

**RANCANG BANGUN SISTEM INTERLOCK CONVEYOR
PENGHITUNG BARANG BERBASIS PLC FX1N 10MR**

PROJEK

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi di
Program Studi Teknik Komputer Jenjang Diploma III



Oleh :

Muhammad Farhan Abdillah

09030582125003

**PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
NOVEMBER 2024**

**HALAMAN PENGESAHAN
PROJEK**

**RANCANG BANGUN SISTEM INTERLOCK CONVEYOR
PENGHITUNG BARANG BERBASIS PLC FX1N 10MR**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan Studi di
Program Studi Teknik Komputer Jenjang Diploma III

Oleh

Muhammad Farhan Abdillah
09030582125003

Palembang, 15 November 2024

Menyetujui,
Pembimbing


Dr Ahmad Zarkasi, M.T
NIP 197908252023211007

Mengetahui,

Koordinator Program Studi Teknik Komputer



Ahmad Hervanto, S.Kom, M.T.
NIP. 198701222015041002

HALAMAN PERSETUJUAN

Telah diuji dan lulus pada :

Hari : Senin

Tanggal : 25 November 2024

Tim Penguji :

1. Ketua : Aditya Putra Perdana Prasetyo, M.T.



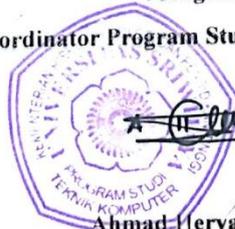
2. Pembimbing I : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.



3. Penguji : Sarmayanta Sembiring, M.T.



Mengetahui,
Koordinator Program Studi Teknik Komputer



Ahmad Heryanto, M.T.

NIP. 198701222015041002

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Muhammad Farhan Abdillah
NIM : 09030582125003
Program Studi : Teknik Komputer
Judul Projek : Rancang Bangun Sistem *Interlock* Konveyor
Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR

Hasil Pengecekan Software iThenticate/Turnitin : 16%

Menyatakan bahwa laporan Projek saya merupakan hasil karya sendiri dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan atau plagiat dalam laporan Projek ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari siapapun.



Palembang, 12 November 2024



Muhammad Farhan Abdillah

NIM. 09030582125003

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO :

“Hidup adalah proses belajar, Nikmati setiap perjalanannya. Langkah kecil hari ini adalah awal dari perubahan besar karena kesuksesan dimulai dari keberanian mengambil resiko dan jangan takut gagal tapi takutlah untuk tidak pernah mencoba. Kegagalan adalah kesempatan untuk memulai lagi dengan lebih baik dan yang penting berani bermimpi, berani beraksi dan tetap senantiasa berdoa kepada Allah SWT”

Kupersembahkan Kepada :

- Allah SWT
- Kedua Orang Tua
- Keluarga
- Dosen – Dosen
- Almamater

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat, serta hidayah-nya yang senantiasa melimpah. Shalawat serta salam tak henti kami sampaikan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, dan seluruh umat Islam yang senantiasa menjadi teladan dalam kehidupan ini. Dalam kesempatan yang baik ini, dengan rendah hati dan penuh rasa syukur, kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, dan bantuan dalam penyelesaian laporan projek ini.

Laporan ini berjudul **“Rancang Bangun Sistem *Interlock Conveyor* Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N 10MR”** Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan PROJEK ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua saya tercinta, bapak Herlan dan ibu Erlina yang telah mendidik dengan penuh kasih sayang serta selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis untuk mengerjakan laporan projek ini.
2. Terima Kasih juga kepada penulis sendiri yang sudah jatuh bangun dan berjuang susah payah selama pelaksanaan projek ini dan untuk mendapatkan gelar setelah lulus.
3. Bapak Prof. Dr. Erwin, S.Si, M.Si selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ahmad Heryanto, M.T Selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer.
5. Bapak Adi Hermansyah, M.T selaku dosen pembimbing akademik yang telah memberikan dukungan, saran serta motivasi kepada penulis.
6. Bapak Dr. Ahmad Zarkasi, M.T Selaku Dosen Pembimbing Projek yang telah berkenan meluangkan waktu untuk membimbing, mengingatkan penulis serta memberi motivasi terbaik untuk penulis dalam pelaksanaan projek.

7. Mbak Faula Rezky Selaku admin Program studi Teknik Komputer yang telah sabar dan selalu membantu seluruh pemberkasan yang diperlukan penulis.
8. Teman Seperjuanganku, *My Brotherhood* M Dzaki Brafika, Heru Suwito, Bagus Kurniawan dan Ismail Habibi yang telah membantu, menyemangati dan mendoakan hingga akhir bisa lulus dan wisuda bersama.
9. Dan terima kasih juga kepada semua pihak yang juga telah membantu dan tidak dapat disebutkan namanya satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan projek ini memiliki banyak sekali kekurangan. Penulis terbuka dan menerima setiap kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Akhir kata, semoga laporan projek ini bermanfaat dan menjadi sumbangsih bagi yang lainnya.

Wassalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Palembang, 15 November 2024

Penulis,

Muhammad Farhan Abdillah

09030582125003

**Rancang Bangun Sistem *Interlock* Konveyor Penghitung Barang
Berbasis PLC FX1N-10MR**

Oleh:

MUHAMMAD FARHAN ABDILLAH

09030582125003

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem *Interlock* Konveyor Penghitung Barang berbasis PLC FX1N-10MR dalam upaya meningkatkan efisiensi, akurasi, dan keselamatan dalam proses penghitung barang pada sistem konveyor otomatis. Dalam sistem ini, PLC FX1N-10MR berfungsi sebagai pengendali utama yang mengoordinasikan input dari sensor ultrasonik untuk deteksi objek. Sensor ini digunakan untuk mengidentifikasi keberadaan dan jumlah barang pada konveyor secara otomatis sesuai dengan parameter yang ditentukan. Metode perancangan meliputi tahap pemilihan komponen, pembuatan diagram blok sistem, implementasi perangkat keras, dan pemrograman logika kendali pada PLC. Pengujian dilakukan untuk mengukur akurasi, keandalan, dan respon sistem dalam mendeteksi objek serta menghentikan konveyor secara otomatis ketika batas tertentu tercapai atau terjadi gangguan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem berhasil mencapai akurasi tinggi dalam mendeteksi dan menghitung objek dalam rentang jarak yang telah ditentukan, serta mampu mengontrol pergerakan konveyor sesuai kondisi *interlock* yang diterapkan.

Kata Kunci : Konveyor, *Interlock*, PLC, Mikrokontroler, HC SR-04, Otomatisasi

Design and Development of an Interlock Conveyor Item Counter System Based on PLC FX1N-10MR

By:

MUHAMMAD FARHAN ABDILLAH

09030582125003

ABSTRACT

This research aims to design and implement an Interlock Conveyor Item Counter System based on the FX1N-10MR PLC to enhance efficiency, accuracy, and safety in the item-counting process on an automated conveyor system. In this system, the FX1N-10MR PLC functions as the primary controller, coordinating input from ultrasonic sensors for object detection. These sensors are used to automatically identify the presence and quantity of items on the conveyor in accordance with predefined parameters. The design method involves component selection, system block diagram creation, hardware implementation, and control logic programming on the PLC. Testing is conducted to measure system accuracy, reliability, and response in detecting objects and stopping the conveyor automatically when a specified limit is reached or when a disruption occurs. The test results indicate that the system achieves high accuracy in detecting and counting objects within the specified range and effectively controls conveyor movement in line with the applied interlock conditions.

Keywords: Conveyor, Interlock, PLC, Microcontroller, HC-SR04, Automation

DAFTAR ISI

‘Halaman Judul	i
HALAMAN PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
ABSTRAK	viii
Daftar Isi	x
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan.....	3
1.5. Manfaat.....	4
1.6. Metodologi Penelitian	4
1.7. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II DASAR TEORI	6
2.1. Sistem Interlock Conveyor	6
2.2. Teknologi PLC (<i>Programmable Logic Control</i>)	7
2.3. PLC FX1N 10MR	8
2.4. Arduino UNO	9
2.4.1 <i>Pinout</i> Arduino UNO.....	10
2.5. <i>Ultrasonic Sensor</i>	11
2.5.1 Pinout Sensor Ultrasonik	12
2.6. Motor Driver.....	13

2.6.1	Pinout Motor Driver.....	14
2.7.	Motor DC 12 Volt.....	15
2.8.	Baterai 12volt	15
2.9.	Power Suplai DC	16
2.10.	GX-Works2	17
2.11.	Arduino IDE	18
2.11.	Blender 3D.....	19
2.12.	Ultimaker Cura	21
BAB III PERANCANGAN SISTEM.....		22
3.1.	Pendahuluan	22
3.2.	Perancangan Sistem.....	22
3.2.1.	Blok Diagram Sistem.....	23
3.2.2.	Komponen Sistem.....	24
3.2.3.	Alur Kerja Sistem	24
3.2.4.	Perangkat Lunak	25
3.3.	Perancangan Mekanik Alat.....	26
3.4.	Perancangan Hardware	27
3.4.1	Perancangan HC-SR04	28
3.4.2	Perancangan <i>Motor Driver</i>	29
3.4.3	Perancangan PLC.....	30
3.4.4	Rangka Konveyor	31
3.5.	Perancangan Software	36
3.5.1	Perancangan Hardware Motor Driver ke Motor DC	36
3.5.2.	Perancangan Hardware Sensor HC-SR04.....	38
3.5.3.	Perancangan Hardware Sistem Interlock.....	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		41

4.1	Pengujian Sistem	41
4.2	Pengujian Sensor HC-SR04	41
4.3	Pengujian Motor Driver dan Motor DC	43
4.4	Pengujian Sistem Interlock.....	44
4.5	Pengujian PLC.....	46
4.6	Hasil Pengujian.....	48
4.6.1	Hasil dan Analisis Pengujian Seluruh Sistem.....	50
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		56
5.1	Kesimpulan.....	56
5.2	Saran.....	57
DAFTAR PUSTAKA.....		58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sistem <i>Intelock</i>	6
Gambar 2.2 <i>Programmable Logic Control</i>	7
Gambar 2.3 PLC FX1N 10MR	8
Gambar 2.4 Arduino UNO	9
Gambar 2.5 <i>Pinout</i> Arduino UNO	10
Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik	12
Gambar 2.7 <i>Pinout</i> HC-SR02.....	12
Gambar 2.8 Motor Driver.....	13
Gambar 2.9 <i>Pinout</i> Motor Driver	14
Gambar 2.10 Motor DC 12V.....	15
Gambar 2.11 Baterai 12Volt.....	16
Gambar 2.12 Power Supply 24V DC	17
Gambar 2.13 Aplikasi Pemrograman PLC	18
Gambar 2.14 Aplikasi Pemrograman Arduino	19
Gambar 2.15 Aplikasi Desain 3D.....	20
Gambar 2.16 Aplikasi Cetak Hasil 3D.....	21
Gambar 3.1 Blok Diagram	23
Gambar 3.2 Flowchart Alur Kerja Sistem.....	25
Gambar 3.3 Rancangan alat konveyor penghitung barang	27
Gambar 3.4 Rangkaian HC-SR04	28
Gambar 3.5 Rangkaian <i>Motor Driver</i>	29
Gambar 3.6 Perancangan PLC	31
Gambar 3.7 Rangka Konveyor pada saat di blender 3d.....	31
Gambar 3.8 Desain Konveyor.....	32
Gambar 3.9 <i>Belt</i> Konveyor.....	32
Gambar 3.10 <i>Pulley 1</i>	33
Gambar 3.11 <i>Pulley 2</i>	33
Gambar 3.12 <i>Stand Pulley 1</i>	33
Gambar 3.13 <i>Stand Pulley 2</i>	34
Gambar 3.14 <i>Bearing Spacer</i>	34
Gambar 3.15 <i>Stand Motor</i>	34

Gambar 3.16 Bearing	35
Gambar 3.17 Wadah sensor HC-SR04	35
Gambar 3.18 <i>Gear belt</i> konveyor.....	35
Gambar 3.19 Flowchart Motor driver ke motor dc	37
Gambar 3.20 Flowchart Pembacaan Sensor HC-SR04.....	38
Gambar 3.21 Flowchart Sistem Interlock	40
Gambar 4.1 Proses Pengujian Sensor HC-SR04 dan Hasil Serial Monitor	42
Gambar 4.2 Pengujian Motor Driver dan Motor DC	43
Gambar 4.3 Perancangan Sistem Interlock	45
Gambar 4.4 Kondisi Lampu Pada PLC	47
Gambar 4.5 Kondisi Lampu PLC pada Aplikasi.....	48
Gambar 4.6 Pengujian Keseluruhan.....	49
Gambar 4.7 Hasil Pengujian Barang Pertama.....	50
Gambar 4.8 Hasil Pengujian Barang Kedua.....	51
Gambar 4.9 Hasil Pengujian Barang Ketiga	51
Gambar 4.10 Hasil Pengujian Barang Keempat.....	52
Gambar 4.11 Hasil Pengujian Barang Kelima	52
Gambar 4.12 Hasil Pengujian Barang Keenam.....	52
Gambar 4.13 Hasil Pengujian Barang Ketujuh	53
Gambar 4.14 Hasil Pengujian Barang Kedelapan	53
Gambar 4.15 Hasil Pengujian Barang Kesembilan.....	54
Gambar 4.16 Hasil Pengujian Barang Kesepuluh.....	54

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO.....	9
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor HC-SR04.....	12
Tabel 3.1 Konfigurasi pin pada sensor HC-SR04	28
Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Pada Motor Driver	30
Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem.....	54

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Teknologi merupakan hasil ciptaan manusia yang bertujuan untuk membantu dan mempermudah berbagai aspek pekerjaan dalam kehidupan sehari-hari. Secara umum, teknologi digunakan di hampir semua bidang, termasuk pemerintahan, pendidikan, politik, dan ekonomi. Khususnya dalam bidang ekonomi, teknologi sangat penting dan berperan besar, terutama di lingkungan perusahaan. Dalam dunia industri, teknologi diterapkan dalam berbagai hal, salah satunya adalah teknologi untuk menghitung jumlah barang yang diproduksi.

Setiap barang hasil produksi harus dihitung dengan cermat sebelum didistribusikan. Saat ini, telah banyak tersedia mesin penghitung jumlah barang hasil produksi, oleh karena itu, sebuah prototipe alat kontrol conveyor dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan ini. Perkembangan teknologi dalam industri telah memungkinkan penghitungan hasil produksi dilakukan dengan lebih cepat dan akurat. Mesin-mesin penghitung tersebut mampu menangani berbagai jenis barang dengan efisiensi yang tinggi, sehingga proses produksi menjadi lebih efektif.

Dengan adanya alat kontrol conveyor, pengawasan dan pengendalian terhadap barang-barang yang diproduksi dapat dilakukan secara real-time, mengurangi kesalahan manusia dan meningkatkan produktivitas perusahaan. Implementasi teknologi ini tidak hanya meningkatkan kinerja perusahaan, tetapi juga memberikan keuntungan ekonomi yang signifikan, karena distribusi barang dapat dilakukan dengan lebih tepat waktu dan efisien.

Dalam dunia industri, penggunaan sistem conveyor untuk mengangkut barang merupakan hal yang umum. Sistem conveyor memungkinkan proses produksi menjadi lebih efisien dan terotomatisasi. Namun, dalam beberapa kasus, diperlukan pengaturan yang lebih canggih untuk mengontrol aliran barang yang diangkut oleh conveyor.

Salah satu teknologi yang digunakan untuk tujuan ini adalah sistem interlock yang dikendalikan oleh PLC (Programmable Logic Controller). Dalam teknologi elektronika dan komputer, efektifitas dan efisiensi selalu menjadi acuan agar setiap langkah dalam pemanfaatan teknologi diharapkan dapat mencapai hasil yang baik dalam kualitas maupun kuantitasnya. Agar mewujudkan hal tersebut, maka diperlukan sebuah alat komponen atau sistem yang dapat memproses suatu data yang cepat dan akurat yaitu conveyor. [1]

Dalam kehidupan masyarakat yang modern, istilah conveyor sudah terasa begitu akrab, meskipun kehadirannya mungkin masih jarang dijumpai di banyak tempat. Sementara itu, kebutuhan akan adanya conveyor yang dapat membantu pekerjaan manusia sangatlah dibutuhkan pada saat ini, khususnya pada manusia yang ingin naik dari lantai dasar kelantai berikut-berikutnya.

Conveyor ini juga bisa memindahkan barang dari lantai dasar kelantai berikutnya, sehingga meringani suatu pekerjaan dan dapat juga mencegah unsur terjadinya kecelakaan. Sebelumnya, Conveyor hanya dikendalikan dengan cara manual apabila saklar telah dihidupkan maka conveyor akan hidup terus menerus. Dari permasalahan tersebut maka saya ingin membuat sesuatu simulasi conveyor otomatis berbasis mikrokontroler yang dapat bekerja atau berfungsi pada saat dibutuhkan, sehingga conveyor tersebut lebih praktis dan efisien.

