

**APLIKASI SENSOR TDS SEN0244 DALAM RANCANG BANGUN
SISTEM MONITORING KONSENTRASI LOGAM BERAT PADA
LARUTAN LIMBAH**

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Fisika**

**OLEH:
WEANDA
NIM.08021282126026**



**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2025**

LEMBAR PENGESAHAN

**APLIKASI SENSOR TDS SEN0244 DALAM RANCANG BANGUN
SISTEM MONITORING KONSENTRASI LOGAM BERAT PADA LARUTAN
LIMBAH**

Skripsi

*Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Fisika*

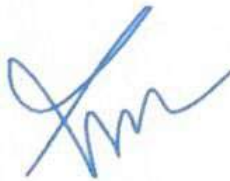
Oleh:

WEANDA

NIM.08021282126026

Indralaya, 21 Mei 2025

Pembimbing I



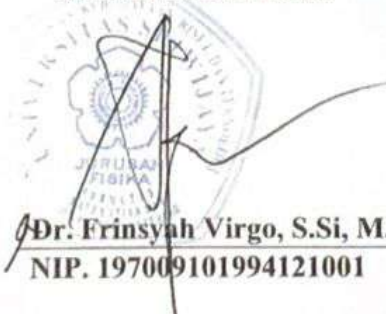
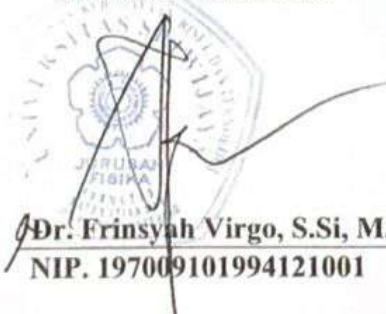
Dr. Fitri Suryani Arsyad, M.Si.
NIP. 197010191995122001

Pembimbing II



Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si.
NIP. 197002231995121002

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika**



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si, M.T.
NIP. 197009101994121001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, Mahasiswa Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya:

Nama : Weanda

NIM : 08021282126026

Judul TA : Aplikasi Sensor TDS SEN0244 dalam Rancang Bangun Sistem
Monitoring Konsentrasi Logam Berat pada Larutan Limbah

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun merupakan hasil karya sendiri yang didampingi oleh dosen pembimbing dalam proses penyelesaiannya serta mengikuti etika penulisan karya ilmiah tanpa adanya Tindakan Plagiat, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains di Program studi Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan Sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila ditemukan adanya unsur plagiat dalam skripsi ini. Maka, saya siap bertanggung jawab secara akademik dan menjalani proses hukum yang telah ditetapkan.

Indralaya, 7 Mei 2025



Weanda

NIM. 08021282126026

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala limpahan rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan di Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya dengan judul "Aplikasi Sensor TDS SEN0244 Dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsentrasi Logam Berat pada Larutan Limbah" dengan baik dan tepat waktu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian untuk penyempurnaan tugas akhir ini di masa mendatang. Dalam proses penyusunan tugas akhir ini, penulis banyak mendapatkan bimbingan, dukungan, dan bantuan dari berbagai pihak.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, khususnya dalam pengelolaan limbah. Semoga penelitian ini juga dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian selanjutnya.

Sebagai bentuk penghargaan dan rasa hormat, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Penulis menyampaikan rasa syukur yang mendalam kepada Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala limpahan rahmat, kekuatan, dan ketenangan yang diberikan kepada penulis dalam setiap langkah dan proses penyusunan skripsi ini. Segala pencapaian ini tidak akan mungkin tanpa izin dan pertolongan-Nya.
2. Penulis mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada kedua orang tua tercinta, Mazuhu dan Emi Enersi, atas segala doa, dukungan, dan kasih sayang yang tulus sejak awal hingga saat ini. Juga kepada adik-adik penulis, Azka dan Qiana Ayesha Qaireen, yang menjadi sumber semangat dan kebahagiaan dalam keseharian.

