



© 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



**OPTIMALISASI *CORRECTIVE MAINTENANCE* MELALUI
PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING BERBASIS PLC-
HMI-IoT UNTUK MENINGKATKAN *RELIABILITY*
INKUBATOR TELUR**

Diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan mencapai derajat Magister
Terapan dalam Bidang Rekayasa Tenaga Listrik

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

MAHMUDIN

2409511004

**PROGRAM STUDI MAGISTER TERAPAN
TEKNIK ELEKTRO**

PASCASARJANA POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

DEPOK

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

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini saya susun tanpa tindakan plagiarisme sesuai dengan peraturan yang berlaku di Politeknik Negeri Jakarta.

Jika di kemudian hari ternyata saya melakukan tindakan plagiarisme, saya akan bertanggung jawab sepenuhnya dan menerima sanksi yang diajukan oleh Politeknik Negeri Jakarta kepada saya.

Depok, 29 Juni 2026

Mahmudin

2409511004

**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

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis yang saya susun ini adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang saya kutip maupun saya rujuk telah saya nyatakan benar.

Nama : Mahmudin

NIM : 2409511004

Tanda Tangan :

Tanggal : 29 Juni 2026

**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

HALAMAN PENGESAHAN

Tesis ini yang telah diajukan oleh :

Nama : Mahmudin
NIM : 2409511004
Program Studi : Magister Teknik Elektro
Judul : OPTIMALISASI *CORRECTIVE MAINTENANCE*
MELALUI PENGEMBANGAN SISTEM *MONITORING*
BERBASIS PLC-HMI-IoT UNTUK MENINGKATKAN
RELIABILITY INKUBATOR TELUR

Telah diuji oleh Tim Penguji dalam Sidang Tesis pada hari kamis tanggal 2 juli tahun 2026 dan dinyatakan LULUS untuk memperoleh derajat gelar Magister Terapan pada Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta

Pembimbing I : Dr. Murie Dwiyanti, S.T., M.T.
Pembimbing II : Dr. Isdawimah, S.T., M.T.
Penguji I : Mera Kartika Delimayanti, S.Si., M.T., Ph.D
Penguji II : Dr. Prihatin Oktivasi, S.Si., M.Si.
Penguji III : Dr. Ir. Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom

(*Muhammad*)
(*Isdawimah*)
(*Mera Kartika*)
(*Prihatin*)
(*Dewi Yanti*)

Depok, 16 Juli 2026

Disahkan Oleh

Ketua Pascasarjana Politeknik Negeri Jakarta



Prof. Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si.

NIP. 19660416199512200



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

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Mahmudin
NIM : 2409511004
Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro
Jenis Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalti – Free Right*) atas karya ilmiah saya berjudul : OPTIMALISASI CORRECTIVE MAINTENANCE MELALUI PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING BERBASIS PLC-HMI-IoT UNTUK MENINGKATKAN RELIABILITY INKUBATOR TELUR

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/mengalihinformasikan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan memublikasikan tesis saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 29 Juni 2026

Yang menyatakan

Mahmudin

2409511004



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

ABSTRAK

Nama : Mahmudin

Program Studi : Magister Terapan Teknik Elektro

Judul Tesis : OPTIMALISASI CORRECTIVE MAINTENANCE MELALUI PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING BERBASIS PLC–HMI–IoT UNTUK MENINGKATKAN RELIABILITY INKUBATOR TELUR

Stabilitas suhu dan kelembaban merupakan faktor penting dalam menjaga keberhasilan proses inkubasi telur pada mesin inkubator. Keterbatasan sistem monitoring konvensional menyebabkan proses pemantauan hanya dilakukan pada jam operasional, sehingga berpotensi mengakibatkan keterlambatan deteksi gangguan dan menurunkan efektivitas tindakan perbaikan. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring suhu dan kelembaban berbasis *Programmable Logic Controller* (PLC), *Human Machine Interface* (HMI), dan *Internet of Things* (IoT) untuk meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi inkubator, efisiensi *corrective maintenance*, dan *reliability* operasional. Sistem yang dikembangkan menggunakan PLC, HMI, sensor suhu dan kelembaban, serta IoT untuk pemantauan jarak jauh dan pengiriman notifikasi *real-time* saat terjadi kondisi abnormal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang telah berfungsi sesuai spesifikasi, mampu melakukan pengukuran suhu dan kelembaban serta menampilkan data secara langsung melalui HMI dan platform IoT. Implementasi sistem juga meningkatkan efisiensi *corrective maintenance* yang ditunjukkan oleh penurunan *downtime* dari rentang 335–370 menit sebelum implementasi menjadi 95–180 menit setelah implementasi. Selain itu, *reliability* inkubator mengalami peningkatan yang ditunjukkan oleh penurunan *failure rate* dari rentang 0,0000463–0,0000926 menjadi 0,0000231–0,0000463 setelah penerapan sistem. Hasil menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis PLC–HMI–IoT mampu meningkatkan efektivitas pemantauan kondisi inkubator, mempercepat penanganan gangguan, serta meningkatkan keandalan operasional mesin inkubator.

