



© 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



ANALISIS KINERJA DAN WAKTU RESPONS *EARLY WARNING SYSTEM* DEVIASI RPM MESIN GLUE ROLL BERBASIS PLC-HMI

SKRIPSI

Nico Pamungkas

2203411033

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2026



© 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



ANALISIS KINERJA DAN WAKTU RESPONS *EARLY WARNING SYSTEM* DEVIASI RPM MESIN GLUE ROLL BERBASIS PLC-HMI

SKRIPSI

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

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Nico Pamungkas

2203411033

**PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2026**



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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Nico Pamungkas

NIM : 2203411033

Tanda Tangan :

Tanggal : 16 Juli 2026

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Nico Pamungkas
NIM : 2203411033
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Analisis Kinerja dan Waktu Respons *Early Warning System* Deviasi RPM Mesin Glue Roll Berbasis PLC-HMI

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 16 Juli 2026 dan dinyatakan LULUS.

Pembimbing I : Arum Kusuma Wardhany, S.T., M.T.
(NIP. 199107132020122013)

(.....)

Pembimbing II : Nagib Muhammad, S.T., M.T.
(NIP. 199406052022031007)

(.....)

Depok, 16 Juli 2026

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulisan Tugas Akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai Sarjana Terapan pada Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta.

Tugas Akhir ini berjudul **“ANALISIS KINERJA DAN WAKTU RESPONS EARLY WARNING SYSTEM DEVIASI RPM MESIN GLUE ROLL BERBASIS PLC–HMI”**. Penelitian ini dilakukan di PT XYZ dengan fokus utama pada perancangan instrumen pengamatan menggunakan sensor *proximity*, PLC, dan HMI. Sistem ini dikembangkan untuk mengevaluasi fluktuasi kecepatan rotasi motor secara aktual dan kontinu. Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Arum Kusuma W., S.T., M.T., dan Bapak Nagib Muhammad, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan skripsi ini.
2. PT XYZ, yang telah memberikan kesempatan, fasilitas, selama pelaksanaan kegiatan Tugas Akhir, khususnya kepada mentor industri dan seluruh staf yang telah memberikan arahan kepada penulis.
3. Orang tua dan kakak, yang telah memberi dukungan penulis untuk segera menyelesaikan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu.

Depok, 16 Juli 2026

Nico Pamungkas



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

Analisis Kinerja dan Waktu Respons *Early Warning System* Deviasi RPM Mesin Glue Roll Berbasis PLC–HMI

ABSTRAK

Ketiadaan sistem pemantauan kontinu pada mesin glue roll di fasilitas produksi PT XYZ menyebabkan deviasi kecepatan motor tidak terdeteksi secara dini, sehingga berpotensi menimbulkan cacat pelapisan lem. Penelitian ini bertujuan untuk merancang serta menganalisis kinerja sistem peringatan dini atau *Early Warning System* (EWS) berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC)–*Human–Machine Interface* (HMI) untuk memantau kecepatan putaran motor secara kontinu. Perancangan alat ini menerapkan prinsip *smart observer* yang bersifat non-intervensi terhadap sirkuit utama mesin. Metode kalkulasi *pulse interval* pada PLC diuji tingkat akurasi melalui komparasi langsung terhadap instrumen *tachometer* digital standar industri, sedangkan analisis bingkai video frame-by-frame 120 FPS digunakan untuk mengukur waktu respons pembaruan tampilan antarmuka. Hasil pengujian menunjukkan bahwa algoritma *pulse interval* mampu memantau parameter kecepatan dengan rata-rata kesalahan relatif sebesar 1,16%. Pengukuran waktu respons mencatatkan total latensi rata-rata sebesar 576,39 ms, di mana pemrosesan logika internal alarm tidak terdeteksi melebihi satu bingkai video sehingga diperkirakan kurang dari atau sama dengan 8,33 ms. Variabel waktu respons tersebut diklasifikasikan memenuhi batas toleransi pembaruan tampilan di bawah 1 detik berdasarkan standar HMI NUREG-0700. Evaluasi stabilitas melalui pemetaan *Statistical Process Control* (SPC) terhadap data historis selama satu shift kerja menunjukkan karakteristik putaran mesin berada dalam kondisi terkendali statistik tanpa adanya data di luar batas kendali atas dan bawah. Sistem yang dirancang ini dapat digunakan operator sebagai instrumen pengawasan deviasi kecepatan putar di rantai produksi.

