



© 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



**UJI KINERJA ALAT PENGOLAHAN AIR LIMBAH BERBASIS
TEKNOLOGI *ELECTROCOAGULATION***

TUGAS AKHIR

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

**Mochammad Firza Fadilla
2203311057**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
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



**UJI KINERJA ALAT PENGOLAHAN AIR LIMBAH BERBASIS
TEKNOLOGI *ELECTROCOAGULATION***

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Diploma**

**Mochammad Firza Fadilla
2203311057**

**PROGRAM STUDI D3 TEKNIK LISTRIK
JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA
2025**



HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS

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

Nama : Mochammad Firza Fadilla

NIM : 2203311057

Tanda Tangan :

Tanggal : 14 Juli 2025

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Hak Cipta :

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



Hak Cipta :

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

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

Tugas Akhir diajukan oleh :

Nama : Mochammad Firza Fadilla
NIM : 2203311057
Program Studi : D3 Teknik Listrik
Judul Tugas Akhir : Uji Kinerja Alat Pengolahan Air Limbah Berbasis Teknologi
Electrocoagulation

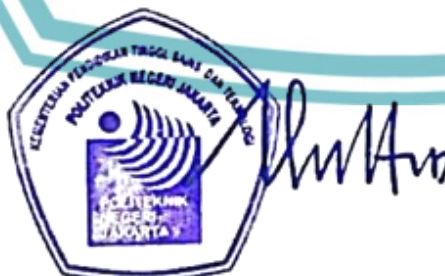
Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Tugas Akhir pada 30 Juni 2025 dan dinyatakan **LULUS**.

Pembimbing I : Wisnu Hendri Mulyadi, S.T., M.T. TTD.
NIP. 198201242014041002
Pembimbing II : Ir. Danang Widjajanto, M.T., M. Kom. TTD.
NIP. 196609012000121001

Depok, 14 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

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir ini dapat diselesaikan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Diploma Tiga di Politeknik

Penulis menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tugas akhir ini, sangatlah sulit bagi penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Wisnu Hendri Mulyadi, S.T., M.T. dan Ir. Danang Widjanto, M.T., M. Kom. selaku dosen pembimbing yang telah menyediakan waktu, tenaga, serta pikiran untuk mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
2. 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;
3. Kedua orang tua tercinta, serta saudara kandung penulis, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, dan dukungan baik secara moral maupun material selama proses penyusunan Tugas Akhir ini;
4. Rekan satu kelompok yang telah memberikan kontribusi, kerjasama, dan dedikasi dalam penyusunan Tugas Akhir ini; dan
5. Kepada seseorang yang kehadirannya sangat berarti, Wike Herawati, terima kasih atas kesediaannya mendengarkan keluhan penulis, memberikan dukungan, semangat, tenaga, serta kontribusi nyata dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.

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

Depok, 14 Juli 2025

Mochammad Firza Fadilla



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

ABSTRAK

Permasalahan limbah cair domestik yang terus meningkat memerlukan solusi pengolahan yang efektif, dan terjangkau. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kinerja alat pengolahan air limbah berbasis elektrokoagulasi yang dilengkapi sistem kontrol otomatis menggunakan PLC serta pemantauan kualitas air secara real-time berbasis mikrokontroler ESP32. Sampel air kolam digunakan sebagai media uji dengan parameter yang diamati meliputi pH, *total dissolved solids* (TDS), dan *turbidity*. Proses pengolahan dilakukan selama 15 hingga 60 menit dengan interval 15 menit untuk mengamati perubahan karakteristik air, konsumsi energi, dan estimasi biaya listrik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa arus listrik menurun dari 0,64 A pada menit ke-15 menjadi 0,51 A pada menit ke-60 seiring dengan terbentuknya endapan flok yang memengaruhi hambatan sistem. Sementara itu, energi listrik terus meningkat dari 1,92 Wh menjadi 6,12 Wh akibat durasi operasi yang bertambah. Konsumsi energi spesifik tercatat berkisar antara 0,096 hingga 0,306 Wh per liter air, dengan estimasi biaya listrik sebesar Rp2,77 hingga Rp8,84 per siklus proses berdasarkan tarif listrik nasional. Penelitian ini mengkaji aspek teknis dan ekonomis dari sistem yang dirancang sebagai alternatif pengolahan air limbah skala kecil dengan pemanfaatan teknologi kontrol dan monitoring berbasis IoT.