Kata kunci : sistem *monitoring*, *plc*, *iot*.



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

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah ﷻ yang telah melimpahkan rahmat, serta karunia-Nya yang begitu besar sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “OPTIMALISASI CORRECTIVE MAINTENANCE MELALUI PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING BERBASIS PLC–HMI–IoT UNTUK MENINGKATKAN RELIABILITY INKUBATOR TELUR “ tepat waktu. Sholawat dan salam semoga selalu tercurah limpahkan kepada baginda nabi Muhammad ﷺ kepada keluarganya, kepada para sahabatnya, serta kita selaku umatnya.

Tujuan dalam penyusunan tesis ini adalah untuk memenuhi kebutuhan syarat kelulusan Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta. Dalam penyusunan tesis ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, bimbingan, saran, motivasi, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua (Bapak Syihabudin dan Ibu Komariah) dan kedua kaka saya (Mba Isyah dan Mas Kosasih), yang senantiasa memotivasi memberikan semangat serta doanya sehingga penulis mampu menyelesaikan laporan tesis ini.
2. Ibu Prof. Dr. Tatun Hayatun Nufus, M.Si. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta.
3. Bapak Nana Sutarna selaku pembimbing Ketua Program Studi Magister Terapan Teknik Elektro Politeknik Negeri Jakarta
4. Ibu Dr. Murie Dwiyaniti, ST.,MT. selaku pembimbing pertama yang senantiasa membimbing dan membantu serta memudahkan pelaksanaan proses penyusunan tesis ini. Semoga tuhan yang maha kuasa senantiasa memberikan kelimpahan riski dan kesehatan kepada ibu.
5. Ibu Dr. Isdawimah, S.T.,M.T. selaku pembimbing kedua yang senantiasa membimbing dan membantu serta memudahkan pelaksanaan proses



Hak Cipta:

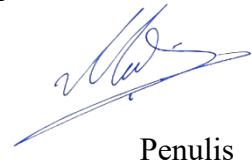
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan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

penyusunan tesis ini. Semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa memberikan kelimpahan risiko dan kesehatan kepada ibu.

6. Kepada seluruh keluarga Dept *Engineering*, Bapak Hartanto Hadinoto yang selalu memberikan motivasi kepada penulis tentang kehidupan ini. Kepada *team* inti saya Bapak Rudi, Bapak Nur, Bapak Yusuf yang selalu memudahkan urusan saya sehingga saya dapat menyelesaikan kuliah magister saya. Bapak Wasana, Julianto, Dani, Girda, Riski, Yoga, Ade, Novel, Apri. Semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa memberikan kelimpahan risiko dan kesehatan.
7. Kepada Intan Oktaviani, S.M yang menjadi tujuan dari pengambilan jenjang magister ini terimakasih atas segala waktu dan motivasinya.
8. Esby Prasetyo Sudarmaji, S.T. sebagai rekan seperjuangan yang selalu memberikan saran, motivasi serta semangat dan menemani penulis dalam keadaan suka dan duka.
9. Seluruh keluarga angkatan MTTE 2024 khususnya Inzie Laziera yang selalu menjadi teman suka dan duka. Panjiana, Irfan Mahrubi yang selalu ada dan membantu penulis serta seluruh teman. Semoga Tuhan yang Maha Kuasa senantiasa memberikan kita semua kesuksesan dan kemudahan.
10. Kepada seluruh pihak yang telah membantu atas terselesaikannya laporan tesis ini yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan tesis ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan di masa mendatang. Penulis memohon maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan ini dan berharap karya ini dapat memberikan manfaat bagi penulis maupun pembaca.