Kata kunci: *Early Warning System*, *Glue Roll*, HMI, PLC, Waktu Respons

**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

Performance and Response Time Analysis of a PLC–HMI Based Early Warning System for RPM Deviation in a Glue Roll Machine

ABSTRACT

The absence of a continuous monitoring system on the glue roll machine at the PT XYZ production facility causes motor speed deviations to go undetected early, thereby potentially creating coating defects. This study aims to design and analyze the performance of a Programmable Logic Controller (PLC)–Human–Machine Interface (HMI) based Early Warning System (EWS) to monitor motor rotation speed continuously. The design of this tool implements the smart observer principle, which is non-interventional to the main circuit of the machine. The accuracy of the pulse interval calculation method on the PLC was tested through a direct comparison with an industry-standard digital tachometer, while a frame-by-frame video analysis at 120 FPS was used to measure interface update response time. The test results indicated that the pulse interval algorithm monitor speed parameters with an average relative error of 1.16%. Response time measurements recorded an average total latency of 576.39 ms, where internal alarm logic processing was not detected to exceed a single video frame, thus estimated to be less than or equal to 8.33 ms. This response time variable is classified as meeting the display update rate tolerance limit of under 1 second based on the HMI NUREG-0700 standard. Stability evaluation through Statistical Process Control (SPC) mapping of history data over a work shift showed that machine rotation characteristics were in a statistically controlled state within the control limits. This designed system can be utilized by operators as an instrument for monitoring rotational speed deviations on the production floor.

Keywords: Early Warning System, Glue Roll, HMI, PLC, Response Time

**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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL.....	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Luaran	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mesin <i>Glue Roll</i>	5
2.2 <i>Early Warning System</i>	6
2.3 Komponen <i>Monitoring</i> Kecepatan Motor	6
2.3.1 Sensor <i>Proximity</i> Induktif	6
2.3.2 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC)	7
2.3.3 <i>Miniature Circuit Breaker</i> (MCB)	8
2.3.4 <i>Power Supply</i>	9
2.3.5 HMI	10
2.3.6 RS-232	12
2.4 Metode Kalkulasi Kecepatan Putaran Motor	12
2.5 Metode Analisis Kinerja Sistem.....	14
2.5.1 Analisis Akurasi	14
2.5.2 Evaluasi Waktu Respons Keseluruhan.....	14
2.5.3 Evaluasi Keandalan Pemantauan Kontinu	15
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI.....	16
3.1 Perancangan Alat	16
3.1.1 Deskripsi Alat	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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

3.1.2 Cara Kerja Alat	17
3.1.3 Parameter Ambang Batas EWS	18
3.1.4 Desain <i>Single Line Diagram</i>	19
3.1.5 Desain <i>Wiring Diagram</i> Kontrol.....	20
3.1.6 Desain Alat.....	21
3.1.7 Desain Penempatan Sensor	22
3.1.8 Spesifikasi Alat	23
3.1.9 Blok Diagram	26
3.1.10 Diagram Alir Sistem	27
3.2 Realisasi Alat	30
3.2.1 Pemrograman PLC	32
3.2.2 Realisasi HMI	38
BAB IV PEMBAHASAN.....	44
4.1 Pengujian Fungsionalitas Sistem.....	44
4.1.1 Deskripsi Pengujian	44
4.1.2 Prosedur Pengujian	44
4.1.3 Hasil Pengujian	45
4.1.4 Analisis Data dan Evaluasi	47
4.2 Pengujian Akurasi Pembacaan RPM Motor pada PLC dengan <i>Tachometer</i>	47
4.2.1 Deskripsi Pengujian	48
4.2.2 Prosedur Pengujian	48
4.2.3 Data Hasil Pengujian.....	49
4.2.4 Analisis Data/Evaluasi	51
4.3 Pengujian Kecepatan Waktu Respons Antarmuka.....	52
4.3.1 Deskripsi Pengujian	52
4.3.2 Prosedur Pengujian	53
4.3.3 Data Hasil Pengujian.....	53
4.3.4 Analisis Data/Evaluasi	55
4.4 Pengujian Data <i>Statistical Process Control</i>	57
4.4.1 Deskripsi Pengujian	57
4.4.2 Prosedur dan Pengolahan Data <i>Statistical Process Control</i>	58
4.4.3 Analisis Stabilitas Mesin Menggunakan <i>Statistical Process Control</i> ..	59
4.4.4 Evaluasi Kontinuitas Perekaman Sistem <i>Monitoring</i>	60
4.4.5 Analisis Respons EWS Terhadap <i>Specification Limit</i>	60
BAB V PENUTUP	62



