



© 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



**PEMROGRAMAN SISTEM MONITORING PENGOLAHAN
AIR LIMBAH DENGAN PROSES ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

MUHAMMAD FAREL JULIANUGRAHA

2103411022

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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



**PEMROGRAMAN SISTEM MONITORING PENGOLAHAN
AIR LIMBAH DENGAN PROSES ELEKTROKOAGULASI**

SKRIPSI

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

MUHAMMAD FAREL JULIANUGRAHA

2103411022

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

PROGRAM STUDI TEKNIK OTOMASI LISTRIK INDUSTRI

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

POLITEKNIK NEGERI JAKARTA

2025



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 saya sendiri dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Muhammad Farel Julianugraha
NIM : 2103411022

Tanda Tangan

Tanggal : 18 Juni 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Tugas Akhir diajukan oleh :
Nama : Muhammad Farel Julianugraha
NIM : 2103411022
Program Studi : Teknik Otomasi Listrik Industri
Judul Tugas Akhir : Pemrograman Sistem Monitoring
Pengolahan Air Limbah dengan Proses
Elektrokoagulasi

Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada
18 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Yani Haryani, S.Pd., M.Pd.T
(NIP. 198706172022032003)

Pembimbing II : Ir. Danang Widjajanto, M.T.,
M.Kom.
(NIP. 196609012000121001)

Depok, 10 Juli 2025

Disahkan oleh

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Dr. Murie Dwiyanti, S. T., M. T.
(NIP. 197803312003122002)

Hak Cipta :

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

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 saya panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Terapan Politeknik. Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan Skripsi ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Yani Haryani, S.Pd., M.Pd.T, selaku dosen pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
2. Bapak Ir. Danang Widjajanto, M.T., M.Kom., selaku dosen pembimbing II yang telah menyediakan waktu, tenaga, dan pikiran untuk mengarahkan penulis dalam penyusunan Skripsi ini;
3. Bapak/Ibu dosen Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Jakarta yang telah memberikan ilmu pengetahuan, wawasan, dan pengalaman yang sangat berharga bagi penulis selama menempuh studi di Jurusan Teknik Elektro.
4. Orang tua dan keluarga penulis yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral;
5. Sahabat yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Depok, 18 Juni 2025



Muhammad Farel Julianugraha

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

Pencemaran air akibat limbah domestik tanpa pengolahan memadai menjadi isu serius yang berdampak pada lingkungan dan kesehatan. Salah satu metode efektif dan ramah lingkungan untuk mengatasi permasalahan ini adalah elektrokoagulasi, yang menggunakan elektroda untuk menghasilkan koagulan guna mengendapkan polutan. Namun, proses elektrokoagulasi konvensional masih dilakukan secara manual dan tidak memiliki sistem kontrol otomatis serta pemantauan kualitas air secara real-time.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan merealisasikan sistem monitoring pengolahan air limbah berbasis elektrokoagulasi yang terintegrasi dengan teknologi Internet of Things (IoT). Sistem ini dilengkapi sensor pH, TDS, dan turbidity yang dikendalikan oleh mikrokontroler ESP32 dan Programmable Logic Controller (PLC) Siemens S7-1200. Data dari sensor dikirim melalui protokol Modbus TCP/IP ke platform monitoring Node-RED, serta disimpan dalam PostgreSQL dan divisualisasikan melalui Grafana.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu membaca parameter air secara real-time, mengendalikan proses elektrokoagulasi secara otomatis, dan memberikan alarm ketika kondisi air tidak memenuhi standar. Sistem juga mampu melakukan recirculation air secara otomatis hingga parameter air kembali normal. Dengan keberhasilan integrasi perangkat keras dan perangkat lunak, sistem ini terbukti efektif dan efisien dalam pengolahan air limbah domestik serta layak dikembangkan lebih lanjut untuk skala industri kecil.