Depok, 29 Juni 2026



Penulis



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 ISI

HALAMAN PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TESIS UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIK	v
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR RUMUS	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TEORI PENUNJANG	4
2.1 Tinjauan Pustaka	4
2.2 Dasar Teori	8
2.2.1 Inkubator...	8
2.2.2 PLC (<i>Programmable logic control</i>)	9
2.2.3 Sistem Monitoring Berbasis HMI (<i>Human Machine Interface</i>)	10
2.2.3.1 Fungsi HMI (<i>Human Machine Interface</i>)	11
2.2.3.2 Alarm Management	13
2.2.4 Sensor Suhu dan Kelembaban	13
2.2.5 IoT (<i>Internet of Things</i>)	14
2.2.5.1 Arsitektur IoT	15



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

2.2.5.2 IoT Untuk <i>Maintenance</i>	17
2.2.6 <i>Reliability</i> dan <i>Maintenance</i>	18
2.2.2.1 <i>Corrective Maintenance</i>	18
2.2.2.2 <i>Downtime</i>	18
2.2.2.3 <i>Mean Time to Repair</i> (MTTR).....	18
2.2.2.4 <i>Availability</i>	18
2.2.2.5 <i>Reliability</i>	19
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Waktu Dan Tempat Penelitian	20
3.1.1 Lokasi Penelitian	20
3.1.1 Waktu Penelitian	20
3.2 Metode Pengumpulan Data	21
3.3 Diagram Alir Penelitian	21
3.4 Diagram Blok Sistem	24
3.5 Perancangan <i>Software</i>	24
3.5.1 Perancangan <i>Software</i> PLC Haiwell Happy	24
3.5.2 Perancangan <i>Software</i> HMI Haiwell Cloud Scada Designer ...	27
3.6 Diagram Alur Akuisisi Data.....	29
3.7 Metode Pengukuran <i>Response Time</i>	31
3.8 Metode Pengukuran <i>Downtime</i>	32
3.9 Metode Pengukuran <i>Reliability</i>	32
3.10 Metode Pengujian Sistem	33
3.11 Metode Pengujian Delay Menggunakan Wireshark	34
3.12 Metode Analisis Statistik Deskriptif menggunakan Minitab	35
3.13 Optimalisasi Kegiatan <i>Corrective Maintenance</i>	36
3.14 Alat dan Bahan	37
3.15 Perancangan <i>Hardware</i>	38
BAB IV PEMBAHASAN	39
4.1 Implementasi Sistem	39
4.1.1 Implementasi <i>Hardware</i>	39
4.1.2 Implementasi PLC dan HMI	39



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

4.1.3 Implementasi IoT	42
4.2 Pengujian Akurasi Sensor	46
4.3 Pengujian Komunikasi HMI – PLC – IoT (Alarm dan Notifikasi)	50
4.4 Pengujian Waktu <i>Response Time</i> HMI Smartphone dan Email	51
4.5 Pengujian Waktu Respons Sistem Monitoring	50
4.6 Analisis pengujian <i>Quality of Service</i> (QoS)	54
4.6.1 Analisis <i>Delay</i> Menggunakan Wireshark	55
4.7 Analisis Data Monitoring 24 Jam	57
4.7.1 Analisis Statistik Deskriptif Data Monitoring Suhu dan Kelembaban	59
4.8 Evaluasi <i>Corrective Maintenance</i>	60
4.8.1 <i>Response Time</i>	60
4.8.2 <i>Downtime</i>	60
4.9 Evaluasi <i>Reliability</i>	62
4.9.1 MTTR	62
4.9.2 <i>Avaibility</i>	64
4.9.3 <i>Reliability</i>	66
BAB V PENUTUP	69
5.1 Kesimpulan.....	69
5.2 Saran	70
DAFTAR PUSTAKA	71



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 2.1 Penelitian terdahulu.....	4
Tabel 4.1 Tabel Pencatatan	47
Tabel 4.2 Pengujian waktu <i>response time</i>	52
Tabel 4.3 perbedaan waktu respons teknisi mendapatkan informasi terjadi kondisi abnormal pada mesin inkubator.....	53
Tabel 4.4 Hasil pengujian <i>delay</i>	57
Tabel 4.5 Data <i>downtime</i> bulan oktober 2025 – maret 2026	61
Tabel 4.6 Nilai MTTR bulan oktober 2025- maret 2026	63
Tabel 4.7 Nilai <i>avaibility</i> bulan oktober 2025 – maret 2026	65
Tabel 4.8 Nilai <i>reability</i> bulan oktober 2025 – maret 2026	67