Dengan adanya conveyor ini maka diharapkan dapat memecahkan masalah yang dihadapi para pengguna conveyor pada umumnya dan tentu saja pemilik conveyor pada khususnya. Conveyor terdapat beberapa macam, seperti roller conveyor, belt conveyor, chain conveyor dan lain sebagainya. Dalam sebuah industri terdapat bahan-bahan yang berat dan berbahaya bahkan tidak bisa dibawa atau diangkat oleh manusia. Sehingga diperlukan alat untuk membantu mengatasi keterbatasan manusia tersebut dalam hal tenaga untuk menjaga keselamatan dan keamanan para pekerja industri. Untuk itu conveyor banyak dipilih sebagai alat angkut bahan-bahan industri. [2]

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas terdapat beberapa rumusan masalah diantaranya dibawah ini:

- a. Bagaimana merancang sistem interlock yang mampu mengatur aliran barang dengan presisi dan responsif terhadap kondisi lingkungan produksi?
- b. Bagaimana mengembangkan sistem penghitungan barang yang dapat bekerja secara akurat di tengah berbagai kondisi produksi, seperti variasi kecepatan conveyor dan berbagai ukuran barang?
- c. Bagaimana mengintegrasikan sistem interlock dengan sistem penghitungan barang agar dapat beroperasi secara sinergis dan efisien di bawah kendali PLC?

1.3. Batasan Masalah

Batasan Masalah pada tugas akhir seperti dibawah ini:

- a. Kapasitas maksimum conveyor dibatasi sesuai dengan kapasitas maksimum yang dapat ditangani oleh sistem PLC yang digunakan.
- b. Jumlah sensor yang digunakan dalam sistem ini dibatasi sesuai dengan jumlah yang telah direncanakan.
- c. Pemrograman PLC menggunakan bahasa pemrograman ladder logic. Penelitian tidak mempertimbangkan penggunaan bahasa pemrograman PLC yang berbeda.

1.4. Tujuan

Tujuan yang akan dicapai dalam tugas akhir ini yaitu

- a. Menciptakan suatu alat otomasi untuk menghitung barang yang akan dimasukkan kedalam kotak menggunakan control PLC FX1N 10MR
- b. Mengimplementasikan mekanisme penghitungan barang yang dapat menghitung jumlah barang yang melewati conveyor dan dimasukkan kedalam kotak dengan akurat dan efisien.
- c. Melakukan analisis terhadap kebutuhan sistem interlock conveyor penghitung barang untuk memastikan bahwa desain yang dihasilkan sesuai dengan kebutuhan industri yang bersangkutan.

1.5. Manfaat

Manfaat yang diharapkan dalam tugas akhir ini yaitu

- a. Menghasilkan sistem interlock conveyor yang akan membantu dalam menghitung barang dan pergerakan barang secara otomatis
- b. Menghasilkan mekanisme penghitungan barang yang terintegrasi sehingga memudahkan dalam perencanaan produksi dan persediaan
- c. Otomatisasi menggunakan PLC akan mengurangi keterlibatan manusia dalam proses produksi

1.6. Metodologi Penelitian

Adapun tahapan-tahapan metodologi pada tugas akhir ini sebagai berikut :

- a. Metode Studi Literature
Melakukan studi literatur terhadap sistem interlock conveyor, teknologi PLC, dan metode penghitungan barang yang telah dikembangkan sebelumnya. Studi literatur ini akan membantu memahami konsep dasar serta teknologi dalam pembangunan sistem.
- b. Metode Konsultasi
Pada tahap metode ini, penulis berkonsultasi dengan dosen pembimbing proyek atau orang yang memahami masalah tugas akhir yang dibuat olehnya.
- c. Metode Perancangan Sistem
Melakukan perancangan sistem interlock conveyor penghitung barang yang mencakup pemilihan sensor-sensor yang sesuai, desain mekanisme penghitungan barang, pemilihan perangkat keras PLC, dan perancangan perangkat lunak PLC.
- d. Pembangunan Prototipe
Penulis Membangun prototipe sistem berdasarkan desain yang telah dibuat. Proses ini meliputi pemasangan conveyor, instalasi sensor-sensor, konfigurasi perangkat keras PLC, dan pemrograman perangkat lunak PLC.

e. Metode Pengujian

Pada tahap metode ini, penulis melakukan serangkaian pengujian terhadap prototipe sistem untuk memastikan bahwa sistem dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan. Pengujian ini meliputi pengujian sensor, pengujian penghitungan barang, pengujian kontrol conveyor, dan pengujian integrasi keseluruhan sistem.

f. Metode Analisa dan Kesimpulan

Pada tahap metode ini, penulis menganalisis pengujian sistem untuk menentukan kekurangan hasil penelitian tugas akhir sehingga dapat digunakan untuk penelitian berikutnya. Setelah menganalisis, penulis membuat kesimpulan tentang hasil pengujian.

1.7. Sistematika Penulisan

BAB I

Pada Bab 1 penulis menjelaskan tentang latar belakang proyek

BAB II

Pada bab ini penulis membahas informasi umum atau teori pendukung yang digunakan sebagai landasan penelitian seperti penelitian terdahulu

BAB III

Memberikan penjelasan tentang proses pembuatan sistem yang akan digunakan, termasuk desain perangkat keras dan perangkat lunak yang akan digunakan untuk membangun sistem interlock conveyor penghitung barang

BAB IV

Pada BAB ini ialah membuat hasil implementasi, pengujian dari alat yang telah dibuat, mulai dari pengujian semua sensor yang dibuat demi mendapatkan data yang sesuai.

BAB V

Pada BAB ini berisi kesimpulan atas rancangan alat proyek yang telah dibuat berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang didapatkan selama proses pembuatan dan pengujian hasil pada alat.

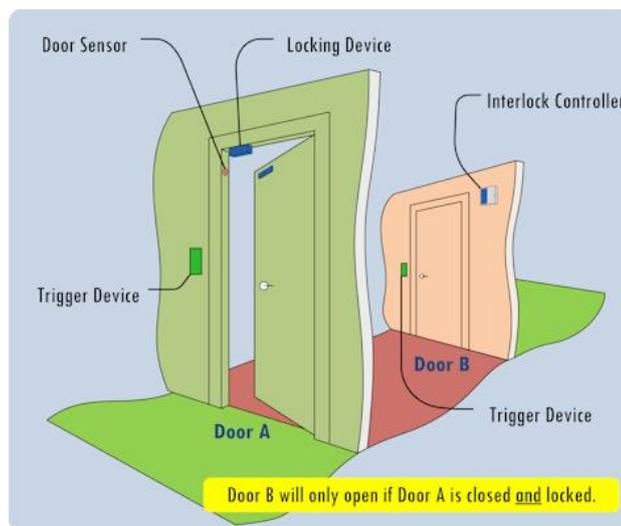
BAB II DASAR TEORI

2.1. Sistem Interlock Conveyor

Sistem interlock conveyor merupakan suatu sistem yang dirancang untuk mengatur pergerakan barang pada suatu jalur conveyor. Sistem ini bertujuan untuk memastikan bahwa barang bergerak sesuai dengan urutan yang diinginkan dan mencegah terjadinya tabrakan antar barang. Interlock adalah fitur yang memungkinkan dua mekanisme atau fungsi saling bergantung satu sama lain.

Fitur ini digunakan untuk mencegah kondisi yang tidak diinginkan dalam sistem mesin yang memiliki kondisi terbatas, dan dapat terdiri dari perangkat atau sistem elektrik, elektronik, atau mekanis. Dalam banyak aplikasi, interlock dirancang untuk mencegah mesin dari merusak operatornya atau merusak dirinya sendiri dengan cara memastikan bahwa satu elemen tidak dapat berubah status kecuali elemen lainnya berada dalam keadaan tertentu, dan sebaliknya.

Interlock memastikan bahwa peralatan dioperasikan dengan benar dan aman. Sistem interlock ini harus terus memproteksi peralatan selama sistem beroperasi. Dengan demikian, sistem interlock memberikan lapisan keamanan tambahan yang esensial, menjamin bahwa operasi peralatan berjalan sesuai dengan prosedur keselamatan yang ketat, dan mencegah terjadinya kecelakaan atau kerusakan yang tidak diinginkan.[3]



Gambar 2.1 Sistem *Intelock*

2.2. Teknologi PLC (*Programmable Logic Control*)

PLC (*Programmable Logic Controller*) adalah sebuah jenis khusus dari pengontrol berbasis mikroprosesor yang menggunakan memori yang dapat diprogram untuk menyimpan berbagai instruksi. Instruksi-instruksi ini digunakan untuk mengimplementasikan berbagai fungsi logika, seperti logika kombinasi, logika sekuensial, pewaktuan, pencacahan, dan fungsi aritmatika, dengan tujuan mengendalikan mesin-mesin dan proses-proses industri.

Penggunaan memori yang dapat diprogram memungkinkan PLC untuk mengeksekusi berbagai perintah dan logika yang diperlukan untuk mengoperasikan mesin dan proses dengan tepat. Misalnya, fungsi logika kombinasi memungkinkan pengontrol untuk membuat keputusan berdasarkan kombinasi kondisi input, sementara logika sekuensial memastikan urutan operasi yang benar.

Selain itu, fungsi aritmatika dalam PLC memungkinkan pengolahan data numerik yang diperlukan untuk kontrol proses yang lebih kompleks. Dengan kemampuannya untuk mengontrol dan mengotomatiskan berbagai aspek operasional, PLC menjadi komponen kunci dalam sistem otomatisasi industri, meningkatkan efisiensi dan mengurangi kesalahan manusia dalam pengendalian mesin dan proses. Terdapat banyak jenis dari PLC yaitu omron, glova, siemens dan Mitsubishi. Penulis memakai PLC Mitsubishi jenis fx1n 10mr.[4]



Gambar 2.2 *Programmable Logic Control*

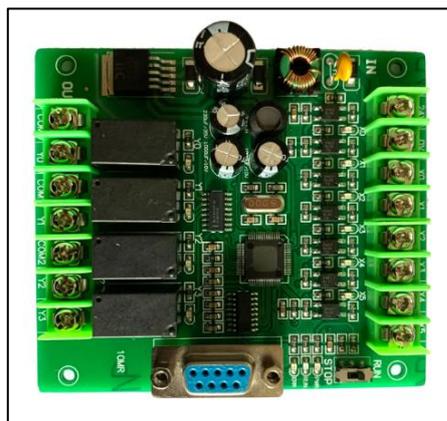
2.3. PLC FX1N 10MR

PLC FX1N 10MR adalah salah satu model dari serangkaian PLC (*Programmable Logic Controller*) yang diproduksi oleh Mitsubishi Electric. PLC FX1N 10MR merupakan PLC yang sangat populer dan banyak digunakan dalam berbagai aplikasi otomatisasi industri karena ukurannya yang kompak, kemampuan yang handal, dan harga yang terjangkau.

"10MR" dalam nama model menunjukkan kapasitas input digital (M) dan relai output (R) dari PLC. Dalam kasus PLC FX1N 10MR, "10" menunjukkan bahwa PLC ini memiliki 10 input digital dan 6 output relai. PLC FX1N 10MR memiliki desain yang kompak dengan dimensi yang kecil, sehingga mudah dipasang di berbagai tempat dengan ruang terbatas.

Ukurannya yang kecil membuatnya cocok untuk aplikasi-aplikasi yang membutuhkan kontrol otomatis dalam skala kecil hingga menengah. PLC FX1N 10MR dapat diprogram menggunakan bahasa pemrograman ladder logic, yang merupakan bahasa pemrograman yang intuitif dan mudah dipahami oleh teknisi dan insinyur kontrol.

PLC ini juga mendukung berbagai perangkat lunak pemrograman seperti GX Developer, yang menyediakan lingkungan pengembangan yang kuat untuk mengembangkan program kontrol. Secara keseluruhan, PLC FX1N 10MR adalah pilihan yang sangat baik untuk aplikasi otomatisasi yang membutuhkan kontrol yang handal, kinerja yang baik, dan ukuran yang kompak.

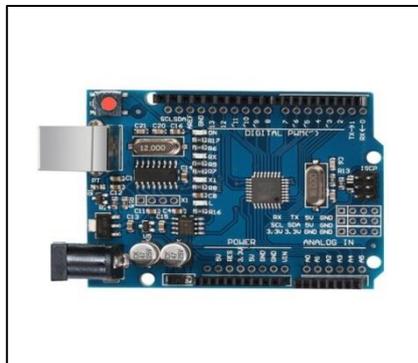


Gambar 2.3 PLC FX1N 10MR

2.4. Arduino UNO

Arduino merupakan system elektronik yang berbasis open-source yang fleksibel dan lebih mudah untuk dipergunakan baik itu dari segi perangkat keras maupun perangkat lunak.

Oleh karena itu, untuk menguatkan arduino adalah adalah jumlah pemakai yang sangat banyak hingga menyediakan tempat kode program yang akan coding dengan sesama perangkat keras ataupun modullasi yang mendukung (hardware support modules) dengan jumlah yang cukup banyak. Tentu saja hal ini untuk dapat memudahkan semua orang untuk mengenal lebih dekat tentang dunia mikrokontroler.[15]



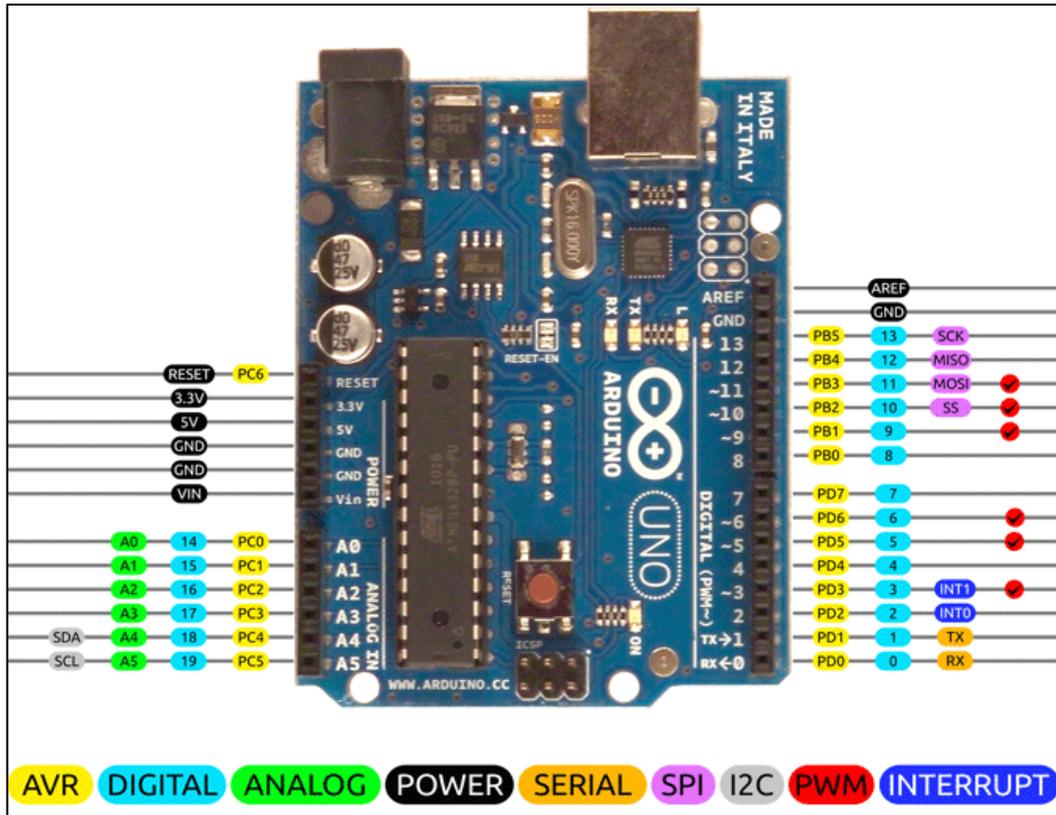
Gambar 2.4 Arduino UNO

Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO

Spesifikasi	Keterangan
Mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage (Dianjurkan)	7-9V
Input Voltage (Batas)	6-20V
Digital I/O Pin	14 pin (6 pin pwm)
PWM Digital I/O Pin	6 pin
Pin Masukan Analog	6 pin
Arus DC per I/O pin	20mA
Arus Untuk DC 3.3V pin	50mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P)
Kecepatan Jam	16MHz

2.4.1 Pinout Arduino UNO

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset.



Gambar 2.5 Pinout Arduino UNO

Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya.

Setiap 14 pin digital pada arduino uno dapat digunakan sebagai input dan output, menggunakan fungsi pinMode(), digitalWrite(), dan digitalRead(). Fungsi fungsi tersebut beroperasi di tegangan 5 volt, Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah resistor pull-up (terputus secara default) 20-50 kOhm.[16]

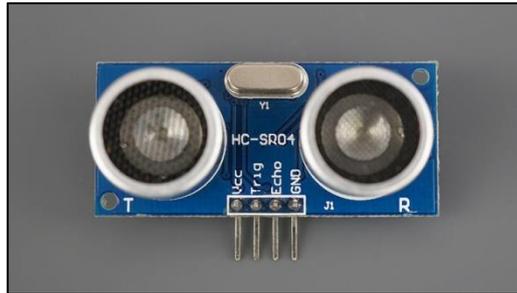
Arduino Uno berfungsi untuk memproses semua data - data yang dikirimkan oleh Handphone dan memberikan perintah kepada transistor driver. Transistor driver menerima perintah dari microcontroller arduino uno untuk menghidupkan / mematikan peralatan rumah tangga dengan cara menghubungkan dan memutus arus listrik peralatan rumah tangga.[17]

2.5. *Ultrasonic Sensor*

Sensor ultrasonik adalah sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara dan digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek atau benda tertentu didepan frekuensi kerja pada daerah diatas gelombang suara dari 20 kHz hingga 2 MHz. Sensor ultrasonik terdiri dari dari dua unit, yaitu unit pemancar dan unit penerima struktur unit pemancar dan penerima. Sangatlah sederhana sebuah kristal piezoelectric dihubungkan dengan mekanik jangkar dan hanya dihubungkan dengan diafragma penggetar tegangan bolak-balik yang memiliki frekuensi kerja 20 kHz hingga 2 MHz.