Kata Kunci : Elektrokoagulasi, ESP32, PLC, Sensor pH, Sensor TDS, Sensor *Turbidity*, Sistem Monitoring



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

ABSTRACT

Water pollution caused by untreated domestic wastewater remains a major environmental and public health issue. Electrocoagulation is a promising and eco-friendly method that uses electrodes to generate coagulants for pollutant removal. However, conventional electrocoagulation processes are often manual and lack automatic control and real-time monitoring systems.

This research aims to design and implement a wastewater treatment monitoring system based on electrocoagulation, integrated with Internet of Things (IoT) technology. The system incorporates pH, TDS, and turbidity sensors, controlled by an ESP32 microcontroller and a Siemens S7-1200 Programmable Logic Controller (PLC). Sensor data is transmitted via Modbus TCP/IP to the Node-RED platform, stored in a PostgreSQL database, and visualized using Grafana.

The testing results indicate that the system successfully reads water parameters in real-time, automatically controls the electrocoagulation process, and triggers alarms when the water quality does not meet the standard. It also performs automatic water recirculation until the desired water quality is achieved. The successful integration of hardware and software demonstrates the system's effectiveness and efficiency in treating domestic wastewater and its potential for small-scale industrial applications.

Keyword : *Electrocoagulation, ESP32, Monitoring System, Programmable Logic Controller, pH Sensor, Turbidity Sensor, TDS Sensor*



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 Sampul	i
Halaman Pernyataan Orisinalitas.....	ii
Lembar pengesahan skripsi.....	iii
Kata pengantar	iv
Abstrak.....	v
<i>Abstract</i>	vi
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xii
Daftar Lampiran.....	xiii
1. Bab I Pendahuluan	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Luaran	3
2. bab II tinjauan pustaka	4
2.1 Penelitian Terdahulu.....	4
2.2 Sistem Monitoring.....	5
2.2.1 <i>Internet of Things (IoT)</i>	5
2.2.2 Platform Monitoring	6
2.3 Proses Elektrokoagulasi	7
2.4 <i>Programmable Logic Control (PLC)</i>	7
2.4.1 Bahasa Pemrograman PLC	7
2.4.2 <i>Software</i> Pemrograman PLC (Tia Portal)	8



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

2.5	ESP 32	8
2.6	Sensor	9
2.6.1	Sensor pH	10
2.6.2	Sensor TDS	11
2.6.3	Sensor <i>Turbidity</i>	11
3.	Bab III Perencanaan dan Realisasi	13
3.1	Rancangan Alat	13
3.1.1	Deskripsi Alat	14
3.1.2	Cara Kerja Alat	15
3.1.3	Spesifikasi Alat	17
3.1.4	Blok Diagram	19
3.1.5	Diagram Pengawatan	19
3.1.6	Desain Alat	22
3.1.7	Desain Penelitian	24
3.2	Realisasi Alat	26
3.2.1	<i>Mapping</i> I/O pada PLC	27
3.2.2	Konfigurasi ESP 32	28
3.2.3	Konfigurasi Postgresql	37
3.2.4	Konfigurasi Grafana	38
3.2.5	Konfigurasi Node Red	39
4.	Bab IV Pembahasan	42
4.1	Pengujian Program PLC	42
4.1.1	Deskripsi Pengujian	42
4.1.2	Prosedur Pengujian	42
4.1.3	Data Hasil Pengujian	43
4.1.4	Analisis Data	44



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

4.2	Pengujian Modbus TCP	50
4.2.1	Deskripsi Pengujian	50
4.2.2	Prosedur Pengujian	50
4.2.3	Data Hasil Pengujian.....	51
4.2.4	Analisis Data	53
4.3	Pengujian Alarm.....	53
4.3.1	Deskripsi Pengujian	53
4.3.2	Prosedur Pengujian	54
4.3.3	Data Hasil Pengujian.....	54
4.3.4	Analisis Data	55
Bab V	Penutup	56
Daftar Pustaka.....		58
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS		62
Daftar Lampiran.....		63