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

5.1	Kesimpulan	62
5.2	Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA		64
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		67
LAMPIRAN.....		68



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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mesin <i>Glue Roll</i>	xi
Gambar 2. 2 Perbedaan Ukuran <i>Roller</i>	5
Gambar 2. 3 Sensor <i>Proximity</i>	7
Gambar 2. 4 PLC OMRON CP1E N30SDR-A	7
Gambar 2. 5 MCB ACTi9 iC60N 1P 6A	9
Gambar 2. 6 <i>Power Supply</i> NDR-120-24	10
Gambar 2. 7 HMI Haiwell B7H-W	10
Gambar 2. 8 Kabel RS-232	12
Gambar 3. 1 <i>Single Line Diagram</i>	19
Gambar 3. 2 <i>Wiring Diagram</i> Kontrol	20
Gambar 3. 3 Desain Panel PLC	22
Gambar 3. 4 Penempatan Sensor <i>Proximity</i>	23
Gambar 3. 5 Blok Diagram Akurasi RPM	27
Gambar 3. 6 Diagram Alir <i>Pulse Interval</i> dan <i>Early Warning System</i>	29
Gambar 3. 7 Realisasi Tata Letak dan <i>Wiring</i> Kontrol	30
Gambar 3. 8 Realisasi HMI	31
Gambar 3. 9 Realisasi Pemasangan Sensor <i>Proximity</i> Pada Poros Mesin	31
Gambar 3. 10 Program PLC 1	35
Gambar 3. 11 Program PLC 2	35
Gambar 3. 12 Program PLC 3	36
Gambar 3. 13 Program PLC 4	37
Gambar 3. 14 Program PLC 5	37
Gambar 3. 15 <i>Interface</i> Mode Auto	38
Gambar 3. 16 <i>Interface</i> Mode Manual	39
Gambar 3. 17 <i>Interface</i> Pencatatan Data Historis RPM	40
Gambar 3. 18 <i>Interface</i> History Alarm	41
Gambar 4. 1 Grafik Stabilitas Mesin	59
Gambar 4. 2 Grafik RPM di bawah Batas EWS	61



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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1. Parameter Pemicu EWS	19
Tabel 3. 2 Spesifikasi Alat	24
Tabel 3. 3 I/O PLC	32
Tabel 3. 4 I/O HMI-PLC	42
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian Fungsi Antarmuka dan EWS	45
Tabel 4. 2 Pengujian Akurasi RPM Motor 1	49
Tabel 4. 3 Pengujian Akurasi RPM Motor 2	50
Tabel 4. 4 Statistik Persentase <i>Error</i> RPM Motor	51
Tabel 4. 5 Pengujian Waktu Respons Sensor ke HMI	53
Tabel 4. 6 Parameter Statistik	59





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. Foto Alat dan Kegiatan.....	68
Lampiran 2. Data Pengujian.....	69
Lampiran 3. Program PLC	70