Kata kunci: air limbah, elektrokoagulasi, energi, ESP32, PLC, 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 mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Politeknik Negeri Jakarta

ABSTRACT

The increasing volume of domestic wastewater demands an effective and affordable treatment solution. This study aims to evaluate the performance of a wastewater treatment device based on electrocoagulation technology, equipped with automatic control using a PLC and real-time water quality monitoring via ESP32 microcontroller. Pond water was used as the test sample, with observed parameters including pH, total dissolved solids (TDS), and turbidity. The treatment process was conducted for 15 to 60 minutes at 15-minute intervals to observe changes in water quality, energy consumption, and estimated operating cost. The test results showed that the electric current decreased from 0.64 A at 15 minutes to 0.51 A at 60 minutes, influenced by the buildup of floc deposits that increased system resistance. Meanwhile, energy consumption continued to rise, from 1.92 Wh to 6.12 Wh, due to the longer operation time. The specific energy consumption ranged from 0.096 to 0.306 Wh per liter of water, with an estimated electricity cost of Rp2.77 to Rp8.84 per cycle based on the national tariff. This study examines both the technical and economic aspects of a compact wastewater treatment system enhanced by IoT-based control and monitoring technology.

Key words: electrocoagulation, energy, ESP32, PLC, sensors, wastewater

**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 ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINILITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Luaran	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Limbah Domestik.....	3
2.2 Sumber dan Karakteristik Limbah Domestik.....	3
2.2.1 Sumber Limbah Domestik	3
2.2.2 Karakteristik Limbah Domestik.....	3
2.3 Baku Mutu Air	6
2.4 Elektrokoagulasi.....	7
2.5 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Proses Elektrokoagulasi	8
2.6 <i>Programmable Logic Controller</i> (PLC).....	9
2.7 ESP32.....	10
2.8 Sensor pH.....	11



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

2.9 Sensor TDS	12
2.10 Sensor <i>Turbidity</i>	13
2.11 Perhitungan Energi Listrik dalam Proses Elektrokoagulasi	13
2.12 Biaya Energi Listrik dalam Proses Elektrokoagulasi	14
BAB III PERENCANAAN DAN REALISASI	16
3.1 Rancangan Alat	16
3.1.1 Deskripsi Alat	16
3.1.2 Cara Kerja Alat	17
3.1.3 Spesifikasi Alat	20
3.1.4 Diagram Blok	21
3.2 Realisasi Alat	22
3.2.1 Integrasi Komponen Fisik	22
3.2.2 Proses Elektrokoagulasi	22
3.2.3 Arus Listrik pada Proses Elektrokoagulasi	24
3.2.4 Sistem Monitoring Kualitas Air	24
BAB IV PEMBAHASAN	25
4.1 Pengujian I	25
4.1.1 Deskripsi Pengujian	25
4.1.2 Prosedur Pengujian	25
4.1.3 Data Hasil Pengujian	26
4.1.4 Analisa Data	29
4.2 Pengujian II	31
4.2.1 Deskripsi Pengujian	32
4.2.2 Prosedur Pengujian	32
4.2.3 Data Hasil Pengujian	32
4.2.4 Analisis Data	35



© 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

BAB V PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA.....	39
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	41
DAFTAR LAMPIRAN	42



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 GAMBAR

Gambar 2.1 Proses Elektrokoagulasi	8
Gambar 2.2 Blok Diagram PLC dengan I/O	10
Gambar 2.3 Komponen Utama Ladder Logic.....	10
Gambar 2. 4 Sensor pH 4502C	12
Gambar 2. 5 Sensor TDS (Total Disolved Solids)	13
Gambar 2. 6 Sensor Turbidity	13
Gambar 3. 1 Desain Alat	17
Gambar 3. 2 Flowchart.....	19
Gambar 3.3 Diagram Blok	21
Gambar 3. 4 Proses Elektrokoagulasi Tangki Proses 1	23
Gambar 3. 5 Proses Elektrokoagulasi Tangki Proses 2.....	23
Gambar 4. 1 Visualisi Parameter Sebelum Proses Elektrokoagulasi	27
Gambar 4. 2 Visualisasi Parameter Setelah Proses Elektrokoagulasi Selama 15 Menit	27
Gambar 4. 3 Visualisasi Parameter Setelah Proses Elektrokoagulasi Selama 30 Menit	28
Gambar 4. 4 Visualisasi Parameter Setelah Proses Elektrokoagulasi Selama 45 Menit	28
Gambar 4. 5 Visualisasi Parameter Setelah Proses Elektrokoagulasi Selama 60 Menit	29
Gambar 4. 6 Grafik Karakteristik Parameter pH Selama Proses Elektrokoagulasi ...	29
Gambar 4. 7 Grafik Karakteristik Parameter TDS Selama Proses Elektrokoagulasi.	30
Gambar 4. 8 Grafik Karakteristik Parameter Turbidity Selama Proses Elektrokoagulasi	31
Gambar 4. 9 Grafik Karakteristik Komsumsi Arus, Daya dan Energi Selama Proses Elektrokoagulasi.....	35



