



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM OTOMATISASI PENDINGIN CARTON SHEET
UNTUK EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PT
APP PURINUSA EKAPERSADA SEMARANG**

Sub Judul

**Sistem Kontrol Berbasis PLC pada Sistem Otomatisasi Pendingin
Carton Sheet PT APP Purinusa Ekapersada Semarang**

SKRIPSI

MUHAMMAD RAIHAN FATHAN

2103431009

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI**

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



**SISTEM OTOMATISASI PENDINGIN CARTON SHEET
UNTUK EFISIENSI PENGGUNAAN ENERGI LISTRIK PT
APP PURINUSA EKAPERSADA SEMARANG**

Sub Judul

**Sistem Kontrol Berbasis PLC pada Sistem Otomatisasi Pendingin
Carton Sheet PT APP Purinusa Ekapersada Semarang**

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan**

**SKRIPSI
MUHAMMAD RAIHAN FATHAN
2103431009**

**PROGRAM STUDI INSTRUMENTASI DAN KONTROL
INDUSTRI**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



HALAMAN PERYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah hasil karya saya sendiri dan semua sumber baik yang kutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Nama

: Muhammad Raihan Fathan

NIM

: 2103431009

Tanda Tangan

: 

Tanggal

: 26 Juni 2025





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

Tugas Akhir diajukan oleh

Nama : Muhammad Raihan Fathan
NIM : 2103431009
Program Studi : Instrumentasi dan Kontrol
Industri :
Judul Tugas Akhir : Sistem Otomatisasi Pendingin
Carton Sheet untuk Efisiensi
Penggunaan Energi Listrik
PT.APP Purinusa EkaPersada
Semarang

Telah diuji oleh tim pengujian dalam Sidang Tugas Akhir pada Kamis, 26 Juni 2025 Dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Dian Figana, S.T., M.T.
198503142015041002

Depok, 26 Juni 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murje Dwiyaniti, S.T., M.T.

NIP. 197803312003122002

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan magang ini. Penulisan laporan Magang Industri ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan laporan Magang industri ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan laporan Magang industri ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Timan Wiji Siswanto, selaku Manager Produksi & Manager, Area Maintenance PT. APP PURINUSA EKAPERSADA – Semarang
2. Dr. Murie Dwiyaniti., S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
3. Sulis Setiowati, S.Pd., M.Eng. selaku Kepala Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri
4. Dian Figana, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing.
5. Riswanto selaku mentor pada PT. APP PURINUSA EKAPERSADA – Semarang
6. Tim Maintenance PT. APP PURINUSA EKAPERSADA – Semarang
7. Pihak PT. APP PURINUSA EKAPERSADA – Semarang yang telah memberikan kesempatan penulis untuk melaksanakan magang industri dan Tugas Akhir
8. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
9. IKI 21 dan Violetta yang telah mendukung penulis mengerjakan Tugas Akhir
10. Ibrahim selaku teman kelompok Magang Industri dan Tugas Akhir.

Akhir kata, penulis berharap kepada Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga laporan magang ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 26 Juni 2025

Muhammad Raihan Fathan



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

*Sistem Kontrol berbasis PLC pada Sistem Otomatisasi Pendingin Carton
Sheet PT APP Purinusa Ekapersada Semarang*

Abstrak

Sistem pendingin otomatis pada industri kertas sangat penting untuk menjaga kualitas produk, terutama setelah proses pemanasan atau penekanan pada mesin produksi. Pada penelitian ini, dirancang dan dibangun sistem pendingin otomatis menggunakan PLC Fatek FBS-40MA sebagai pengendali utama. Sensor suhu non-kontak MLX90641 digunakan untuk memantau suhu permukaan karton secara real-time, dan kipas pendingin diatur melalui metode Split Range Control berdasarkan nilai suhu yang terdeteksi. Sistem ini dirancang untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi intervensi manual. Pengujian dilakukan untuk mengevaluasi respon sistem terhadap variasi suhu, serta validasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor terhadap alat ukur standar thermogun. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu menjaga suhu dalam batas yang diinginkan dan dapat beroperasi secara otomatis maupun manual melalui selector switch. Dengan menggunakan HMI Haiwell, pengguna dapat memantau dan mengatur sistem dengan mudah. Sistem ini diharapkan dapat diterapkan secara langsung di lini produksi untuk meningkatkan efisiensi operasional dan kualitas produk.

Kata Kunci: Pendingin otomatis, PLC Fatek, sensor MLX90641, Split Control



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

PLC-based Control System in Carton Sheet Cooling Automation System PT APP

Purinusa Ekapersada Semarang

Abstract

Automatic cooling system in paper industry is very important to maintain product quality, especially after heating or pressing process in production machine. In this research, automatic cooling system is designed and built using PLC Fatek FBS-40MA as the main controller. Non-contact temperature sensor MLX90641 is used to monitor carton surface temperature in real-time, and cooling fan is controlled through Split Range Control method based on detected temperature value. This system is designed to improve energy efficiency and reduce manual intervention. Testing is conducted to evaluate system response to temperature variation, and validation is conducted by comparing sensor measurement result to standard thermogun measuring instrument. Test result shows that system is able to maintain temperature within desired limit and can operate automatically or manually through selector switch. By using HMI Inovance Haiwell, user can monitor and manage system easily. This system is expected to be applied directly in production line to improve operational efficiency and product quality.