Struktur atom dari Kristal piezoelectric menyebabkan berkontraksi mengembang atau menyusut, sebuah polaritas tegangan yang diberikan dan ini disebut dengan efek piezoelectric pada sensor ultrasonik. Pantulan gelombang ultrasonik terjadi bila ada objek tertentu dan pantulan gelombang ultrasonik akan diterima kembali oleh unit sensor penerima. Selanjutnya unit sensor penerima akan menyebabkan diafragma penggetar akan bergetar dan efek piezoelectric menghasilkan sebuah tegangan bolak-balik dengan frekuensi yang sama.[5]

Peralatan piezoelektrik secara langsung mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Tegangan input yang digunakan menyebabkan bagian keramik meregang dan memancarkan gelombang ultrasonik. Tipe operasi transmisi elemen piezoelektrik sekitar frekuensi 32 kHz. Frekuensi yang ditimbulkan tergantung pada osilatornya yang disesuaikan frekuensi kerja dari masingmasing transduser. Karena kelebihanannya inilah maka transduser piezoelektrik lebih sesuai digunakan untuk sensor ultrasonik.[6]



Gambar 2.6 Sensor Ultrasonik

2.5.1 Pinout Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik HC-SR04 terdiri dari 4 buah pin, yaitu Vcc, Trigger, Echo dan Ground. Berikut ini merupakan spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04, yaitu sensor bekerja pada tegangan DC 5V dengan arus kerja sebesar 15mA, Frekuensi kerja 40Hz, Jarak pengukuran maksimal yaitu 4 meter dan jarak pengukuran minimal yaitu 2cm, pengukuran sudut 15 derajat, sinyal masukan pemicu yaitu 10s TTL pulsa.[7]



Gambar 2.7 Pinout HC-SR04

Alat ini bisa digunakan untuk mengukur jarak benda dari 2cm - 4m dengan akurasi 3mm. Dengan demikian, untuk menghitung jarak yang hanya maksimal 4m maka rumus di atas harus dimodifikasi atau disesuaikan satuannya.[8]

Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor HC-SR04

Spesifikasi	Keterangan
Input Tegangan	5V DC
Arus	15mA
Frekuensi Kerja	40KHz
Jarak Maksimum	4m
Jarak Minimum	2cm

Sudut Pengukuran	15°
Input Sinyal Trigger	10us pulsa TTL
Output Sinyal Ech	Sinyal Level TTL
Dimensi	45*20*15mm

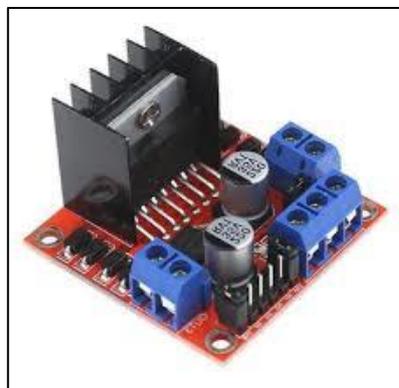
2.6. Motor Driver

Driver motor L298N merupakan module driver motor DC yang paling banyak digunakan atau dipakai di dunia elektronika yang difungsikan untuk mengontrol kecepatan serta arah perputaran motor DC. IC L298 merupakan sebuah IC tipe H-bridge yang mampu mengendalikan beban-beban induktif seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper.

Pada IC L298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang berfungsi untuk memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc maupun motor stepper. Untuk dipasaran sudah terdapat modul driver motor menggunakan ic l298 ini, sehingga lebih praktis dalam penggunaannya karena pin I/O nya sudah terpackage dengan rapi dan mudah digunakan.

IC l298 terdiri dari transistor-transistor logik (TTL) dengan gerbang nand yang memudahkan dalam menentukan arah putaran suatu motor dc dan motor stepper. Dapat mengendalikan 2 untuk motor dc namun pada hanya dapat mengendalikan 1 motor stepper.[9]

Pengendalian motor dapat dilakukan dengan menggunakan IC yang ditujukan sebagai motor driver. Salah satu IC yang bisa digunakan adalah ULN2003. Ic ini memiliki 16 pin dan dapat digunakan untuk mengatur tujuh motor DC. [10]



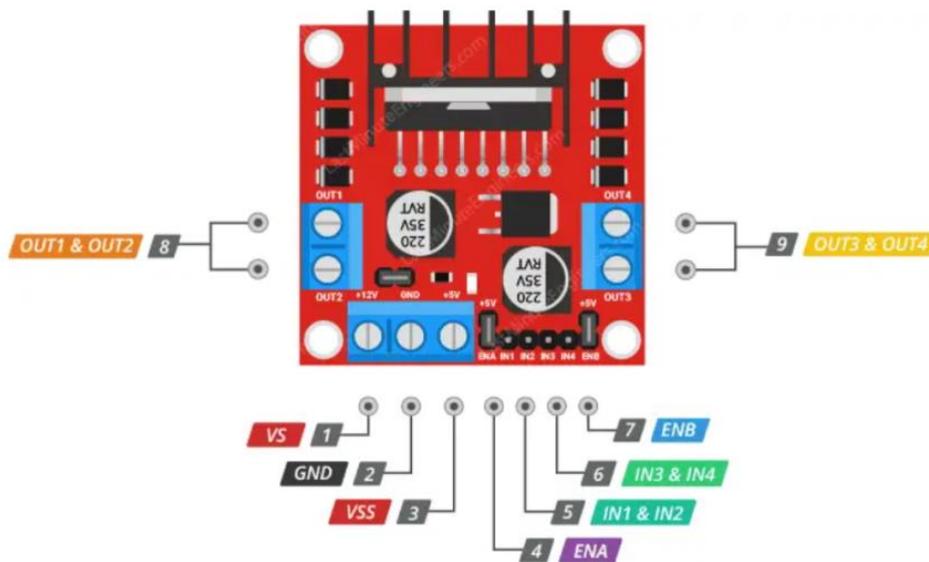
Gambar 2.8 Motor Driver

2.6.1 Pinout Motor Driver

Pada gambar dibawah ini terdapat pinout motor driver agar kita bisa tau penjelasan serta fungsi dari setiap pin pada motor driver. Yang pertama ada enable A berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor A. Enable B berfungsi untuk mengaktifkan bagian output motor B.

Dan selanjutnya ada pin input, seperti pin in1, in2, in3, in4 untuk input sinyal kendali motor dc. Setelah itu ada pin output (out1, out2 dan out3, out4) yang berfungsi sebagai jalur output masing masing driver yang dihubungkan ke motor dc.

Yang keempat ada pin vss/vcc yang berfungsi sebagai jalur input tegangan sumber driver pada motor dc, biasanya dihubungkan ke positif. Yang kelima ada pin gnd (ground), yang berfungsi sebagai jalur yang akan dihubungkan ke sesame ground (gnd) atau bisa dibilang negatif. Yang terakhir ada control pin yang berfungsi ebagai kendali perputaran dan kecepatan motor yang dihubungkan ke Mikrokontroler.



Gambar 2.9 Pinout Motor Driver

2.7. Motor DC 12 Volt

Motor DC adalah salah satu motor listrik yang saat ini sering digunakan. Dengan kemajuan teknologi saat ini motor DC dituntut untuk memiliki karakteristik yang handal dan efisien. Untuk memperoleh karakteristik yang handal dan efisien telah banyak dilakukan pengaturan dan modifikasi terhadap motor DC pada konveyor. Motor dc normal yang awalnya memiliki alur lurus dirubah arahnya ke kanan dan ke kiri sebesar 30 derajat .

Hasil yang diperoleh dari hasil pengujian motor dc tanpa menggunakan beban dengan motor dc bekerja saat tegangan nominal 24 V, diperoleh karakteristik arus dan daya pada motor DC Normal, miring Ke kanan dan miring ke kiri sama yaitu sebesar 0,17 A dan 4,08 watt. Sedangkan untuk karakteristik nilai RPM dan Torsi saat motor DC bekerja pada tegangan nominal 24 v, diperoleh nilai yang berbeda untuk motor dc normal 3569 RPM dan 0,01092 Nm, untuk motor DC miring kanan 3823 RPM dan 0,0102 Nm, serta untuk motor dc miring kiri 3849 RPM dan 0,0102 Nm. [18]



Gambar 2.10 Motor DC 12V

2.8. Baterai 12volt

Baterai adalah alat yang digunakan untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk kimia kemudian diubah menjadi energi listrik untuk memperoleh arus listrik yang diperlukan sehingga dapat digunakan menghidupkan peralatan yang diperlukan, seperti strika, rice cooker, mengerakkan mesin-mesin dan peratan elektronik lainnya.

Baterai akan mengalami penurunan dan pengosongan energi sehingga tidak lagi menghasilkan aliran arus. Baterai dapat diisi kembali dengan arus searah yang diberikan dalam arah yang berlawanan dengan arah arus yang keluar dari baterai pada saat penggunaan. Dalam operasi yang normal, baterai selalu diisi oleh alternator.[19]



Gambar 2.11 Baterai 12Volt

2.9. Power Suplai DC

Power suplai memiliki peranan penting dalam dunia elektronika karena tanpa adanya power supply maka suatu sistem tidak akan beroperasi. Secara umumnya tegangan keluaran power supply adalah 5v,12v atau 24v. namun pengaturan suhu termoeletrik dibutuhkan power supply dengan arus yang dapat diatur (Adjustable Current). Sehingga penelitian ini bertujuan untuk merancang power supply adjustable current.[24]

Catu daya DC mengubah arus bolak-balik menjadi arus searah dan berfungsi sebagai sumber tenaga listrik dalam rangkaian elektronik. Prinsip dasarnya melibatkan komponen utama seperti transformator, dioda, dan kondensator, serta komponen pendukung seperti sakelar, sekering, jack, PCB, dan kabel. Kedua jenis komponen ini penting agar catu daya berfungsi baik. Tegangan keluaran harus disesuaikan dengan kebutuhan beban.[25]



Gambar 2.12 Power Supply 24V DC

2.10. GX-Works2

GX Works2 adalah perangkat lunak pemrograman yang dikembangkan oleh Mitsubishi Electric Corporation untuk mengprogram berbagai model PLC Mitsubishi Electric, termasuk PLC FX1N 10MR. Perangkat lunak ini menyediakan lingkungan pengembangan yang komprehensif untuk membuat, mengedit, dan mengelola program kontrol untuk PLC Mitsubishi.

GX Works2 mendukung pemrograman menggunakan bahasa pemrograman ladder logic, yang merupakan bahasa pemrograman yang paling umum digunakan dalam PLC. Selain bahasa ladder logic, GX Works2 juga mendukung pemrograman menggunakan fungsi-fungsi tambahan seperti fungsi blok fungsi (function block), sequential function chart (SFC), dan structured text (ST). Ini memberikan fleksibilitas dalam pemrograman dan memungkinkan pengguna untuk mengimplementasikan logika kontrol yang kompleks.

GX Works2 menyediakan fitur simulasi yang memungkinkan pengguna untuk menguji program secara virtual sebelum diimplementasikan ke dalam perangkat keras PLC. GX Works2 mendukung berbagai model PLC Mitsubishi Electric, termasuk seri FX, Q, L, dan seri-seri lainnya. Ini memungkinkan pengguna untuk menggunakan perangkat lunak yang sama untuk mengembangkan program untuk berbagai jenis PLC, sehingga meningkatkan efisiensi dalam pengembangan dan pemeliharaan program.[11]



Gambar 2.13 Aplikasi Pemrograman PLC

2.11. Arduino IDE

Aplikasi pemrograman Arduino IDE dirancang untuk Arduino dan perangkat NodeMCU agar perangkat tersebut dapat melakukan fungsi yang diharapkan. Aplikasi IDE Arduino memiliki bahasa pemrograman sendiri yang mirip dengan Bahasa C. Pemula dapat dengan mudah membuat program dengan library Arduino.[12]

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE, walaupun masih ada beberapa software lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau Integrated Development Environment suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE arduino merupakan software yang sangat canggih ditulis dengan menggunakan java.[13]

Aplikasi Arduino IDE adalah program yang dipasang pada mikrokontroler ESP8266 dan memungkinkannya melakukan tugas yang diinstruksikan dengan bahasa pemrograman. Sketch, yang dibuat menggunakan software Arduino, ditulis dalam editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi.[14]



Gambar 2.14 Aplikasi Pemrograman Arduino

2.11. Blender 3D

Menurut Lance Flavell (2010) menjelaskan Blender 3D adalah perangkat lunak visualisasi 3D yang mempunyai fitur yang cukup lengkap, gratis dan populer. Walau software ini gratis atau free, kualitas pencitraan digital tidak kalah dengan aplikasi grafis 3D lainnya. Blender 3D dapat digunakan untuk membuat animasi 3D dan ada fitur tambahan yang membuat software ini semakin menarik yaitu bisa membuat sebuah game.

Blender merupakan perangkat lunak sumber terbuka 3D yang dapat digunakan untuk membangun produk 3D interaktif, seperti video permainan, film animasi, atau efek visual. Blender berkembang dibawah General Public License (GNU) dan tersedia untuk sejumlah sistem operasi, seperti Linux, Mac OSX dan Microsoft Windows.[20]

Sejarah Singkat Blender 3D, Pada tahun 1988, Ton Roosendaal mendirikan studio animasi Belanda NeoGeo. NeoGeo dengan cepat menjadi studio animasi 3D terbesar di Belanda dan salah satu rumah animasi terkemuka di Eropa. NeoGeo menciptakan produksi pemenang penghargaan (European Corporate Video Awards 1993 dan 1995)

Pada tahun 1995 penulisan ulang ini dimulai dan ditakdirkan untuk menjadi kreasi Software 3D yang kita semua kenal sebagai Blender. Seiring NeoGeo terus menyempurnakan dan meningkatkan Blender, itu menjadi jelas bagi Ton bahwa Blender dapat digunakan sebagai alat untuk artis lain di luar NeoGeo.

Pada tahun 1998, Ton memutuskan untuk mendirikan perusahaan baru bernama Not a Number (NaN) sebagai spin-off dari NeoGeo untuk lebih memasarkan dan mengembangkan Blender. Inti dari NaN adalah keinginan untuk membuat dan mendistribusikan aplikasi 3D lintas platform yang ringkas secara gratis.

Pada saat itu, ini adalah konsep revolusioner karena sebagian besar aplikasi 3D komersial berharga ribuan dolar. NaN berharap dapat menghadirkan alat pemodelan dan animasi 3D tingkat profesional dalam jangkauan masyarakat komputasi umum. Model bisnis NaN melibatkan penyediaan produk dan layanan komersial di sekitar Blender.

Pada tahun 1999 NaN menghadiri konferensi SIGGRAPH pertamanya dalam upaya untuk mempromosikan Blender secara lebih luas. Konvensi SIGGRAPH pertama Blender adalah sukses besar dan mengumpulkan minat yang luar biasa baik dari pers dan peserta. Blender menjadi hit dan potensi besarnya telah dikonfirmasi, Menyusul keberhasilan konferensi SIGGRAPH awal tahun 2000, NaN mendapatkan pendanaan C4.5M dari kapitalis ventura.

Pada akhir tahun 2000, jumlah pengguna yang terdaftar di situs web NaN melampaui 250.000. Sayangnya, ambisi dan peluang NaN tidak sesuai dengan kemampuan perusahaan dan realitas pasar saat itu. Perluasan yang berlebihan ini mengakibatkan dimulainya kembali NaN dengan pendanaan investor baru dan perusahaan yang lebih kecil pada April 2001. Enam bulan kemudian produk Software komersial pertama NaN, Blender Publisher diluncurkan. [21]



Gambar 2.15 Aplikasi Desain 3D

2.12. Ultimaker Cura

Teknologi 3D printing merupakan salah satu terobosan baru dalam dunia manufaktur. Prinsip ini menggunakan pemodelan berlapis, yang secara langsung mengubah data 3D dari desain berbantuan komputer (CAD) menjadi prototype fisik.

Teknologi Additive Manufacturing sendiri telah menarik banyak minat sebagai bahan penelitian dari industry hingga akademisi karena dapat memberikan solusi manufaktur yang menyederhanakan produk dengan desain yang kompleks dan mengurangi lead time tanpa mengorbankan kualitas cetak.[22]

Cura adalah *software benchmark slicer* untuk semua printer Ultimaker 3D, tapi juga bisa digunakan dengan sebagian besar printer 3D lainnya. Ini sepenuhnya *open source* dan dapat diperpanjang melalui sistem *plugin*.

Software 3D Printing ini sangat mudah digunakan dan memungkinkan Anda mengelola setelan cetakan 3D terpenting dalam antarmuka yang jelas. Saat Anda membutuhkan kontrol yang lebih tepat atas setelan, alihkan ke mode "Kustom". Pemotong ini terus diperbarui dan disempurnakan, sehingga versi baru terus dirilis.[23]



Gambar 2.16 Aplikasi Cetak Hasil 3D

BAB III PERANCANGAN SISTEM

3.1. Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai proses perancangan sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR. Sistem ini dikembangkan untuk mengotomatisasi proses perhitungan barang pada konveyor dengan menambahkan fitur interlock, yang akan menghentikan operasi konveyor apabila kondisi tertentu tercapai, seperti ketika jumlah barang telah mencapai target yang ditentukan atau jika terjadi gangguan dalam jalur konveyor.

Perancangan sistem melibatkan beberapa komponen utama, termasuk PLC FX1N-10MR, sensor, driver motor dan konveyor. Selain itu, Arduino digunakan sebagai pengendali tambahan untuk beberapa fungsi, seperti pengontrolan sensor ultrasonik (HC-SR04), dikarenakan PLC tidak menyediakan pengoperasian sensor ultrasonik, semua komponen ini diintegrasikan ke dalam sistem yang dirancang agar bekerja secara terkoordinasi untuk menjamin efisiensi operasional konveyor.