3. Penulis menyampaikan rasa terima kasih dan bangga kepada Arini Alfahidayah, kakak sekaligus sahabat yang telah setia menemani penulis sejak masa awal perkuliahan hingga tahap penelitian. Terima kasih atas perhatian, waktu, dan dukungan yang tidak pernah putus selama proses ini.
4. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing I, Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si., atas bimbingan, kesabaran, dan motivasi yang luar biasa selama penulisan skripsi ini. Ibu telah menjadi pembimbing yang selalu memberikan arahan dengan ketulusan.
5. Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada Dosen Pembimbing II, Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si., atas waktu, dukungan, dan arahan yang telah membantu penulis menyempurnakan penelitian ini. Terima kasih atas dedikasi yang diberikan selama proses bimbingan.
6. Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada para dosen penguji Dr. Supardi, Bapak Hadi, M.T., Dr. Akmal Johan, dan Drs. Hadir Kaban atas kritik dan saran yang membangun, serta kesempatan untuk menjadikan skripsi ini lebih baik dan layak dipertanggungjawabkan.
7. Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh Bapak dan Ibu Dosen Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya, yang telah mengajarkan ilmu, memberikan bimbingan, dan menjadi panutan selama masa studi.
8. Penulis menyampaikan terima kasih kepada staf administrasi Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya, atas bantuan dan pelayanan yang diberikan.
9. Penulis mengucapkan terima kasih kepada sahabat sekaligus rekan dalam penelitian ini Irma Suryani, Sadam Husin, dan Dede Ridwan Ismail, atas kerja sama, bantuan, dan semangat yang diberikan selama masa penelitian.
10. Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada sahabat seperjalanan di pertengahan studi Ermaningsih, Helma Prajunita, dan Jelina Merisheti, atas kehadiran dan dukungan yang menguatkan saat proses kuliah mulai terasa berat.

11. Penulis mengucapkan terima kasih kepada teman-teman Pioneer atas kebersamaan, semangat, dan semua kenangan yang telah tercipta selama masa perkuliahan.
12. Penulis menyampaikan rasa bangga kepada almamater tercinta, Universitas Sriwijaya, atas kesempatan untuk menimba ilmu dan berkembang baik secara akademik maupun pribadi.
13. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dukungan selama proses perkuliahan, penelitian, dan penyusunan skripsi ini, yang tidak dapat disebutkan satu per satu. Setiap bantuan yang diberikan sangat berarti bagi penulis.
14. Penulis menyampaikan terima kasih yang penuh kehangatan kepada Aldi Satria Wijaya, yang selalu hadir di balik layar perjuangan ini. Terima kasih atas dukungan emosional, kesabaran yang tidak terucapkan, dan kehadiran yang tak pernah menuntut untuk disebut, tapi selalu ada saat dibutuhkan.
15. Dan yang terakhir, kepada diri saya sendiri. Weanda. Terima kasih sudah bertahan sejauh ini. Terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu sendiri sampai di titik ini, walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil, namun terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Terima kasih karena memutuskan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikannya sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Berbahagialah selalu dimanapun berada, Weanda.

Indralaya, 23 Mei 2024

Penulis



Weanda

NIM. 08021282126026

Aplication of TDS Sensor SEN0244 in the Design of a Monitoring System for Heavy Metal Concentration in Wastewater Solutions

By:
Weanda
NIM.08021282126026

ABSTRACT

Water pollution caused by heavy metals from industrial waste poses a serious threat to the environment and human health. Metals such as lead (Pb), chromium (Cr), and others are often found in high concentrations in wastewater, which, if not properly monitored, can exceed the permissible limits set by Regulation of the Minister of Environment and Forestry (Permen LHK) No. 5 of 2014. This study aims to design and develop a monitoring system for heavy metal concentration in wastewater using the TDS SEN0244 sensor and ESP32 microcontroller integrated with the Blynk application for real-time remote monitoring. The system utilizes the principle of electrical conductivity, where the presence of heavy metal ions increases conductivity, which is then converted into concentration values. Validation tests were conducted on various samples, including artificial metal solutions and environmental water samples, and compared with measurements using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The results show that the system successfully detected heavy metal concentrations with an average accuracy of 98.21% and a precision of 94.30%. Moreover, samples with higher heavy metal content, such as water from Teluk Seruo Lake (Pb = 36.25 mg/L), yielded higher concentration values compared to samples with lower metal content. This study demonstrates that the TDS sensor can serve as an efficient, rapid, and integrated alternative for monitoring heavy metals in wastewater.