Keynote : Automatic cooler, PLC Fatek, MLX90641 sensor, Split Control



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	I
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	II
LEMBAR PENGESAHAN	III
KATA PENGANTAR.....	IV
<i>Abstrak</i>	V
<i>Abstract</i>	VI
DAFTAR ISI	VII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR TABEL.....	X
DAFTAR LAMPIRAN	XI
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Luaran	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Carton Sheet.....	5
2.1.2 Modbus RTU	7
2.1.1 Efisiensi Energi Pada Pendingin Carton Sheet	8
2.2 Komponen dan Software.....	9
2.2.1 Sensor Suhu Non-Kontak MLX90641 (GY-906 HW-691).....	9
2.2.2 Sensor Photoelectric Omron E3Z.....	10
2.2.3 <i>Limit Switch</i>	11
2.2.4 <i>Selector Switch</i>	12
2.2.5 Kontaktor	13
2.2.6 Indikator Pilot Lamp	14
2.2.7 Kipas Angin.....	15
2.2.8 PLC Fatek FBs-40MA	15
2.2.9 Software WinProLadder.....	16

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2.2.10	Human Machine Interface (HMI)	20
2.2.11	Power Meter	21
2.2.12	Current Transformer (CT)	21
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....		23
3.1	Rancangan Alat	23
3.1.1	Deskripsi Alat.....	23
3.1.2	Cara Kerja Alat.....	25
3.1.3	Spesifikasi Alat	26
3.1.4	Diagram Blok	28
3.1.5	Deskripsi Alat Sub-Sistem	30
3.1.6	Diagram Blok Sub-Sistem	31
3.2	Realisasi Alat.....	32
3.2.1	Pembuatan Alat	32
3.3	Realisasi Program.....	35
3.3.1	Konfigurasi Modbus RTU RS-485 Komunikasi Sensor Suhu.....	35
3.3.2	Program Ledder PLC	39
BAB IV PEMBAHASAN.....		41
4.1	Pengujian <i>Split Control</i> dan Data Suhu <i>Carton Sheet</i>	41
4.1.1	Deskripsi Pengujian Sistem.....	41
4.1.2	Daftar Peralatan Pengujian Sistem.....	41
4.1.3	Prosedur Pengujian Sistem.....	43
4.1.4	Pengambilan Data Input Suhu.....	43
4.1.5	Analisa Hasil Data Suhu dan Pengujian Sistem.....	44
4.1.6	Pengujian Sistem Pendingin Carton Sheet.....	46
4.1.7	Hasil Pengujian Sistem Pendingin Carton Sheet	47
BAB V PENUTUP.....		51
5.1	Kesimpulan	51
5.2	Saran.....	51
DAFTAR PUSTAKA		53

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Carton Sheet	5
Gambar 2. 2 Frame Request Modbus	7
Gambar 2. 3 Function code modbus	8
Gambar 2. 4 Frame respon modbus	8
Gambar 2. 5 Sensor MLX90641	10
Gambar 2. 6 Sensor photoelectric Omron E3Z	11
Gambar 2. 7 Limit switch.....	12
Gambar 2. 8 Selector switch	13
Gambar 2. 9 Kontaktor.....	14
Gambar 2. 10 Indikator lamp	14
Gambar 2. 11 Kipas angin.....	15
Gambar 2. 12 PLC Fatek.....	16
Gambar 2. 13 Software WinProLedder.....	17
Gambar 2. 14 Status page ledder.....	17
Gambar 2. 15 Modbus master table	18
Gambar 2. 16 Toolbar simbol logika.....	18
Gambar 2. 17 Instruksi MOV.....	19
Gambar 2. 18 Instruksi 15OP.M-BUS	19
Gambar 2. 19 Instruksi Timer	19
Gambar 2. 20 Human Machine Interface	20
Gambar 2. 21 Power meter	21
Gambar 2. 22 Current Transformer (CT)	22
Gambar 3. 1 Flowchart alat.....	25
Gambar 3. 2 Blok diagram auto	29
Gambar 3. 3 Blok diagram manual	29
Gambar 3. 4 Deskripsi Alat Sub-Sistem	30
Gambar 3. 5 Diagram blok sub-sistem.....	31
Gambar 3. 6 Tampak depan panel.....	32
Gambar 3. 7 Tampak dalam panel.....	33
Gambar 3. 8 Letak alat	34
Gambar 3. 9 Parameter setting	36
Gambar 3. 10 Ledder funcion 150 M.BUS.....	36
Gambar 3. 11 Modbus master table	37
Gambar 3. 12 Command item	37
Gambar 3. 13 Modbus master list	38
Gambar 3. 14 Ledder function compare	39
Gambar 3. 15 Ledder output	40
Gambar 4. 1 Perbandingan data alat ukur	44



