



**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN
PEMADAM KEBAKARAN TERINTEGRASI BERBASIS SENSOR CO
ANALYZER PADA *DRYER SYSTEM* DI INDUSTRI PENGOLAHAN
RAYON**

LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan pada
Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro

Disusun Oleh :

Innayatun Nurkhasanah

40040322650048

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI REKAYASA OTOMASI
DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2026

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN PEMADAM
KEBAKARAN TERINTEGRASI BERBASIS SENSOR CO ANALYZER PADA DRYER
SYSTEM DI INDUSTRI PENGOLAHAN RAYON**

Diajukan oleh :
Innayatun Nurkhasanah
40040322650048

TELAH DISETUJUI DAN DITERIMA DENGAN BAIK OLEH

DOSEN PEMBIMBING

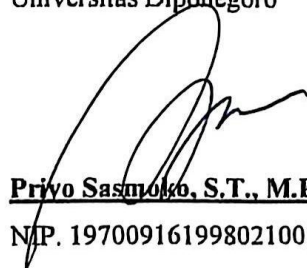


Megarini Hersaputri, ST, MT.

NIP. 198902142020122012

Tanggal : 24 Juni 2026

Mengetahui,
Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi
Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi
Universitas Diponegoro



Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

Tanggal : 24 Juni 2026

HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR
RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN PEMADAM KEBAKARAN
TERINTEGRASI BERBASIS SENSOR CO ANALYZER PADA DRYER SYSTEM DI INDUSTRI
PENGOLAHAN RAYON

Disusun oleh :

Innayatul Nurkhasanah

NIM 40040322650048

Telah diujikan dan dinyatakan lulus oleh Tim Penguji
Rabu, 24 Juni 2026

Tim Penguji,

Dosen Pembimbing



Megarini Hersaputri, ST, MT.

NIP. 198902142020122012

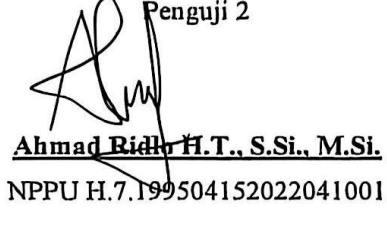
Penguji 1



Priyo Sasmitoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

Penguji 2



Ahmad Ridho H.T., S.Si., M.Si.

NPPU H.7.199504152022041001

Mengetahui

Ketua Program Studi S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Departemen Teknologi Industri Sekolah Vokasi

Universitas Diponegoro



Priyo Sasmitoko, S.T., M.Eng.

NIP. 197009161998021001

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Innayatun Nurkhasanah

NIM : 40040322650048

Program Studi : S.Tr Teknologi Rekayasa Otomasi

Judul Tugas Akhir : Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring dan Pemadam Kebakaran Terintegrasi Berbasis Sensor CO *Analyzer* pada *Dryer System* di Industri Pengolahan Rayon.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tugas akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh derajat keahlian di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ini ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti plagiat dalam tugas akhir ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan Mendiknas RI No. 17 Tahun 2010 dan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 24 Juni 2026

Penulis



Innayatun Nurkhasanah

NIM 40040322650048

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir yang berjudul “Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring dan Pemadam Kebakaran Terintegrasi Berbasis Sensor CO *Analyzer* pada *Dryer System* di Industri Pengolahan Rayon.” Penulis menyadari bahwa penyusunan Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat diselesaikan tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala dukungan, bimbingan, serta kontribusi yang telah diberikan. Ucapan terima kasih tersebut penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, ridho, dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan doa yang terus mengalir dan sangat berharga bagi penulis.
3. Prof. Dr. Ir. Budiyono, M.Si. selaku Dekan Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro.
4. Priyo Sasmoko, S.T., M.Eng., selaku Ketua Program Studi D-IV Teknologi Rekayasa Otomasi.
5. Megarini Hersaputri, ST, MT., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir penulis yang telah memberikan bimbingan, dukungan, dan banyak membantu dengan sabar dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
6. Bapak Deby Siswanto yang telah memberikan kesempatan, membantu, membimbing dan memberikan arahan dengan kesabaran dalam pengerjaan tugas akhir ini.
7. Bang Engla Zikrillah selaku pembimbing lapangan yang telah banyak membantu penulis dalam pengerjaan tugas akhir ini.
8. Ko Vincensius Nugroho Kristianto selaku pembimbing Perusahaan yang telah membantu, membimbing, dan memberikan dukungan kepada penulis dalam pengerjaan Tugas Akhir ini.