Keywords: heavy metals, TDS SEN0244, conductivity, wastewater, IoT, Blynk, ESP32

Indralaya, 07 Mei 2025

Pembimbing I



Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si.
NIP. 197010191995122001

Pembimbing II



Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si.
NIP. 197002231995122002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frimsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

Aplikasi Sensor TDS SEN02444 dalam Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsentrasi Logam Berat pada Larutan Limbah

By:
Weanda
NIM.08021282126026

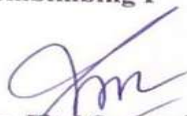
ABSTRAK

Pencemaran air akibat logam berat dari limbah industri menjadi ancaman serius bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Logam seperti timbal (Pb), kromium (Cr), dan lainnya sering ditemukan dalam konsentrasi tinggi pada limbah cair, yang jika tidak dimonitor secara tepat dapat melampaui ambang batas yang ditetapkan oleh Permen LHK No. 5 Tahun 2014. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem monitoring konsentrasi logam berat pada larutan limbah berbasis sensor TDS SEN0244 dan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan aplikasi Blynk untuk pemantauan jarak jauh secara *real-time*. Sistem ini memanfaatkan prinsip konduktivitas listrik, di mana keberadaan ion logam berat meningkatkan nilai konduktivitas dan kemudian dikonversi menjadi nilai konsentrasi. Uji validasi dilakukan terhadap beberapa jenis sampel, dari sampel limbah lingkungan, yang selanjutnya dibandingkan dengan hasil pengujian menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem ini berhasil mendeteksi konsentrasi logam berat dengan akurasi rata-rata sebesar 98,21% dan presisi 94,30%. Selain itu, larutan dengan kandungan logam berat tinggi seperti air Danau Teluk Seruo (Pb = 36,25 mg/L) menunjukkan nilai konsentrasi yang lebih tinggi dibandingkan sampel dengan kandungan logam rendah. Penelitian ini membuktikan bahwa sensor TDS dapat dimanfaatkan sebagai alternatif monitoring konsentrasi logam berat dalam limbah secara efisien.

Kata kunci: logam berat, TDS SEN0244, konduktivitas, limbah cair, IoT, Blynk, ESP32

Indralaya, 07 Mei 2025

Pembimbing I



Dr. Fitri Suryani Arsyad, S.Si., M.Si.
NIP. 197010191995122001

Pembimbing II



Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si
NIP. 197002231995122002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frimsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 197009101994121001

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	II
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRACT	vii
ABSTRAK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Larutan Limbah	5
2.2 Pencemaran Logam Berat dan Dampaknya.....	6
2.3 Hubungan <i>Total Dissolved Solids</i> (TDS) dengan Konsentrasi Logam Berat.....	7
2.4 Sensor TDS SEN0244 Sebagai Indikator Awal Keberadaan Logam Berat	8
2.4.1 Cara Kerja Sensor TDS SEN0244 dalam Mendeteksi Konsentrasi Logam Berat.....	10
2.4.2 Lapisan Material Aktif pada Elektroda Sensor	12
2.5 Sensor DS18B20 Sebagai Pendeteksi Suhu	14
2.6 Mikrokontroler Sebagai Pengendali dalam Pengoperasian Perangkat.....	15
2.6.1 NodeMCU ESP32 sebagai Mikrokontroler Berbasis Iot	15
2.6.2 Peran Arduino IDE dalam Pemrograman Mikrokontroler.....	16
2.7 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD) sebagai Penampil Hasil Pengukuran	17
2.8 Aplikasi Blynk	18