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi alat.....	26
Tabel 3. 2 Keterangan tampak depan panel	33
Tabel 3. 3 Keterangan tampak dalam panel	33
Tabel 3. 4 Keterangan alat.....	34
Tabel 3. 5 Konfigurasi komunikasi sensor suhu	35
Tabel 3. 6 Keterangan konfigurasi modbus master table	38
Tabel 4. 1 Daftar peralatan pengujian	41
Tabel 4. 2 Hasil data suhu	44
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian sistem.....	47





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Riwayat Hidup	54
Lampiran 2 Program	55
Lampiran 3 Surat Kerja Sama Industri.....	58
Lampiran 4 Data Sheet PLC	59
Lampiran 5 Pengerjaan	60



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Efisiensi energi telah menjadi isu sentral dalam dunia industri modern, mengingat kebutuhan untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya energi yang semakin terbatas dan meningkatnya kesadaran akan dampak lingkungan akibat pemakaian energi fosil. Penggunaan energi yang efisien tidak hanya berimplikasi pada pengurangan biaya operasional perusahaan, tetapi juga merupakan langkah strategis dalam mitigasi perubahan iklim global. Sebagaimana diungkapkan (Prasetya.R, 2014), efisiensi energi dalam konteks industri berkontribusi signifikan dalam menekan konsumsi listrik yang berdampak pada berkurangnya emisi karbon yang bersumber dari pembangkit listrik yang masih banyak menggunakan bahan bakar fosil. Oleh karena itu, pengelolaan energi yang cermat menjadi suatu keharusan guna mendukung keberlanjutan lingkungan sekaligus menjaga daya saing perusahaan di era industri yang semakin kompetitif.

Dalam prakteknya, banyak sektor industri masih menghadapi kendala dalam optimalisasi energi akibat penggunaan sistem operasi manual yang tidak responsif terhadap perubahan kondisi produksi secara real time. Sistem manual tersebut kerap kali gagal menyesuaikan pemakaian energi dengan kebutuhan aktual, sehingga mengakibatkan pemborosan energi yang tidak hanya merugikan secara finansial tetapi juga memperparah dampak lingkungan melalui peningkatan emisi gas rumah kaca. Penelitian oleh (Sembiring, 2020) menunjukkan bahwa keterbatasan sistem manual dalam mengontrol proses produksi sering menjadi faktor utama yang menyebabkan rendahnya efisiensi energi, terutama dalam industri yang membutuhkan proses kontinu dan volume produksi yang besar.

Upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut dapat diwujudkan melalui penerapan teknologi otomatisasi berbasis kontrol industri modern seperti Programmable Logic Controller (PLC), yang mampu mengelola

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

sistem produksi secara otomatis dengan intervensi manusia yang minimal. Otomatisasi ini secara signifikan mengurangi risiko kesalahan manusia, seperti lupa mematikan peralatan saat tidak beroperasi, yang seringkali menjadi sumber utama pemborosan energi. Selain itu, penggunaan sensor dan sistem monitoring energi real time memungkinkan pengendalian yang lebih tepat dan adaptif terhadap kondisi produksi aktual, sehingga energi listrik dapat digunakan secara lebih efisien tanpa mengorbankan produktivitas (Saleh, 2017).

Spesifik pada industri Carton Box, mesin corrugator memainkan peran vital dalam proses produksi lembaran karton bergelombang atau carton sheet, yang merupakan bahan baku utama dalam pembuatan karton kemasan. Carton sheet yang keluar dari mesin corrugator memiliki suhu yang relatif tinggi, berkisar antara 37°C hingga 50°C, sehingga memerlukan proses pendinginan segera untuk menurunkan suhu yang dapat merusak struktur fisik karton. Proses pendinginan yang optimal sangat krusial untuk menjaga kekuatan, daya tahan, dan stabilitas dimensi carton sheet agar tetap sesuai standar kualitas produk (Suryati, 2021) (Taylor & Francis Group, 2006) menekankan pentingnya kondisi atmosfer pengujian dan penyimpanan yang tepat dalam mempertahankan sifat mekanik dan fisik produk kertas dan karton, yang mendukung perlunya pengendalian suhu secara akurat dalam tahap pendinginan ini. Secara keseluruhan, integrasi teknologi otomatisasi dan monitoring energi yang efektif diharapkan dapat membawa perbaikan signifikan dalam pengelolaan energi pada proses pendinginan carton sheet. Dengan demikian, perusahaan tidak hanya memperoleh efisiensi biaya yang signifikan, tetapi juga berkontribusi pada praktik industri yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pemaparan latar belakang sebelumnya maka dapat dirumuskan beberapa masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem otomatisasi pada kipas pendingin Carton Sheet yang dapat mengatur operasional kipas sesuai

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

dengan kebutuhan?

2. Bagaimana mengontrol sistem menggunakan PLC dan HMI?
3. Bagaimana mengoptimalkan penggunaan energi listrik pada sistem pendingin Carton Sheet?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut.