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 ESP 32.....	8
Gambar 2. 2 Sensor pH.....	10
Gambar 2. 3 Sensor TDS	11
Gambar 2. 4 Sensor Turbidity.....	12
Gambar 3. 1 Flowchart Cara Kerja Alat	17
Gambar 3. 2 Blok Diagram.....	19
Gambar 3. 3 Diagram Pengkabelan Sistem Kontrol PLC	19
Gambar 3. 4 Wiring Diagram Daya DC 12V Panel Sistem Monitoring	20
Gambar 3. 5 Wiring Diagram Daya AC Panel Sistem Monitoring	20
Gambar 3. 6 Wiring Diagram Daya DC 24V Panel Sistem Monitoring	21
Gambar 3. 7 Desain Alat tampak samping	23
Gambar 3. 8 Desain alat tampak depan	23
Gambar 3. 9 Alur kegiatan.....	24
Gambar 3. 11 Alat tampak depan.....	26
Gambar 3. 10 Alat tampak samping	26
Gambar 3. 12 Pembuatan server postgresql	37
Gambar 3. 13 Tabel Postgresql	38
Gambar 3. 14 Konfigurasi Grafana	39
Gambar 3. 15 Alur node pada node-red.....	40
Gambar 3. 16 Konfigurasi node postgresql	41
Gambar 4. 1 Sekuensial pertama	45
Gambar 4. 2 Sekuensial Kedua.....	46
Gambar 4. 3 Sekuensial Ketiga	47
Gambar 4. 4 Sekuensial keempat.....	48
Gambar 4. 5 Sekuensial Kelima	49
Gambar 4. 6 Grafik pada grafana	51
Gambar 4. 7 Parameter pada PLC	51
Gambar 4. 8 Parameter pada Postgresql.....	51
Gambar 4. 9 Gauge pada node-red	52
Gambar 4. 10 Alarm menyala.....	54
Gambar 4. 11 Kondisi WLC Low.....	54



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 4. 12 Kondisi WLC High	55
Gambar 4. 13 Alarm Tidak Aktif	55





Hak Cipta :

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

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat	18
Tabel 3. 2 Alamat Input PLC	27
Tabel 3. 3 Alamat output PLC	27
Tabel 3. 4 Alamat output PLC Extend	28
Tabel 3. 5 Konfigurasi Memori Bit.....	28
Tabel 4. 1 Pengujian program PLC.....	43
Tabel 4. 2 Pengujian Alarm	54





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 tampilan dashboard node-red	63
Lampiran 2 Parameter Kualitas air di TIA portal	63
Lampiran 3 Saat pompa pada penampungan awal menyala.....	64
Lampiran 4 Proses Elektroagulasi kedua.....	64
Lampiran 5 Pengujian sensor menggunakan layar OLED	64
Lampiran 6 Bak Penampungan Awal.....	65
Lampiran 7 Pengecatan Rangka	65
Lampiran 8 Pemasangan Pipa.....	65



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

Pencemaran air akibat pembuangan limbah tanpa pengolahan yang memadai menjadi isu lingkungan yang serius dan berdampak luas terhadap kesehatan masyarakat. Menurut laporan *United Nations Environment Programme* (UNEP, 2025), lebih dari 80% limbah domestik di seluruh dunia dibuang tanpa melalui proses pengolahan. Limbah cair yang mengandung zat berbahaya seperti logam berat, senyawa organik, dan bahan kimia toksik dapat mencemari sumber air bersih jika tidak ditangani secara efektif (Ekoputri, et al., 2024).