**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 GAMBAR

Gambar 1 Inkubator..	9
Gambar 2 PLC Haiwel AC12MOR	10
Gambar 3 HMI Haiwel B7H-W	11
Gambar 4 Sensor suhu RN-GZWS-RS485	14
Gambar 5 Diagram alir penelitian	23
Gambar 6 Diagram blok sistem <i>monitoring</i> suhu dan kelembaban.....	24
Gambar 7 <i>New Project software</i> Haiwell Happy	25
Gambar 8 Program diaram <i>ladder</i> 1 PLC	25
Gambar 9 Program diaram <i>ladder</i> 2 PLC	26
Gambar 10 Program diaram <i>ladder</i> 3 PLC	26
Gambar 11 Program diaram <i>ladder</i> 4 PLC	26
Gambar 12 Program diaram <i>ladder</i> 5 PLC	27
Gambar 13 <i>New Project software</i> Haiwell Cloud Scada Designer	27
Gambar 14 <i>Main Display</i> HMI	28
Gambar 15 <i>Display</i> 1	28
Gambar 16 <i>Display</i> 2	29
Gambar 17 <i>Display</i> 3	29
Gambar 18 diagram alur akuisisi data	30
Gambar 19 Perancangan <i>hardware</i>	38
Gambar 20 Realisasi alat terpasang pada mesin inkubator.....	39
Gambar 21 Tampilan <i>main display</i> HMI	40
Gambar 22 Tampilan <i>display</i> 1 HMI	41
Gambar 23 Tampilan <i>display</i> 2 HMI	41
Gambar 24 Tampilan <i>display</i> 3 HMI	41
Gambar 25 Tampilan <i>main display web browser</i>	42



© 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

Gambar 26 Tampilan <i>main display</i> aplikasi android	43
Gambar 27 Tampilan <i>display 1</i> melalui <i>web browser</i>	43
Gambar 28 Tampilan <i>display 1</i> melalui aplikasi android	43
Gambar 29 Tampilan <i>display 2</i> melalui <i>web browser</i>	44
Gambar 30 Tampilan <i>display 2</i> melalui aplikasi android	44
Gambar 31 Tampilan <i>display 3</i> melalui <i>web browser</i>	45
Gambar 32 Tampilan <i>display 3</i> melalui aplikasi android	45
Gambar 33 Alat ukur referensi	46
Gambar 34 Alarm RH Turun	51
Gambar 35 Pemberitahuan email RH turun	51
Gambar 36 IP Haiwel Cloud	55
Gambar 37 Menunjukan hasil <i>Transmission control protocol 1</i>	50
Gambar 38 Menunjukan hasil <i>Transmission control protocol 2</i>	51
Gambar 39 Menunjukan hasil RTT <i>Transmission control protocol 3</i>	53
Gambar 40 Grafik RH 26-02-2026	58
Gambar 41 Grafik suhu 26-02-2026	58
Gambar 42 Hasil analisa data 26 februari 2026 menggunakan minitab	58
Gambar 43 Grafik waktu <i>downtime</i> oktober 2025 – maret 2026	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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RUMUS

Rumus	Nomor urut rumus	Pertama digunakan pada halaman
Rumus nilai error pada sensor	2.1	14
Rumus nilai MTTR	2.2	17
Rumus nilai <i>avaibility</i>	2.3	18
Rumus nilai laju kerusakan	2.4	18

**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 I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Inkubator adalah mesin yang mensimulasikan kondisi pengeraman telur fertil oleh induk dengan mengatur suhu, kelembaban, ventilasi, dan pemutaran telur guna mendukung perkembangan embrio unggas [1]. Suhu merupakan faktor eksternal penting yang berperan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan makhluk hidup, termasuk pada pengeraman telur [2]. Lama penyimpanan telur pada temperatur berbeda memengaruhi daya tetas dan berat tetas [3]. Suhu inkubasi atau suhu embrio merupakan faktor paling penting yang memengaruhi hasil tetasan dan kualitas *day old quail* (DOQ) [4]. Suhu dan kelembapan berperan penting terhadap perkembangan embrio, daya tetas, dan performa pascamenetas [5]. Menginkubasi telur pada kelembaban rendah dibandingkan kelembaban tinggi dengan suhu tertentu menurunkan daya tetas telur fertil [6]. Gangguan sistem pendinginan inkubator dapat menyebabkan embrio terlalu panas atau dingin serta terlalu lembap atau dehidrasi, sehingga menurunkan daya tetas dan kualitas anak ayam [5].

Penelitian sistem *monitoring* kelembaban dan ketinggian air berbasis HMI dan PLC dilakukan oleh Kukuh Prasetyo Utomo (2018). Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem kontrol dan *monitoring* pada alat penetas telur otomatis berbasis PLC Schneider guna menjaga kestabilan kelembaban ruang penetas dan ketinggian air bak penampung [7]. Penelitian ini belum menggunakan IoT pada sistem *monitoring*, sehingga pencatatan hasil pengukuran masih dilakukan secara manual dan tidak dapat diakses jarak jauh. Penelitian *monitoring* inkubator juga dilakukan oleh Ika Wahyu Kinnasih dan Dzulkiflih (2022) dengan tujuan memantau suhu dan kelembaban pada inkubator telur [8]. Objek penelitian ini menggunakan inkubator berskala sangat kecil berbasis Arduino, dengan hasil *monitoring* melalui LCD 4×20 dan aplikasi android, sehingga sulit diterapkan pada industri berbasis windows.