1. Mampu merancang sistem otomatisasi pada kipas pendingin Carton Sheet yang dapat mengatur operasional kipas sesuai dengan kebutuhan PT. APP Purinusa Ekapersada Semarang.
2. Mampu mengontrol sistem menggunakan PLC.
3. Mampu mengoptimalkan penggunaan energi listrik pada sistem pendingin Carton Sheet untuk menghemat daya PT. APP Purinusa Ekapersada Semarang.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini sebagai berikut.

1. Penelitian ini berfokus pada penerapan sistem auto kipas pendingin dengan kontrol PLC.
2. Sistem auto kipas pendingin menggunakan metode *Split Control* untuk mengaktifkan beberapa aktuator melalui satu input.
3. Menganalisa temperatur suhu Carton Sheet.
4. Sensor suhu sudah berbentuk modul untuk komunikasi RS-485

1.5 Luaran

Luaran yang diharapkan dari pembuatan penelitian untuk tugas akhir ini sebagai berikut :

1. Laporan skripsi tugas akhir.
2. Pembuatan Sistem otomatis kipas pendingin carton sheet di PT APP Purinusa Ekapersada Semarang.

3. Pembuatan draf artikel



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, pengujian, dan analisis terhadap sistem pendingin otomatis, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Sistem berhasil melakukan pendinginan secara otomatis berdasarkan nilai suhu yang terdeteksi oleh sensor MLX90641. Sensor ini mampu mendeteksi distribusi suhu permukaan karton dengan tingkat presisi yang cukup baik.
2. PLC Fatek FBs-40MA berfungsi sebagai pengendali utama dan mampu mengolah data suhu dari sensor serta mengatur kerja kipas pendingin sesuai dengan logika kendali suhu yang dirancang.
3. Sistem menggunakan metode kontrol suhu dengan *split control*, yang memungkinkan kipas bekerja sesuai kebutuhan.
4. Hasil pengujian menunjukkan bahwa suhu akhir pada karton setelah proses pendinginan berada dalam kisaran yang aman dan stabil, dengan penurunan rata-rata suhu sebesar 9.91°C.
5. Integrasi sistem kontrol otomatis ini mampu meningkatkan efisiensi proses pendinginan, mengurangi keterlibatan operator secara langsung, serta meningkatkan kestabilan kualitas produk.
6. Metode *split control* terbukti bekerja dengan baik, dengan akurasi suhu diatas setpoint mencapai 86,67 %.

5.2 Saran

Untuk pengembangan sistem, ada beberapa saran sebagai berikut :

1. Diperlukan penambahan sensor suhu permanen di output kipas pendingin agar suhu carton sheet dapat terdeteksi secara otomatis.



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

2. Penggunaan sistem ini dapat diperluas tidak hanya untuk aplikasi karton, tetapi juga produk-produk industri lain yang memerlukan pendinginan berbasis suhu permukaan.





Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Fatek Automation Corp. (2020). *Manual User PLC FBs Fatek*. Retrieved from FBs Series PLC User Manual: <https://www.fatek.com/>
- MALEXIS. (2022). *Data Sheet Sensor MLX90641*. Retrieved from Melexis Infrared Sensor MLX90641 16×4: <https://www.melexis.com/>
- Mulyana, A. &. (2021). Perancangan dan Implementasi Komunikasi RS-485 Menggunakan Protokol Modbus RTU dan Modbus TCP pada Sistem Pick-by-Light. *Komputika: Jurnal Sistem Komputer*, 85.
- Prasetya.R. (2014). Efisiensi Energi dalam Dunia Industri. *Teknologi dan Energi*, 45-52.
- Rahmadani, T. A. (2021). Efisiensi Energi Listrik pada Sistem Pendingin Otomatis Menggunakan Sensor Suhu Non-Kontak dan PLC. *Jurnal Energi dan Sistem Otomasi*, 22-30.
- Saleh, H. &. (2017). Penerapan Teknologi Otomatisasi Berbasis PLC untuk Efisiensi Energi di Industri. *Jurnal Sistem Kontrol dan Energi*, 10-18.
- Sembiring, D. N. (2020). Analisa Efisiensi Energi pada Sistem Produksi Manual di Indusrti Manufaktur. *Jurnal Teknik dan Otomasi*, 33-40.
- Suryati, D. (2021). Pengaruh Proses Pendinginan Terhadap Kualitas Carton Sheet pada Mesin Corrugator. *Jurnal Rekayasa Produksi*, 19-25.
- Taylor & Francis Group. (2006). Split Control Definition. In B. G. Lipák, *Process Control and Optimization volume II* (p. 45). New York: ISA-The Instrumentation, System, and Automation Society.
- Trotter, M. (2013). The Role of Temperature and Humidity in the Storage of Paper and Board Product. *Journal of Packaging Science and Technology*, 134-