Di Indonesia, permasalahan limbah cair domestik juga cukup mengkhawatirkan. Banyak masyarakat masih membuang air limbah rumah tangga secara langsung ke lingkungan tanpa proses pengolahan (Kholif, 2020). Data Statistik Lingkungan Hidup Indonesia tahun 2020 menunjukkan bahwa 57,42% rumah tangga membuang limbah ke sungai, 18,71% ke lubang tanah, dan hanya 10,26% yang menggunakan tangki septik (Marhayuni & Faizi, 2022). Kondisi ini mengindikasikan kurangnya kesadaran akan pentingnya sistem pengelolaan limbah yang layak, yang berdampak pada penurunan kualitas air dan kesehatan lingkungan.

Berbagai metode konvensional seperti filtrasi dengan media kerikil, pasir kuarsa, ijuk, dan zeolit telah digunakan dalam pengolahan air limbah. Namun, metode ini belum optimal dalam menurunkan kadar logam berat dan menstabilkan pH air (Sulianto, Shirajjudin Aji, & Alkahi, 2020). Oleh karena itu, dibutuhkan pendekatan teknologi yang lebih menyeluruh, efisien, dan ramah lingkungan.

Salah satu metode yang menjanjikan adalah elektrokoagulasi, yang menggunakan elektroda logam untuk menghasilkan ion koagulan guna mengendapkan polutan dalam air limbah (Amri, Destinefa, & Zultiniar, 2020). Metode ini terbukti mampu mengurangi kekeruhan, logam berat, dan menstabilkan pH tanpa memerlukan bahan kimia tambahan, sehingga lebih ramah lingkungan (Kusumaningtyas, et al., 2024).



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

Namun, proses elektrokoagulasi sering kali masih dilakukan secara manual tanpa kontrol parameter yang presisi. Penelitian menunjukkan bahwa pengaturan arus listrik sangat mempengaruhi efisiensi, misalnya peningkatan arus dapat menurunkan kekeruhan hingga 37,68% dan meningkatkan kadar oksigen terlarut sebesar 92,59% (Sutanto, et al., 2024). Oleh karena itu, diperlukan sistem otomatis yang mampu mengatur parameter proses secara *real-time* dan terintegrasi dengan sensor untuk meningkatkan efektivitas pengolahan limbah.

Seiring berkembangnya teknologi otomasi, konsep *Internet of Things* (IoT) turut berperan penting dalam pengembangan sistem pengolahan air limbah modern. IoT merupakan pendekatan teknologi yang menghubungkan perangkat fisik dengan jaringan melalui sensor dan perangkat lunak, sehingga memungkinkan proses pemantauan dan pengendalian dilakukan secara otomatis dan *real-time*. Teknologi ini telah menjadi bagian dari gelombang inovasi digital yang mendorong kemajuan dalam berbagai bidang, termasuk sistem pemantauan lingkungan dan pengolahan limbah (Guo, Goodchild, & Annoni, 2020).

Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pengolahan air limbah berbasis elektrokoagulasi yang dilengkapi kontrol otomatis dan pemantauan sensorik. Diharapkan sistem ini mampu meningkatkan efisiensi pengolahan, mengurangi ketergantungan pada operator, serta mendukung pengembangan teknologi ramah lingkungan yang adaptif dan mudah diimplementasikan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring pengolahan limbah cair domestik menggunakan metode elektrokoagulasi?
2. Bagaimana mengimplementasikan sistem monitoring berbasis sensor dan mikrokontroler untuk mengawasi parameter kualitas air secara *real-time*?



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

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Merancang sistem monitoring pengolahan limbah cair domestik berbasis elektrokoagulasi untuk menurunkan parameter pencemar seperti pH, kekeruhan, dan TDS secara efektif.
2. Implementasi sistem monitoring berbasis sensor dan mikrokontroler untuk pemantauan parameter kualitas air secara *real-time*.

1.4 Luaran

Luaran dari penelitian ini mencakup:

1. Prototipe sistem pengolahan limbah cair domestik berbasis elektrokoagulasi yang dilengkapi sistem kontrol otomatis dan monitoring sensorik.
2. Analisis efektivitas sistem dalam menurunkan parameter pencemar.
3. Dokumentasi perancangan, implementasi, dan hasil pengujian sistem.
4. Artikel Ilmiah yang dipublikasikan dalam jurnal atau konferensi nasional di bidang Teknik Elektro atau otomasi industri.

