresor (%Q3.2) akan aktif untuk menahan atau memposisikan benda. Setelah itu, sensor lain (%I1.1) mengontrol pergerakan aktuator MoveZ (%Q1.7) dengan jeda 500 ms dan mematikan conveyor tertentu (%Q2.6) untuk memastikan benda tetap pada posisinya.

Setelah benda berada di posisi yang benar, sistem akan menjalankan proses assembly lebih lanjut. Aktuator Grab (%Q2.1) akan mengangkat benda setelah jeda waktu tertentu. Lalu, MoveX (%Q2.0) akan menggeser benda ke posisi berikutnya. Setelah itu, conveyor akan kembali bergerak dan kompresor akan dilepas. Proses ini berlanjut dengan serangkaian timer yang mengontrol pergerakan aktuator dan conveyor, memastikan benda dipindahkan dan diproses sesuai urutan yang benar. Pada tahap akhir, aktuator Position (%Q3.1) memastikan benda berada di lokasi yang tepat sebelum sistem kembali ke kondisi awal untuk siklus berikutnya.

Diagram ini menunjukkan sistem otomatisasi yang efisien dalam proses assembly, mengatur conveyor, sensor, dan aktuator secara berurutan menggunakan timer dan logika relay.

Berikut gambar ladder diagramnya :