Tahapan pada perancangan sistem ini dimulai dengan analisis kebutuhan operasional, setelah itu diikuti oleh pemilihan komponen yang sesuai dengan spesifikasi sistem, berikutnya yaitu tahap implementasi dilakukan melalui penggabungan perangkat keras dan perangkat lunak. Pada bab ini, penjelasan lebih rinci akan disampaikan mengenai masing-masing komponen yang digunakan, mulai dari blok diagram sistem hingga alur kerja perangkat.

Rancangan ini bertujuan untuk menghasilkan sistem yang tidak hanya fungsional, tetapi juga aman untuk dipakai pada tugas akhir dan pembelajaran bagi penulis dan yang lainnya dan juga dapat diandalkan untuk aplikasi industri.

3.2. Perancangan Sistem

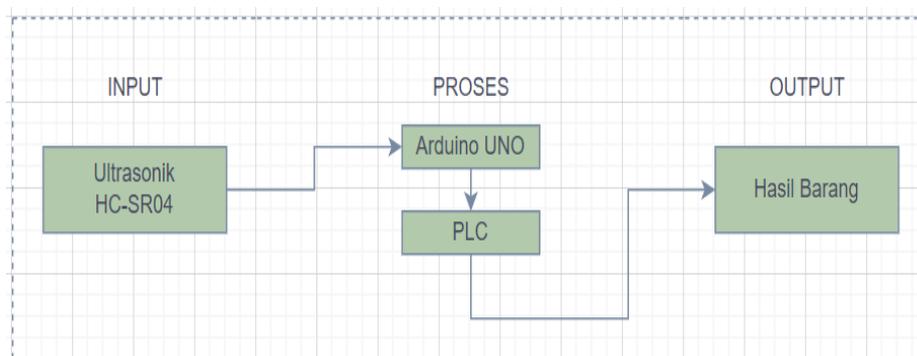
Perancangan sistem Interlock konveyor penghitung barang Berbasis PLC FX1N-10MR dimulai dari yang pertama adalah mendesain arsitektur yang menyatukan perangkat keras dan perangkat lunak agar dapat berfungsi dengan baik dan benar, setiap elemen dalam sistem ini dirancang untuk berkolaborasi dengan tepat, memungkinkan proses otomatisasi pada konveyor berlangsung dengan optimal.

Melalui koneksi yang cermat antara perangkat keras seperti PLC, sensor, motor driver, dan konveyor, serta perangkat lunak yang menjalankan logika kontrol, seluruh proses dapat dikendalikan secara efektif. Tujuan utama dari perancangan ini adalah memastikan bahwa konveyor dapat beroperasi dengan efisien, akurat, dan aman sesuai dengan skenario yang diharapkan, serta memberikan respon yang sangat cepat dalam berbagai kondisi operasional.

3.2.1. Blok Diagram Sistem

Sistem ini dirancang dengan menggunakan sebuah blok diagram yang secara jelas menunjukkan hubungan dan interaksi antar komponen inti, seperti PLC FX1N-10MR, sensor, motor driver, konveyor, serta Arduino. Dalam struktur ini, PLC memainkan peran sebagai pengendali utama, yang berfungsi untuk menerima sinyal dari sensor guna mendeteksi kondisi di jalur konveyor. Setelah menerima input tersebut, PLC kemudian memprosesnya dan memberikan instruksi kepada motor driver untuk menggerakkan atau menghentikan konveyor sesuai kebutuhan sistem.

Di sisi lain, Arduino berperan dalam menangani beberapa fungsi tambahan yang tidak diakomodasi oleh PLC, serta berperan penting dalam memastikan komunikasi yang lancar antar perangkat keras yang terhubung. Hal ini mencakup pengelolaan data dari sensor tambahan dan pengaturan parameter motor untuk memastikan keseluruhan sistem bekerja dengan baik, terkoordinasi, dan responsif terhadap perubahan situasi di lapangan. Dibawah ini terdapat diagram blok yang dibuat oleh penulis sesuai pada gambar 3.1 dibawah ini.



Gambar 3.1 Blok Diagram

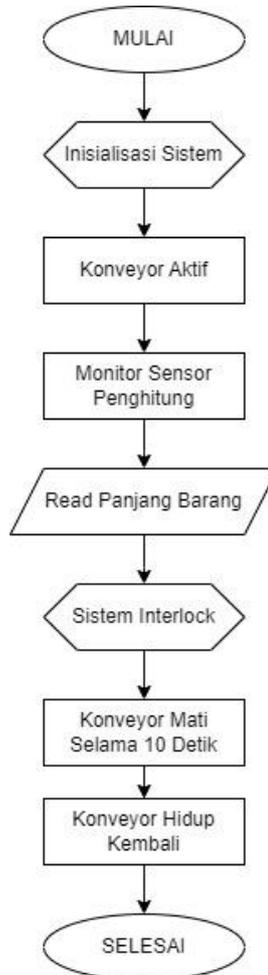
3.2.2. Komponen Sistem

- a. PLC FX1N-10MR, dipilih sebagai pusat kendali sistem karena kemampuannya dalam mengontrol proses otomatisasi industry secara efisien. PLC ini berfungsi untuk mengelola sinyal input dari sensor dan memberikan sinyal output ke driver motor berdasarkan logika yang telah diprogram.
- b. Sensor Ultrasonik (HC-SR04), digunakan untuk mendeteksi keberadaan barang pada konveyor. Sensor ini mampu mendeteksi objek dalam jarak tertentu dan mengirim sinyal ke PLC ketika ada barang yang lewat. Data dari sensor digunakan untuk menghitung jumlah barang yang bergerak diatas konveyor.
- c. Driver Motor, bertugas untuk menggerakkan motor dc yang mengoperasikan konveyor. Sinyal pada PLC digunakan untuk mengontrol kecepatan dan arah putaran motor, sehingga konveyor dapat bergerak sesuai dengan kebutuhan sistem.
- d. Konveyor, berfungsi sebagai media transportasi barang. Sistem interlock akan memastikan konveyor berhenti secara otomatis ketika kondisi tertentu terpenuhi, seperti jika panjang barang diatas 16cm, maka konveyor akan berhenti dikarenakan tidak sesuai prosedur yang ditentukan. Panjang barang dalam rentang 1-16cm, maka konveyor tidak akan berhenti karena sesuai prosedur.
- e. Arduino, sebagai pengendali tambahan yang membantu dalam komunikasi antar perangkat serta menjalankan fungsi-fungsi yang memerlukan data lebih cepat, seperti sensor ultrasonik yang tidak bisa dioperasikan di PLC.

3.2.3. Alur Kerja Sistem

Alur kerja sistem dimulai dengan menghidupkan power suplai dan seketika konveyor pun akan langsung bergerak. Setelah itu dilanjutkan dengan sensor ultrasonik yang mendeteksi barang yang lewat diatas konveyor. Ketika sensor mendeteksi barang, sinyal dikirim ke PLC yang kemudian menghitung jumlah barang yang lewat.

Jika jumlah barang yang terdeteksi dalam rentang 1-16cm maka akan terhitung oleh sensor dan konveyor terus bergerak sampai sensor mendeteksi adanya barang selain dari rentang 1-16cm tepatnya 17cm dan seterusnya, maka konveyor akan berhenti dikarenakan sistem interlock nya aktif berdasarkan kondisi yang telah ditentukan.



Gambar 3.2 Flowchart Alur Kerja Sistem

3.2.4. Perangkat Lunak

Sistem ini dikendalikan oleh program yang diunggah ke PLC FX1N-10MR serta Arduino, dengan masing-masing perangkat memainkan peran penting dalam menjaga operasional sistem. Pada PLC, logika pemrograman yang digunakan mencakup berbagai fungsi inti, seperti pengaturan sensor untuk mendeteksi kondisi tertentu, pengendalian motor untuk menjalankan atau menghentikan konveyor, serta penerapan mekanisme interlock yang akan mengaktifkan fitur keamanan ketika parameter yang telah ditentukan tercapai.

Di sisi lain, Arduino bertindak sebagai pengolah data tambahan yang berfungsi untuk menerima informasi dari sensor, mengolahnya, dan memberikan dukungan terhadap pengendalian motor. Dengan bantuan Arduino, sistem dapat beroperasi lebih efisien, memastikan bahwa proses berjalan lancar, dengan akurasi yang tinggi.

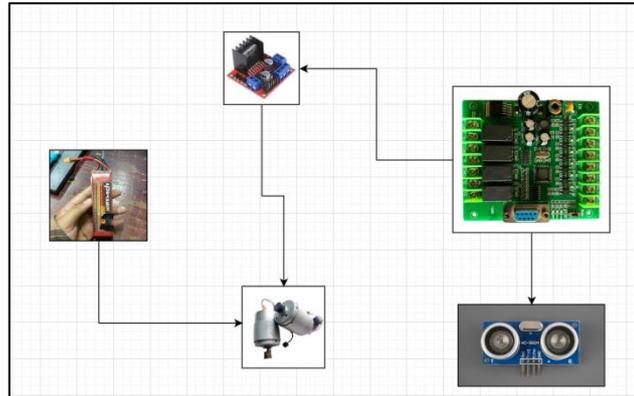
Logika perangkat lunak yang dikembangkan dirancang untuk memastikan bahwa tidak ada penundaan atau lag dalam pengoperasian sistem. Komunikasi antara PLC dan Arduino diatur sedemikian rupa sehingga kedua perangkat dapat berinteraksi secara sinkron, memastikan bahwa sistem dapat merespons setiap perubahan kondisi dengan cepat dan efektif, sehingga kinerja konveyor tetap optimal dalam segala situasi operasional.

3.3. Perancangan Mekanik Alat

Dalam proses perancangan mekanik alat ini setiap aspek mekanis memainkan peran yang sangat penting untuk menjamin kelancaran operasi sistem secara fisik. Desain mekanik ini mencakup mulai dari rangka konveyor yang kokoh, pemasangan sensor yang presisi, penempatan motor yang tepat, hingga integrasi keseluruhan komponen dalam suatu kesatuan sistem. Setiap komponen mekanik dirancang dengan hati-hati untuk memastikan bahwa sistem berfungsi dengan benar dilapangan.

Hal ini meliputi perancangan konstruksi rangka konveyor yang tahan lama dan mampu mendukung operasi jangka panjang. Pemilihan letak pemasangan sensor pada posisi yang tepat untuk deteksi yang akurat, serta pemasangan motor yang terkoordinir dengan baik untuk menghasilkan gerakan yang stabil dan terkontrol. Selain itu, integrasi antar komponen memastikan bahwa semua bagian dapat bekerja secara halus tanpa adanya gangguan mekanis, sehingga keseluruhan sistem berjalan dengan efisien dalam mendukung proses hitung barang otomatis.

Perancangan mekanik alat adalah tahap dimana conveyor penghitung barang dibuat. Rancangan alat tersebut seperti diagram pada gambar 3.3 Di bawah ini



Gambar 3.3 Rancangan alat konveyor penghitung barang

Pada gambar 3.3 Di atas merupakan diagram perancangan mekanik alat konveyor penghitung barang. Berdasarkan gambar di atas, komponen sensor ultrasonic HC-SR04 bertindak sebagai input. Dalam tahap perancangan alat, PLC memainkan peran penting dalam mengelola data yang diperoleh dari berbagai sensor. Perangkat ini menerapkan logika interlock untuk memastikan bahwa konveyor hanya beroperasi dalam kondisi aman.

Selain itu, PLC juga bertanggung jawab untuk menghitung jumlah barang yang terdeteksi dan mengontrol aktuator seperti motor konveyor. Fungsi penting lainnya adalah pemrosesan data yang diterima, yang digunakan untuk mendukung pengambilan keputusan lebih lanjut. Dengan demikian, baik PLC maupun Arduino tidak hanya memastikan keamanan dan efisiensi operasi, tetapi juga menyediakan informasi penting yang membantu dalam analisis dan optimalisasi sistem secara keseluruhan.

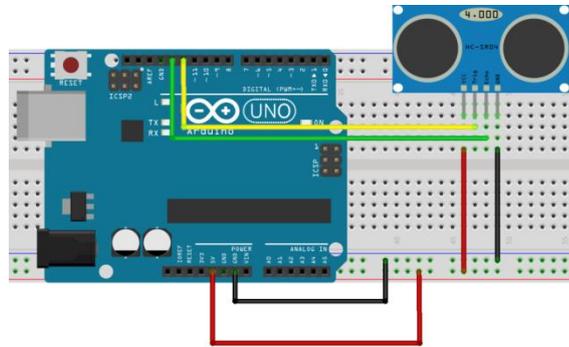
3.4. Perancangan Hardware

Tahap perancangan perangkat keras memiliki peran yang sangat krusial dalam pengembangan sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang yang berbasis pada PLC FX1N-10MR. Pada tahap ini, berbagai komponen inti dipilih dengan cermat dan diintegrasikan secara harmonis untuk menciptakan sistem yang dapat beroperasi secara optimal sesuai dengan persyaratan yang telah ditentukan.

Setiap elemen perangkat keras, seperti sensor, motor, driver motor, dan PLC, dipilih dengan mempertimbangkan karakteristik dan spesifikasinya agar dapat mendukung fungsi utama sistem. Selain itu, perangkat tambahan seperti Arduino juga turut digunakan untuk melengkapi dan memperkuat kinerja keseluruhan sistem.

3.4.1 Perancangan HC-SR04

HC-SR04 adalah sensor ultrasonik yang sering digunakan untuk mengukur jarak. Sensor ini bekerja dengan memancarkan gelombang ultrasonik dan kemudian mendeteksi pantulan gelombang tersebut untuk menghitung jarak ke objek.



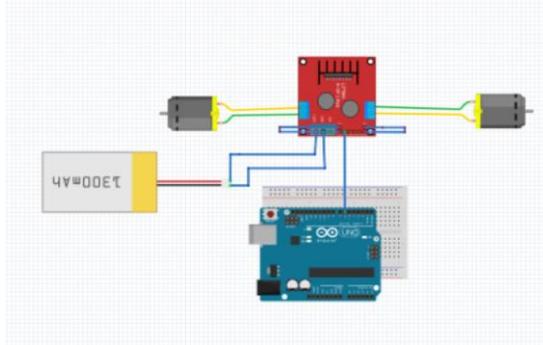
Gambar 3.4 Rangkaian HC-SR04

Pada gambar 3.4 diatas kita diberikan rangkaian sensor ultrasonik yang digunakan untuk mendeteksi barang dipasang pada sisi atas konveyor, di area di mana barang akan melintas. Sensor ditempatkan pada posisi yang tepat untuk mendeteksi barang dengan akurat tanpa terganggu oleh getaran atau gangguan lain. Pemasangan sensor dilakukan dengan menggunakanudukan yang stabil dan dapat disesuaikan ketinggiannya, sesuai dengan dimensi barang yang akan dihitung.

Tabel 3.1 Konfigurasi pin pada sensor HC-SR04

Warna Kabel	Arduino UNO	Sensor <i>HC-SR04</i>
Hijau	13	ECHO
Kuning	12	TRIG
Hitam	GND	GND
Merah	5V	VCC

3.4.2 Perancangan *Motor Driver*



Gambar 3.5 Rangkaian *Motor Driver*

Pada gambar 3.2.2 diatas penulis membuat rangkaian perencanaan motor driver pada konveyor penghitung barang. Motor driver adalah komponen elektronik yang digunakan untuk mengontrol motor listrik dan motor DC berfungsi sebagai penggerak utama dalam sistem konveyor, memastikan pergerakan barang secara otomatis sepanjang jalur. Motor ini dihubungkan dengan driver motor, yang bertugas untuk menerima sinyal kontrol dari PLC FX1N-10MR. Driver motor berperan penting dalam mengatur kecepatan dan arah putaran motor berdasarkan logika yang diimplementasikan dalam program PLC.

Motor DC dipasang di bagian bawah atau samping rangka konveyor, tergantung pada desain fisik sistem dan tata letak komponen lainnya. Hubungan antara motor dan sabuk konveyor difasilitasi oleh sistem mekanis berupa roda gigi atau pulley, yang memungkinkan motor untuk mentransfer tenaga secara efektif ke sabuk. Posisi pemasangan motor juga dipilih secara hati-hati untuk mengoptimalkan distribusi tenaga ke sabuk, dengan mempertimbangkan keseimbangan beban dan faktor-faktor mekanis lain, seperti gesekan dan torsi.

Dengan penempatan dan penyetelan yang tepat, motor DC tidak hanya memastikan konveyor berjalan dengan lancar, tetapi juga memberikan kontrol yang lebih baik terhadap kecepatan dan stabilitas gerakan. Ini sangat penting dalam menjaga akurasi sistem interlock dan penghitung barang, terutama ketika sistem beroperasi dalam kondisi intensif atau dengan variasi barang yang berbeda.