**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

BAB V PENUTUP

Kesimpulan :

1. Sistem monitoring pengolahan limbah cair domestik berhasil dirancang menggunakan metode elektrokoagulasi yang terintegrasi dengan kontrol otomatis berbasis PLC dan mikrokontroler ESP32. Rancangan ini mencakup tahapan elektrokoagulasi bertingkat, penggunaan elektroda aluminium, serta pengendalian aliran air, pompa, dan katup secara otomatis berdasarkan logika ladder pada PLC.
2. Sistem monitoring berhasil diimplementasikan dengan mengintegrasikan sensor pH, TDS, dan turbidity untuk membaca parameter kualitas air secara real-time. Data dari sensor dikirim melalui protokol komunikasi Modbus TCP/IP ke platform Node-RED, disimpan dalam database PostgreSQL, dan divisualisasikan melalui dashboard Grafana. Sistem ini juga dilengkapi fitur alarm otomatis dan recirculation yang aktif saat nilai parameter berada di luar ambang batas, sehingga memungkinkan pemantauan dan pengendalian kualitas air secara adaptif dan efisien.

**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

Saran :

Untuk pengembangan dan penyempurnaan sistem di masa mendatang, penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Sistem dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur kontrol umpan balik otomatis (feedback control) berdasarkan nilai sensor, sehingga sistem tidak hanya memantau, tetapi juga mampu menyesuaikan waktu proses atau intensitas arus elektroda secara dinamis sesuai kebutuhan kualitas air.
2. Integrasi sistem dengan SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) disarankan agar proses pengawasan, pengendalian, dan pencatatan data dapat dilakukan secara lebih terpusat, efisien, dan akurat dalam skala industri. SCADA memungkinkan pemantauan dan kontrol sistem dari jarak jauh serta menyediakan histori data yang bermanfaat untuk analisis performa sistem jangka panjang.
3. Penambahan Human Machine Interface (HMI) fisik akan meningkatkan kemudahan operasional di lapangan. HMI memungkinkan operator untuk memantau dan mengendalikan sistem secara langsung tanpa harus bergantung pada antarmuka berbasis web atau komputer, sehingga mempercepat pengambilan keputusan dalam kondisi darurat.
4. Perawatan berkala terhadap elektroda dan sensor sangat disarankan untuk menjaga akurasi pengukuran, memperpanjang umur pakai alat, serta memastikan bahwa proses elektrokoagulasi tetap berjalan secara optimal tanpa gangguan akibat fouling atau kerusakan sensor.

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

- Shahedi, A., Darban, A. K., Taghipour, F., & Jamshidi-Zanjani, A. (2020). A review on industrial wastewater treatment via electrocoagulation processes. *Current Opinion in Electrochemistry*, 22, 154–169.
- Aditya, R., Pranatawijaya, V. H., & Adidyana A.P, P. B. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Monitoring Kegiatan Menggunakan Metode Prototype. *JOINTECOMS (Journal of Information Technology and Computer Science)*, 47-57.
- Ahmadpanah, M. B. (2021). Securing Node-RED Applications. *Lecture Notes in Computer Science* (hal. 1-21). Gothenburg, Sweden: Springer.
- Amri, I., Destinefa, P., & Zultiniar. (2020). Pengolahan limbah cair tahu menjadi air bersih dengan metode elektrokoagulasi secara kontinyu . *Chempublish Journal*, 57-67.
- Aziezah, N., Sholihah, W., Novianty, I., Romadhona, M., & Mardiyono, A. (2023). Sipekernik: Sistem Pemantau Kekeruhan Air dan Pengairan pada Akuaponik Menggunakan Sensor *Turbidity*, LDR, dan Water Level. *JTIM : Jurnal Teknologi Informasi dan Multimedia*, 262-271.
- Cameron, N. (2023). Application of Communication Protocols With ESP32 Microcontroller. Dalam N. Cameron, *ESP32 Formats and Communication* (hal. 1-54). Edinburgh, UK: Apress Berkeley, CA.
- Chairunnisa, I., & Wildian. (2022). Rancang Bangun Alat Pemantau Biaya Pemakaian Energi Listrik Menggunakan Sensor PZEM-004T dan Aplikasi Blynk. *Jurnal Fisika Unand*, 249-255.