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 2.1 Standar Baku Mutu Air	7
Tabel 2.2 Perbedaan ESP32 dengan ESP8266.....	11
Tabel 3. 1 Spesifikasi Alat.....	20
Tabel 3. 2 Arus Selama Proses Elektrokoagulasi	24
Tabel 4. 1 Parameter air setelah dilakukan proses elektrokoagulasi	26
Tabel 4. 2 Data Komsumsi Energi Selama Proses Elektrokoagulasi	32
Tabel 4. 3 Data Komsumsi Energi Selama Proses Elektrokoagulasi per Liter	33
Tabel 4. 4 Cost Selama Proses Elektrokoagulasi	34





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 Pengelasan Rangka	42
Lampiran 2 Pengeleman Tangki Akrilik	43
Lampiran 3 Pengecetan Rangka.....	44
Lampiran 4 Plumbing Rangka	45
Lampiran 5 Pemasangan Komponen dan Wiring Panel.....	46
Lampiran 6 Foto Alat Tampak Depan	47
Lampiran 7 Foto Alat Tampak Samping	48
Lampiran 8 Foto Panel Bagian Luar	49
Lampiran 9 Foto Panel Bagian Dalam.....	50
Lampiran 10 Link Dokumentasi Video Pengujian dan Kinerja Alat	51

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

Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas domestik di Indonesia telah menyebabkan lonjakan volume limbah cair rumah tangga, yang berasal dari kegiatan seperti mencuci, mandi, dan memasak. Jika tidak dikelola dengan baik, limbah ini dapat mencemari lingkungan, merusak ekosistem perairan, dan membahayakan kesehatan masyarakat. Di daerah yang padat penduduk dan sulit mengakses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), pengelolaan limbah sering kali belum dianggap hal yang penting. Sekitar 85% limbah cair domestik dibuang langsung ke badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu (Kholif & Sugito, 2020), sehingga diperlukan solusi alternatif yang efektif.

Salah satu metode yang menjanjikan adalah elektrokoagulasi, yaitu proses pengolahan limbah menggunakan elektroda (anoda dan katoda) berbahan aluminium atau besi yang dialiri arus listrik searah (DC) untuk mengendapkan kontaminan seperti logam berat, senyawa organik, dan partikel tersuspensi (Iswanto dkk., 2009 dalam Fawrin & Widayatno, 2020). Metode ini tidak memerlukan banyak bahan kimia tambahan dan dapat dirancang dalam bentuk alat sederhana skala rumah tangga.

Tugas Akhir ini bertujuan untuk merancang alat pengolahan air limbah berbasis elektrokoagulasi dengan sistem terintegrasi, mengombinasikan kontrol otomatis menggunakan PLC dan pemantauan berbasis IoT. Alat ini dirancang secara bertingkat (*cascade*), dilengkapi mekanisme pembersih elektroda, serta sensor TDS, pH, dan *turbidity* untuk memungkinkan evaluasi kualitas air secara *real-time*. Melalui penelitian ini, diharapkan diperoleh data terkait efektivitas alat dalam menurunkan parameter pencemar, serta U energi dan waktu operasi, sehingga dapat menjadi acuan pengembangan teknologi pengolahan limbah skala kecil yang ramah lingkungan dan aplikatif di permukiman.

1.2 Perumusan Masalah

Guna mengevaluasi uji kinerja alat, maka permasalahan dalam penelitian tugas akhir ini dirumuskan ke dalam beberapa pertanyaan penelitian tugas akhir sebagai berikut:



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. Bagaimana kinerja alat pengolahan air limbah dengan metode elektrokoagulasi dan pengaruh waktu kontak dalam menurunkan kadar pH, TDS dan *turbidity*?
2. Bagaimana konsumsi energi listrik pada proses elektrokoagulasi dalam kaitannya dengan penurunan kadar pH, TDS, dan *turbidity*?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui kinerja alat pengolahan air limbah yang menggunakan metode elektrokoagulasi, serta menganalisis pengaruh waktu kontak terhadap penurunan nilai pH, TDS (*Total Dissolved Solids*), dan *turbidity* pada air limbah.
2. Untuk mengetahui besar konsumsi energi listrik selama proses elektrokoagulasi, serta mengevaluasi hubungannya dengan efektivitas penurunan kadar pH, TDS, dan *turbidity*.