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

1LAMPIRAN

Lampiran 1 Riwayat Hidup



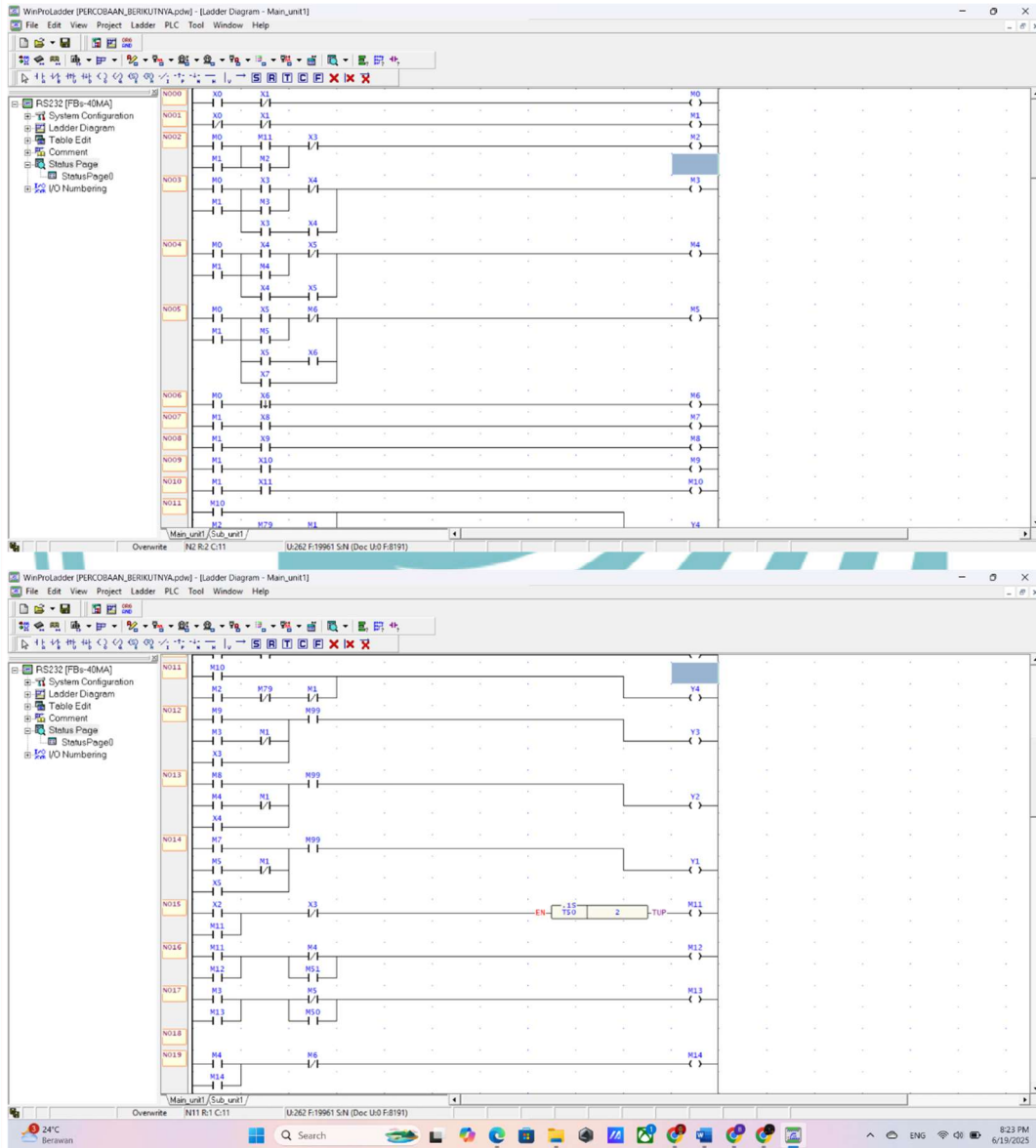
Muhammad Raihan Fathan yang disapa dengan Raihan, lahir di Jakarta 18 Januari 2002, penulis memulai Pendidikan dasar di SD Negeri Cirimekar 02, lalu melanjutkan ke jenjang Pendidikan menengah di SMP Negeri 02 Cibinong, kemudian penulis melanjutkan Pendidikan menengah atas di SMK Negeri 01 Cibinong dengan jurusan Teknik Otomasi Industri dan lulus pada tahun 2021, kini penulis melanjutkan Pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta, Jurusan Teknik Elektro, Program studi Instrumentasi dan Kontrol Industri untuk mendapatkan gelar Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T.). Penulis dapat dihubungi melalui Email : raihanfathan.2002@gmail.com