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

Perkembangan teknologi otomasi pada era Industri 4.0 mendorong transformasi proses manufaktur dari sistem konvensional menuju sistem yang terintegrasi, melainkan juga menghadirkan kemampuan pemeliharaan prediktif (*predictive maintenance*) yang memungkinkan pengawasan proses produksi berlangsung tanpa henti tanpa harus memadamkan lini operasional (Pech dkk., 2021). Pada sistem manufaktur yang menggunakan mekanisme perputaran kontinu, seperti mesin berbasis roll-to-roll (R2R), kestabilan kecepatan bukan sekadar parameter teknis biasa, melainkan fondasi dari salah satu kendali kualitas lini produksi. Martin dkk. (2025) menegaskan bahwa proses R2R menuntut kepresisian pada level yang tinggi, di mana dinamika tarikan dan kecepatan perputaran menentukan kualitas kontrol lini produksi secara keseluruhan. Selanjutnya, Lee dkk. (2024) membuktikan bahwa fluktuasi kecepatan sekecil apa pun pada proses ini berpotensi pada cacat pelapisan yang signifikan. Implikasi ini secara langsung berlaku pada mesin *glue roll*, di mana keseragaman dan ketebalan lapisan lem yang dihasilkan ditentukan oleh kestabilan putaran motor secara *real-time*.

Namun, kondisi pemantauan mesin *glue roll* di fasilitas produksi yang menjadi objek penelitian ini masih memiliki kelemahan mendasar. Proses inspeksi dan pengaturan mesin masih bergantung pada pengecekan manual dan instrumen *tachometer* konvensional yang tidak terhubung dengan sistem peringatan terpusat. Akibatnya, ketika terjadi pergeseran kecil pada kecepatan motor, tidak ada mekanisme yang mampu menghadirkan notifikasi secara langsung kepada operator. Informasi baru sampai ke tangan operator setelah deviasi berlangsung cukup lama, atau bahkan hanya ketika inspeksi fisik terjadwal dilakukan. Keterlambatan informasi akibat ketiadaan *Early Warning System* (EWS) yang memenuhi batas standar ini menciptakan celah inefisiensi yang nyata di rantai produksi.



© 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

Untuk menutup celah tersebut, diperlukan instrumen lokal yang mampu memantau kecepatan motor dengan presisi tinggi dan waktu respons yang cepat. Namun, intervensi perangkat baru ke dalam panel kelistrikan utama memiliki risiko keselamatan kerja (K3) yang tinggi jika tidak dibatasi dengan ketat. Oleh karena itu, arsitektur perangkat lunak dan keras dalam penelitian ini dibatasi pada dua fungsi spesifik: *Early Warning System* pasif dan fitur *supervisory control*. Penerapan EWS murni bersifat visual melalui notifikasi secara langsung (*screen-push notification*) pada antarmuka *Human-Machine Interface* (HMI) tanpa adanya fungsi intervensi pemutusan daya motor secara otomatis (*auto cut-off*) saat deviasi terdeteksi. Adapun fungsi *supervisory* diwujudkan melalui integrasi komponen relai pada sirkuit kontrol, yang memberikan kewenangan kepada operator untuk mengeksekusi perintah operasional dasar seperti *Start/Stop* motor secara manual melalui layar HMI. Pendekatan gabungan ini dirancang agar operator memperoleh visibilitas deviasi yang memenuhi batas toleransi sekaligus fleksibilitas kendali, tanpa mengalihkan keputusan kritis penghentian mesin kepada sistem secara sepihak.