Tabel 3.2 Konfigurasi Pin Pada Motor Driver

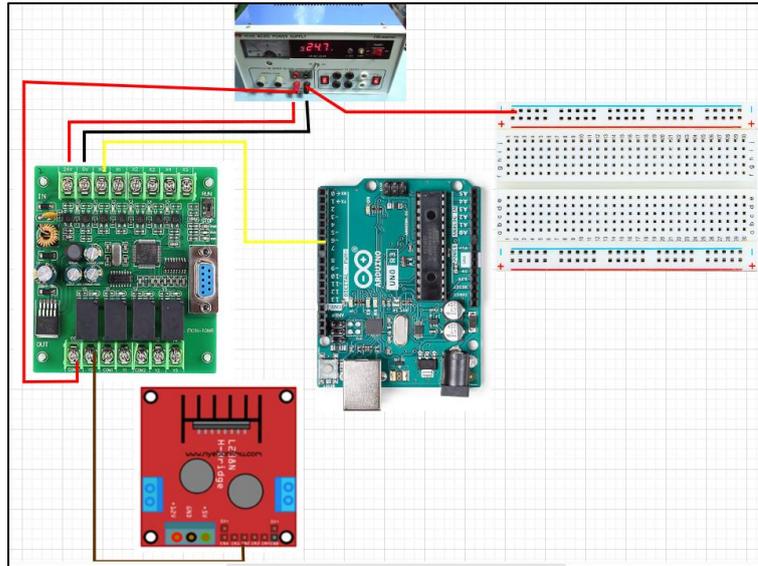
Warna Kabel	Arduino UNO	Motor Driver	Motor DC	Baterai 12v
Hijau	-	OUT1	Terminal 1	-
Kuning	-	OUT2	Terminal 2	-
Biru	-	GND	-	GND
Biru	-	12V	-	VCC
Biru	5	ENA	-	-

3.4.3 Perancangan PLC

Dalam sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR, PLC memainkan peran sentral sebagai pusat kendali utama yang bertugas mengelola dan memproses data yang diterima dari berbagai sensor yang terhubung ke sistem. Data ini kemudian digunakan oleh PLC untuk memberikan sinyal kontrol kepada aktuator seperti motor, sehingga dapat mengatur operasi konveyor secara otomatis.

Proses perancangan PLC mencakup pemrograman logika kontrol yang cermat, di mana logika ini dirancang untuk mengatur bagaimana sistem merespons input dari sensor dan mengelola output untuk mengaktifkan atau menonaktifkan komponen, seperti motor driver dan motor DC. Selain itu, pengaturan input-output pada PLC harus diatur dengan teliti agar seluruh komponen dapat berfungsi secara sinergis.

Semua pengaturan ini dirancang untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan secara otomatis sesuai dengan kebutuhan operasional yang telah ditentukan, termasuk deteksi barang, kontrol kecepatan, dan penghentian otomatis ketika interlock dipicu. Perancangan ini dirancang untuk memastikan bahwa PLC FX1N-10MR mampu mengelola seluruh aspek pengendalian dalam sistem konveyor secara efisien, andal, dan aman.

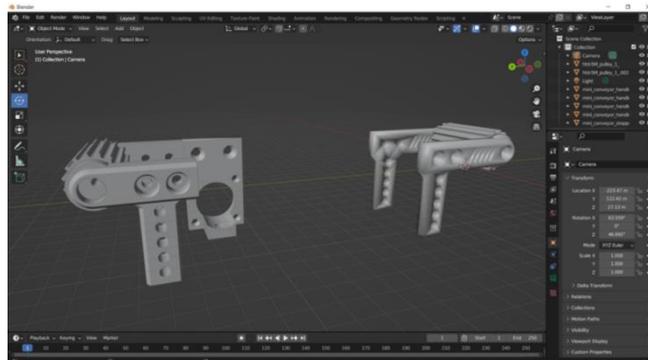


Gambar 3.6 Perancangan PLC

3.4.4 Rangka Konveyor

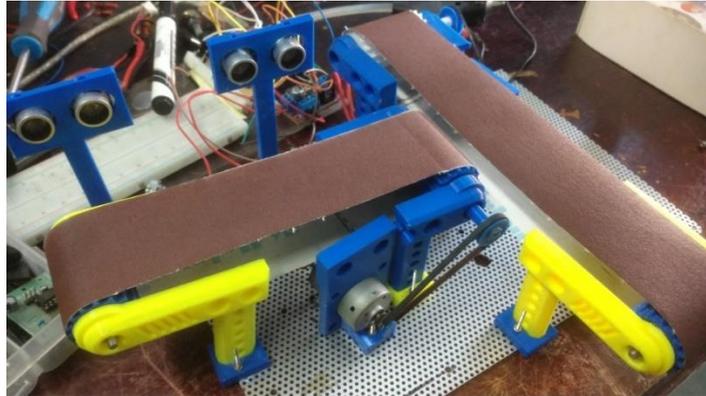
Rangka konveyor dibuat dari bahan yang kuat dan tahan lama, seperti baja ringan atau aluminium, untuk memastikan stabilitas dan kehandalan saat digunakan dalam proses penghitung barang. Konveyor memiliki panjang dan lebar yang disesuaikan dengan jenis dan ukuran barang yang akan diproses, serta dilengkapi dengan sabuk konveyor yang digerakkan oleh motor.

Sabuk konveyor dirancang agar mampu menahan beban barang yang berjalan di atasnya dan memastikan gerakan barang berlangsung lancar tanpa hambatan. Tahapan ini adalah membuat rangka alat konveyor penghitung barang. Adapun rangka konveyor nya seperti gambar di bawah ini



Gambar 3.7 Rangka Konveyor pada saat di blender 3d

Gambar 3.7 di atas merupakan tampilan desain alat yang hendak dibuat. Penulis menggunakan aplikasi blender untuk mendesain bagian bagian dari konveyor. Sedangkan pada gambar 3.8 dibawah ini kurang lebih adalah tampilan rangka ketika sudah selesai diprint 3d, dengan menggunakan amplas halus sebagai belt konveyornya dan bagian lain disusun dan dipasang sesuai kebutuhan penulis.



Gambar 3.8 Desain Konveyor

a Komponen Utama Konveyor

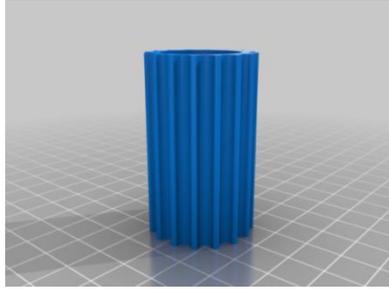
Frame (Rangka): Struktur dasar yang mendukung seluruh sistem konveyor. Biasanya terbuat dari baja atau aluminium. Tetapi Penulis memakai 3d printer untuk membuatnya. Dengan memakai tinta yang disebut juga filament dan terbuat dari asam poliklat (PLA), yaitu *plastic biodegradable* yang terbuat dari sumber terbarukan seperti pati jagung.

b *Belt* (Sabuk): Media pemindah barang. Sabuk bisa terbuat dari karet, PVC, atau bahan lainnya yang sesuai dengan jenis barang yang diangkut. Penulis memakai amplas untuk *belt* konveyor nya seperti pada gambar dibawah ini.



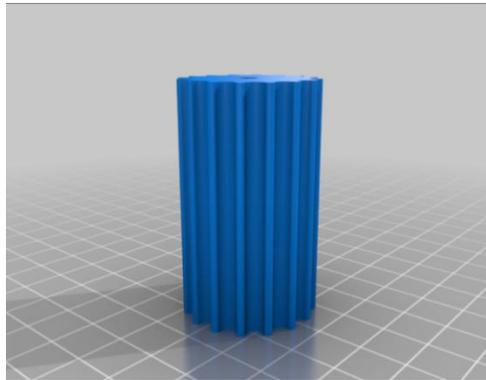
Gambar 3.9 *Belt* Konveyor

c *Pulley 1*: Komponen yang digunakan untuk mentransmisikan daya putaran motor agar sabuk atau *belt* bisa bergerak, dan juga kedua lubang nya sebagai tempat untuk *bearing*



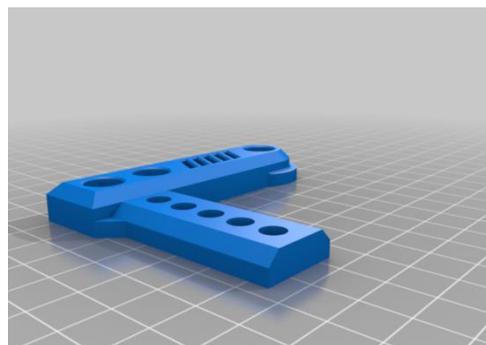
Gambar 3.10 *Pulley 1*

- d** *Pulley 2*: Sama seperti *pulley 1*, komponen ini digunakan pada sisi konveyor satunya lagi agar konveyor bias berjalan lancar, *pulley* ini tidak memakai *bearing* melainkan langsung memakai baut. karena *pulley* ini berputar mengikuti *pulley 1*.



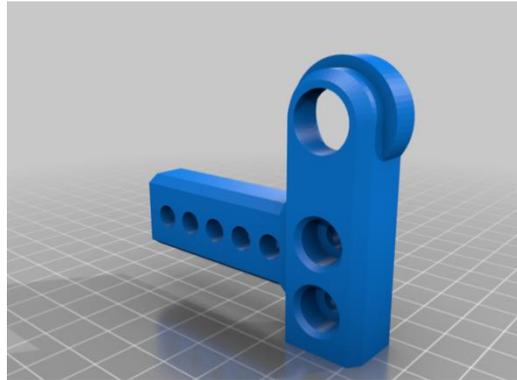
Gambar 3.11 *Pulley 2*

- e** *Stand Pulley 1*: Komponen ini berfungsi sebagai kaki atau pondasi yang menopang konveyor agar bisa berdiri tegak sehingga *belt* berputar dengan lancar.



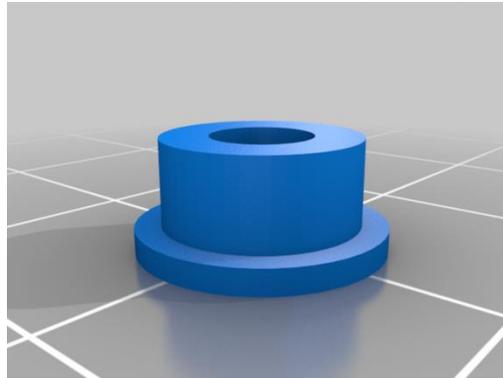
Gambar 3.12 *Stand Pulley 1*

- f** *Stand Pulley 2*: Komponen ini juga berfungsi sebagai kaki atau penopang konveyor disisi satunya, yang membedakannya yaitu terdapat tempat untuk memasang *bearing* agar *pulley* beserta *belt* konveyor bisa berputar atau bergerak dengan lancar.



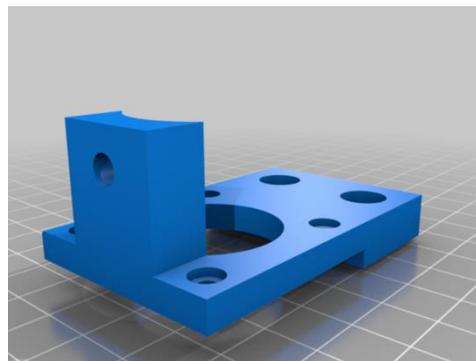
Gambar 3.13 *Stand Pulley 2*

- g** *Bearing Spacer*: Komponen ini digunakan untuk melancarkan putaran pada *stand pulley 1* dan *pulley 2*. Komponen ini pasang pada lubang *bearing*.



Gambar 3.14 *Bearing Spacer*

- h** *Stand Motor*: Komponen ini dibuat sebagai rumah atau tempat untuk menaruh motor dc agar posisi motor dc tetap pada saat sedang berputar. Karena motor dc ini jika berputar posisinya harus tetap tidak boleh bergerak atau goyang.



Gambar 3.15 *Stand Motor*

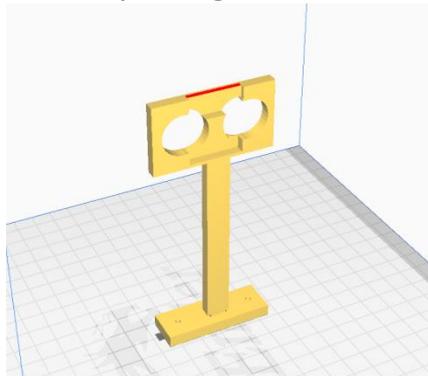
- i** *Bearing*: Komponen ini adalah bagian dari mesin yang digunakan untuk mengatur gerakan relatif antara dua komponen atau lebih dalam mesin agar bergerak sesuai dengan arah yang diinginkan.

Sebagai contoh, bearing digunakan untuk menjaga agar *pulley* dan *belt* tetap berputar pada sumbunya dengan lancar serta memastikan komponen lain tetap berada pada jalur yang ditentukan.



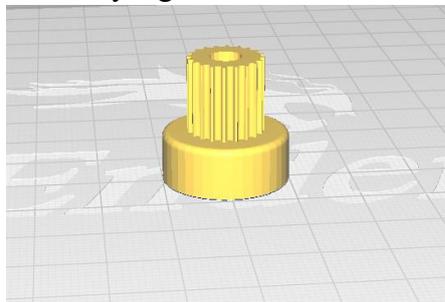
Gambar 3.16 Bearing

- j** Wadah sensor HC-SR04: Komponen ini berfungsi sebagai wadah untuk Sensor ultrasonik atau HC-SR04. Komponen ini sengaja didesain panjang menyesuaikan dengan tinggi konveyor agar sensor bisa mendeteksi barang yang lewat pada saat konveyor bergerak.



Gambar 3.17 Wadah sensor HC-SR04

- k** *Gear belt* konveyor: Fungsinya sebagai bantuan untuk memutar pulley konveyor yang bertumpuan pada motor dc, jadi konveyor dapat berputar dengan lancar sesuai arah yang ditentukan



Gambar 3.18 *Gear belt* konveyor

3.5. Perancangan Software

Perancangan perangkat lunak pada sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang yang berbasis pada PLC FX1N-10MR memiliki tujuan utama untuk mengendalikan proses otomatisasi konveyor secara efisien, memastikan koordinasi yang baik di antara berbagai komponen, serta menyediakan mekanisme interlock yang handal.

Dalam proses ini, logika pemrograman yang diterapkan pada PLC FX1N-10MR berperan penting dalam mengatur operasional motor, sensor, dan komponen lainnya. Selain itu, pemanfaatan Arduino sebagai elemen tambahan dalam sistem ini memberikan dukungan signifikan dalam memastikan komunikasi yang efektif antara berbagai perangkat.

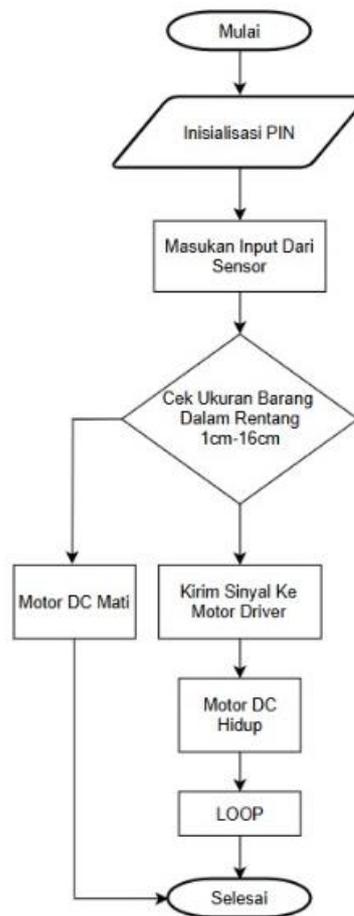
Dengan integrasi Arduino, setiap komponen perangkat keras dapat berkoordinasi secara lebih baik, memungkinkan seluruh sistem berjalan dengan mulus dan berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Kehadiran Arduino membantu memperkuat konektivitas antar bagian, sehingga meningkatkan efisiensi operasional sistem secara keseluruhan.

Implementasi perangkat lunak yang diterapkan tidak hanya bertujuan untuk menjalankan fungsi dasar, tetapi juga memainkan peran kunci dalam menjaga kestabilan serta akurasi fungsi interlock. Dengan pengaturan yang tepat, sistem ini mampu mendeteksi keberadaan dan jumlah barang secara otomatis dan akurat, sehingga memastikan bahwa proses penghitungan berjalan sesuai dengan yang diinginkan tanpa adanya kesalahan atau gangguan.

3.5.1 Perancangan Hardware Motor Driver ke Motor DC

Pada tahap ini, perancangan hardware untuk motor driver merupakan bagian penting dalam memastikan motor penggerak pada sistem konveyor dapat beroperasi dengan optimal. Motor driver berfungsi sebagai penghubung antara sinyal kontrol dari PLC atau mikrokontroler, seperti Arduino, dengan motor yang menggerakkan konveyor. Pemilihan motor driver harus disesuaikan dengan spesifikasi motor yang digunakan, termasuk kebutuhan daya, tegangan, dan arus yang diperlukan untuk menggerakkan motor dengan efisien.

Desain ini juga mempertimbangkan jenis motor yang digunakan, apakah motor DC, stepper, atau servo, karena setiap jenis motor memerlukan pengaturan dan komponen pengendali yang berbeda. Motor driver yang dipilih harus mampu mengendalikan kecepatan, arah, serta memberikan perlindungan terhadap kondisi overcurrent atau overheat yang mungkin terjadi selama operasi. Dalam sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR ini, motor driver dihubungkan langsung dengan PLC untuk menerima sinyal kontrol yang dihasilkan dari logika pemrograman yang telah dibuat.



Gambar 3.19 Flowchart Motor driver ke motor dc

Pada gambar 3.19 di atas merupakan tahapan program untuk mengecek apakah motor driver dan motor dc berfungsi dengan baik dan dapat menjalankan konveyor. Di proyek ini, saya menggunakan motor driver dengan nama "L298N" dengan motor dc 12 volt bekas printer. Jika sudah terhubung, maka alat sudah siap digunakan.