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

- Chuzaini, F., & Dzulkiflih. (2022). IoT MONITORING KUALITAS AIR DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR SUHU, pH, DAN *TOTAL DISSOLVED SOLIDS* (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia (IFI)*, 46-56.
- Ekoputri, S. F., Rahmatunnisa, A., Nulfaidah, F., Ratnasari, Y., Djaeni, M., & Agustina, S. D. (2024). Pengolahan Air Limbah dengan Metode Koagulasi Flokulasi pada Industri Kimia. *Jurnal Serambi Engineering (JSE)*, 9(3), 7781–7787.
- Guo, H., Goodchild, M. F., & Annoni, A. (2020). *Manual of Digital Earth*. Beijing, China: Springer Nature.
- Hercog, D., Lerher, T., Truntic, M., & Tezak, O. (2023). Design and Implementation of ESP32-Based IoT Devices. *MDPI*, 5.
- Hosseinzadeh, H. (2024). *PLC programming and simulation with TIA Portal software*. Torino, Italia: Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Mechatronic Engineering (Ingegneria Meccatronica).
- Jo, J., Jo, B., Kim, J., Kim, S., & Han, W. (2020). Development of an IoT-Based Indoor Air Quality Monitoring Platform. *Hindawi Journal Of Sensors*, 14.
- Kholif, M. A. (2020). *PENGELOLAAN AIR LIMBAH DOMESTIK*. SURABAYA: SCOPINDO MEDIA PUSTAKA.
- Kusumaningtyas, A. B., Kamil, I., Mulyadi, W. H., Denish, Azuri, A. S., & Hakim, B. R. (2024). *Internet of Things (IoT) Implementation in Electrocoagulation Method for Wastewater Treatment: A Case Study on Part Per Million (PPM) Analysis. 2024 7th International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)* (hal. 918-924). Jakarta: Politeknik Negeri Jakarta.
- Laghari, A.A., Wu, K., Laghari, R.A. *et al*. RETRACTED ARTICLE: A Review and State of Art of *Internet of Things (IoT)*. *Arch Computat Methods Eng* **29**, 1395–1413 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11831-021-09622-6>.