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Lampiran 2 Program

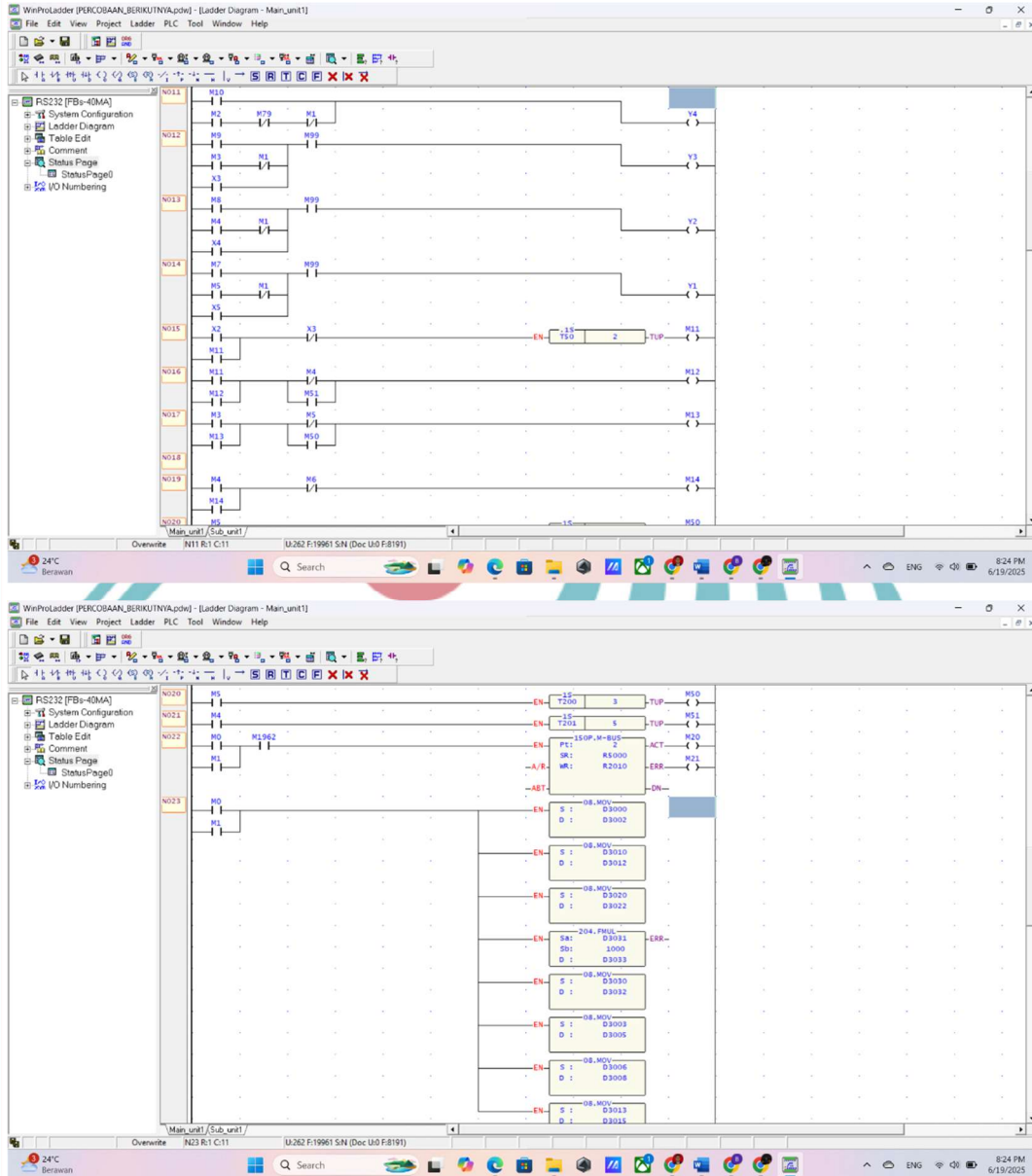
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



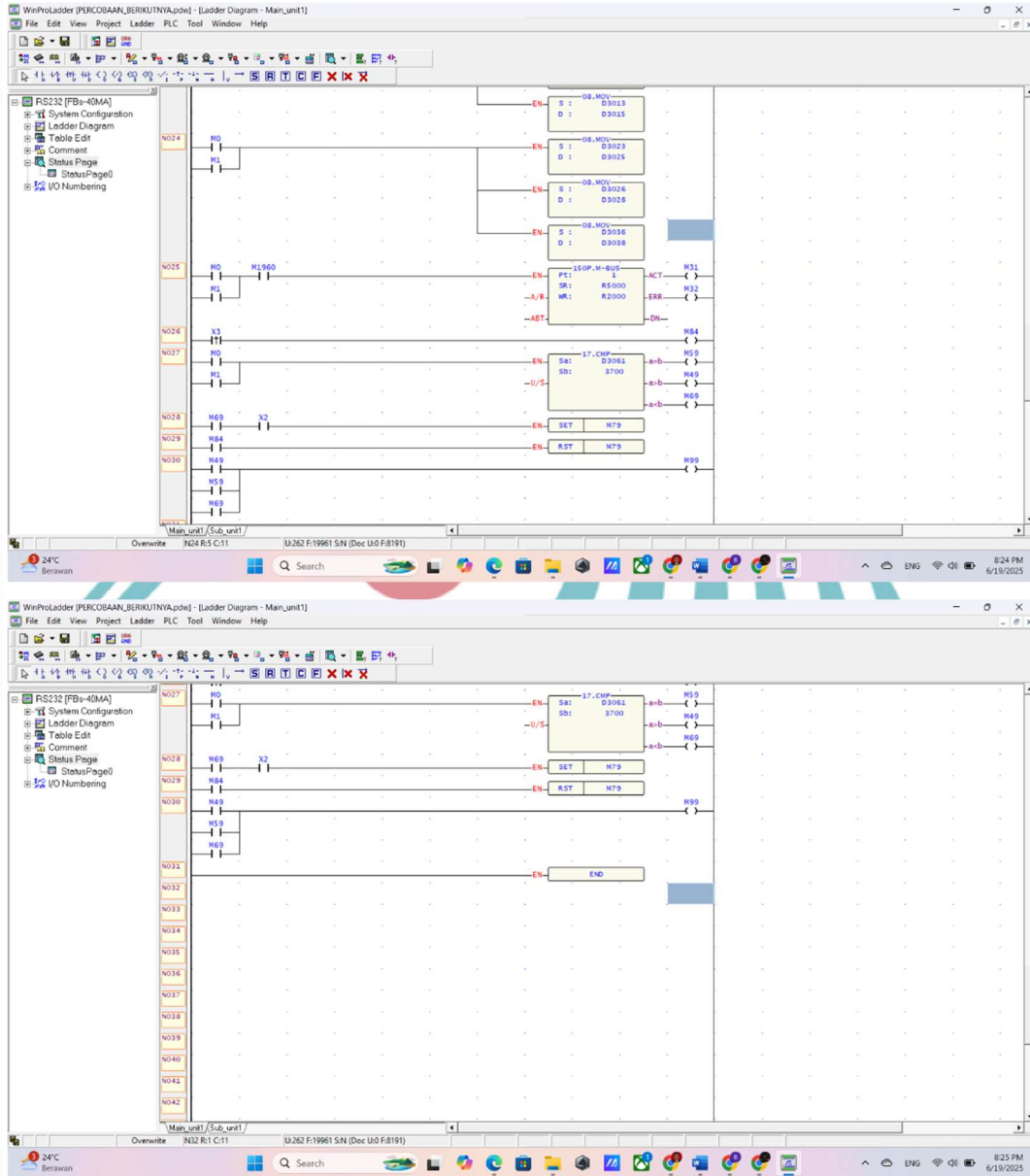
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Surat Kerja Sama Industri