3.5.2. Perancangan Hardware Sensor HC-SR04

Sensor ultrasonik HC-SR04 berperan sebagai salah satu komponen utama yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan objek atau barang di atas konveyor. Sensor ini bekerja dengan memanfaatkan prinsip gelombang ultrasonik, di mana gelombang tersebut dipancarkan ke arah objek di depannya dan kemudian dipantulkan kembali ke sensor setelah mengenai permukaan objek. Ketika barang terdeteksi berada dalam rentang jarak yang telah ditetapkan, PLC akan mengaktifkan fungsi interlock yang mengatur operasional konveyor, seperti menghentikan atau menjalankan motor sesuai kebutuhan.



Gambar 3.20 Flowchart Pembacaan Sensor HC-SR04

Pada proyek ini, penulis memprogram pembacaan sensor penghitung barang (HC-SR04) pada Arduino IDE seperti pada gambar 3.20 diatas, dilanjutkan dengan sistem interlock yang jika ada selain barang yang berukuran 5 dan 10 cm maka konveyor akan berhenti.

3.5.3. Perancangan Hardware Sistem Interlock

Perancangan perangkat keras pada Sistem Interlock memegang peranan yang sangat krusial dalam memastikan bahwa konveyor dapat berhenti secara otomatis ketika kondisi-kondisi tertentu terpenuhi. Fungsi interlock dalam sistem ini dirancang dengan tujuan utama untuk menjamin keselamatan dan keandalan operasional konveyor, terutama dalam situasi di mana terdapat gangguan, seperti adanya barang yang tidak sesuai deteksi, atau ketika jumlah barang yang diproses telah mencapai batas yang telah ditentukan.

Dalam proses perancangan ini, berbagai komponen perangkat keras dipilih dengan cermat dan dihubungkan satu sama lain untuk menciptakan sistem kontrol yang tangguh, responsif, dan terintegrasi dengan baik. Komponen utama seperti sensor, motor, motor driver, dan PLC bekerja secara sinkron untuk mendukung fungsi interlock, yang memastikan bahwa motor akan berhenti secara otomatis jika terjadi kondisi yang membutuhkan tindakan penghentian operasi.

Dengan demikian, sistem ini tidak hanya berfungsi untuk meningkatkan efisiensi dalam operasional konveyor, tetapi juga berperan penting dalam memberikan perlindungan tambahan yang dibutuhkan untuk menjaga keamanan selama proses berlangsung. Mekanisme interlock yang diterapkan memungkinkan sistem secara otomatis mengambil tindakan preventif, seperti menghentikan motor ketika kondisi yang tidak diinginkan terdeteksi.

Sehingga dapat mengurangi potensi terjadinya kerusakan pada peralatan atau kecelakaan kerja yang dapat membahayakan operator dan lingkungan sekitar. Perancangan perangkat keras yang dilakukan secara teliti memastikan bahwa setiap komponen, mulai dari sensor, motor, hingga pengontrol, dapat berfungsi sesuai dengan tugasnya masing-masing.

Integrasi yang baik antara semua elemen ini menjamin bahwa sistem mampu beroperasi dengan lancar tanpa hambatan, sekaligus meminimalisasi risiko gangguan operasional. Dengan koordinasi yang tepat antar komponen, sistem tidak hanya dapat meningkatkan produktivitas, tetapi juga menjaga keselamatan operasional secara keseluruhan, menjadikannya solusi yang andal dalam menjalankan proses produksi dengan risiko kerusakan yang lebih rendah.



Gambar 3.21 Flowchart Sistem Interlock

Pada gambar 3.21 ini penulis melakukan sistem interlock. Kondisinya jika ada selain dari barang yang berukuran 5cm dan 10cm maka konveyor akan berhenti. Dan apabila sensor mendeteksi barang berukuran 5cm dan 10cm maka sensor penghitung akan menghitung barang yang lewat dan konveyor akan bergerak.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem merupakan langkah krusial yang dilakukan untuk memastikan bahwa sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR berfungsi sesuai dengan spesifikasi dan desain yang telah direncanakan. Proses pengujian ini meliputi berbagai aspek penting, mulai dari evaluasi performa perangkat keras hingga pengujian perangkat lunak yang mengendalikan operasi sistem.

Setiap komponen diuji secara menyeluruh untuk memastikan kehandalan dan kompatibilitasnya dengan komponen lain. Selain itu, pengujian fungsional dari sistem secara keseluruhan juga dilakukan untuk menilai bagaimana sistem merespons kondisi nyata, seperti deteksi barang, penghentian otomatis, dan operasi konveyor.

Dengan demikian, pengujian ini tidak hanya berfokus pada aspek teknis perangkat keras dan pemrograman, tetapi juga pada keandalan dan efisiensi sistem secara keseluruhan dalam menjalankan fungsi interlock yang diharapkan. Hasil pengujian ini akan menjadi acuan untuk melakukan perbaikan atau penyesuaian lebih lanjut agar sistem dapat beroperasi secara optimal sesuai tujuan yang telah ditetapkan.

4.2 Pengujian Sensor HC-SR04

Pengujian terhadap sensor ultrasonik HC-SR04 dilakukan untuk memastikan bahwa sensor ini bekerja dengan optimal sesuai dengan spesifikasi teknis yang telah ditetapkan, serta mampu mendeteksi keberadaan barang di atas konveyor dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sensor ini memegang peran penting dalam keseluruhan sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR, karena berfungsi untuk mengukur jarak barang di atas konveyor secara real-time. Dalam proses pengujian, sensor diuji untuk memastikan bahwa ia dapat mendeteksi jarak barang dengan presisi, sesuai dengan jarak minimum dan maksimum yang diatur pada sistem.

Pengujian ini juga bertujuan untuk memverifikasi bahwa sensor dapat bekerja secara konsisten dalam berbagai kondisi operasional, serta mampu memicu sistem interlock ketika barang berada dalam rentang jarak yang telah ditentukan. Dengan demikian, hasil pengujian ini menjadi indikator penting untuk mengevaluasi keandalan sensor dalam mendukung fungsi interlock yang diperlukan, sehingga sistem dapat berhenti atau melanjutkan operasinya sesuai dengan kondisi deteksi yang terjadi di lapangan.



Gambar 4.1 Proses Pengujian Sensor HC-SR04 dan Hasil Serial Monitor

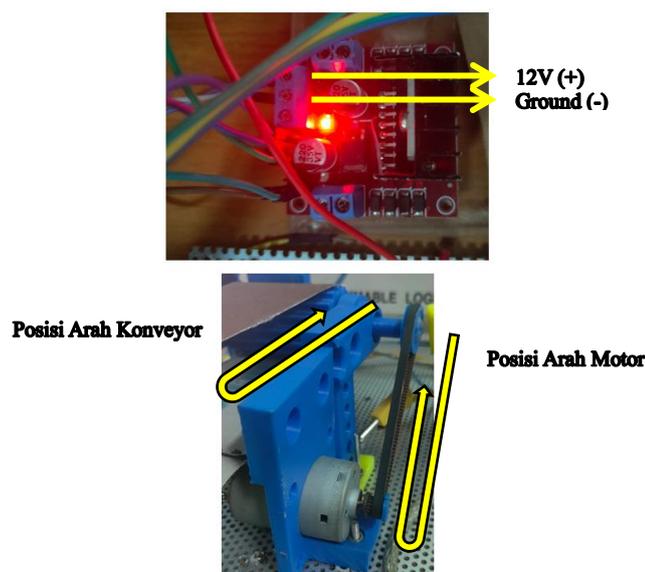
Bisa dilihat dari gambar 4.1 diatas, Ketika Power suplai dihidupkan maka konveyor akan bergerak dan pada saat konveyor sudah bergerak, penulis menaruh kotak diatas belt konveyor yang bergerak tersebut dan bisa dilihat bahwa terdapat 2 sensor yang akan mendeteksi objek yang lewat. Ketika objek melewati sensor 1 dan 2 barulah hasil panjang dari objek, kecepatan objek dan jumlah objek tersebut bisa terlihat di serial monitor.

Disini ukuran panjang objek yaitu dari rentang 1-16cm, jika objek yang terdeteksi oleh sensor dalam rentang 1-16cm maka konveyor akan terus bergerak dan objek akan terhitung oleh sensor sesuai sistem yang diinginkan. Apabila sensor mendeteksi objek selain dari 1-16cm atau lebih tepatnya diatas 16cm dan seterusnya, maka konveyor akan berhenti dikarenakan oleh sistem interlock nya bekerja dengan baik sesuai sistem yang diinginkan.

4.3 Pengujian Motor Driver dan Motor DC

Pengujian terhadap motor driver dilakukan dengan tujuan memastikan bahwa motor DC dapat dikendalikan secara optimal oleh motor driver yang terintegrasi dengan PLC FX1N-10MR. Motor driver memiliki peran penting dalam mengatur berbagai aspek operasional motor DC, seperti kecepatan putaran, arah rotasi, serta memastikan bahwa motor dapat berhenti secara otomatis ketika sistem interlock diaktifkan sesuai dengan kondisi yang telah diatur.

Selain itu, pengujian juga dilakukan untuk memastikan bahwa motor driver mampu bekerja secara stabil dan responsif dalam berbagai kondisi operasional sistem konveyor. Sehingga motor dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Hasil dari pengujian ini sangat penting untuk memverifikasi kinerja motor driver dalam mengendalikan motor DC secara efisien dan andal, serta memastikan bahwa sistem konveyor dapat beroperasi dengan lancar dan aman sesuai dengan tujuan desainnya.



Gambar 4.2 Pengujian Motor Driver dan Motor DC

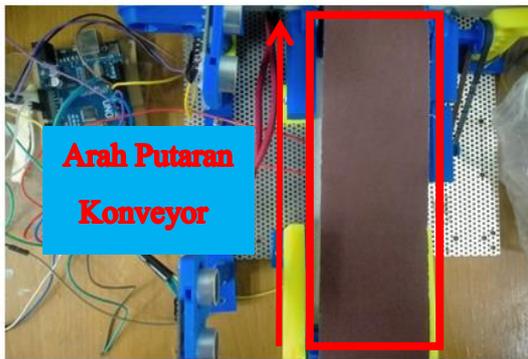
4.4 Pengujian Sistem Interlock

Pengujian terhadap sistem interlock dilakukan untuk memastikan bahwa sistem tersebut mampu berfungsi sesuai dengan tujuan utamanya, yaitu menghentikan operasi konveyor secara otomatis berdasarkan kondisi-kondisi tertentu yang telah ditentukan sebelumnya. Fungsi utama dari sistem interlock ini adalah sebagai mekanisme pengaman yang mencegah terjadinya kerusakan atau bahaya dalam proses operasional konveyor.

Ketika terdapat gangguan, seperti objek yang tidak terdeteksi dengan benar, barang yang mencapai batas jumlah yang telah ditetapkan, atau munculnya kondisi abnormal lainnya, sistem akan segera menghentikan konveyor untuk mencegah risiko yang lebih besar. Pengujian ini juga bertujuan untuk memastikan bahwa sistem interlock dapat merespons input dari sensor dengan cepat dan akurat, serta memastikan bahwa sinyal yang diterima oleh PLC FX1N-10MR diterjemahkan dengan baik untuk mengendalikan driver motor.

Sistem interlock yang diterapkan menggunakan PLC ini dirancang untuk mengolah data yang diperoleh dari sensor-sensor yang terhubung, yang kemudian diinterpretasikan untuk menentukan kapan waktu yang tepat untuk menghentikan operasi konveyor. Proses ini dilakukan untuk memastikan bahwa sistem keseluruhan beroperasi sesuai dengan perencanaan awal, dengan kemampuan untuk merespons berbagai situasi dan kondisi operasional dengan akurasi dan kecepatan yang tinggi.

Selain itu, sistem ini juga diharapkan mampu mendeteksi perubahan kondisi yang memerlukan penghentian konveyor secara cepat, guna menjaga efisiensi serta keselamatan selama operasional berlangsung. Dengan demikian, tujuan utama dari penerapan sistem ini adalah memastikan agar semua elemen berfungsi secara optimal, aman, dan dapat diandalkan dalam menghadapi berbagai skenario operasional yang mungkin terjadi di lapangan, sehingga kinerja keseluruhan sistem tetap konsisten dan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Tujuan akhirnya adalah memastikan sistem berfungsi dengan optimal dan aman dalam berbagai situasi yang mungkin terjadi selama operasional.



Gambar A. Sistem Interlock OFF



Gambar B. Sistem Interlock ON

```

sensor1Time : 628 ms
sensor2Time : 628 ms
sensor2Time : 832 ms
Kecepatan objek: 112.75 cm/s
sensor3Time : 1107 ms
Panjang Objek : 31.00 cm
Motor dimatikan karena panjang objek > 16 cm

```

Gambar C. Serial Monitor Sistem Interlock

Gambar 4.3 Perancangan Sistem Interlock

Pada **Gambar 4.3** diatas, dapat dilihat dengan jelas bagaimana mekanisme kerja sistem interlock dalam mengatur operasi konveyor. Pada kondisi awal yang tertera pada **gambar a**, konveyor berada dalam status "high" atau menyala, yang berarti konveyor akan terus beroperasi secara normal selama sensor tidak mendeteksi adanya objek dengan panjang di luar rentang 1 hingga 16 cm.

Untuk menguji hal ini, Pada **gambar b** penulis meletakkan sebuah objek berupa kotak di depan sensor untuk mengukur panjangnya. Seperti yang ditunjukkan pada **gambar c** tersebut, sensor HC-SR04 mendeteksi bahwa panjang kotak tersebut adalah 31 cm, yang melebihi batas yang telah ditetapkan oleh penulis. Sesuai dengan aturan sistem yang dibuat, jika sensor mendeteksi objek dengan panjang melebihi rentang 1 hingga 16 cm, motor otomatis akan berhenti.

Penghentian ini dilakukan untuk menjaga agar sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang, serta untuk memastikan bahwa hanya objek dengan panjang yang sesuai yang dapat diproses oleh konveyor. Sistem ini menunjukkan kemampuan interlock yang dapat merespons perubahan kondisi objek dengan cepat dan tepat, memastikan operasional tetap terkendali sesuai aturan yang telah ditentukan.

4.5 Pengujian PLC

Pengujian terhadap PLC FX1N-10MR dilakukan dengan tujuan untuk memastikan bahwa perangkat ini memiliki kemampuan untuk mengendalikan sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang dengan akurasi dan efisiensi yang optimal. Proses pengujian ini mencakup berbagai tahap yang dirancang untuk mengevaluasi kinerja PLC secara menyeluruh.

Tahap pertama melibatkan verifikasi fungsi dasar PLC, di mana setiap fitur dan kapabilitas dasar dari perangkat ini diuji untuk memastikan bahwa mereka bekerja sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Setelah verifikasi fungsi dasar selesai, pengujian berlanjut ke tahap integrasi, di mana PLC FX1N-10MR dihubungkan dengan berbagai komponen lain dalam sistem, seperti sensor, motor driver, dan motor DC.

Pada tahap ini, pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa PLC dapat berkomunikasi dan berkoordinasi dengan komponen-komponen tersebut secara efektif. Setiap sinyal yang dikirim dan diterima oleh PLC diuji untuk memastikan bahwa mereka diterjemahkan dengan benar, sehingga sistem dapat beroperasi secara sinkron dan responsif terhadap perubahan kondisi.

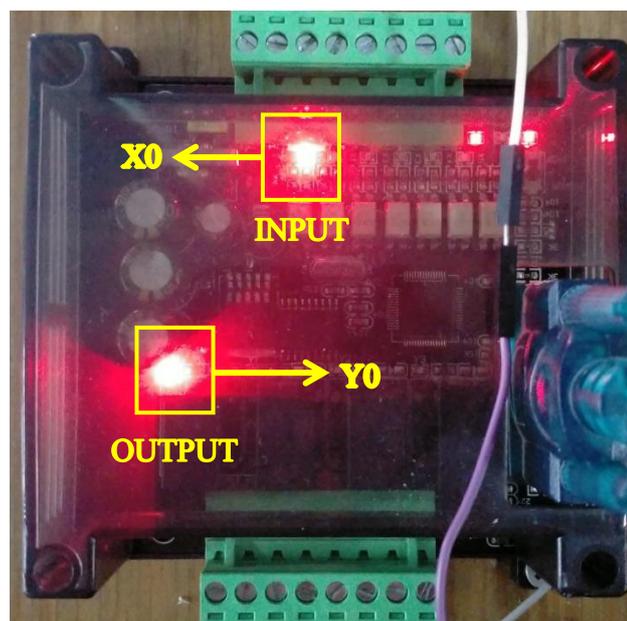
Dengan demikian, pengujian menyeluruh ini bertujuan untuk memastikan bahwa PLC FX1N-10MR mampu mengendalikan seluruh sistem konveyor dengan tepat dan efisien, sesuai dengan kebutuhan operasional yang telah direncanakan. Dengan hasil pengujian ini, dapat disimpulkan bahwa PLC FX1N-10MR dapat mengendalikan sistem interlock konveyor penghitung barang dengan baik, mendukung otomatisasi dan keamanan dalam operasional konveyor.

4.5.1 Kondisi Lampu PLC

Pengujian kondisi lampu indikator pada PLC FX1N-10MR dilakukan untuk memastikan bahwa status input dan output dapat dipantau dengan mudah melalui lampu-lampu indikator yang terdapat pada PLC. Lampu indikator ini berfungsi sebagai alat bantu yang sangat berguna, memungkinkan penulis untuk mengetahui apakah status pin input atau output sedang aktif (ON) atau tidak aktif (OFF).

Dengan adanya lampu indikator ini, pemantauan pada kondisi sistem jadi lebih mudah, terutama dalam mendeteksi pin mana yang sedang berfungsi atau mengalami perubahan status dan juga pengujian ini sangat penting untuk memastikan bahwa lampu indicator menyala dengan benar sesuai dengan kondisi dari input atau output yang terhubung.