Stabilitas suhu dan kelembaban menentukan keberhasilan inkubasi telur, namun *monitoring* yang terbatas pada satu shift dan pencatatan manual

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

menyebabkan data di luar jam kerja tidak terekam, padahal pencatatan 24 jam diperlukan untuk menelusuri penyebab bila terjadi kematian telur. Permasalahan ini semakin krusial pada inkubator industri berkapasitas 25.000 telur jenis *Specific Pathogen Free* (SPF) yang bernilai ekonomi tinggi dibanding telur komersil, di mana fluktuasi kecil suhu dan kelembaban yang tidak terpantau dapat menurunkan keberhasilan pengeraman dan menimbulkan kerugian besar. Sebagai solusi, Penelitian ini menawarkan pengembangan sistem *monitoring* terintegrasi berbasis PLC, HMI, dan IoT untuk mendukung optimalisasi *corrective maintenance*. PLC dipilih karena keandalan, stabilitas tegangan, dan fleksibilitas pengembangan yang lebih unggul dibandingkan mikrokontroler, serta mendukung potensi integrasi sensor dengan jarak yang jauh di beberapa inkubator berkapasitas besar dalam satu kendali terpusat dimasa depan. HMI berfungsi sebagai media visualisasi IoT memungkinkan *monitoring*, penyimpanan, dan akses data 24 jam melalui Android dan web browser, serta notifikasi email dan aplikasi Haiwel Cloud saat terjadi penyimpangan standar sebagai *emergency alarm*. Perbedaan penelitian ini terletak pada arsitektur kendali PLC, visualisasi HMI, dan akuisisi data IoT terintegrasi dilengkapi dengan *emergency alarm* dibanding penelitian sebelumnya integrasi ini bertujuan untuk meningkatkan efektivitas *monitoring*, mempercepat *response time* untuk *corrective maintenance*, serta meningkatkan *Reliability* sistem inkubator industri SPF secara berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam penyusunan tesis ini membahas beberapa masalah yang menyangkut terkait sistem *monitoring* suhu dan kelembaban pada inkubator. Adapun masalah yang dikemukakan oleh penulis adalah :

1. Bagaimana pengembangan sistem *monitoring* berbasis PLC–HMI–IoT untuk pemantauan suhu dan kelembaban inkubator telur industri SPF secara real-time?
2. Bagaimana pengaruh sistem *monitoring* tersebut terhadap optimalisasi *corrective maintenance* yang ditinjau dari *response time* dan *downtime*?
3. Bagaimana dampak implementasi sistem terhadap peningkatan *Reliability* operasional inkubator telur industri SPF?

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

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian tesis memiliki tujuan yang ingin dicapai dalam menjawab latar belakang dan permasalahan seperti yang sudah dipaparkan dalam penjelasan sebelumnya, yaitu antara lain :

1. Membuat sistem *monitoring* suhu dan kelembaban pada inkubator telur industri SPF berbasis PLC-HMI-IoT.
2. Mengukur tingkat efisiensi sistem monitoring suhu dan kelembaban pada inkubator berbasis PLC-HMI-IoT ditinjau dari *response time* dan *downtime* terhadap optimalisasi *corrective maintenance*.
3. Mengukur peningkatan *Reliability* operasional inkubator telur industri SPF setelah penerapan sistem *monitoring* berbasis PLC-HMI-IoT berdasarkan parameter keandalan yang terukur.

1.4 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup pembahasan tesis ini terarah serta tidak melebar, maka penulis membatasi permasalahan yang di maksud. Batasan masalah yang di maksud adalah :

1. Sistem *monitoring* yang akan dibuat hanya memonitor suhu dan kelembaban 1 buah inkubator
2. Data penelitian di ambil pada tanggal 1 oktober 2025 – 31 maret 2026. Data inilah yang akan dipakai untuk penelitian.

1.5 Manfaat Penelitian

Beberapa manfaat penelian tesis ini sebagai berikut :

1. Mengurangi potensi kesalahan dalam pencatatan sistem *monitoring* suhu dan kelembaban pada inkubator yang dilakukan oleh manusia
2. Hasil *monitoring* dapat diakses dengan android maupun browser secara *real-time*
3. Mengurangi kertas dan waktu pengambilan data yang lebih efisien.