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

- Dwiyaniti, M., Silawardono, Sutarna, N., Haryani, Y., Widjajanto, D., Abdullah, H., Amanda, N., & C.S, R. A. (2024). Implementasi Penerangan Jalan Umum Hibrid Energi Matahari dan Angin Berbasis *Internet of Things*. *Prosiding Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV)*, 101–110.
- Manjakkal, L., Dervin, S., & Dahiya, R. (2020). Flexible potentiometric pH sensors for wearable. *Royal Society of Chemistry*, 8594-8617.
- Marhayuni, Y., & Faizi, M. N. (2022). PEMBUATAN IPAL (INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH) BERSISTEM ABR (AEROBIC BAFFLED REACTOR) UNTUK MENGATASI LIMBAH DOMESTIK SEBAGAI PENGAMALAN Q.S AL A'RAF AYAT 56. *PROSIDING KONFERENSI INTEGRASI INTERKONEKSI ISLAM DAN SAINS*, 34-38.
- Rahmadhani, V., & Arum, W. (2022). Literature Review Internet Of Think (IoT): Sensor, Konektifitas dan QR Code. *Jurnal Manajemen Pendidikan dan Ilmu Sosial*, 573-582.
- Sonny, & Rizki, S. N. (2021). PENGEMBANGAN SISTEM PRESENSI KARYAWAN DENGAN TEKNOLOGI GPS BERBASIS WEB PADA PT BPR DANA MAKMUR. *Jurnal Comasie*, 52-58.
- Sulianto, A. A., Shirajjudin Aji, A. D., & Alkahi, M. F. (2020). Rancang Bangun Unit Filtrasi Air Tanah untuk Menurunkan Kekeruhan dan Kadar mangandengan Aliran Upflow. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 72-80.
- Sutanto, Supriyanto, T., Kurniawati, N., Prasetya, I., Febriyanti, D. I., & Widjajanto, D. (2024). Pengaruh Arus Listrik terhadap Kelarutan Oksigen pada Perpaduan Proses Aerasi dan Elektrokoagulasi Air Kolam Ikan. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro*, 50–56.
- UNEP. (2025, May 5). *UN Environment Programme*. Diambil kembali dari UNEP: <https://www.unep.org/topics/ocean-seas-and-coasts/ecosystem-degradation-pollution>

Yeong, D. J., Hernandez, G. V., Barry, J., & Walsh, J. (2021). Sensor and Sensor Fusion Technology in Autonomous Vehicles: A Review. *MDPI*, 1-37.

Yuono, & Fauziyah, S. H. (2025). PENGGUNAAN METODE ELEKTROKOAGULASI MENGGUNAKAN ELEKTRODA ALUMUNIUM DAN TEMBAGA PADA PENGOLAHAN AIR LIMBAH. *Kocenin Serial Konferensi No. 1 (2025): Seminar Nasional Pengkajian dan Penerapan Sains Teknologi 2025* (hal. 1-7). Bandung: Institut Teknologi Nasional Bandung .



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

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 RIWAYAT HIDUP PENULIS



Muhammad Farel Julianugraha

Lulus dari SDN Tarikolot 4 pada tahun 2013, SMPN 2 Citeureup pada tahun 2016, dan SMAN 1 Citeureup pada tahun 2019. Menempuh Pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi D-4 Teknik Otomasi Listrik Industri