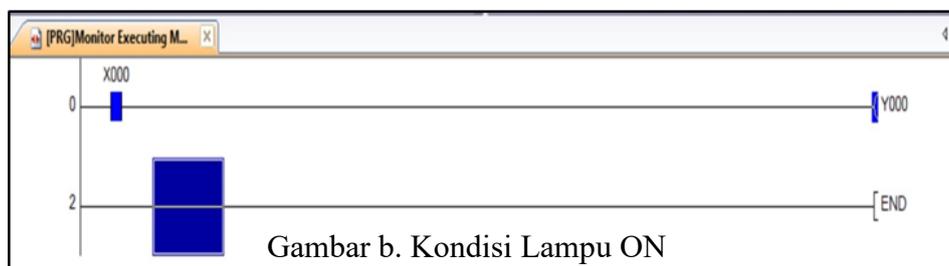
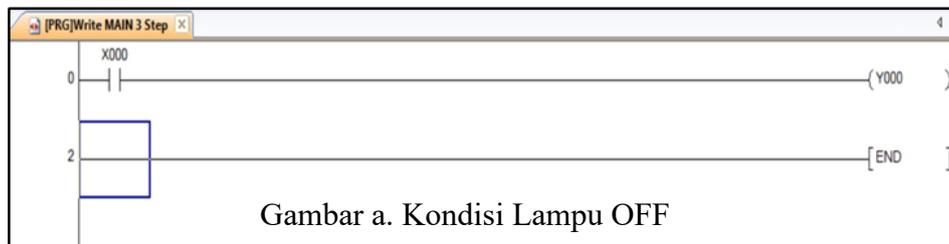
Operator dapat segera mengetahui dan menangani kondisi operasi sistem secara efisien dikarenakan pengujian menyeluruh ini membantu memvalidasi keandalan dan akurasi lampu indikator, serta memastikan bahwa PLC FX1N-10MR memberikan dukungan visual yang efektif untuk pemantauan sistem dalam berbagai kondisi seperti yang diperlihatkan pada **gambar 4.4** dibawah ini. Terlihat bahwa pada kondisi awal power suplai diaktifkan maka lampu indikator pin X0 dan Y0 akan menyala yang artinya Motor hidup dan konveyor akan bergerak.



Gambar 4.4 Kondisi Lampu Pada PLC

Selanjutnya, penulis menampilkan hasil pengujian lampu indicator melalui aplikasi pemrograman PLC yaitu GX Works 2, yang dimana hasil tersebut kemudian diuji kembali melalui simulasi pada aplikasi tersebut untuk memastikan bahwa setiap kondisi lampu indicator pada PLC berfungsi sesuai yang diharapkan. Pengujian ini memberikan gambaran visual terkait status input dan output pada sistem yang selanjutnya dapat dilihat pada **gambar 4.5** dibawah ini.

Pada **gambar a** bisa dilihat bahwa lampu indikator X0 dan Y0 mati, itu artinya motor mati dikarenakan sensor mendeteksi barang yang berukuran diatas 16cm dan sistem *interlock* aktif. Sebaliknya terlihat pada **gambar b** lampu indikator pada X0 dan Y0 aktif yang menandakan bahwa motor dalam kondisi aktif dan konveyor bergerak.



Gambar 4.5 Kondisi Lampu PLC pada Aplikasi

4.6 Hasil Pengujian

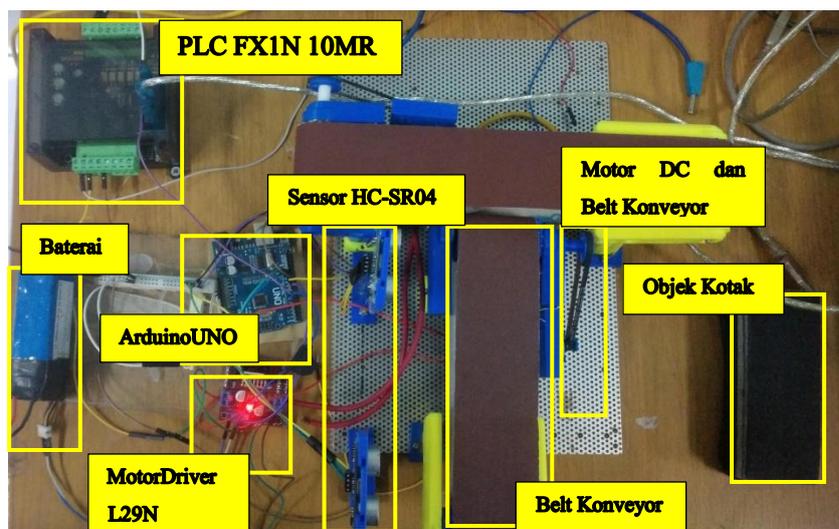
Setelah serangkaian pengujian dilakukan pada sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR, berbagai hasil yang signifikan berhasil diperoleh guna mengevaluasi performa serta keandalan sistem dalam menjalankan fungsi-fungsi utamanya. Pengujian ini mencakup seluruh komponen inti, termasuk sensor, motor driver, motor DC, dan sistem interlock itu sendiri. Setiap komponen diuji secara mendalam untuk memastikan bahwa mereka bekerja secara optimal dan mampu berkoordinasi dengan baik satu sama lain.

Melalui pengujian yang terperinci, performa masing-masing komponen dievaluasi berdasarkan kemampuan mereka dalam memenuhi spesifikasi teknis yang telah dirancang sebelumnya. Sensor diuji untuk memastikan akurasi deteksi barang pada konveyor, sementara motor driver dan motor DC diuji untuk memverifikasi kemampuan pengaturan kecepatan, arah putaran, dan respon terhadap perintah dari PLC.

Sistem interlock juga diuji dan dievaluasi untuk memastikan bahwa mekanisme penghentian otomatisnya bekerja dengan baik dan andal saat kondisi tertentu tercapai, seperti ketika terjadi gangguan dalam proses operasional atau ketika objek yang diproses sudah melebihi batas yang telah ditetapkan. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa sistem dapat mendeteksi situasi yang memerlukan penghentian operasional.

Dari hasil pengujian ini, dapat diperoleh gambaran yang jelas mengenai tingkat keandalan serta stabilitas sistem dalam situasi nyata. Evaluasi tersebut juga memberikan kepastian bahwa sistem interlock ini mampu bekerja sesuai harapan, mempertahankan performa optimal dalam berbagai skenario operasional yang mungkin terjadi.

Hasil ini menegaskan bahwa sistem telah dirancang dengan baik untuk merespons berbagai skenario operasional dengan cepat dan tepat, sehingga memastikan bahwa keseluruhan proses berjalan sesuai dengan perencanaan awal dan standar kinerja yang diharapkan.



Gambar 4.6 Pengujian Keseluruhan

4.6.1 Hasil dan Analisis Pengujian Seluruh Sistem

Setelah menyelesaikan pengujian terhadap masing-masing komponen utama secara terpisah, tahap berikutnya adalah melakukan pengujian menyeluruh pada sistem Interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa seluruh komponen dapat bekerja secara sinkron dan terintegrasi dengan baik, serta memastikan bahwa sistem secara keseluruhan beroperasi sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang.

Pengujian menyeluruh ini melibatkan pengoperasian konveyor, kinerja sensor, motor driver, motor DC, serta implementasi fungsi interlock. Setiap elemen diuji dalam skenario operasional nyata untuk memastikan bahwa mereka dapat berfungsi secara otomatis berdasarkan kondisi yang telah ditentukan, seperti deteksi barang, kontrol kecepatan motor, dan penghentian konveyor saat sistem interlock dipicu.

Dalam pengujian ini, koordinasi antara komponen menjadi fokus utama, karena keberhasilan sistem bergantung pada kemampuan setiap bagian untuk berkomunikasi dan bekerja bersama secara efektif. Dengan melakukan pengujian menyeluruh, keandalan dan kestabilan sistem dapat dievaluasi secara komprehensif, memastikan bahwa sistem mampu menjalankan fungsinya secara otomatis dengan standar yang diharapkan dalam berbagai situasi operasional.

a. Pengujian Barang Pertama

Bisa dilihat pada gambar 4.7 dibawah, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang pertama. Tertera waktu sensor 1 dan 2, kecepatan objek, panjang objek yaitu 7.70 cm serta jumlah objek yang terdeteksi oleh sensor akan dihitung.

```
sensor1Time : 2099 ms
sensor2Time : 2720 ms
Kecepatan objek: 37.04 cm/s
sensor3Time : 2928 ms
Panjang Objek : 7.70 cm
Jumlah objek yang dihitung: 1
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16 cm
```

Gambar 4.7 Hasil Pengujian Barang Pertama

b. Pengujian Barang Kedua

Kemudian Bisa dilihat pada gambar 4.8 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang kedua. Tertera waktu sensor 1 dan 2, kecepatan objek, panjang objek 7.73 cm serta jumlah objek yang terdeteksi oleh sensor akan dihitung.

```
sensor1Time : 5032 ms
sensor2Time : 5654 ms
Kecepatan objek: 36.98 cm/s
sensor3Time : 5863 ms
Panjang Objek : 7.73 cm
Jumlah objek yang dihitung: 2
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16 cm.
sensor1Time : 14053 ms
```

Gambar 4.8 Hasil Pengujian Barang Kedua

c. Pengujian Barang Ketiga

Kemudian Bisa dilihat pada gambar 4.9 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang ketiga sesuai dengan keterangan pada serial monitor dibawah ini.

```
sensor1Time : 26944 ms
sensor2Time : 27566 ms
Kecepatan objek: 36.98 cm/s
sensor3Time : 27774 ms
Panjang Objek : 7.69 cm
Jumlah objek yang dihitung: 3
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16 cm.
```

Gambar 4.9 Hasil Pengujian Barang Ketiga

d. Pengujian Barang Keempat

Kemudian Bisa dilihat pada gambar 4.10 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang keempat dan sesuai dengan keterangan pada serial monitor diatas panjang barang / objek melebihi 16cm, maka motor akan mati selama 10 detik dikarenakan sistem interlock nya aktif, setelah 10 detik motor akan hidup kembali dan konveyor akan bergerak.

```
sensor1Time : 71096 ms
sensor2Time : 71302 ms
Kecepatan objek: 111.65 cm/s
sensor3Time : 71506 ms
Panjang Objek : 22.78 cm
Motor dimatikan karena panjang objek > 16 cm
```

Gambar 4.10 Hasil Pengujian Barang Keempat

e. Pengujian Barang Kelima

Kemudian Bisa dilihat pada gambar 4.11 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang kelima dan sesuai dengan keterangan pada serial monitor diatas. Panjang Barang adalah 7.74 cm/s maka jumlah objek kembali terhitung oleh sensor.

```
sensor1Time : 26129 ms
sensor2Time : 26750 ms
Kecepatan objek: 37.04 cm/s
sensor3Time : 26959 ms
Panjang Objek : 7.74 cm
Jumlah objek yang dihitung: 5
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16 cm.
```

Gambar 4.11 Hasil Pengujian Barang Kelima

f. Pengujian Barang Keenam

Kemudian Bisa dilihat pada gambar 4.12 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang keenam dan sesuai dengan keterangan pada serial monitor diatas. Panjang Barang adalah 11.57 cm/s maka jumlah objek kembali terhitung oleh sensor.

```
sensor1Time : 38788 ms
sensor2Time : 39615 ms
Kecepatan objek: 27.81 cm/s
sensor3Time : 40031 ms
Panjang Objek : 11.57 cm
Jumlah objek yang dihitung: 6
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16 cm.
```

Gambar 4.12 Hasil Pengujian Barang Keenam

g. Pengujian Barang Ketujuh

Selanjutnya pada gambar 4.13 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang ketujuh dan sesuai dengan keterangan pada serial monitor diatas. Panjang Barang adalah 11.42 cm/s maka jumlah objek kembali terhitung oleh sensor.

```
sensor1Time : 172049 ms
sensor2Time : 172464 ms
Kecepatan objek: 55.42 cm/s
sensor3Time : 172670 ms
Panjang Objek : 11.42 cm
Jumlah objek yang dihitung: 7
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16
```

Gambar 4.13 Hasil Pengujian Barang Ketujuh

h. Pengujian Barang Kedelapan

Selanjutnya pada gambar 4.14 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang kedelapan. Panjang Barang adalah 11.47 cm/s maka jumlah objek terhitung oleh sensor

```
sensor1Time : 29038 ms
sensor2Time : 29451 ms
Kecepatan objek: 55.69 cm/s
sensor3Time : 29657 ms
Panjang Objek : 11.47 cm
Jumlah objek yang dihitung: 8
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16 cm.
```

Gambar 4.14 Hasil Pengujian Barang Kedelapan

i. Pengujian Barang Kesembilan

Selanjutnya pada gambar 4.15 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang kesembilan. Panjang Barang adalah 23.17 cm/s maka jumlah objek tidak terhitung oleh sensor dikarenakan panjang objek atau barang melebihi 16cm dan konveyor akan berhenti karena sistem interlok aktif.

```

sensor1Time : 31977 ms
sensor2Time : 32390 ms
Kecepatan objek: 55.69 cm/s
sensor3Time : 32806 ms
Panjang Objek : 23.17 cm
Motor dimatikan karena panjang objek > 16 cm

```

Gambar 4.15 Hasil Pengujian Barang Kesembilan

j. Pengujian Barang Kesepuluh

Selanjutnya pada gambar 4.16 dibawah ini, gambar tersebut menunjukkan hasil dari pengujian barang yang kesepuluh. Panjang Barang adalah 11.56 cm/s maka jumlah objek tidak terhitung oleh sensor

```

sensor1Time : 93074 ms
sensor2Time : 93490 ms
Kecepatan objek: 55.29 cm/s
sensor3Time : 93699 ms
Panjang Objek : 11.56 cm
Jumlah objek yang dihitung: 10
Objek terdeteksi dalam rentang 1 cm - 16 cm.

```

Gambar 4.16 Hasil Pengujian Barang Kesepuluh

Tabel 4.1 Data Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

NO	Panjang Objek		Nilai		Kecepatan Objek	Jumlah Objek	Kondisi Motor (pwm)	Kondisi PLC		Kondisi Interlock
	Mistar (cm)	Sensor (cm)	Selisih (cm)	Error (%)						
1	7.00	7.70	0.70	10.00	37..04 cm/s	1	255	ON	ON	OFF
2	7.00	7.73	0.73	10.43	36.98 cm/s	2	255	ON	ON	OFF
3	7.00	7.69	0.69	9.86	36.98 cm/s	3	255	ON	ON	OFF
4	23.00	22.78	0.22	0.96	111.65 cm/s	-	0	ON	OFF	ON
5	7.00	7.74	0.74	10.57	37.04 cm/s	4	255	ON	ON	OFF
6	11.00	11.57	0.57	5.18	27.81 cm/s	5	255	ON	ON	OFF
7	11.00	11.42	0.42	3.82	55.42 cm/s	6	255	ON	ON	OFF
8	11.00	11.47	0.47	4.27	55.69 cm/s	7	255	ON	ON	OFF
9	23.00	23.17	0.17	0,74	55.69 cm/s	-	0	ON	OFF	ON
10	11.00	11.56	0.56	5.09	55.29 cm/s	8	255	ON	ON	OFF

Tabel 4.1 diatas menyajikan hasil pengujian menyeluruh terhadap sistem, yang didasarkan pada pengambilan 10 sampel data untuk setiap variable yang diuji, dari data yang diperoleh pada table 4.1 diatas dapat dianalisis berbagai aspek penting seperti panjang objek, kecepatan objek, jumlah objek yang terdeteksi, serta kondisi motor dc, PLC dan Sistem Interlok.

Pengujian ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua komponen bekerja secara optimal dan sesuai dengan rancangan yang diharapkan, serta dengan data ini dapat ditentukan seberapa efektif sistem dalam menjalankan fungsinya, termasuk dalam aspek control otomatisasi dan keamanan yang melibatkan intervensi sistem interlok pada projek tugas akhir ini.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam bab ini, akan disampaikan kesimpulan yang diperoleh dari hasil keseluruhan proses perancangan, implementasi, serta pengujian sistem interlock Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR. Kesimpulan ini mencakup pencapaian dari setiap tahapan yang dilakukan, termasuk efektivitas sistem dalam menjalankan fungsinya, performa komponen, serta keberhasilan integrasi sistem secara keseluruhan.

Selain itu, pada bagian ini juga disampaikan sejumlah saran yang bertujuan untuk memberikan rekomendasi perbaikan dan pengembangan lebih lanjut. Saran-saran tersebut diharapkan dapat menjadi masukan yang berguna bagi pengoptimalan sistem ke depannya, serta membantu dalam memperbaiki kekurangan yang mungkin ditemukan selama proses pengujian, guna meningkatkan kinerja dan keandalan sistem di masa mendatang.

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian alat proyek yang telah dilakukan maka dapat diambil beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Sistem Interlok Berbasis PLC FX1N-10MR berhasil diimplementasikan dengan baik, mampu menghentikan operasi konveyor secara otomatis ketika kondisi tertentu terpenuhi, seperti ketika jumlah barang mencapai batas yang ditentukan atau ada gangguan di jalur konveyor.
2. Sensor HC-SR04 mampu mendeteksi objek dengan akurasi yang baik pada jarak yang telah ditentukan, sehingga sistem dapat melakukan penghentian atau penerusan operasi berdasarkan deteksi sensor.
3. Motor DC yang dikendalikan oleh PLC FX1N-10MR menunjukkan respon yang cepat dan tepat sesuai dengan logika yang diterapkan, mendukung efisiensi operasional konveyor.
4. Sistem interlock berhasil mencegah potensi kesalahan dan kerusakan sistem dengan menghentikan motor ketika kondisi *abnormal* terdeteksi, menjaga keamanan dan efisiensi sistem secara keseluruhan.