9. Bang Prayudi Efendy yang telah banyak membantu, memberikan motivasi, dan pembelajaran serta menjadi bagian dari proses pendewasaan diri, dan perjalanan penulis selama magang hingga pengerjaan tugas akhir ini.
10. Ko Alfandy, dan Ci Marshella Cen selaku *Talent Management* yang telah banyak memberikan dukungan, dan bantuan kepada penulis selama menjalani magang dan pengerjaan Laporan Tugas Akhir ini.
11. Seluruh tim *Instrumentation and Automation* yang telah terlibat dan memberikan dukungan, motivasi, pembelajaran, bantuan, serta bimbingan kepada penulis dalam perjalanan magang dan penyelesaian Laporan Tugas Akhir ini.
12. Terakhir, kepada diri penulis sendiri, Innayatun Nurkhasanah, terima kasih telah bertahan dan terus berjuang. Terima kasih karena tidak menyerah dalam menghadapi berbagai tantangan dan rintangan hingga mampu melewati seluruh proses ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun. Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat, baik bagi pembaca maupun bagi penulis sendiri.

Semarang, 24 Juni 2026



Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR ..Error! Bookmark not defined.	
HALAMAN PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR.....	ii
SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI.....Error! Bookmark not defined.	
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL	xiii
INTISARI	xv
ABSTRACT	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Tugas Akhir	3
1.4. Manfaat Tugas Akhir	3
1.5. Batasan Masalah.....	3
1.6. Sistematika Tugas Akhir	5
BAB II DASAR TEORI.....	7
2.1. Tinjauan Pustaka	7
2.2. Sistem Deteksi dan Pemadam Kebakaran Berbasis CO	8
2.3. Sensor Gas CO Dräger Polytron 7000	9
2.4. <i>Programmable Logic Controller (PLC)</i>	9
2.5. Perangkat Lunak dan Pemrograman PLC	10
2.6. Sistem Komunikasi PLC	10
2.7. Sistem Transmisi Analog 4–20 mA	11
2.8. <i>Human Machine Interface (HMI)</i>	12
2.9. <i>Temperature Detector (RTD)</i>	12
2.10. Aktuator dan Komponen Pendukung Sistem	12
2.10.1. <i>Solenoid Valve</i>	13
2.10.2. Pompa Diafragma	13
2.10.3. Pompa <i>Peristaltik</i>	13
2.10.4. Buzzer	13
2.10.5. Sprayer.....	14
2.11. Komponen Elektrikal Sistem	14
2.12. Resistor.....	14

2.13.	Klasifikasi Alat Pemadam Kebakaran	16
2.14.	Standar dan Parameter Validasi Sistem	17
2.15.	Pengaruh Kondisi Lingkungan Terhadap Kinerja Sensor.....	17
2.16.	Analisis Statistik Pengukuran	17
BAB III	METODE PENELITIAN	20
3.1.	<i>Engineering</i>	20
3.1.1.	Diagram Blok	20
3.1.2.	Diagram Alir.....	21
3.1.3.	Perancangan P&ID <i>Layout</i>	24
3.1.4.	Perancangan <i>Electrical Layout</i>	26
3.1.5.	Perancangan Desain 3D Alat.....	28
3.1.6.	Perancangan <i>Single Line Diagram</i>	30
3.2.	<i>Procurement</i>	32
3.2.1.	Spesifikasi Komponen dan Sistem	32
3.3.	<i>Construction</i>	33
3.3.1.	Teknik Fabrikasi.....	33
3.3.2.	<i>Wiring I/O</i>	36
3.3.3.	<i>Electrical Wiring</i>	37
3.3.4.	<i>Installing Cabinet</i>	38
3.3.5.	<i>PLC Connecting</i>	40
3.3.6.	<i>Execute Control Narrative</i>	43
3.3.7.	<i>Create HMI</i>	57
3.3.8.	<i>HMI Connecting</i>	60
3.3.9.	<i>Loop Check</i>	60
3.3.10.	<i>Commissioning</i> Alat dan Program.....	60
BAB IV	PENGUJIAN DAN ANALISA	61
4.1.	Hasil Pengujian	61
4.1.1.	Pengujian Tegangan <i>Input/Output</i>	61
4.1.2.	Pengujian Kontinuitas (<i>Loop Check</i>)	63
4.1.3.	Komisioning Perangkat.....	64
4.1.4.	Pengujian Sensor Temperatur Terhadap Variasi Nilai Gas CO.....	66
4.1.5.	Pengujian Validasi Sinyal Analog Input PLC	68
4.1.6.	Pengujian Respon Sistem.....	70
BAB V	PENUTUP	76
5.1.	Kesimpulan	76
5.2.	Saran.....	77
DAFTAR PUSTAKA	78