Beragam penelitian terdahulu mengenai integrasi sistem kontrol dan pemantauan telah banyak dilakukan sebelumnya, namun masing-masing membawa keterbatasannya sendiri. Martin dkk. (2025) meneliti pemodelan dan kontrol presisi pada proses roll-to-roll, namun pendekatannya berfokus pada intervensi langsung terhadap motor. Lee dkk. (2024) mengembangkan metode seleksi fitur visual untuk mendeteksi cacat mesin, yang sayangnya menuntut komputasi berbasis citra yang berat dan tidak ringan untuk lingkungan industri. Mennilli dkk. (2025) mengeksplorasi penerapan *machine learning* pada PLC untuk keperluan pemeliharaan prediktif, namun solusi tersebut membutuhkan spesifikasi pengontrol tingkat tinggi yang jarang tersedia di fasilitas produksi umum. Sutrisno dkk. (2023) berhasil mengintegrasikan sistem SCADA melalui komunikasi PLC-HMI pada sistem konveyor untuk mengeliminasi *time lag*, namun penelitian tersebut belum menyentuh aspek pengujian empiris untuk kecepatan transmisi notifikasinya. Terdapat celah penelitian, di mana sebagian besar studi berfokus pada kontrol intrusif atau algoritma kompleks, sejauh tinjauan pustaka yang dilakukan belum ada yang melakukan evaluasi komprehensif terhadap waktu respons dan keandalan



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 peringatan dini berbasis arsitektur pasif PLC-HMI di lingkungan produksi aktual.

Menjawab celah tersebut, penelitian ini menawarkan *novelty* atau kebaruan. Kebaruan pertama terletak pada metode evaluasi kinerja EWS yang tidak disertai mekanisme perlindungan otomatis, sehingga pengujian berfokus murni pada kualitas informasi yang disampaikan kepada operator. Kebaruan kedua adalah penggunaan analisis bingkai video pada rentang 60 hingga 120 *frame per second* (FPS) untuk mengukur waktu respons keseluruhan, yaitu waktu tempuh dari momen sensor mendeteksi logam hingga notifikasi muncul di layar HMI dalam resolusi milidetik. Selain itu, keandalan sistem dalam membaca deviasi minor secara kontinu dibuktikan tidak hanya melalui pengamatan sesaat, melainkan melalui pemetaan data historis selama 8 jam operasional menggunakan Statistical Process Control (SPC). Metode SPC dipilih karena telah terbukti menjadi standar pengendalian kualitas yang tangguh dan adaptif pada berbagai sektor industri manufaktur di Indonesia (Kurnia dkk., 2021). Kombinasi pendekatan ini belum pernah diterapkan secara spesifik pada mesin *glue roll*, sehingga diharapkan dapat menghadirkan standar evaluasi baru bagi efektivitas perangkat HMI di lingkungan industri.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penelitian ini merumuskan empat permasalahan pokok sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem pemantauan kecepatan motor secara *real-time* pada mesin *glue roll* dengan memanfaatkan sensor *proximity* dan PLC?
2. Bagaimana tingkat presisi dan akurasi pembacaan nilai RPM pada sistem berbasis PLC-HMI jika dikomparasikan dengan instrumen ukur *tachometer*?
3. Berapa lama waktu respons keseluruhan yang dibutuhkan sistem, ketika sensor mendeteksi perubahan putaran fisik hingga antarmuka HMI memunculkan notifikasi peringatan?
4. Bagaimana tingkat keandalan sistem dalam merekam dan memantau deviasi RPM secara kontinu selama 8 jam operasional produksi?



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

1.3 Tujuan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, terdapat beberapa tujuan pada penelitian ini di antaranya yaitu:

1. Merealisasikan sistem pemantauan kecepatan motor mesin *glue roll* berbasis PLC Omron dan sensor *proximity*.
2. Menganalisis tingkat presisi dan akurasi sistem berbasis PLC-HMI dalam mengkalkulasi kecepatan motor dibandingkan dengan pembacaan *tachometer*.
3. Mengukur secara empiris waktu respons transmisi data fitur *Early Warning System* untuk memastikan informasi disajikan secara *real-time* kepada operator.
4. Mengevaluasi keandalan dan kestabilan instrumen dalam melakukan pencatatan data historis secara terus-menerus selama satu *shift* kerja menggunakan parameter pemetaan *Statistical Process Control*.

1.4 Luaran

Luaran yang diharapkan dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Terimplementasinya sistem *Early Warning System* Deviasi RPM berbasis PLC-HMI pada mesin *glue roll* di PT XYZ.
2. Tersusunnya laporan tugas akhir
3. Artikel ilmiah yang dipresentasikan di Seminar Nasional Teknik Elektro (SNTE).



BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan serangkaian pengujian dan analisis yang telah dilaksanakan pada sistem pemantauan berbasis PLC dan HMI untuk mesin *glue roll*, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem pemantauan kecepatan motor secara *real-time* berhasil direalisasikan dengan memanfaatkan sensor *proximity* sebagai detektor pulsa rotasi pada poros motor yang diolah melalui algoritma kalkulasi *pulse interval* di dalam memori internal PLC. Pemisahan jalur catu daya melalui MCB memastikan instrumen ini beroperasi secara non-intervensi terhadap sirkuit proteksi kelistrikan utama pabrik, sekaligus memungkinkan pengawasan dari antarmuka HMI yang dilengkapi dengan sistem pengamanan otoritas mode operasional.
2. Metode kalkulasi *pulse interval* menghasilkan tingkat akurasi pembacaan yang andal, dengan kesalahan relatif rata-rata sebesar 1,16% pada Motor 1 dan 0,89% pada Motor 2. Tingkat kepresisian dengan margin kesalahan di kisaran angka 1% ini membuktikan bahwa pengolahan data logika pada memori PLC dinilai valid sebagai parameter acuan dalam memicu EWS tanpa memerlukan tambahan *high-speed counter*.
3. Total waktu respons perangkat keras untuk transmisi data visual melalui sirkuit serial protokol RS-232 mencatatkan nilai rata-rata sebesar 576,39 milidetik, sedangkan waktu eksekusi internal logika alarm pada perangkat lunak HMI terbukti berada di bawah batas resolusi kamera yaitu 8,33 milidetik. Karakteristik pembaruan visual keseluruhan sistem komunikasi lokal ini diklasifikasikan memenuhi spesifikasi *real-time* karena berada di bawah ambang batas toleransi kognitif operator 1.000 milidetik sesuai anjuran standar NUREG-0700.
4. Fungsi komputasi *data logger* pada memori instrumen terbukti andal dalam menjaga kontinuitas perekaman data kecepatan secara kontinu selama sembilan jam operasional, dengan total perolehan data log utuh sebanyak

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

3.241 baris pemindaian tanpa mengalami interupsi ataupun pembekuan layar.

5. Analisis *Statistical Process Control* terhadap 2.660 baris data aktif mengonfirmasi bahwa karakteristik variabilitas putaran mekanis motor penggerak berada dalam kondisi terkendali secara statistik, di mana seluruh fluktuasi parameter bergerak aman di dalam UCL dan LCL.
6. Logika pemicu EWS terbukti mampu mengeksekusi visualisasi notifikasi secara langsung dan tepat sasaran berdasarkan *Lower Specification Limit*, di mana program PLC secara otomatis memblokir munculnya pembacaan data yang tidak berubah saat poros mesin dihentikan melalui integrasi instruksi penyuntikan data nol.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dicapai, terdapat beberapa rekomendasi yang dapat menjadi pertimbangan untuk pengembangan sistem pada tahap selanjutnya:

1. Perangkat antarmuka HMI yang direalisasikan saat ini telah mendukung fitur *smart-link*. Untuk pengembangan masa depan, sistem ini dapat diintegrasikan dengan jaringan eksternal atau platform *cloud* guna menerapkan arsitektur pemantauan jarak jauh. Langkah ini akan memfasilitasi kelancaran transmisi data log historis menuju *server* terpusat agar dapat diakses oleh Departemen *Maintenance* untuk keperluan pemeliharaan prediktif tanpa risiko keterbatasan kapasitas memori lokal.
2. Cakupan parameter pemantauan pada sirkuit instrumen dapat diperluas melampaui kecepatan rotasi, misalnya dengan mengintegrasikan sensor getaran atau sensor suhu pada rangka motor. Penambahan variabel fisis tersebut ditujukan untuk memberikan diagnosis kondisi kesehatan mesin secara komprehensif sebelum terjadi penurunan mutu pelapisan lem manufaktur dalam skala besar.