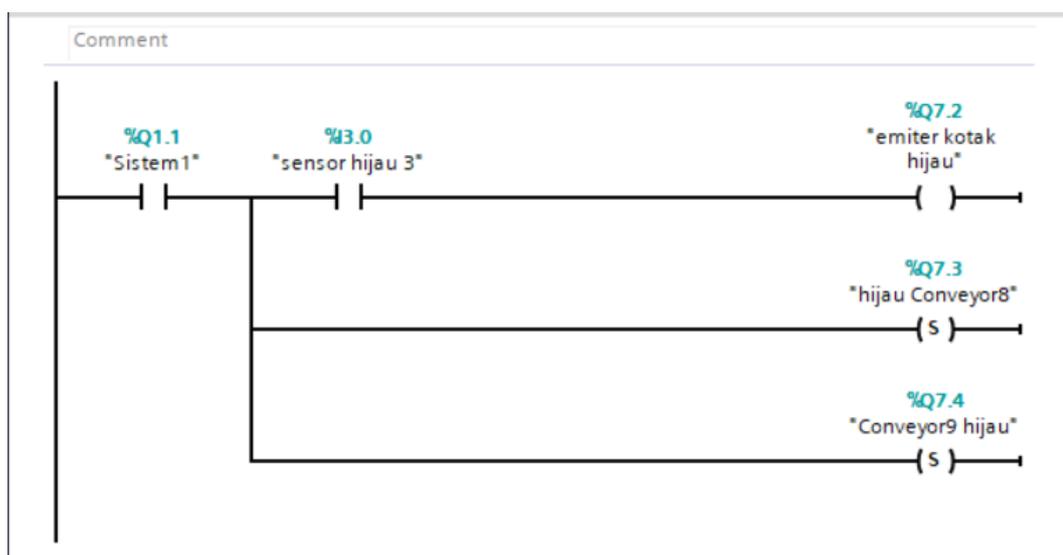


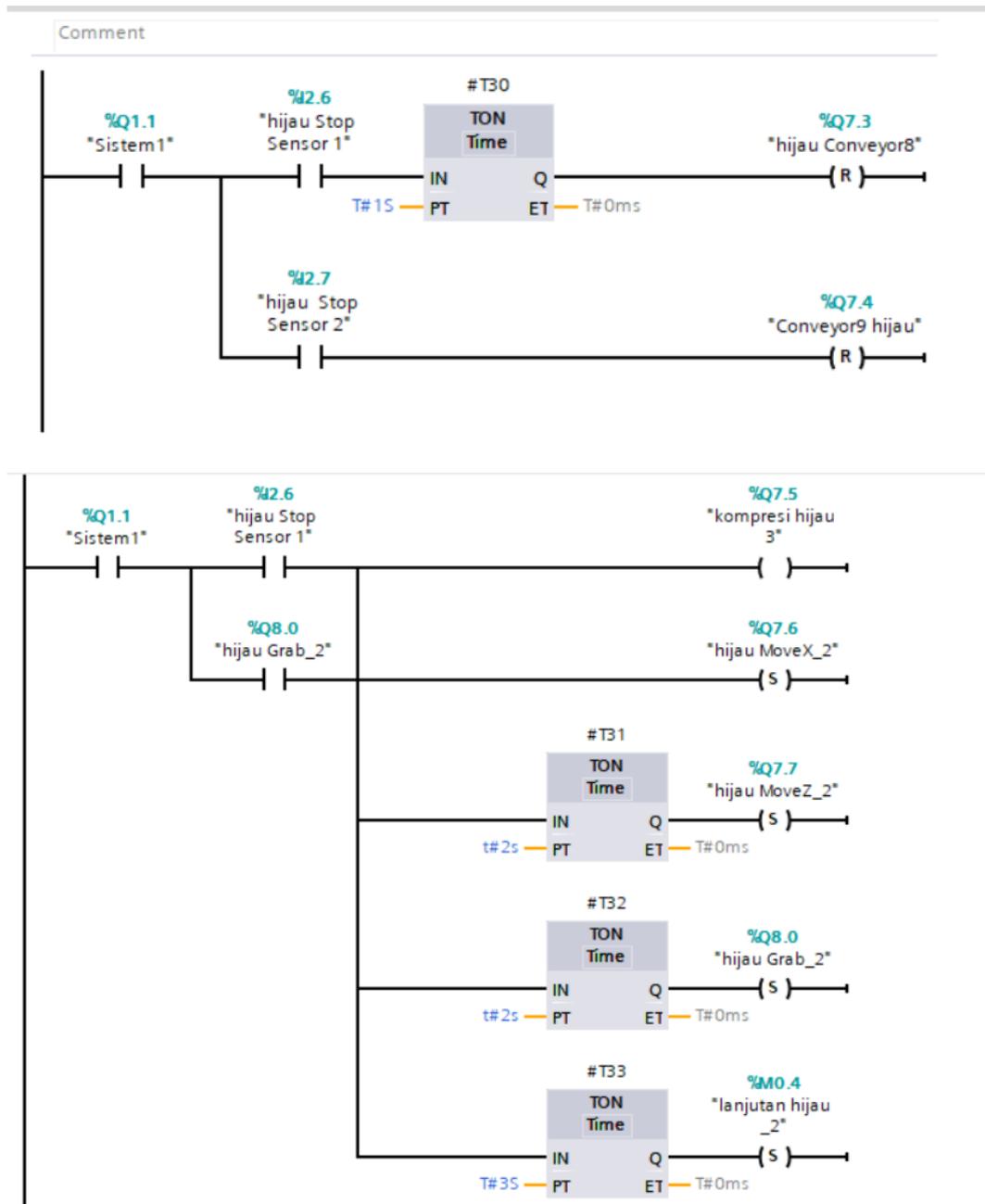
Gambar 4.12 Ladder diagram assembly

#### 4. Pick and place palette

Ladder diagram yang diberikan menggambarkan sistem pick and place pada palet dengan kontrol berbasis PLC. Sistem ini dimulai ketika sinyal dari %Q1.1 (Sistem1) aktif. Sensor %I3.0 (sensor hijau 3) mendeteksi keberadaan benda, yang kemudian mengaktifkan aktuator terkait untuk memulai proses pemindahan. Untuk menangani objek yang akan dipindahkan, %Q7.2 (emitter kotak hijau) diaktifkan. Conveyor %Q7.3 dan %Q7.4 (hijau Conveyor8 dan Conveyor9 hijau) juga diaktifkan untuk menggerakkan palet ke posisi yang ditentukan. Saat objek mencapai titik tertentu, sensor %I2.6 (hijau Stop Sensor 1) dan %I2.7 (hijau Stop Sensor 2) akan memicu timer #T30. Timer ini kemudian mematikan conveyor (%Q7.3 dan %Q7.4) setelah waktu yang telah ditentukan.