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

1. Sistem *monitoring* yang dirancang dan dibuat dalam penelitian ini telah disesuaikan dengan spesifikasi yang dibutuhkan, baik dari aspek sensor, PLC Haiwell, antarmuka HMI, maupun konektivitas IoT. Alat yang dihasilkan mampu melakukan pengukuran suhu dan kelembaban dengan baik serta menampilkan data secara langsung melalui HMI maupun platform IoT. Dengan demikian, sistem ini memberikan solusi pemantauan kondisi inkubator secara akurat, cepat, dan mudah diakses kapan saja.
2. Efisiensi sistem *monitoring* terhadap *corrective maintenance*
Sistem monitoring suhu dan kelembaban pada inkubator berbasis *PLC-HMI-IoT* terbukti meningkatkan efisiensi proses *corrective maintenance*. Hal ini ditunjukkan oleh penurunan *downtime* setelah implementasi sistem. Sebelum penerapan sistem (Oktober–Desember 2025), *downtime* berada pada rentang 335–370 menit (Okt: 370 menit, Nov: 335 menit, Des: 360 menit). Setelah sistem diterapkan (Januari–Maret 2026), *downtime* menurun menjadi 95–180 menit (Jan: 161 menit, Feb: 95 menit, Mar: 180 menit). Penurunan ini menunjukkan bahwa deteksi gangguan yang lebih cepat melalui notifikasi *real-time* memungkinkan tindakan perbaikan dilakukan lebih cepat sehingga proses *corrective maintenance* menjadi lebih efektif.
3. Penerapan sistem monitoring berbasis *PLC-HMI-IoT* meningkatkan *Reliability* operasional inkubator yang ditunjukkan oleh penurunan *failure rate*. Sebelum implementasi sistem (Oktober–Desember 2025), *failure rate* berada pada rentang 0,0000463–0,0000926 (Okt: 0,0000926; Nov: 0,0000463; Des: 0,0000694). Setelah implementasi (Januari–Maret 2026), *failure rate* menurun menjadi 0,0000231–0,0000463 (Jan: 0,0000463; Feb: 0,0000231; Mar: 0,0000463). Penurunan ini menunjukkan bahwa frekuensi gangguan semakin berkurang sehingga sistem menjadi lebih andal dan stabil dalam beroperasi.



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

5.2 Saran

Untuk pengembangan selanjutnya, sistem *monitoring* suhu dan kelembaban berbasis HMI dan IoT disarankan untuk diintegrasikan dengan seluruh inkubator yang digunakan dalam proses produksi sehingga *monitoring* dapat dilakukan secara terpusat dan lebih efisien. Selain itu, data historis yang tersimpan dapat dimanfaatkan untuk analisis tren kondisi operasional inkubator. Pengembangan lebih lanjut juga dapat dilakukan dengan menerapkan teknologi *Artificial Intelligence* (AI) untuk mendukung *predictive maintenance*, sehingga potensi gangguan dapat diprediksi lebih awal berdasarkan pola data yang terbentuk. Dengan demikian, keandalan sistem dan efektivitas pemeliharaan dapat terus ditingkatkan.



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

DAFTAR PUSRTAKA

- [1] A. B. Umar, K. Lawal, M. Mukhtar, dan M. S. Adamu, "Construction of an Electrically-Operated Egg Incubator," 2016.
- [2] M. N. Husna dkk., "Faktor Kestabilan Suhu terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Embrio pada Ayam Broiler (*Gallus Domesticus*) dalam Pengeraman Telur Menggunakan Inkubator Sederhana".
- [3] Herizal and Zulfikar, "Lama Penyimpanan dan Temperatur Penetasan terhadap Daya Tetas Telur Puyuh," *Jurnal Ilmiah Peternakan*, vol. 6, no. 1, pp. 14–19, 2018, ISSN: 2337-9294.
- [4] J. Neonnub, L. Adriani, dan I. Setiawan, "Pengaruh Level Suhu Mesin Tetas Terhadap Daya Tetas dan Bobot Tetas Telur Puyuh Padjadjaran," *JIT*, vol. 19, no. 2, hlm. 1, Jan 2020, doi: [10.24198/jit.v19i2.23605](https://doi.org/10.24198/jit.v19i2.23605).
- [5] R. M. Noiva, A. C. Menezes, dan M. C. Peleteiro, "Influence of temperature and humidity manipulation on chicken embryonic development," *BMC Veterinary Research*, vol. 10, no. 1, hlm. 234, Okt 2014, doi: [10.1186/s12917-014-0234-3](https://doi.org/10.1186/s12917-014-0234-3).
- [6] C. W. van der Pol, I. A. M. van Rooy-Reijrink, C. M. Maatjens, H. van den Brand, dan R. Molenaar, "Effect of relative humidity during incubation at a set eggshell temperature and brooding temperature posthatch on embryonic mortality and chick quality," *Poultry Science*, vol. 92, no. 8, hlm. 2145–2155, Agu 2013, doi: [10.3382/ps.2013-03006](https://doi.org/10.3382/ps.2013-03006).
- [7] K. P. UTOMO, "RANCANG BANGUN SISTEM KONTROL KELEMBABAN DAN KETINGGIAN AIR DENGAN *MONITORING* MENGGUNAKAN HUMAN MACHINE INTERFACE (HMI) PADA ALAT PENETAS TELUR OTOMATIS BERBASIS PLC SCHNEIDER," other, undip, 2018.
- [8] I. W. Kinnasih, "RANCANG BANGUN ALAT PENGONTROL SUHU DAN KELEMBAPAN PADA TEMPAT PENETASAN TELUR MENGGUNAKAN SENSOR DHT22 DAN MOTOR SWING BERBASIS".
- [9] I. Sukma dkk., "Real-time wireless temperature measurement system of infant incubator," *IJECE*, vol. 13, no. 1, hlm. 1152, Feb 2023, doi: [10.11591/ijece.v13i1.pp1152-1160](https://doi.org/10.11591/ijece.v13i1.pp1152-1160).
- [10] F. Peprah, S. Gyamfi, M. Amo-Boateng, E. Buadi, dan M. Obeng, "Design and construction of smart solar powered egg incubator based on GSM/IoT," *Scientific African*, vol. 17, hlm. e01326, Sep 2022, doi: [10.1016/j.sciaf.2022.e01326](https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2022.e01326).
- [11] A. Latif, H. A. Widodo, R. A. Atmoko, T. N. Phong, dan E. T. Helmy, "Temperature and Humidity Controlling System for Baby Incubator," *Journal of Robotics and Control (JRC)*, vol. 2, no. 3, hlm. 190–193, Mei 2021, doi: [10.18196/jrc.2376](https://doi.org/10.18196/jrc.2376).