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

- Aryanto, D. D., & Sukir, S. (2023). Comparison of DC Motor Speed Calculation Efficiency between Inductive Proximity Sensor and Rotary Encoder. *Elinvo (Electronics, Informatics, and Vocational Education)*, 8(1), 19–25. <https://doi.org/10.21831/elinvo.v8i1.55750>
- Autonics Corporation. (2026). *Cylindrical Inductive Proximity Sensors PR Series (DC 3-wire) PRODUCT MANUAL*.
- Bántay, L., & Abonyi, J. (2024). Machine Learning-Supported Designing of Human–Machine Interfaces. *Applied Sciences*, 14(4), 1564. <https://doi.org/10.3390/app14041564>
- Bolton, W. (2016). *Programmable Logic Controllers*. Newnes/Elsevier. https://books.google.co.id/books?hl=id&lr=&id=sDqnBQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=W.+Bolton,+Programmable+Logic+Controllers,&ots=-ciq4k8fav&sig=0oAo-RScjeTBErCovs52RWHd9FI&redir_esc=y#v=onepage&q=W.%20Bolton%2C%20Programmable%20Logic%20Controllers%2C&f=false
- Dorgo, G., Tandari, F., Szabó, T., Palazoglu, A., & Abonyi, J. (2021). Quality vs. quantity of alarm messages - How to measure the performance of an alarm system. *Chemical Engineering Research and Design*, 173, 63–80. <https://doi.org/10.1016/j.cherd.2021.06.022>
- Jaraczewski, M., Mielnik, R., Gębarowski, T., & Sułowicz, M. (2021). Low-Frequency Signal Sampling Method Implemented in a PLC Controller Dedicated to Applications in the Monitoring of Selected Electrical Devices. *Electronics*, 10(4), 442. <https://doi.org/10.3390/electronics10040442>
- Kurnia, H., Setiawan, S., & Hamsal, M. (2021). Implementation of statistical process control for quality control cycle in the various industry in Indonesia: A systematic literature review. *Operations Excellence: Journal of Applied Industrial Engineering*, 13(2), 194. <https://doi.org/10.22441/oe.2021.v13.i2.018>



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

- Lee, Y., Yun, J., Lee, S., & Lee, C. (2024). Image Data-Centric Visual Feature Selection on Roll-to-Roll Slot-Die Coating Systems for Edge Wave Coating Defect Detection. *Polymers*, 16(8), 1156. <https://doi.org/10.3390/polym16081156>
- Martin, C., Zhao, Q., Patel, A., Velasquez, E., Chen, D., & Li, W. (2025). A Review of Advanced Roll-to-Roll Manufacturing: System Modeling and Control. *Journal of Manufacturing Science and Engineering*, 147(4). <https://doi.org/10.1115/1.4067053>
- MEAN WELL. (2014). *20W Single Output Industrial DIN RAIL*. <https://www.meanwell.com/serviceDisclaimer.aspx>
- Mennilli, R., Mazza, L., & Mura, A. (2025). Integrating Machine Learning for Predictive Maintenance on Resource-Constrained PLCs: A Feasibility Study. *Sensors*, 25(2), 537. <https://doi.org/10.3390/s25020537>
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Productivity Press.
- Nielsen, J. (1993). *Response Times: The 3 Important Limits*. Nielsen Norman Group. <https://www.nngroup.com/articles/response-times-3-important-limits/>
- OMRON Corporation. (2021a). *CP-series CP1E CPU Units Datasheet*. <https://www.omron.co.id/products/family/2064/download/catalog.html>
- OMRON Corporation. (2021b). *SYSMAC CP Series CP1E CPU Unit Hardware User's Manual*.
- Pech, M., Vrchota, J., & Bednář, J. (2021). Predictive Maintenance and Intelligent Sensors in Smart Factory: Review. *Sensors*, 21(4), 1470. <https://doi.org/10.3390/s21041470>
- Schneider Electric. (2026). *Product Data Sheet: Acti9 iC60N Miniature Circuit Breaker 1P C Curve A9F79106*. <https://www.se.com/id/id/product/A9F79106/miniature-circuit-breaker-mcb-acti9-ic60n-1p-6a-c-curve-6000a-iec-en-608981-10ka-iec-en-609472/>