Selanjutnya, aktuator %Q7.5 (kompresi hijau 3) dan %Q7.6 (hijau MoveX\_2) diaktifkan untuk mengambil objek. Timer #T31, #T32, dan #T33 mengontrol pergerakan manipulator dalam koordinasi sumbu, seperti MoveZ\_2 dan Grab\_2, guna memastikan proses berjalan dengan akurat. Setelah objek dipindahkan ke lokasi tujuan, conveyor %Q7.4 kembali aktif setelah jeda waktu yang diatur oleh timer #T37. Timer #T47 kemudian mengontrol langkah terakhir, memastikan sistem siap untuk menjalankan siklus berikutnya.





Gambar 4.13 ladder diagram pick and place

## 5. Automated warehouse

### Input dan Sensor

- %I9.7** – Menandakan sistem rak biru aktif, yang akan menjadi pemicu awal pergerakan bin.

- b. %I5.2, %I5.3, %I5.4 – Sensor yang mendeteksi posisi atau keberadaan bin dalam sistem.
- c. %MW4 – Merupakan register yang digunakan untuk menyimpan nilai *step* atau tahapan proses bin.

#### Timer ON Delay (*TON*)

- a. DB816, DB818, DB817, DB819, DB820, DB821, DB822, DB823, DB824
  - o Timer ini berfungsi untuk memberikan delay sebelum sistem mengeksekusi pergerakan bin.
  - o Waktu delay yang diberikan adalah 15.500 ms (15,5 detik) agar memastikan sistem berjalan stabil sebelum bin berpindah posisi.

#### Output Kontrol Pergerakan

- a. %Q10.5 ("bin Left") – Mengaktifkan pergerakan bin ke kiri.
- b. %Q10.6 ("bin Lift") – Mengaktifkan pergerakan bin ke atas atau bawah.
- c. %Q10.4 ("bin Right") – Mengaktifkan pergerakan bin ke kanan.

#### Instruksi Pemindahan Data

- a. MOVE
  - o Digunakan untuk menyimpan dan memindahkan data posisi bin ke dalam memori tertentu.
  - o Contohnya, %Q0.18 dipindahkan ke %QD42 sebagai indikator bahwa bin telah mencapai posisi tertentu.
- b. ADD (Auto Bin)
  - o Operasi penambahan ini digunakan untuk mencatat nomor bin atau rak yang sedang diproses, sehingga sistem dapat mengelola posisi bin dengan lebih baik

## 2. Cara Kerja Sistem Ladder Diagram

### Aktivasi Sistem

Saat sistem diaktifkan (%I9.7 "sistem rak biru" ON), maka tahapan pertama dalam pergerakan bin dimulai. Perintah ini memicu timer pertama yang mengaktifkan output sesuai dengan kondisi yang telah ditentukan.

#### Pergerakan Bin ke Kiri

Jika kondisi input %I5.2 aktif, maka timer DB816 akan mulai menghitung mundur selama 15,5 detik. Setelah timer selesai, output %Q10.5 ("bin Left") akan aktif, yang berarti bin akan bergerak ke kiri.

#### Pergerakan Bin ke Atas

Setelah bin mencapai posisi kiri, timer berikutnya DB818 akan aktif. Jika kondisi %Q10.5 masih aktif dan memenuhi syarat, maka timer akan menyelesaikan hitungan dan mengaktifkan output %Q10.6 ("bin Lift"), yang menggerakkan bin ke atas.