2.9 Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dalam Identifikasi Jenis Kadar Logam Pada Limbah Logam Berat	19
BAB III METODE PENELITIAN	21
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	21
3.2 Persiapan Alat dan Bahan	22
3.2.1 Alat dan Bahan.....	22
3.2.2 Perangkat Lunak	23
3.3 Prosedur Penelitian	23
3.4 Desain dan Rancangan Sistem Monitoring.....	25
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	26
3.4.2 Rancangan Perangkat Lunak (<i>software</i>)	28
3.4.2.1 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Blynk.	31
3.4.2.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Arduino IDE	35
3.5 Metode Kalibrasi Sensor	36
3.5.1 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	36
3.5.2 Kalibrasi Sensor TDS SEN0244	37
3.6 Uji Efektivitas Sistem Monitoring	37
3.6.1 Pengendalian Variabel	38
3.6.2 Uji Karakteristik Sensor.....	38
3.6.3 Pengujian Validasi Data <i>Output</i> pada <i>Serial</i> Monitor, LCD, dan Blynk....	41
3.7 Monitoring Langsung pada Limbah Lingkungan	41
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Hasil Rancang Bangun Sistem Monitoring Konsentrasi Logam Berat Pada Larutan Limbah.....	42
4.1.2 Hasil Rancang Bangun Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Sistem Monitoring ..	45
4.1.2.1 Hasil Rancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Blynk.....	45
4.1.2.2 Hasil Rancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>) Arduino IDE	46
4.2 Hasil Kalibrasi Sensor.....	51
4.2.1 Hasil Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20.....	51
4.2.2 Hasil Kalibrasi Sensor TDS SEN0244	52

4.3	Hasil Pengujian Kinerja Sistem	65
4.3.1	Validasi Data <i>Output</i> pada <i>Serial Monitor</i> , LCD, dan Blynk.....	66
4.4	Hasil Pengujian Sampel	67
4.5	Hasil Monitoring Langsung pada Limbah Lingkungan.....	73
BAB V. PENUTUP.....		76
5.1	Kesimpulan	76
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		78
LAMPIRAN.....		84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor TDS SEN0244	9
Gambar 2.2 Sketsa Cara Kerja Sensor TDS SEN0244	11
Gambar 2.3 Elektroda Sensor TDS SEN0244.....	12
Gambar 2.4 Sensor DS18B20 (Salsabila <i>et al.</i> , 2023)	14
Gambar 2.5 Arsitektur NodeMCU ESP32 (Hendrawan & Agustini, 2022)	16
Gambar 2.6 Arduino IDE	17
Gambar 2.7 <i>Liquid Crystal Display</i> (LCD).....	18
Gambar 2.8 Tampilan Aplikasi Blynk.....	19
Gambar 3.1 Bagan Alir Tahapan Penelitian.....	25
Gambar 3.2 Diagram Blok Dalam Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	26
Gambar 3.3 Skematik Rangkaian Mikrokontroler	26
Gambar 3.4 Diagram Alir Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	30
Gambar 3.5 Tampilan Awal Blynk	31
Gambar 3.6 <i>Template</i> Blynk.....	32
Gambar 3.8 <i>Web Dashboard</i> Blynk.....	33
Gambar 3.9 <i>Device</i> Blynk	34
Gambar 4.1 <i>Prototype</i> Sistem Monitoring Konsentrasi Logam Berat	43
Gambar 4.2 Tampilan Monitoring Blynk di <i>Smartphone</i>	45
Gambar 4.3 Program pada Arduino IDE.....	50
Gambar 4.4 Grafik Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	52
Gambar 4.5 Grafik Kalibrasi Sensor TDS SEN0244	55
Gambar 4.6 Grafik Hasil Perbandingan Termometer Digital dan Sensor Suhu DS18B20	64
Gambar 4.7 Grafik Hasil Perbandingan EC Meter dan Sensor TDS SEN0244.....	65