1.4 Luaran

Adapun luaran yang dihasilkan dari penelitian tugas akhir ini meliputi:

1. Terciptanya prototipe alat pengolahan air limbah berbasis teknologi elektrokoagulasi yang telah dirancang dan diuji secara langsung terhadap limbah cair domestik dengan parameter tertentu.
2. Dokumentasi ilmiah dalam bentuk laporan tugas akhir, yang dapat menjadi referensi untuk penelitian lanjutan atau penerapan di bidang pengolahan limbah skala domestik.

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

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan:

1. Alat pengolahan air limbah berbasis elektrokoagulasi terbukti efektif menurunkan parameter pencemar, yaitu pH dari 8,5 menjadi 7,8, TDS dari 47 mg/L menjadi 19 mg/L, dan turbidity dari 168 NTU menjadi 24 NTU. Penurunan paling signifikan terjadi pada menit 0–15, saat arus masih tinggi dan reaksi elektrokimia berlangsung optimal.
2. Arus listrik selama proses elektrokoagulasi mengalami penurunan dari 0,64 A pada menit ke-15 menjadi 0,51 A pada menit ke-60. Penurunan ini terjadi karena terbentuknya lapisan flok pada permukaan elektroda dan meningkatnya akumulasi gelembung gas yang menambah hambatan aliran arus. Selain itu, berkurangnya ion aktif dalam larutan juga menyebabkan reaksi berjalan lebih lambat seiring waktu.
3. Daya listrik sistem tetap stabil karena tegangan dijaga pada 12 volt, namun total energi meningkat dari 1,92 Wh menjadi 6,12 Wh seiring lamanya proses, sehingga meskipun reaksi melambat, konsumsi energi tetap bertambah, konsumsi energi spesifik per liter juga naik dari 0,096 menjadi 0,306 Wh/L sesuai dengan durasi, dengan biaya listrik operasional yang tetap rendah, yakni sekitar Rp2,77 hingga Rp8,84 per siklus, sehingga sistem ini dinilai hemat dan layak digunakan pada skala rumah tangga.
4. Secara keseluruhan, alat ini terbukti efektif dan ekonomis, menjawab kebutuhan akan teknologi pengolahan limbah cair skala kecil yang ramah lingkungan, mudah dioperasikan, serta berpotensi diterapkan secara luas dalam pengelolaan air limbah domestik.



© 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

5.2 Saran

1. Pengujian lebih lanjut menggunakan jenis air limbah yang berbeda (misalnya limbah industri ringan atau limbah dapur) untuk menguji fleksibilitas dan efektivitas alat dalam skenario yang lebih luas.
2. Integrasi data historis berbasis cloud dapat ditambahkan agar hasil monitoring tidak hanya real-time tetapi juga tersimpan untuk analisis jangka panjang.





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

- Bakkara, C. G., & Purnomo, A. (2022). KAJIAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK TERPUSAT DI INDONESIA. *Tugas Akhir*.
- Caleb, A. K., Hashim, M. H. B. M., & Ismail, S. (2024). Design of Wireless Based Sensor for Realtime Monitoring pH and TDS in Surface and Groundwater using IoT. *Journal of Mining and Environment*, 15(4), 1309–1320. <https://doi.org/10.22044/jme.2024.14388.2693>
- Cheniti, M., & Abdessalam, B. (2023). *An Arduino-based Water Quality Monitoring System using pH, Temperature, Turbidity, and TDS Sensors*. June. <https://www.researchgate.net/publication/371608557>
- Chuzaini, F., & Dzulkiflih. (2022). IoT Monitoring Kualitas Air dengan Menggunakan Sensor Suhu , pH , dan Total Dissolved Solids (TDS). *Jurnal Inovasi Fisika Indonesia*, 11(3), 46–56.
- Fauzi, N., Udyani, K., Zuchrillah, D. R., & Hasanah, F. (2019). Penggunaan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Elektroda Alumunium dan Besi pada Pengolahan Air Limbah Batik. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Di Industri 2019*, 100, 2013–2018.
- Fawrin, N. R., & Widayatno, T. (2020). Penurunan Kadar COD, BOD dan TSS Limbah Cair Industri Tahu dengan Metode Elektrokoagulasi Secara Kontinyu Menggunakan Elektroda Aluminium (Al). *Jurnal Proceeding of The URECOL*, 11, 72–78.
- Filliazati, M., Apriani, I., & Zahara, T. A. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik Dengan Biofilter Aerob. *Jurnal Teknologi Lingkungan Basah*, 1(1), 1–10.
- Hernaningsih, T. (2017). Reviews of Electrocoagulation Process on Waste Water Treatment Technology. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 9(1). <https://doi.org/10.29122/jrl.v9i1.1988>
- Hudedmani, M. G., Umayal, R. M., Kabberalli, S. K., & Hittalamani, R. (2017). Programmable Logic Controller (PLC) in Automation. *Advanced Journal of Graduate Research*, 2(1), 37–45. <https://doi.org/10.21467/ajgr.2.1.37-45>
- Kholif, M. Al, & Sugito. (2020). Penyisihan Kadar Amoniak Pada Limbah Cair