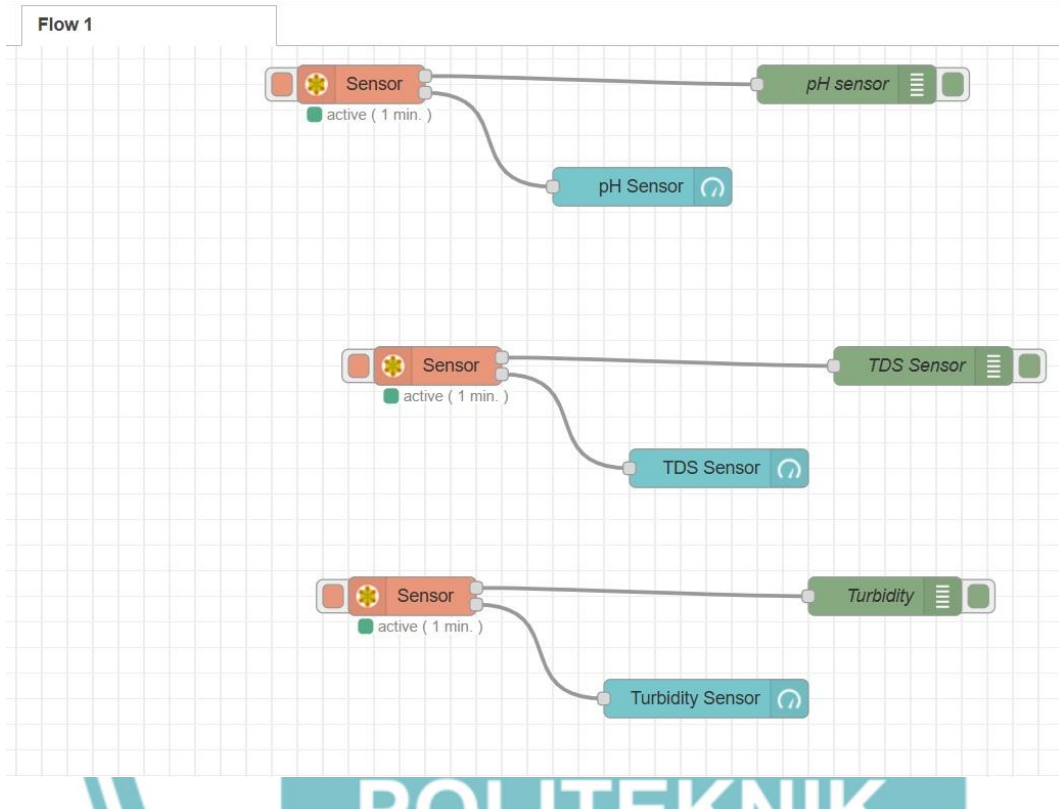


Hak Cipta :

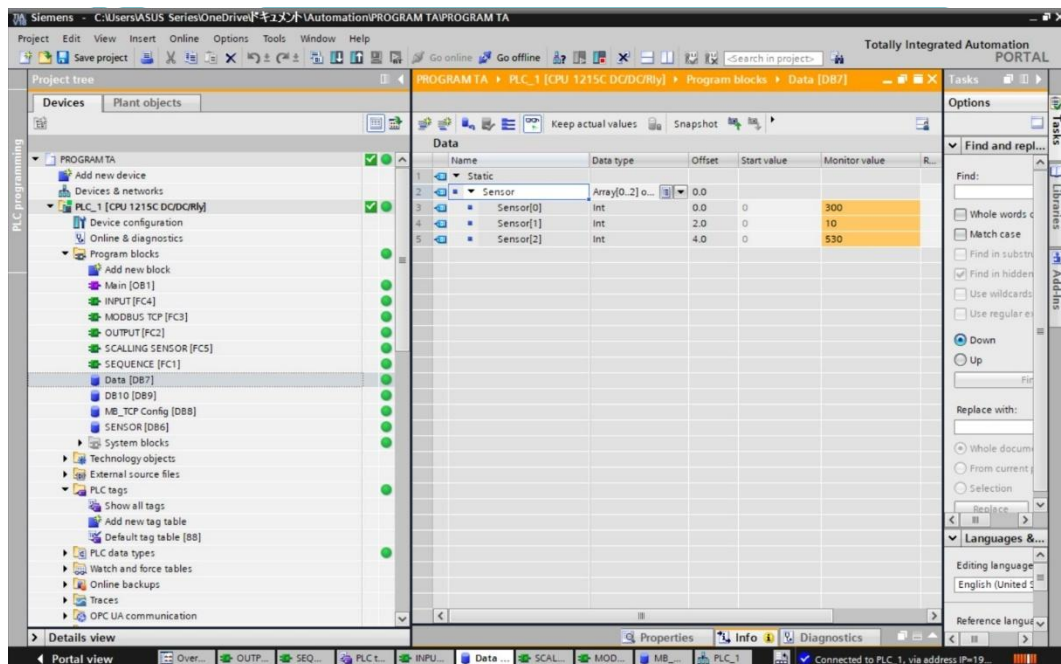
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan 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 LAMPIRAN

Lampiran 2 tampilan dashboard node-red



Lampiran 1 Parameter Kualitas air di TIA portal





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 4 Proses Elektroagulasi kedua



Lampiran 3 Saat pompa pada penampungan awal menyala



Lampiran 5 Pengujian sensor menggunakan layar OLED



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 6 Bak Penampungan Awal



Lampiran 8 Pemasangan Pipa



Lampiran 7 Pengecatan Rangka