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

- Shim, E. (2013). Bonding requirements in coating and laminating of textiles. *Joining Textiles* (hlm. 309–351). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9780857093967.2.309>
- Soeryono, J. M., Putri, R. K., & Doğan, O. (2025). Quality Control Improvement Using Statistical Process Control in Manufacturing Industry. *RESWARA: Jurnal Riset Ilmu Teknik*, 3(1), 10–17. <https://doi.org/10.70716/reswara.v3i1.406>
- StarTech.com. (2024). *Product Datasheet: 3m RS232 Serial Null Modem Cable (9FMNM-3M-RS232-CABLE)*. <https://www.startech.com/en-us/cables/9fmnm-3m-rs232-cable?srsId=AfmBOopTlgs6PL223dWoftZuMtSoDM-SEzHVImpgU2LS0GTZKQAdUATv>
- Sutrisno, I., Anfasa, I., Nurhidta, D., Munadhif, I., Hidayat, E. P., Endrasmono, J., Priyonggo, P., Mulyatno, T., & Hartanto, B. (2023). The Integration of Supervisory Control and Data Acquisition (SCADA) on the Crushing and Barge Loading Conveyor Systems. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research* (Vol. 8, Nomor 1).
- U.S. Nuclear Regulatory Commission. (2026). *Human-System Interface Design Review Guidelines (NUREG-0700, Revision 4)*.
- Xiamen Haiwell Technology Co., Ltd. (2024). *Haiwell B Series SmartLink HMI Product Catalog*. www.haiwell.com
- Zhu, Y., Huang, Y., Lv, S., Ni, H., Zhou, L., Wang, X., Lin, C., & Wu, X. (2023). Coating Characteristics and Dynamics of Sponge Roller Coatings with Different Viscosities and Linear Speeds for Different Diameters of Rollers. *Coatings*, 13(11), 1943. <https://doi.org/10.3390/coatings13111943>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Lulus dari SDN 01 Klapanunggal pada tahun 2016, SMP Ibnu Syina Cileungsi pada tahun 2019, dan SMAN 1 Klapanunggal pada tahun 2022. Sampai saat skripsi ini dibuat, penulis merupakan mahasiswa aktif di Program Studi Teknik Otomasi Listrik Industri, Jurusan Teknik Elektro, 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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





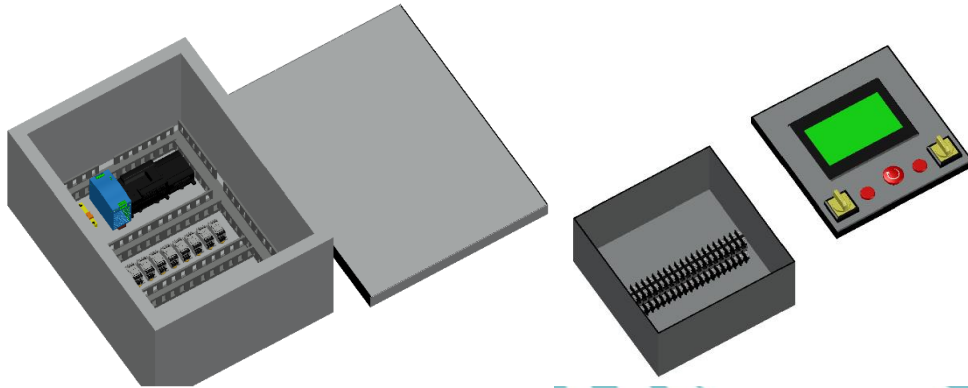
© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

LAMPIRAN

Lampiran 1. Foto Alat dan Kegiatan

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 mengumpukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2. Data Pengujian



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. Program PLC

**© 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