Kepada Yth.
Koordinator Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri
Politeknik Negeri Jakarta

Perihal: Kerjasama Tugas Akhir Mahasiswa

Dengan hormat,

Sehubungan project improvement yang telah dilaksanakan oleh mahasiswa Politeknik Negeri Jakarta selama praktek kerja di PT APP Purinusa Ekapersada Semarang, dan adanya kebutuhan dari mahasiswa yang bersangkutan untuk mengembangkan project tsb. menjadi materi Tugas Akhir (TA). Maka melalui surat ini, kami PT APP Purinusa Ekapersada Semarang, yang beralamat di Jl Soekarno-Hatta Km 31, Merak Rejo, Kelurahan Harjosari, Kecamatan Bawen, Kabupaten Semarang, 50651, Jawa Tengah, bermaksud mendukung kebutuhan tersebut dengan cara memfasilitasi kerja sama dengan Program Studi Instrumentasi dan Kontrol Industri (IKI) terkait pelaksanaan Tugas Akhir oleh mahasiswa atas nama:

1. Ibrahim
2. Muhammad Raihan Fathan

Tugas Akhir tersebut direncanakan dengan judul **"Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Pendingin Carton Sheet Untuk Efisiensi Penggunaan Energi Listrik PT APP Purinusa Ekapersada Semarang"** dan akan berfokus pada pembuatan sistem otomatisasi pendingin carton sheet untuk efisiensi penggunaan energi listrik. Adapun dalam kerjasama ini, PT APP Purinusa Ekapersada Semarang akan:

1. **Memfasilitasi 100% pelaksanaan project**, mencakup penelitian, pengembangan, dan kebutuhan penyediaan spare part / material lainnya yang mendukung kelancaran project. Namun perlu dipahami, bahwa selama periode pengembangan project untuk keperluan Tugas Akhir tsb. mahasiswa sudah tidak mendapatkan uang saku mengingat sudah di luar skema program praktek kerja industri / pelatihan vokasi yang berakhir pada 28 Februari 2025.
2. Memastikan bahwa pelaksanaan Tugas Akhir dapat diselesaikan dalam waktu maksimal hingga awal Juni 2025, dengan laporan dan hasil akhir sesuai dengan standar akademik Program Studi IKI.

Kami percaya bahwa kerjasama ini akan memberikan manfaat yang saling menguntungkan, baik bagi Program Studi IKI dalam mendukung kegiatan akademik mahasiswa, maupun bagi PT APP Purinusa Ekapersada Semarang dalam memperoleh hasil yang dapat diimplementasikan di lingkungan industri.

Demikian surat koordinasi/ kerjasama ini kami sampaikan. Terima kasih atas perhatiannya.

Hormat kami,

Timan Wiji Siswanto
Manager Produksi & Maintenance
PT APP Purinusa Ekapersada Semarang
Timan_W_Siswanto@app.co.id

Tembusan:

1. Handikta Arnelda Yudha Pradhana (HR & Sustainability PEP Semarang)
2. Christina Widyastuti (APP Academy, Carton Box School)



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 4 Data Sheet PLC

FBs - 40MAR2 - AC Fatek PLC 24 Points 24 VDC Input / 16 Points Relay Output

Quick Detail

Product Name	Digital Input	Digital Output	Output type	Power Supply	Old model	Model
FBs Series Main Unit	24 points	16 points	Relay	24 VDC	FBs-40MA	FBs-40MAR2-AC

Description

- > 24 points 24VDC digital input
- > 2 points high speed 100KHz, 6 points medium speed 20KHz, 8 points medium speed total 5KHz
- > 16 points relay output
- > 2 points high speed 100KHz , 6 points medium speed 20KHz
- > 1 RS232 or USB port
- > Dimension : 7.62 mm fixed terminal block

Feature

- The FBs-PLC has more than 300 instructions which adopts a user friendly and readable multi-input/multi-output function structure.
- With this multi-input instruction structure the user can derive many types of functionality which other brands of PLC's may require the use of many instructions to achieve this.