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Spesifikasi Sensor TDS SEN0244	9
Tabel 2.2 Hasil Pengukuran Kadar Besi (Fe) Menggunakan Metode SSA	20
Tabel 3.1 Rencana Tugas Akhir	21
Tabel 3.2 Alat dan Bahan yang Digunakan.....	22
Tabel 3.3 Perangkat Lunak yang Digunakan	23
Tabel 3.4 Konfigurasi Warna Kabel Sensor TDS SEN0244 dan Modul Komunikasi ke NodeMCU ESP32	27
Tabel 3.5 Konfigurasi Warna Kabel Sensor DS18B20 NodeMCU ESP32	27
Tabel 3.6 Konfigurasi Pin LCD ke NodeMCU ESP32	28
Tabel 3.7 Tabel Uji Variabel.....	38
Tabel 4.1 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20 Terhadap	51
Tabel 4.2 Pengujian Nilai Tegangan Digital Sensor TDS SEN0244 Terhadap Nilai Konduktivitas EC Meter	53
Tabel 4.3 Persamaan Regresi Linier pada Tiap 2 Titik yang Berdekatan	56
Tabel 4.4 Hasil Analisis Sensor Suhu DS18B20 dengan Alat Pembanding	62
Tabel 4.5 Hasil Analisis Sensor TDS SEN0244 dengan Alat Pembanding	62
Tabel 4.6 Uji Sampel pada Limbah.....	69
Tabel 4.7 Uji SSA Pada Larutan Sampel.....	72
Tabel 4.8 Hasil Monitoring Konsentrasi Logam Berat.....	74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan industrialisasi dan urbanisasi telah membawa dampak positif terhadap kemajuan ekonomi, tetapi dengan tidak memperhatikan dalam pengolahan limbahnya maka itu akan berdampak buruk bagi lingkungan. Salah satunya adalah pencemaran air oleh logam berat (Akbar & Rahayu, 2023). Logam berat yang ada seperti timbal (Pb), nikel (Ni), merkuri (Hg), kromium (Cr), kadmium (Cd), arsen (As), selenium (Se), seng (Zn) dan tembaga (Cu) sangat sering ditemukan dalam limbah industri dan dapat menimbulkan bahaya serius bagi kesehatan manusia dan lingkungannya. Konsentrasi tinggi dari logam-logam ini dalam air limbah dapat menyebabkan keracunan akut maupun kronis pada organisme hidup serta merusak ekosistem perairan (Ali *et al.*, 2021).

Berdasarkan penelitian sebelumnya salah satu faktor yang dapat menyebabkan keracunan akibat konsumsi air adalah pencemaran logam berat. Pencemaran logam berat dapat terjadi di udara, perairan, dan tanah, namun yang paling berbahaya bagi kehidupan adalah yang terjadi di perairan. Logam berat merupakan logam dengan densitas lebih dari 5 g/cm³. Beberapa unsur yang termasuk dalam kategori logam berat dan merupakan komponen pencemar di alam antara lain Cd, Cu, Hg, Ni, Cr, Zn, Pb, dan Fe (Nisah & Nadhifa, 2021). Berdasarkan Permen LHK No. 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah menyebutkan bahwa kadar logam berat yang diperbolehkan bagi usaha atau kegiatan yang belum memiliki baku mutu air limbah itu batas maksimum untuk timbal (Pb) 1 mg/L, nikel (Ni) 0,5 mg/L, kromium (Cr) 1 mg/L, kadmium (Cd) 0,1 mg/L, arsen (As) 0,5 mg/L, merkuri (Hg) 0,005 mg/L, selenium (Se) 0,5 mg/L, seng (Zn) 10 mg/L, tembaga (Cu) 3 mg/L, dan besi (Fe) 10 mg/L. Kadar maksimum ini ditetapkan untuk melindungi kesehatan manusia dan ekosistem dari dampak negatif pencemaran logam berat yang sering ditemukan dalam limbah industri. Peraturan ini

bertujuan untuk menjaga lingkungan sekitar agar dapat tetap bermanfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya.

