PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING TINGKAT KEKERUHAN AIR PADA REAKTOR ELEKTROKOAGULASI

JIHAN RAHMAH RAMDLANIYAH
NIM H1021191001

SKRIPSI

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2024

PENGEMBANGAN SISTEM MONITORING TINGKAT KEKERUHAN AIR PADA REAKTOR ELEKTROKOAGULASI

JIHAN RAHMAH RAMDLANIYAH
NIM H1021191001

Skripsi

sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar

Sarjana Sains pada Program Studi Fisika

PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK
2024

LEMBAR PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir	: Pengembangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Pada Reaktor Elektrokoagulasi
Nama Mahasiswa	: Jihan Rahmah Ramdlaniyah
NIM	: H1021191001
Jurusan/Program Studi	: Fisika/Fisika
Tanggal Lulus	: 23 Desember 2024
SK Pembimbing	: No. 3971/UN22.8/TD.06/2023/Tanggal 13 Oktober 2023
SK Penguji	: No. 4215/UN22.8/TD.06/2024/Tanggal 11 Desember 2024

Dosen Pembimbing

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.	Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si.,M.Sc.
NIP1981073025011002	NIP198206082008122001

Dosen Penguji

Ketua Penguji	Anggota Penguji
Asifa Asri, S.Si., M.Si.	Yuris Sutanto, M.Sc.
NIP199006052022032010	NIP199008272022031008

Pimpinan Sidang (merangkap anggota penguji)	Sekretaris Sidang (merangkap anggota penguji)
Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si.	Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si.,M.Si.
NIP1981073025011002	NIP198206082008122001

Mengesahkan
Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Tanjungpura

Prof. Dr. Gusrizal, S.Si., M.Si.
NIP197108022000031001

PERNYATAAN INTEGRITAS AKADEMIK

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama	: Jihan Rahmah Ramdlaniyah
NIM	: H1021191001
Program Studi/ Jurusan	: Fisika/Fisika
Fakultas	: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam

dengan ini menyatakan bahwa dokumen ilmiah Tugas Akhir yang disajikan ini tidak mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, Dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 39 Tahun 2021. Apabila di kemudian hari dokumen ilmiah Tugas Akhir ini mengandung unsur pelanggaran integritas akademik sesuai ketentuan perundangan tersebut, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dan/atau sanksi hukum yang berlaku.

Demikian pernyatan ini untuk digunakan sebagaimana mestinya.

Pontianak,



Jihan Rahmah Ramdlaniyah
H1021191001

Pengembangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air pada Reaktor Elektrokoagulasi

Abstrak

Proses elektrokoagulasi merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menurunkan nilai tingkat kekeruhan air. Metode ini menggunakan arus listrik untuk mendestabilisasi dan mengagregasi partikel-partikel tersuspensi, sehingga memudahkan penyisihannya. Pemantauan secara *realtime* memungkinkan pengguna untuk mengurangi biaya operasional pada proses elektokoagulasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem monitoring kekeruhan air secara *realtime* pada reaktor elektrokoagulasi menggunakan sensor kekeruhan SKU: SEN0189. Sistem ini terdiri dari arduino nano sebagai pengolah data dan ESP32 sebagai pengirim data ke *database* dan *website*. Data kekeruhan dan waktu ditampilkan dalam bentuk grafik dan tabel yang diperbarui setiap menit pada *website*, sehingga memudahkan untuk pemantauan perubahan kekeruhan secara langsung. Hasil kalibrasi menunjukkan bahwa sistem memiliki akurasi sebesar 94,27%, yang mendukung kemampuan sistem dalam memonitor perubahan kekeruhan air selama proses elektrokoagulasi dengan efektif.

Kata Kunci: kekeruhan air, elektrokoagulasi, sensor kekeruhan, arduino nano, esp32, monitoring *realtime*

Development of a Water Turbidity Monitoring System in an Electrocoagulation Reactor

Abstract

The electrocoagulation process is one method that can be used to reduce the turbidity level of water. This method uses electric current to destabilize and aggregate suspended particles, thereby facilitating their removal. Real-time monitoring allows users to reduce operational costs in the electocoagulation process. This research aims to develop a realtime water turbidity monitoring system in an electrocoagulation reactor using turbidity sensor SKU: SEN0189. This system consists of Arduino nano as a data processor and ESP32 as a data sender to the database and website. Turbidity and time data are displayed in the form of graphs and tables that are updated every minute on the website, making it easier to monitor changes in turbidity directly. Calibration results show that the system has an accuracy of 94.27%, which supports the system's ability to effectively monitor changes in water turbidity during the electrocoagulation process.