#### Pergerakan Bin ke Kanan

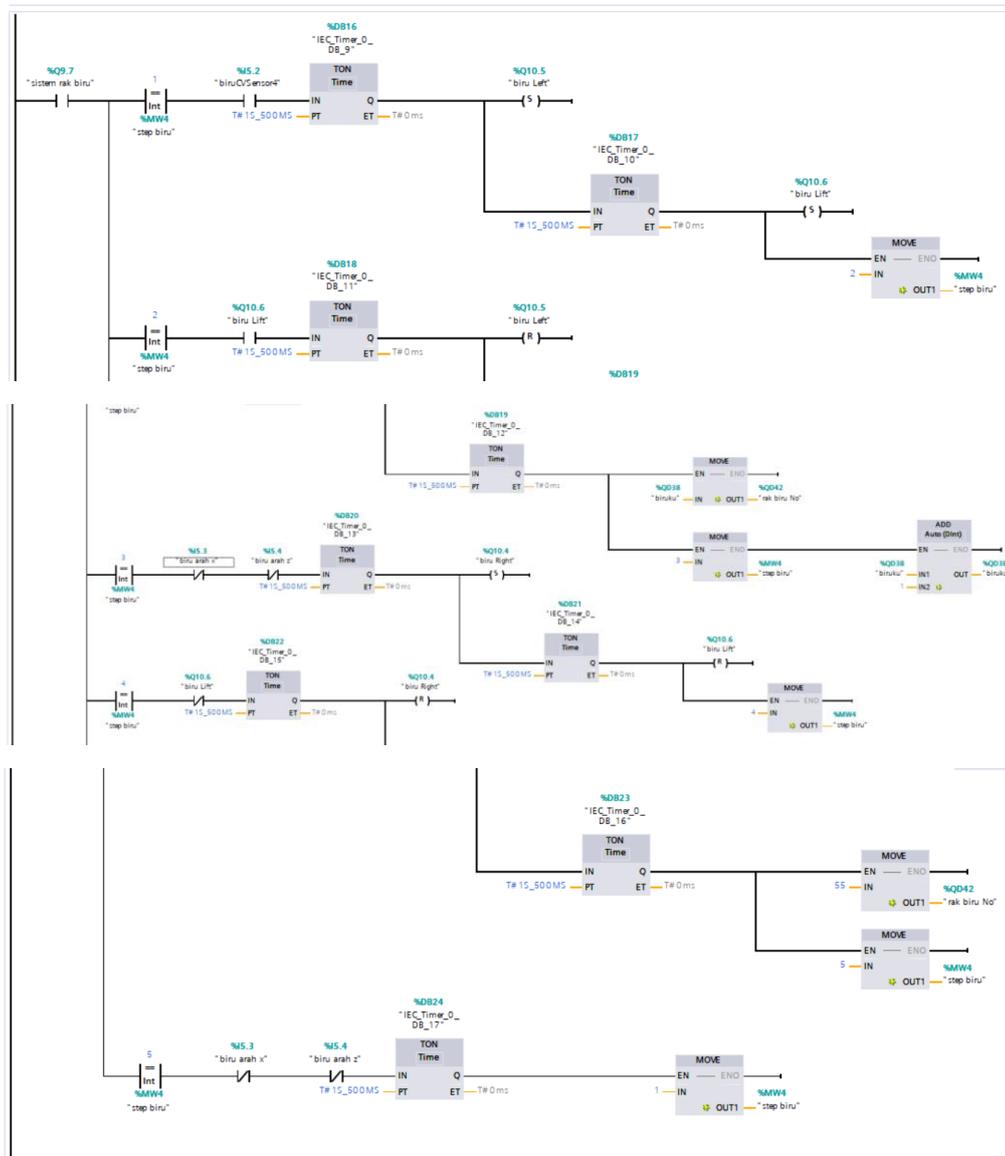
Jika bin telah selesai bergerak ke atas, maka timer DB819 akan mulai menghitung dan setelah selesai, akan mengaktifkan output %Q10.4 ("bin Right"). Ini akan menggerakkan bin ke kanan dalam sistem penyimpanan.