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

Domestik Dengan Menggunakan Sistem Constructed Wetland Bio-Rack. *Jukung (Jurnal Teknik Lingkungan)*, 6(1), 25–33.
<https://doi.org/10.20527/jukung.v6i1.8235>

Maghfirah, I. (2022). Penurunan Kadar Pencemar Pada Limbah Cair Rumah Tangga Dengan Metode Elektrokoagulasi Non Kontinu. *Tugas Akhir*, 1–36.
<https://repository.ar-raniry.ac.id/id/eprint/27361/>

Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. (2017). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 04/PRT/M/2017 Tahun 2017 tentang Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik* (pp. 1–20). BN. 2017/NO.456, Jdih.pu.go.id: 35 hlm.

Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan Esp32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 2721–9100.
<https://ojs.unm.ac.id/mediaelektrik/article/view/14193>

Pratiwi, I., & Setiorini, I. A. (2023). PENURUNAN NILAI pH, COD, TDS, TSS PADA AIR SUNGAI MENGGUNAKAN LIMBAH KULIT JAGUNG MELALUI ADSORBEN. *Jurnal Redoks*, 8(1), 55–62.
<https://doi.org/10.31851/redoks.v8i1.10830>

Rarasari, D. M. G., Restu, I. W., & Ernawati, N. M. (2018). Efektivitas Pengolahan Limbah Domestik di Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Suwung-Denpasar, Bali. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 5(2), 153.
<https://doi.org/10.24843/jmas.2019.v05.i02.p01>

Rifai, M. (2022). PENGEMBANGAN PROTOTYPE ALAT UKUR LIMBAH RUMAH SAKIT YANG TERINTEGRASI BERDASARKAN ISO 14001. In *Tesis S-2*.

Yudhistira, A. M., & Mujiburohman, M. (2020). Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” Pengaruh Suhu dan pH Elektrokoagulasi Terhadap Penurunan Kadar TSS dan COD pada Limbah Cair Laundry. *Jurusan Teknik Kimia*, 14–15.

Yuhendri, D. (2018). Penggunaan PLC Sebagai Pengontrol Peralatan Building Automatis. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 3(3), 121–127.
<https://jurnal.uisu.ac.id/index.php/jet/article/view/952>

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Mochammad Firza Fadilla

Lulus dari SDN 05 Pekayon pada tahun 2015, lulus dari SMPN 233 Jakarta pada tahun 2018, dan lulus dari SMKN 29 Jakarta pada tahun 2021. Menempuh Pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta Jurusan Teknik Elektro Program Studi D-3 Teknik Listrik.

© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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





DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengelasan Rangka



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Pengeleman Tangki Akrilik



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 3 Pengecetan Rangka



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 4 Plumbing Rangka





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 5 Pemasangan Komponen dan Wiring Panel