Keywords: water turbidity, electrocoagulation, turbidity sensor, arduino nano, ESP32, realtime monitoring

PRAKATA

Alhamdulillah segala puji dan syukur atas rahmat Allah SWT dan karunia-Nya yang selalu memudahkan penulis dalam pengerjaan tugas akhir, memberikan jalan terbaik untuk penulis, dan selalu memberikan ketenangan lahir dan batin untuk penulis agar tidak berpikir berlebihan untuk dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul "Pengembangan Sistem Monitoring Tingkat Kekeruhan Air Pada Reaktor Elektrokoagulasi".

Semua hasil yang diperoleh penulis tidak terlepas dari dukungan dan bantuan berbagai pihak yang tidak pernah berhenti mengingatkan dan mendorong penulis agar dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Pada kesempatan kali ini, izinkan penulis untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua saya yaitu ibu Nining yuningsih dan bapak Iri hermansyah S.H. yang senantiasa memberikan dukungan tanpa henti dari segala aspek. Dukungan dan cinta yang diberikan merupakan sumber kekuatan yang tidak ternilai bagi penulis.
2. Dr. Azrul Azwar, S.Si., M.Si. selaku dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan wakru, pikiran dan tenaga untuk membimbing, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Dwiria Wahyuni, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Kedua yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan arahan dalam penyusunan tugas akhir.
4. Asifa Asri, S.Si., M.Si. selaku Dosen Penguji Pertama yang telah memberikan banyak koreksian, termasuk masukan dan saran.
5. Yuris Sutanto, M.Sc. selaku Dosen Penguji Kedua yang telah memberikan banyak koreksian, termasuk masukan dan saran.
6. Muhammad Ridhwan Sufandi M.T S.T yang selalu memberikan masukan dan bantuan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Kakak saya yaitu Intan Hernaningsih S.H dan Leny Hermananingsih S.H yang telah memberikan dukungan pada penulis.

8. Teman–teman saya yaitu Rahmawati, Afifatul Inayah, Nanda Bella Febriana, Siti Azizza, Reza Saputra, Leonardho Aditya dan nama nama lain yang belum saya sebutkan yang selalu memberikan dukungan,dan tenaga sejak awal saya menulis proposal
9. Saudara Muhammad Raymount Abdahu, S.Kom, yang selalu memberikan masukan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Semua pihak yang terlibat dalam penulisan tugas akhir ini secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis,

Jihan Rahmah Ramdlaniyah

DAFTAR ISI

PRAKATA vi
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR LAMPIRAN xii
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Batasan Masalah 2
1.4 Tujuan Penelitian 2
1.5 Manfaat Penelitian 2
BAB II DASAR TEORI 3
2.1 Kekeruhan Air 3
2.2 Elektrokoagulasi 3
2.3 Sensor Kekeruhan SKU: SEN0189 5
2.3 Mikrokontroler Arduino Nano 6
2.4 Mikrokontroler ESP32-WROOM-32 7
2.5 *Database* 8
2.6 *Website* 8
2.7 LCD (*Liquid Crystal Display)* 9
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 10
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian 10
3.2 Alat dan Bahan 10
3.2.2 Bahan 10
3.3 Prosedur Kerja 11
3.4 Perancangan Sistem 13

3.5 Perancangan Perangkat Keras 14
3.6 Diagram Alir Penelitian 16
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 19
4.1 Implementasi Sistem 19
4.2 Implementasi Perangkat Keras 19
4.3 Implementasi Kode Program 22
4.4 Implementasi Perangkat Lunak 26
4.5 Kalibrasi Alat 29
4.6 Monitoring Kekeruhan Air 31
BAB V SIMPULAN DAN SARAN 36
5.1 Kesimpulan 36
5.2 Saran 36
DAFTAR PUSTAKA 37
LAMPIRAN 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Tampilan fisik sensor kekeruhan SKU: SEN0189 6
Gambar 2.3 Tampilan fisik arduino nano 6
Gambar 2.4 Tampilan fisik ESP32-WROOM-32 7
Gambar 2.5 Tampilan fisik LCD 9
Gambar 3.1 Lokasi pengambilan sampel 11
Gambar 3.2 Rangkaian reaktor elektrokoagulasi 11
Gambar 3.3 Diagram alir sistem monitroing kekeruhan air 12
Gambar 3.4 Diagram blok 13
Gambar 3.5 *Wiring* diagram sistem monitoring kekeruhan air 14
Gambar 3.6 Rancangan reaktor elektrokoagulasi 16
Gambar 3.7 Diagram alir penelitian 17
Gambar 4.1 Implementasi sistem monitoring kekeruhan air (a) tampak dalam (b) tampak luar 20
Gambar 4.2 Implementasi reaktor elektrokoagulasi 21
Gambar 4.3 Pelat berlubang diameter (a) 5 mm (b) 7 mm 21
Gambar 4.4 Kode program *library*, deklarasi , dan inisialisasi 22
Gambar 4.5 Kode program bagian *setup* 23
Gambar 4.6 Kode Program bagian *loop* 23
Gambar 4.7 Kode program tampilan 23
Gambar 4.8 Kode program library, dan deklarasi pada ESP32 24
Gambar 4.9 Kode program bagian setup ESP32 24
Gambar 4.10 Kode program bagian loop ESP32 25
Gambar 4.11 Isi dari database 26
Gambar 4.12 Implementasi Perangkat lunak (a) isi table nilai_kekeruhan (b) isi tabel *user* 27
Gambar 4.13 Halaman *login* 27
Gambar 4.14 Tampilan grafik pada halaman *dashboard* 28
Gambar 4.16 Grafik hubungan nilai kekeruhan air dengan tegangan sensor 30
Gambar 4. 17 Rangkain reaktor elektrokoaguasi dan monitoring kekeruhan air 31
Gambar 4.18 Tampilan LCD pada reaktor 32
Gambar 4.19 Tampilan data yang tersimpan pada *database* 32
Gambar 4.20 Tampilan data pada *website* 33
Gambar 4.21 Grafik nilai kekeruhan air dengan diameter lubang pelat 5 mm ... 34
Gambar 4.22 Grafik nilai kekeruhan air dengan diameter lubang pelat 7 mm ... 34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Spesifikasi dari sensor kekeruhan SKU: SEN0189..... 5
Tabel 2. 2 Spesifikasi arduno nano 7
Tabel 2. 3 Spesifikasi untuk ESP32-WROOM-32..... 7
Tabel 4. 1 Nilai kekeruhan dari *turbidity* meter dan tegangan sensor..... 29
Tabel 4. 2 Nilai kalibrasi 30