Monitoring kandungan logam berat dalam air limbah menjadi sangat penting untuk memastikan bahwa limbah-limbah yang dibuang ke lingkungan memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan oleh pemerintah. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran air setiap industri wajib melakukan pengolahan limbah sebelum membuangnya ke lingkungan. Namun proses monitoring ini seringkali masih dilakukan secara manual dan berkala yang menyebabkan keterlambatan dalam deteksi dan penanganan pencemaran. Dengan adanya teknologi canggih seperti *Internet of Things* (IoT) memberikan solusi yang inovatif untuk monitoring kualitas air secara *real-time*. IoT mampu menghubungkan berbagai perangkat untuk selalu terhubung dan saling bertukar data melalui jaringan internet sehingga memudahkan dalam pengumpulan dan analisis data secara terus-menerus (Turyadi *et al.*, 2021).

Penelitian untuk pendeteksi kadar logam berat sebelumnya telah dilakukan oleh (Pratmanto *et al.*, 2019) dari Universitas Bina Sarana Informatika. Penelitian ini dilakukan dengan mendeteksi kadar logam dalam air menggunakan sensor konduktivitas yang membaca nilai kadar logam dari besarnya nilai konduktivitas yang terdeteksi. Kemudian penelitian lain dilakukan oleh (Nosra *et al.*, 2019) dari Poltekkes kemenkes Surabaya. Pada penelitian ini merancang bangun alat analisa kadar logam menggunakan sensor TDS. Mengacu pada penelitian tersebut penulis bermaksud untuk mengembangkan penelitian tersebut agar dapat dimonitoring jarak jauh. Dengan menggunakan sensor TDS SEN0244 untuk mendeteksi konsentrasi logam berat dalam larutan limbah yang terintegrasi dengan NodeMCU ESP32 yang merupakan mikrokontroler dengan kemampuan Wi-Fi dan *bluetooth* yang dapat integrasi data ke aplikasi dan komunikasi jarak jauh.

Agar sensor dapat bekerja pada larutan limbah logam berat diperlukan elektroda dengan lapisan material yang mempunyai sifat tahan korosi, kuat secara mekanis, dan bersifat konduktif secara elektrik. Salah satu material yang umum

digunakan sebagai elektroda yang mempunyai sifat tersebut adalah *stainless steel* (Abdelfatah *et al.*, 2022). Setelah data sensor konsentrasi logam berat terbaca hasil data tersebut akan ditampilkan pada LCD dan dikirimkan ke aplikasi Blynk. Untuk mengetahui unsur dan konsentrasi logam berat apa saja yang ada pada limbah tersebut maka dapat menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Dengan adanya alat ini dapat meningkatkan data yang valid, efektivitas, dan efisiensi dalam pengelolaan.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini didasari oleh beberapa pertanyaan utama yang dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara merancang dan membangun sistem monitoring konsentrasi logam berat pada larutan limbah?
2. Bagaimana cara kerja sensor TDS SEN0244 dalam mendeteksi banyaknya konsentrasi logam berat pada larutan limbah?
3. Bagaimana akurasi dan presisi sensor TDS SEN0244 dalam mendeteksi banyaknya konsentrasi logam berat pada larutan limbah?

1.3 Batasan Masalah

Untuk menjaga kejelasan dan ketepatan analisis, penelitian ini memiliki batasan sebagai berikut:

1. Penggunaan Wi-Fi pada mikrokontroler NodeMCU ESP32 dalam merancang sistem monitoring konsentrasi logam berat pada larutan limbah dengan mempertimbangkan konektivitas mikrokontroler terhadap aplikasi Blynk.
2. Sensor mengukur EC (*electrical conductivity*), yaitu kemampuan ion pada larutan dalam menghantarkan listrik, yang dapat digunakan sebagai indikator awal adanya logam berat dalam larutan limbah.
3. Sensor TDS SEN0244 memfokuskan hanya memperoleh nilai konsentrasi logam berat secara keseluruhan tanpa menyebutkan unsur dan kadar logam berat secara spesifik pada larutan limbah.