Specifications

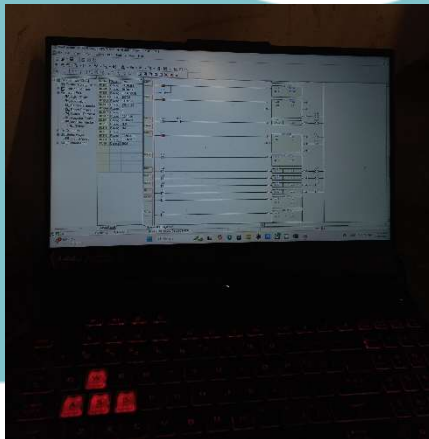
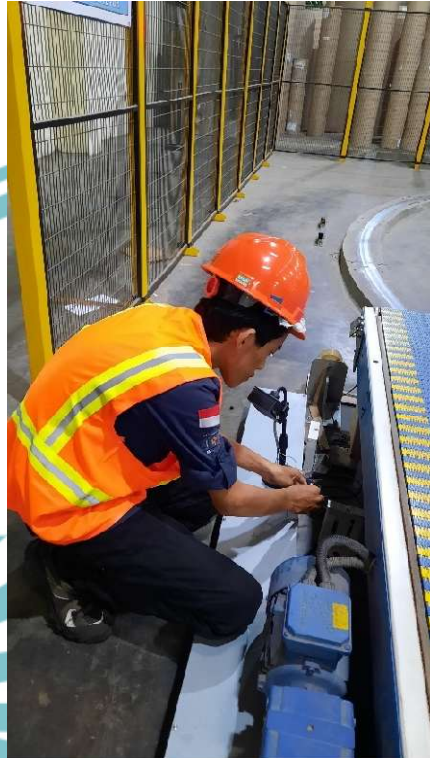
Model			FBs-40MAR2-AC
Product type			FBS Series Basic Main Unit
Digital Input	24VDC	High speed (100KHZ)	2 points
		Medium speed (20KHZ)	6 points
		Medium speed (Total 5KHZ)	8 points
Digital output	Relay		16 points
Communication	Built-in		1 port (Port0 , USB or RS232)
Port	Expandable		2 ports (Port1~2 , RS485 or RS232 or Ethernet)
Calendar			optional
Built-in power supply			SPW24-AC / D12 / D24
Dimension			7.62 mm fixed terminal block

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Pengerjaan

Hak Cipta :

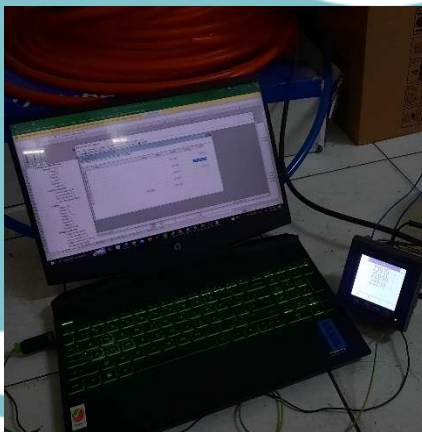
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

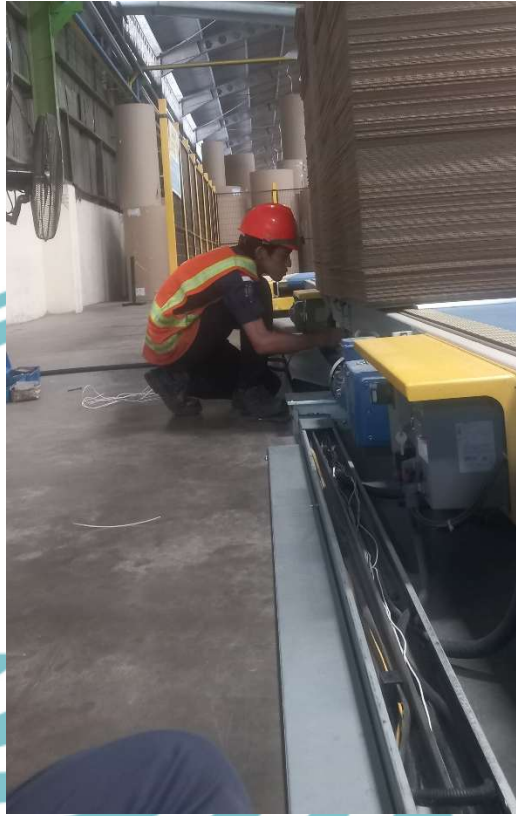
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