LAMPIRAN.....	81
----------------------	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Sensor Gas CO Draeger 7000 [45].....	9
Gambar 2.2. PLC Siemens S7-1200 CPU 1214C DC/DC/DC [15].....	10
Gambar 2.3. Program Scaling [20].....	12
Gambar 2.4. SIMATIC HMI TP900 [22].....	12
Gambar 2.5. <i>Resistance Temperature Detector</i> (RTD) [23]	12
Gambar 2.6. <i>Solenoid Valve</i> Asco [26]	13
Gambar 2.7. Simbol Resistor Standar ANSI [37]	15

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Tinjauan Pustaka	7
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor Gas CO Dräger Polytron 7000.....	9
Tabel 2.3 Spesifikasi PLC Siemens S7-1200.....	10
Tabel 3.1. List I/O PLC	26
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Tegangan I/O	62
Tabel 4.2 Tabel Data Hasil Pengujian Kontinuitas	64
Tabel 4.3 Tabel Deskripsi Singkatan Pengujian Kontinuitas.....	64
Tabel 4.4 Tabel Hasil Komisioning Perangkat.....	65
Tabel 4.5 Tabel Hasil Pengujian Sensor Temperatur	67
Tabel 4.6 Tabel Hasil Pengujian Tegangan Masukkan PLC.....	69
Tabel 4.7 Tabel Hasil Pengujian Respon Sistem.....	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Pernyataan Implementasi Alat Tugas Akhir di Perusahaan ...	81
Lampiran 2. <i>Datasheet Solenoid Valve ASCO 2/2 Series 262</i>	82
Lampiran 3. <i>Datasheet PLC S7-1200 CPU 6ES7214-1AG40-0XB0</i>	83
Lampiran 4. <i>Datasheet Power Supply PIC480.241C</i>	84
Lampiran 5. <i>Datasheet Pompa Peristaltik Verderflex M025</i>	85
Lampiran 6. <i>Datasheet Pompa Diafragma R385</i>	86
Lampiran 7. <i>Datasheet MCB ABB S202-C16</i>	87
Lampiran 8. <i>Datasheet Buzzer SFM-27</i>	88
Lampiran 9. <i>Datasheet Emergency Push Button SIEMENS 3SU1000-1GB20-00AA0</i>	89
Lampiran 10. <i>Datasheet fitting FESTO</i>	89
Lampiran 11. <i>Datasheet Pushbutton SIEMENS 3SU1150-0AB40-3BA0</i>	91
Lampiran 12. <i>Datasheet Sensor Dräger Polytron 7000</i>	95
Lampiran 13. <i>Proses Pengecekan Kontinuitas Loop</i>	95
Lampiran 14. <i>Commissioning Program HMI</i>	95
Lampiran 15. <i>Commissioning Alat</i>	96
Lampiran 16. <i>Commissioning Program PLC</i>	96
Lampiran 17. Dokumentasi pengujian respon sistem menggunakan stopwatch.	96
Lampiran 18. Dokumentasi tampilan HMI pengujian respon sistem.....	97

DAFTAR SINGKATAN DAN SIMBOL

Singkatan	Definisi
AC	<i>Alternating Current</i>
ADC	<i>Analog to Digital Converter</i>
AFFF	<i>Aqueous Film Forming Foam</i>
AI	<i>Analog Input</i>
CO	<i>Carbon Monoxide</i>
DB	<i>Data Block</i>
DC	<i>Direct Current</i>
DI	<i>Digital Input</i>
DO	<i>Digital Output</i>
EN	<i>European Standard</i>
EPC	<i>Engineering, Procurement, and Construction</i>
FB	<i>Function Block</i>
FC	<i>Function</i>
HMI	<i>Human Machine Interface</i>
IEC	<i>International Electrotechnical Commission</i>
I/O	<i>Input/Output</i>
LAD	<i>Ladder Diagram</i>
MAC	<i>Media Access Control</i>
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
OB	<i>Organizational Block</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
PPM	<i>Parts Per Million</i>
PSU	<i>Power Supply Unit</i>
R ²	<i>Coefficient of Determination</i>
RTD	<i>Resistance Temperature Detector</i>
SCL	<i>Structured Control Language</i>
SIS	<i>Safety Instrumented System</i>
TF3	<i>Test Fire 3 (Smouldering Cotton Fire)</i>