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

- [12] “View of Development of Incubator Analyzer Based on Computer with Temperature And Humidity Parameters.” Diakses: 10 Februari 2026. [Daring]. Tersedia pada: <http://www.jeeemi.org/index.php/jeeemi/article/view/77/39>
- [13] S. Kamble, R. Sagar, dan V. Masenwar, “Temperature-humidity *monitoring* using PLC and HMI”.
- [14] “Otomatis 2640 Telur Burung Inkubator Penetasan Telur Bebek Setter - Buy Egg Incubators chicken Egg Incubator incubator Egg Hatching Machine Product on Alibaba.com.” Diakses: 14 September 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://indonesian.alibaba.com/product-detail/Automatic-2640-bird-eggs-chicken-incubators-1600774364923.html>
- [15] K. Tona dkk., “Chicken Incubation Conditions: Role in Embryo Development, Physiology and Adaptation to the Post-Hatch Environment,” *Front. Physiol.*, vol. 13, hlm. 895854, Mei 2022, doi: 10.3389/fphys.2022.895854.
- [16] Y. Prasetyo, N. A. Hidayatullah, B. Artono, dan B. Danu S, “Power factor Correction Using Programmable Logic Control Based Rotary Method,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1845, no. 1, hal. 0–7, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1845/1/012045.
- [17] “AH16SOR.png (946×946).” Diakses: 31 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://i0.wp.com/alfacomp.net/wp-content/uploads/2021/08/AH16SOR.png?fit=946%2C946&ssl=1>
- [18] M. S. T. Hidayat dan W. D. Kurniawan, “ANALISA PERBANDINGAN SISTEM KONTROL BERBASIS ARDUINO DAN PLC PADA PENGENDALIAN SUHU,” vol. 07, 2022.
- [19] “Se80b7f5619084a168bc7ed40498222ac0.jpg_960x960q75.jpg_.avif (960×960).” Diakses: 31 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: https://ae-pic-a1.aliexpress-media.com/kf/Se80b7f5619084a168bc7ed40498222ac0.jpg_960x960q75.jpg_.avi_f
- [20] M. I. Alfitroh dan H. K. Wardana, “Rancang Bangun Sistem *Monitoring* Arus, Tegangan, Kecepatan Putar Turbin dan Suhu Berbasis IoT Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Mini Skala Laboratorium,” *Rekayasa*, vol. 16, no. 1, hlm. 9–16, Apr 2023, doi: 10.21107/rekayasa.v16i1.16580.
- [21] D. R. Setiawan, A. Soetedjo, dan R. P. D. Labib, “Desain Sistem *Monitoring* Pertumbuhan Tanaman dan Parameter Tanah SCADA,” *Magnetika: Jurnal Mahasiswa Teknik Elektro*, vol. 8, no. 2, hlm. 260–269, Nov 2024.
- [22] B. Nvs dan P. L. Saranya, “Water pollutants *monitoring* based on Internet of Things,” dalam *Inorganic Pollutants in Water*, Elsevier, 2020, hlm. 371–397. doi: 10.1016/B978-0-12-818965-8.00018-4.