1.4 Tujuan Penelitian

Berikut ini merupakan tujuan yang ingin dicapai melalui penelitian ini:

1. Dapat merancang dan membangun sistem monitoring konsentrasi logam berat pada larutan limbah.
2. Mengetahui cara kerja sensor TDS SEN0244 dalam mendeteksi banyaknya konsentrasi logam berat pada larutan limbah.
3. Mengetahui akurasi dan presisi sensor TDS SEN0244 dalam mendeteksi banyaknya konsentrasi logam berat pada larutan limbah.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menghasilkan *prototype*/purnarupa alat monitoring konsentrasi logam berat pada larutan limbah.
2. Alat yang dirancang dapat digunakan dalam memantau konsentrasi logam berat secara *real-time* dari jarak jauh yang dapat meningkatkan respon terhadap pencemaran lingkungan.
3. Dengan memantau dan mengontrol pencemaran logam berat alat ini dapat membantu dalam upaya pelestarian lingkungan dan pengelolaan sumber daya air.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdelfatah, A., Raslan, A. M., & Mohamed, L. Z. (2022). Corrosion Characteristics of 304 Stainless Steel in Sodium Chloride and Sulfuric Acid Solutions. *International Journal of Electrochemical Science*, 17(1), 1–2.
<https://doi.org/10.20964/2022.04.29>
- Abdurrohman, R. M., Barriyah, K., Nursuciliyat, K., Rochim, K. A., & Hasanah, H. (2023). Prototipe Monitoring Suhu Dan Kelembapan Secara Realtime. *Journal ICTEE*, 4(2), 30. <https://doi.org/10.33365/jictee.v4i2.3158>
- Akbar, S. A., & Rahayu, H. K. (2023). Tinjauan Literatur: Bioakumulasi Logam Berat Pada Ikan Di Perairan Indonesia. *Lantanida Journal*, 11(1), 53.
<https://doi.org/10.22373/lj.v11i1.17834>
- Ali, M. M., Hossain, D., Al-Imran, Khan, M. S., Begum, M., & Osman, M. H. (2021). Environmental Pollution with Heavy Metals: A Public Health Concern. *Heavy Metals - Their Environmental Impacts and Mitigation*, 2–5.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.96805>
- Asrun, A. M., Sihombing, L. A., & Nuraeni, Y. (2020). Dampak Pengelolaan Sampah Medis Dihubungkan dengan Undang-Undang No 36 Tahun 2009 Tentang Kesehatan dan Undang-Undang No. 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *PAJOUL (Pakuan Justice Journal of Law)*, 1(1), 34–36. <https://journal.unpak.ac.id/index.php/pajoul/index>
- Atkins, P., & Paula, J. De. (2010). *Physical Chemistry: Ninth Edition*.
- Dandge, K. P., & Patil, S. S. (2022). Spatial distribution of ground water quality index using remote sensing and GIS techniques. *Applied Water Science*, 12(1), 6–7. <https://doi.org/10.1007/s13201-021-01546-7>
- Hendrawan, A. P. W., & Agustini, N. P. (2022). Simulasi Kendali dan Monitoring