Simbol	Keterangan
V	Tegangan (Volt)
V_{ref}	Tegangan Referensi
V_{in}	Tegangan <i>Input</i>
I	Arus listrik (Ampere)
mA	Miliampere
R	Hambatan (Ohm)
Ω	Ohm
s	Standar Deviasi
n	Jumlah Sampel/ Data
X_i	Data ke i
\bar{X}	Rata-Rata Data
%	Persentase

Δ	Selisih/ Perubahan
SP	<i>Set Point</i>
t	Waktu (detik)
P	Daya listrik (Watt)
Σ	Jumlah total

INTISARI

RANCANG BANGUN PROTOTIPE SISTEM MONITORING DAN PEMADAM KEBAKARAN TERINTEGRASI BERBASIS SENSOR CO ANALYZER PADA DRYER SYSTEM DI INDUSTRI PENGOLAHAN RAYON

Innayatun Nurkhasanah

Teknologi Rekayasa Otomasi, Sekolah Vokasi, Universitas Diponegoro

Industri rayon menggunakan *dryer system* yang beroperasi pada temperatur tinggi sehingga memiliki risiko kebakaran yang tinggi akibat keberadaan material selulosa yang mudah terbakar serta potensi terbentuknya gas karbon monoksida (CO) dari pembakaran tidak sempurna. Berdasarkan observasi yang dilakukan di Industri X, proses deteksi kebakaran masih dilakukan secara manual sehingga menyebabkan keterlambatan respons dan berpotensi menimbulkan *downtime* produksi. Penelitian ini bertujuan untuk merancang prototipe sistem monitoring dan pemadam kebakaran terintegrasi berbasis sensor CO *analyzer* pada *dryer system* industri. Metode yang digunakan adalah *Engineering, Procurement, and Construction* (EPC) yang meliputi perancangan sistem, pengadaan komponen, perakitan, pemrograman, dan pengujian. Prototipe mengintegrasikan sensor CO *analyzer*, PLC Siemens S7-1200, *Human Machine Interface* (HMI), alarm, pompa, dan *water sprayer* ke dalam sistem kontrol otomatis berbasis logika *interlock*. Sistem diprogram menggunakan TIA Portal dan dirancang untuk mengaktifkan alarm serta pompa pemadam secara otomatis ketika konsentrasi CO mencapai 30 ppm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa prototipe beroperasi sesuai dengan desain yang direncanakan. Berdasarkan dari hasil pengujian, sistem memiliki rata-rata waktu respon 1,40 detik, standar deviasi 0,11 detik, rata-rata *error* 3,93%, dan koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9955. Sistem berhasil melakukan monitoring secara *real-time* serta pemadaman kebakaran secara otomatis.

Kata Kunci : Karbon Monoksida (CO), Sistem Monitoring Kebakaran, Sistem Pemadam Kebakaran, *Dryer System*, PLC, Logika *Interlock*.

ABSTRACT

DESIGN AND DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED FIRE MONITORING AND EXTINGUISHING SYSTEM BASED ON A CO ANALYZER SENSOR FOR DRYER SYSTEMS IN THE RAYON PROCESSING INDUSTRY

Innayatun Nurkhasanah

Automation Engineering, Vocational School, Diponegoro University

The rayon industry utilizes dryer systems operating at high temperatures, resulting in a high risk of fire due to the presence of combustible cellulose materials and the potential formation of carbon monoxide (CO) from incomplete combustion. Based on observations conducted at Industry X, fire detection is still performed manually, leading to delayed responses and potential production downtime. This study aims to design an integrated fire monitoring and suppression prototype based on a CO analyzer sensor for industrial dryer systems. The Engineering, Procurement, and Construction (EPC) method was employed, encompassing system design, component procurement, assembly, programming, and testing. The prototype integrates a CO analyzer sensor, Siemens S7-1200 PLC, Human Machine Interface (HMI), alarm, pump, and water sprayer into an automatic control system based on interlock logic. The system was programmed using TIA Portal and designed to automatically activate the alarm and fire suppression pump when the CO concentration reaches 30 ppm. The test results demonstrated that the prototype operated according to the intended design. Based on the experimental results, the system achieved an average response time of 1.40 seconds, a standard deviation of 0.11 seconds, an average error of 3.93%, and a coefficient of determination (R^2) of 0.9955. The system successfully performed real-time monitoring and automatic fire suppression.

Keywords: Carbon Monoxide (CO), Fire Monitoring System, Fire Suppression System, Dryer System, PLC, Interlock Logic.