#### Penyimpanan Data Posisi

Setelah bin selesai berpindah ke kanan, instruksi *MOVE* akan menyimpan status posisi bin ke dalam register %QD42. Jika diperlukan, operasi *ADD* akan menambah nomor rak bin yang sedang diproses.

#### Pengulangan Proses

Sistem ini terus berulang untuk memastikan bin dapat berpindah dari satu posisi ke posisi lainnya sesuai dengan alur yang telah ditentukan. Jika proses telah selesai, sistem akan mereset nilai *step bin* pada %MW4 untuk memulai siklus berikutnya.



Gambar 4.14 Ladder Diagram Automated Warehouse

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun kesimpulan yang dihasilkan pada penelitian simulasi ini yaitu :

1. Efisiensi Sistem, Implementasi dengan TIA Portal dan Factory IO meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi kesalahan manusia, dan mempercepat respons terhadap gangguan
2. Keandalan Produksi, Integrasi perangkat keras dan lunak melalui TIA Portal membuat sistem lebih stabil, mengurangi intervensi manual, dan meningkatkan produktivitas
3. Dampak Teknologi, Penelitian ini membantu industri mengoptimalkan sistem produksi melalui simulasi, mengurangi biaya, dan meminimalkan risiko kesalahan

#### **5.2 Saran**

Adapun saran pada penelitian kali ini yaitu :

1. Penggunaan TIA Portal dan Factory IO dapat diperluas dengan mengintegrasikan lebih banyak skenario produksi untuk meningkatkan akurasi simulasi.
2. Perlu dilakukan pengujian lebih lanjut dengan perangkat keras nyata agar sistem lebih siap untuk implementasi di industri.
3. Simulasi ini dapat dimanfaatkan sebagai media pembelajaran bagi mahasiswa dan praktisi untuk memahami sistem otomasi industri secara lebih mendalam

## DAFTAR PUSTAKA

1. Ahkam & Yusuf, (2020) Simulasi Factory IO Sistem Kendali Pemindah Barang. Universitas Jendral Achmad Yani.
2. Gilang Ramadhani Hidayat, Itmi Hidayat Kurniawan, (2021), Simulasi Alat Pengisi Barang dan Pengepakan Menggunakan Factory IO. Universitas Muhamadiyan Purwekerto.
3. Rahmatullah, Tugino, Gewa, Arsyad., (2021), Rancang Bangun Sistem Sorting Barang Menggunakan 3DSimulator Factory IO Berbasis Outseal PLC. Institut Teknologi Nasional Yogyakarta.
4. Tanojo, (2015), Kontrol Modular Production System Berbasis PLC Siemens S7-300 Dengan Menggunakan HMI Touch Panel . Universitas Surabaya.
5. Fikri Arifudin, (2024), Analisis Kinerja Pemrograman Plc Terintegrasi Factory Io Pada Sistem Automated Storage. Politeknik Negeri Jakarta
6. Juan Viano, (2024), Perancangan Sistem Automatic Storage and Retrieval System untuk Automasi Persediaan Sistem Pergudangan
7. Adrian Isna Izzulhaq, (2024), INTISARI RANCANG BANGUN SISTEM OTOMASI PALLETIZING PADA LINI ASSEMBLY
8. Ardana, (2024), Penerapan Aplikasi Factory I/O Untuk Proses Kontrol Simulasi Dengan Animasi Sortir Benda Logam Dan Nonlogam Berbasis PLC
9. Gilang Ramadhani Hidayat, Itmi Hidayat Kurniawan, (2021), Simulasi Alat Pengisi Barang Dan Pengepakan Barang Menggunakan Factory IO
10. Tugino, Fikar Rahmatullah, Gewa Romadhon, Mohammad Arsyad , Septi Savitri, (2021), Simulasi Alat Pengisi Barang Dan Pengepakan Barang Menggunakan Factory IO