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi 38
Lampiran 2. Data nilai kekeruhan air 40
Lampiran 3. Kode Program *we bsite* 43

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 55/MENKES/PER/II/2023, salah satu parameter fisika yang harus dipenuhi oleh air bersih adalah tingkat kekeruhannya. Tingkat kekeruhan air memiliki nilai maksimum yang diperbolehkan untuk keperluan higiene dan sanitasi adalah kurang dari 3 *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). Salah satu metode pengolahan air yang dapat digunakan untuk menurunkan tingkat kekeruhan air adalah metode elektrokoagulasi.

Dalam proses elektrokoagulasi akan terjadi oksidasi, reduksi pada katoda dan anoda ketika arus listrik diterapkan. Bahan elektroda aluminium dan besi paling sering digunakan karena memiliki kelebihan ketersediaan dan biaya rendah (Chandra, 2020). Hasil akhir dari proses elektrokoagulasi adalah terbentuknya flokulan yang akan mengikat kontaminan dan partikel-partikel dalam sampel air (Nengsih, 2020).

Kornelia (2023) telah melakukan kajian mengenai efektivitas metode elektrokoagulasi dengan pelat berlubang untuk meningkatkan lualitas air sumur bor dari hasil seluruh pelat yang diuji yang paling efektif untuk menurunkan nilai kekeruhan yaitu pelat berlubang dengan diameter 5 mm dan pelat yang memiliki tingkat konsumsi listrik paling rendah pelat berlubang dengan diameter 7 mm yaitu sebesar 42,44 kWh/m^3 selama 4 jam.

Proses elektrokoagulasi sering kali memerlukan konsumsi energi yang signifikan. Oleh karena itu, pemantauan kinerja proses elektrokoagulasi secara *realtime* menjadi sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan energi. Maka pada penelitian yang akan dilakukan monitoring nilai kekeruhan air secara *realtime* menggunakan sensor kekeruhan SKU:SEN0189. Sensor kekeruhan SKU:SEN0189 dipilih karena tingkat akurasinya yang tinggi, yaitu sebesar 97,65% seperti yang dilaporkan oleh Rezki (2021).

Berdasarkan latar belakang yang telah diurakan, penelitian ini berfokus untuk perancangan sistem tingkat kekeruhan air pada proses elektrokoagulasi secara *realtime* dengan menggunakan sensor kekeruhan SKU:SEN0189 berbasis ESP32. Penggunaan ESP32 pada sistem dilakukan agar dapat memonitoring melalui *website* dan penyimpanan data pada *database* sehingga monitoring yang dilakukan lebih efektif.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah yang diangkat dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana membangun prototipe monitoring tingkat kekeruhan air pada reaktor elektrokoagulasi secara *realtime*?
2. Bagaimana membangun sistem monitoring kekeruhan air berbabis *website*?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

2.1 Informasi pada *website* yang dibangun, hanya berfungsi umtuk menyimpan dan menampilkan besaran nilai kekeruhan.

2.2 Mikrokontroler yang digunakan adalah ESP32 sebagai pengendali dan proses pengiriman data.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun prototipe monitoring tingkat kekeruhan air pada reaktor elektrokoagulasi secara *realtime.*
2. Membangun sistem monitoring kekeruhan air berbasis *website.*

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah dihasilkannya prototipe tingkat kekeruhan air untuk meminimalisasi konsumsi listrik yang digunakan pada roses elektrokoagulasi.