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

- [23] “renatta-temp-cahaya-and-humi.png (383×393).” Diakses: 31 Mei 2025. [Daring]. Tersedia pada: <https://toko.usaha-teknik.com/wp-content/uploads/2024/06/renatta-temp-cahaya-and-humi.png>
- [24] S. Rachman, Z. Ahyadi, dan S. Syarifudin, “KOMUNIKASI ANTARMUKA PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER PADA MODBUS RTU SENSOR SUHU DAN KELEMBABAN UDARA DENGAN DATALOGGER,” *Jurnal Media Elektro*, hlm. 166–171, Agu 2022, doi: 10.35508/jme.v0i0.8108.
- [25] F. Baskoro, R. A. Ivory, N. Kholis, F. Baskoro, dan Nurhayati, “REVIEW PENGGUNAAN SENSOR SUHU TERHADAP RESPON PEMBACAAN SKALA PADA INKUBATOR BAYI: REVIEW PENGGUNAAN SENSOR SUHU TERHADAP RESPON PEMBACAAN SKALA PADA INKUBATOR BAYI,” *JURNAL TEKNIK ELEKTRO*, vol. 10, no. 1, hlm. 185–194, 2021, doi: 10.26740/jte.v10n1.p185-194.
- [26] C. Wang, M. Daneshmand, M. Dohler, X. Mao, R. Q. Hu, dan H. Wang, “Guest Editorial - Special Issue on Internet of Things (IoT): Architecture, Protocols and Services,” *IEEE Sensors J.*, vol. 13, no. 10, hlm. 3505–3510, Okt 2013, doi: [10.1109/JSEN.2013.2274906](https://doi.org/10.1109/JSEN.2013.2274906).
- [27] A. Choudhary, “Internet of Things: a comprehensive overview, architectures, applications, simulation tools, challenges and future directions,” *Discov Internet Things*, vol. 4, no. 1, hlm. 31, Des 2024, doi: 10.1007/s43926-024-00084-3.
- [29] M. A. Zidane, D. Syachputra, H. Z. Fauzan, dan Y. Prastyo, “LITERATUR REVIEW : PEMANFAATAN ARTIFICIAL INTELLIGENCE DALAM PREDICTIVE MAINTENANCE UNTUK MENINGKATKAN KEANDALAN INDUSTRI,” vol. 2, no. 4, 2025.
- [28] S. Susilania, “Perancangan Sistem *Monitoring* Berbasis Iot Untuk Peningkatan Kepatuhan Aturan Kecepatan Dalam Berkendara di Area Tambang,” *Peripheral: Jurnal Ilmu Komputer*, vol. 1, no. 3, hlm. 144–159, Okt 2025, doi: 10.30605/peripheral.v1i3.7009.
- [30] R. K. Ilmi, Y. Sukrawan, dan T. Permana, “CONDITION BASED *MONITORING* IMPROVES COMPONENT DURABILITY IN HEAVY EQUIPMENT *MAINTENANCE*,” vol. 2, no. 1, 2024.
- [32] Y. Wibowo dan M. A. H. Ahras, “ANALISIS *DOWNTIME* PADA BAGIAN PENGEMASAN DI INDUSTRI BISKUIT (STUDI KASUS DI PT XYZ)”.
- [31] O. D. Cahyani dan I. Iftadi, “Penjadwalan Preventive *Maintenance* dengan Metode *Reliability Centered Maintenance* pada Stasiun Cabinet PU di PT IJK,” *Teknoin*, vol. 27, no. 1, hlm. 25–34, Jun 2021, doi: 10.20885/teknoin.vol27.iss1.art4.
- [33] F. Fahri, B. Harahap, dan S. Suliawati, “Analisis Efektivitas Preventive *Maintenance* dengan Metode Periodic Inspection untuk Meningkatkan Kinerja



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

pada Unit WA800-3,” Blend Sains J. Teknik, vol. 3, no. 3, hlm. 246–267, Mei 2025, doi: 10.56211/blendsains.v3i3.799.

[34] R. A. Mentari dan T. P. Hidayat, “ANALISIS PERFORMANSI MESIN PADA CORRECTIVE *MAINTENANCE* DAN PREVENTIVE *MAINTENANCE* DENGAN MENGGUNAKAN METODE MODULARITY DESIGN,” 2021.

[35] Iman Mujiarto, Eddi Indro Asmoro, dan Kundori Kundori, “PENGUKURAN LAJU KERUSAKAN DENGAN MENGINDIKASIKAN NILAI MTBF DALAM MANAJEMEN PERAWATAN MESIN PADA PT. AIC,” JTMEI, vol. 1, no. 3, hlm. 14–23, Sep 2022, doi: 10.55606/jtmei.v1i3.491.