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 6 Foto Alat Tampak Depan



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 7 Foto Alat Tampak Samping





© 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

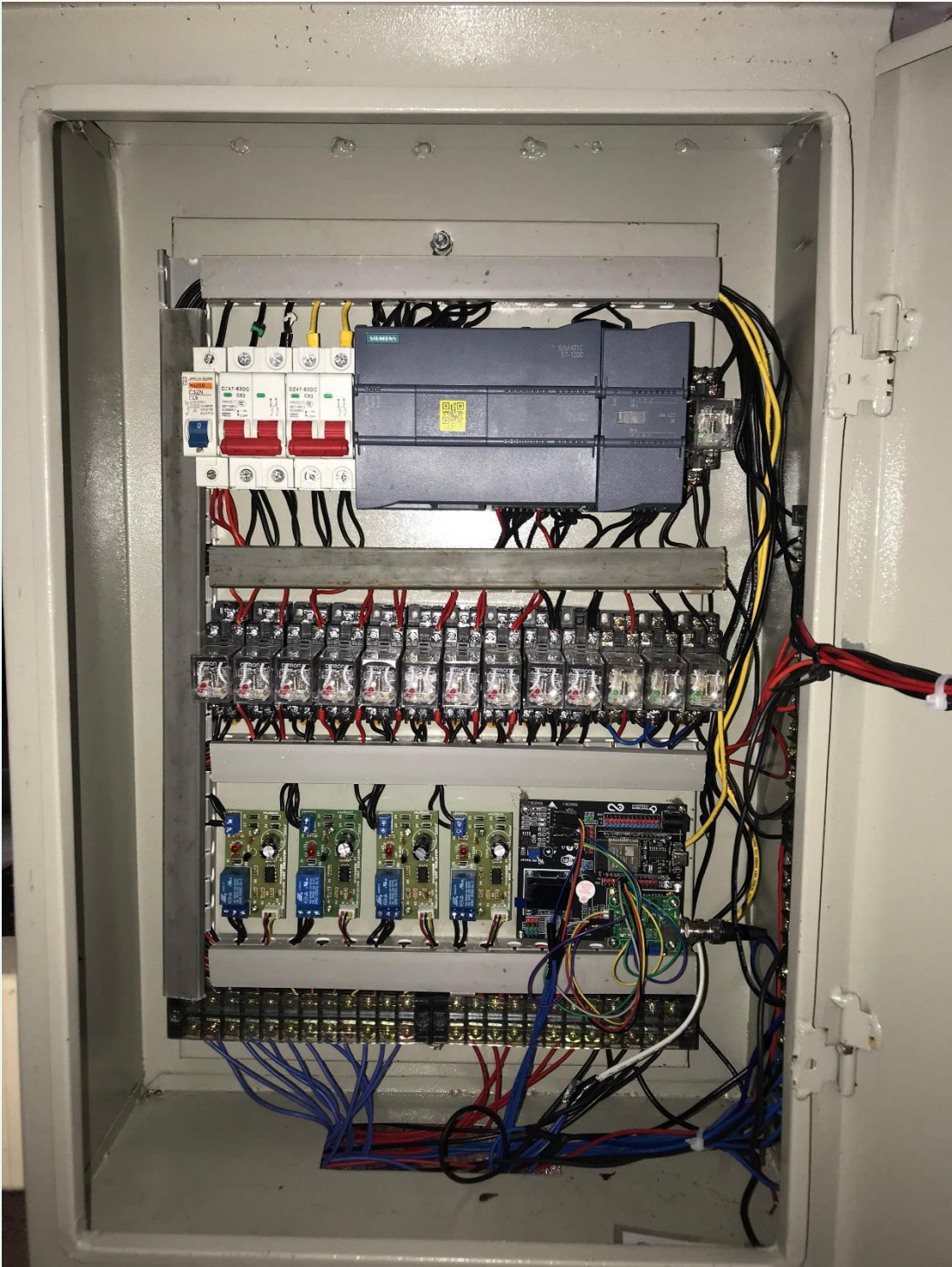
Lampiran 8 Foto Panel Bagian Luar





© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 9 Foto Panel Bagian Dalam



Hak Cipta :

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



© Hak Cipta milik Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

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

Lampiran 10 Link Dokumentasi Video Pengujian dan Kinerja Alat

<https://drive.google.com/drive/folders/1nA1Wg4zGN5etbgxUkH4Zi2abeDPLO2TL?usp=sharing>

Keterangan:

Video dokumentasi timelapse ini menampilkan keseluruhan tahapan proses pengolahan air limbah, dimulai dari kondisi awal air yang tercemar, proses elektrokoagulasi di tangki proses 1 dan 2, hingga diperoleh hasil akhir berupa air yang telah mengalami pemurnian.

Proses elektrokoagulasi dilakukan dengan waktu kontak masing-masing selama 60 menit di tangki proses 1 & 2. Adapun sampel air yang digunakan merupakan air kolam hijau yang telah dicampur dengan bubuk kopi dan tanah guna mensimulasikan limbah cair domestik yang keruh dan kaya akan zat terlarut.

Video ini bertujuan memberikan gambaran visual mengenai efektivitas alat dalam menurunkan kadar polutan secara bertahap melalui proses elektrokoagulasi.

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**