5.2 Saran

Untuk pengembangan lebih lanjut, beberapa saran yang dapat dipertimbangkan antara lain:

1. Penggunaan sensor yang lebih presisi dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan akurasi deteksi objek, terutama untuk objek dengan ukuran yang lebih kecil atau bentuk yang tidak standar.
2. Penambahan fitur monitoring jarak jauh, misalnya dengan menggunakan komunikasi *wireless*, sehingga sistem dapat diawasi dan dikendalikan dari jarak jauh.
3. Optimasi algoritma kontrol PLC untuk memastikan bahwa respon interlok terhadap kondisi *abnormal* lebih cepat dan akurat, terutama pada lingkungan dengan variasi kecepatan konveyor yang lebih besar.
4. Penggunaan motor yang lebih efisien dan tahan lama untuk meningkatkan durabilitas sistem, terutama jika konveyor beroperasi dalam waktu yang lama atau beban kerja yang berat.
5. Integrasi sistem dengan database untuk menyimpan data hasil deteksi dan jumlah objek yang dihitung secara real-time, yang dapat berguna untuk analisis lebih lanjut atau pelaporan produksi.

Kesimpulan dan saran ini diharapkan dapat memberikan wawasan dan panduan untuk pengembangan dan peningkatan sistem interlock berbasis PLC yang lebih baik di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] U. Hasdiana, “No 主観的健康感を中心とした在宅高齢者における健康関連指標に関する共分散構造分析Title,” *Anal. Biochem.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–5, 2018, [Online]. Available: <http://link.springer.com/10.1007/978-3-319-59379-1%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-420070-8.00002-7%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.ab.2015.03.024%0Ahttps://doi.org/10.1080/07352689.2018.1441103%0Ahttp://www.chile.bmw-motorrad.cl/sync/showroom/lam/es/>
- [2] M. Hendri, Jasmir, and A. Siswanto, “Miniatur Conveyor Otomatis Berbasis Mikrokontroler,” *J. Ilm. Media Process.*, vol. 9, no. 1, p. 35, 2014, [Online]. Available: <http://elektronika-dasar.com/wp-content/uploads/2012/07/Konstruksi-Dan-Symbol-Limit->
- [3] P. T. Galasari *et al.*, “Bab 2 tinjauan pustaka 2.1,” pp. 4–17, 2021.
- [4] A. Saputra, A. Wahyu, and F. Rahman, “SISTEM KOREKSI OTOMATIS PADA MESIN PACKAGING DENGAN PENGENDALI PLC ISSN : 2086 - 9479 Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana,” *J. Teknol. Elektro Mercubuana*, vol. 8, no. 1, pp. 54–57, 2017.
- [5] B. Arsada, “Aplikasi Sensor Ultrasonik Untuk Deteksi Posisi Jarak Pada Ruang Menggunakan Arduino Uno,” *J. Tek. Elektro*, vol. 6, no. 2, pp. 1–8, 2017.
- [6] U. M. Arief, “Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air,” *J. Ilm. “Elektrikal Enjiniring” UNHAS*, vol. 09, no. 02, pp. 72–77, 2011.
- [7] T. N. Arifin, G. Febriyani Pratiwi, and A. Janrafsasih, “Sensor Ultrasonik Sebagai Sensor Jarak,” *J. Tera*, vol. 2, no. 2, pp. 55–62, 2022, [Online]. Available: <http://jurnal.undira.ac.id/index.php/jurnaltera/>
- [8] P. S. F. Yudha and R. A. Sani, “JURNAL EINSTEIN Jurnal Hasil Penelitian Bidang Fisika IMPLEMENTASI SENSOR ULTRASONIK HC-SR04 SEBAGAI SENSOR PARKIR MOBIL BERBASIS ARDUINO,” *J. Einstein*, vol. 5, no. 3, pp. 19–26, 2017, [Online]. Available: <http://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/inpafie-issn:2407-747x,p-issn2338-1981>
- [9] N. Stocks, “濟無No Title No Title No Title,” pp. 1–23, 2016.
- [10] Ridarmin, Fauzansyah, Elisawati, and P. Eko, “Prototype Robot Line Follower Arduino Uno,” *J. Inform. Manaj. dan Komput.*, vol. 11, no. 2, pp. 17–23, 2019.
- [11] Malau dan Nurjaman, “Bab II Landasan Teori,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 8–24, 2019.
- [12] M. Muthmainnah and D. B. Tabriawan, “Prototipe Alat Ukur Detak Jantung Menggunakan Sensor MAX30102 Berbasis Internet of Things (IoT) ESP8266 dan Blynk,” *JISKA (Jurnal Inform. Sunan Kalijaga)*, vol. 7, no. 3, pp. 163–176, 2022, doi: 10.14421/jiska.2022.7.3.163-176.
- [13] T. Kusuma and M. T. Mulia, “Perancangan Sistem Monitoring Infus Berbasis Mikrokontroler Wemos D1 R2,” *Konf. Nas. Sist. Inf. 2018*, vol. 1, no. 1, pp. 1422–1425, 2018.
- [14] A. Hermansyah, R. Hardiyanti, and A. P. P. Prasetyo, “Sistem Perekam

- Detak Jantung Berbasis Internet Of Things (IoT) dengan Menggunakan Pulse Heart Rate Sensor,” *JTEV (Jurnal Tek. Elektro dan Vokasional)*, vol. 8, no. 2, p. 338, 2022, doi: 10.24036/jtev.v8i2.116677.
- [15] P. Y.M Bate, A. S. Wiguna, and D. A. Nugraha, “Sistem Penjemuran Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3 Dengan Pendekatan Metode Fuzzy,” *Kurawal - J. Teknol. Inf. dan Ind.*, vol. 3, no. 1, pp. 81–92, 2020, doi: 10.33479/kurawal.v3i1.306.
- [16] F. Effenberger and G. Kiefer, “Stereochemistry of the Cycloaddition of Sulfonyl Isocyanates and N-Sulfinylsulfonamides to Enol Ethers,” *Angew. Chemie Int. Ed. English*, vol. 6, no. 11, pp. 951–952, 1967, doi: 10.1002/anie.196709511.
- [17] A. W. Dani, A. Adriansyah, and D. Hermawan, “Perancangan Aplikasi Voice Command Recognition Berbasis Android Dan Arduino Uno,” *J. Teknol. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 11–19, 2016, doi: 10.22441/jte.v7i1.811.
- [18] M. N. Yuski, W. Hadi, and A. Saleh, “Rancang Bangun Jangkar Motor DC,” *Berk. Sainstek*, vol. 5, no. 2, p. 98, 2017, doi: 10.19184/bst.v5i2.5700.
- [19] M. Nasution, “Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik,” *Cetak) J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–40, 2021.
- [20] M. N. M. Akbar, Syahrul, “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Blender 3d Pada Mata Pelajaran Instalasi Motor Listrik di Sekolah Menengah Kejuruan (SMK),” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 1689–1699, 2013.
- [21] M. C. Wibowo, “Pemodelan Dengan Blender 3D,” *Penerbit Yayasan Prima Agus Tek.*, vol. 8, no. 1 SE-Judul Buku, 2022, [Online]. Available: <http://penerbit.stekom.ac.id/index.php/yayasanpat/article/view/332>
- [22] P. Pristiansyah, H. Hasdiansah, and A. Ferdiansyah, “Pengaruh Parameter Proses Pada 3D Printing FDM Terhadap Kekuatan Tarik Filament ABS CCTREE,” *Manutech J. Teknol. Manufaktur*, vol. 14, no. 01, pp. 15–22, 2022, doi: 10.33504/manutech.v14i01.210.
- [23] C. Mawardi, “Doc. Name: Pengantar 3D Printing © 2020.,” p. 64, 2020.
- [24] U. Muhammad, Mukhlisin, Nuardi, A. Mansur, and M. Aditya Bachri Maulana, “Rancang Bangun Power Supply Adjustable Current pada Sistem Pendingin Berbasis Termoelektrik,” *J. Electr. Enginering*, vol. 2, no. 2, pp. 106–110, 2021.
- [25] E. P. Sitohang, D. J. Mamahit, and N. S. Tulung, “Rancang Bangun Catu Daya Dc MenggunSitohang, E. P., Mamahit, D. J., & Tulung, N. S. (2018). Rancang Bangun Catu Daya Dc Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 7(2), 135–142. akan Mikrokontroler Atmega 8535,” *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 7, no. 2, pp. 135–142, 2018.

Lampiran 1 Verifikasi Hasil SULIET / USEPT

VERIFIKASI SILUET / USEPT

Nama : Muhammad Farhan Abdillah
 NIM : 09030582125003
 Program Studi : Teknik Komputer

NO.	TANGGAL TEST	NIM	NAMA	HASIL TEST				STANDAR UJIAN/RSK	KETURANGAN
				LISTENING	STRUCTURE	READING	SCORE		
1.	26 JANUARI 2024	09030582125003	MUHAMMAD FARHAN ABDILLAH	33	35	30	327		BELUM LULUS
2.	25 JANUARI 2024	09030582125003	MUHAMMAD FARHAN ABDILLAH	26	32	30	317	400	BELUM LULUS
3.	26 MARET 2024	09030582125003	MUHAMMAD FARHAN ABDILLAH	34	35	29	327		BELUM LULUS

ENGLISH CONVERSATION, FREE SPEAKING AND ACADEMIC WRITING COURSE				
FINAL ASSESSMENT RESULT:				
NO.	ID NUMBER	NAME	SCORE	GRADE
1.	09030582125003	MUHAMMAD FARHAN ABDILLAH	60	B

Mengetahui,
 Plt. Koordinator Program Studi
 Teknik Komputer
[Signature]
Dr. Ir. Sukemi, M.T.
 NIP.196612032006041001

Palembang, 9 Juli 2024
 Mahasiswa
[Signature]
Muhammad Farhan Abdillah
 NIM. 09030582125003

Lampiran 2 Turnitin

RANCANG BANGUN SISTEM INTERLOCK KONVEYOR PENGHITUNG BARANG BERBASIS PLC FX1N-10MR

ORIGINALITY REPORT

16% SIMILARITY INDEX	15% INTERNET SOURCES	3% PUBLICATIONS	7% STUDENT PAPERS
--------------------------------	--------------------------------	---------------------------	-----------------------------

PRIMARY SOURCES

1	digilib.stiestekom.ac.id Internet Source	3%
2	www.coursehero.com Internet Source	2%
3	repository.teknokrat.ac.id Internet Source	1%
4	docplayer.info Internet Source	1%
5	bisantara.amikparbinanusantara.ac.id Internet Source	1%
6	eprints.polsri.ac.id Internet Source	1%
7	parno.staff.gunadarma.ac.id Internet Source	1%
8	tesyauldiraseptiyeni212008.blogspot.com Internet Source	1%
9	jurnal.machung.ac.id Internet Source	1%

10	repository.polimedia.ac.id Internet Source	1%
11	www.researchgate.net Internet Source	1%
12	jurnal.undira.ac.id Internet Source	1%
13	Submitted to Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran Jakarta Student Paper	1%
14	repository.unimar-amni.ac.id Internet Source	1%
15	jurnal.untan.ac.id Internet Source	1%
16	eprints.umpo.ac.id Internet Source	1%
17	Submitted to Universitas Pamulang Student Paper	1%

Lampiran 3 Surat Rekomendasi Ujian Proyek Pembimbing I

SURAT REKOMENDASI UJIAN PROJEK

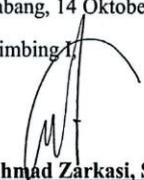
Pembimbing Proyek memberikan kepada :

Nama : Muhammad Farhan Abdillah
Nim : 09030582125003
Jurusan : Sistem Komputer
Program Studi : Teknik Komputer
Judul Proyek : Rancang Bangun Sistem *Interlock* Konveyor Penghitung Barang Berbasis PLC FX1N-10MR

Mahasiswa tersebut telah memenuhi persyaratan dan dapat mengikuti ujian proyek pada tahun akademik 2024/2025

Palembang, 14 Oktober 2024

Pembimbing I,


Dr. Ahmad Zarkasi, S.T., M.T.
NIP 197908252023211007

Lampiran 4 Kartu Konsultasi Pembimbing I

KARTU KONSULTASI

Nama : Muhammad Farhan Abdillah
 NIM : 09030582125003
 Program Studi : Teknik Komputer
 Jenjang : DIII
 Judul Projek : Rancang Bangun Sistem *Interlock* Konveyer Penghitung
 Barang Berbasis PLC FX1N-10MR
 Pembimbing I : Dr. Ahmad Zarkasi, ST, M.T.

No	Tanggal	Hasil Konsultasi/Komentar	Paraf Pembimbing 1
1	22 Januari 2024	Bimbingan Judul Projek	
2	5 Februari 2024	Bimbingan Proposal Projek	
3	9 Februari 2024	Bimbingan Latar Belakang BAB 1	
4	13 Februari 2024	Revisi Latar Belakang BAB 1	
5	15 Februari 2024	Revisi setiap sub-bab pada BAB 1	
6	19 Februari 2024	Bimbingan laporan BAB 2	
7	20 Februari 2024	Bimbingan bentuk alat yang akan dibuat	
8	21 Februari 2024	Bimbingan kesesuaian alat terhadap bentuk alat pada bimbingan sebelumnya	
9	11 Maret 2024	Bimbingan desain 3d alat yang akan dibuat	
10	13 Maret 2024	Bimbingan mengenai 3d printer yang akan dipakai	
11	18 Maret 2024	Revisi Desain 3d Alat yang akan dibuat	
12	1 April 2024	Bimbingan penyusunan laporan BAB 3 sub-bab Pendahuluan, perancangan mekanik alat, dan perancangan software dan hardware	
13	8 April 2024	Revisi laporan pada sub-bab BAB 3 pada bimbingan sebelumnya	
14	20 Mei 2024	Bimbingan laporan BAB 4	
15	23 Agustus 2024	Revisi Alat	
16	26 Agustus 2024	Revisi Sistem Interlok dari alat yang dibuat	
17	2 September 2024	Revisi Laporan sub-bab BAB 4	
18	16 September 2024	Bimbingan Kembali Laporan BAB 4	
19	7 Oktober 2024	Bimbingan BAB 5	
20	18 Oktober 2024	ACC Laporan Projek	

Mengetahui,
 Koordinator Program Studi
 Teknik Komputer,

Ahmad Heryanto, S.Kom., M.T.
 NIP. 198701222015041002

Lampiran 5 Form Revisi Pembimbing I

	KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN, RISET DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS SRIWIJAYA PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER Jalan Srijaya Negara Kampus Unsri Bukit Besar Palembang Kode Pos 30139 Telepon (+62711) 379249, Pos-el : humas@ilkom.unsri.ac.id
---	--

PERBAIKAN UJIAN PROJEK

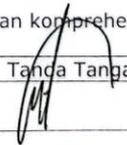
Nama Mahasiswa : Muhammad Farhan Abdillah
NIM : 09030582125003
Program Studi : Teknik Komputer
Hari / Tanggal : Jumat / 15 November 2024
Waktu : 08.30 s.d 09.00
Judul Projek : Rancang Bangun Sistem Interlock Conveyor
Penghitug Barang berbasis PLC FX1N 10MR
Pembimbing I : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.
Pembimbing II :

Perbaikan/Saran :

*1- Format perbaikan !
2. Flowchart Sistem !
3. melengkapi Saran Pembimbing !*

Jangka Waktu Perbaikan :

Telah diperbaiki sesuai dengan saran dan koreksi tim penguji ujian komprehensif.

No.	Nama Penguji	Status Penguji	Tanda Tangan
1.	Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.	Pendamping I (Pembela I)	

Palembang, 15 November 2024

Koordinator Program Studi
Teknik Komputer,


Ahmad Heryanto, M.T.
NIP 198701222015041002

Lampiran 6 Form Revisi Penguji



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN,
RISET DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER**

Jalan. Srijaya Negara Kampus Unsri Bukit Besar Palembang Kode Pos 30139
Telepon (+62711) 379249, Pos-el : humas@ilkom.unsri.ac.id

FORM PERBAIKAN UJIAN PROJEK

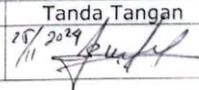
Nama Mahasiswa : Muhammad Farhan Abdillah
NIM : 09030582125003
Program Studi : Teknik Komputer
Hari / Tanggal : Jumat / 15 November 2024
Waktu : 08.30 s.d 09.00
Judul Projek : Rancang Bangun Sistem Interlock Conveyor Penghitung Barang berbasis PLC FX1N 10MR
Pembimbing I : Dr. Ahmad Zarkasi, M.T.
Pembimbing II :

Perbaikan/Saran :

1. Perbaiki flowchart. hal 32 (sistem interlock).
2. Perbaiki flowchart hal 40 (gambar 32)
3. tambahkan data pengujian panjang objek yg terditeksi sistem dan hasil sistem.

Jangka Waktu Perbaikan :

Telah diperbaiki sesuai dengan saran dan koreksi tim penguji ujian komprehensif.

No.	Nama Penguji	Status Penguji	Tanda Tangan
1.	Sarmayanta Sembiring, M.T.	Penguji	 25/11/2024

Palembang, 15 November 2024
Koordinator Program Studi
Teknik Komputer,


Ahmad Heryanto, M.T.
NIP 198701222015041002