- Daya Listrik Peralatan Rumah Tangga Berbasis ESP32. *ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications*, 3(1), 56–57.
<https://doi.org/10.36040/alinier.v3i1.4855>
- Herlina, A., Syahbana, M. I., Gunawan, M. A., & Rizqi, M. M. (2022). Sistem Kendali Lampu Berbasis Iot Menggunakan Aplikasi Blynk 2.0 Dengan Modul Nodemcu Esp8266. *INSANtek*, 3(2), 62–63.
<https://doi.org/10.31294/instk.v3i2.1532>
- Kamal, Tyas, U. M., Buckhari, A. A., & Pattasang. (2023). Implementasi Aplikasi Arduino Ide Pada Mata Kuliah Sistem Digital. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi (TEKNOS)*, 1(1), 4–6.
- Keramari, V., Karastogianni, S., & Girousi, S. (2023). New Prospects in the Electroanalysis of Heavy Metal Ions (Cd, Pb, Zn, Cu): Development and Application of Novel Electrode Surfaces. *Methods and Protocols*, 6(4), 2.
<https://doi.org/10.3390/mps6040060>
- Kurniawansyah, E., Fauzan, A., & Mustari. (2022). Dampak Sosial dan Lingkungan Terhadap Pencemaran Limbah Pabrik. *CIVICUS : Pendidikan-Penelitian-Pengabdian Pendidikan Pancasila Dan Kewarganegaraan*, 10(1), 14–16.
<https://doi.org/10.31764/civicus.v10i1.9658>
- Maghfuri, A. (2023). Strategi Pemanfaatan Limbah Pertanian Untuk Peningkatan Nilai Ekonomi dan Lingkungan Di Kabupaten Cilacap. *Jurnal Inovasi Daerah*, 2(2), 145–146. <https://doi.org/10.56655/jid.v2i2.125>
- Mildawati, R., Puri, A., Dewi, S. H., Ahmadi, H., Ardianto, M. F., & Erlanda, G. Y. (2022). Upaya Pencegahan Pencemaran Akibat Limbah Rumah Tangga di Desa Empat Balai Kecamatan Kuok Kabupaten Kampar. *Dinamisia : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(6), 1681–1682.
<https://doi.org/10.31849/dinamisia.v6i6.11897>

- Muhtaroh, N., Hidayat, J. W., & Dan Muhammad, F. (2024). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Pantai Kelurahan Mangunharjo Kota Semarang. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 22(3), 600–601. <https://doi.org/10.14710/jil.22.3.600-608>
- Nisah, K., & Nadhifa, H. (2021). Analisis Kadar Logam Fe dan Mn Pada Air Minum Dalam Kemasan (Amdk) Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom. *Amina*, 2(1), 6–7. <https://doi.org/10.22373/amina.v2i1.491>
- Nosra, N., Setioningsih, E. D., & Hamzah, T. (2019). Rancang Bangun TDS Meter Sebagai Alat Analisa Kadar Logam Pada Air Cucian Probe Chemistry Analyzer. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Poltekkes Kemenkes Surabaya*, 1(1), 157–160.
- Nurhidayati, Didik, L. A., & Zohdi, A. (2021). Identifikasi Pencemaran Logam Berat di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa Parameter Fisika dan Kimia. *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 18(2), 139. <https://doi.org/10.20527/flux.v18i2.9873>
- Pairunan, T. T., Mellolo, O., & Bijang, N. L. (2019). Desain Sistim Monitoring Jumlah Zat Padat Terlarut Dalam Limbah Cairan Industri Tepung Kelapa. *PROSIDING SEMINAR NASIONAL SAINS Dan TERAPAN*, 64–70.
- Prafanto, A., Budiman, E., Widagdo, P. P., Putra, G. M., & Wardhana, R. (2021). Pendeteksi Kehadiran Menggunakan ESP32 untuk Sistem Pengunci Pintu Otomatis. *JTT (Jurnal Teknologi Terapan)*, 7(1), 38. <https://doi.org/10.31884/jtt.v7i1.318>
- Pratmanto, D., Ardiansyah, A., Widodo, A. E., & Titiani, F. (2019). Pembuatan Alat Pendeteksi Kadar Logam Pada Air Berbasis Aduino Uno. *EVOLUSI - Jurnal Sains Dan Manajemen*, 7(1), 29–33. <https://doi.org/10.31294/evolusi.v7i1.5013>
- Rusydi, A. F. (2018). Correlation between conductivity and total dissolved solid in

various type of water: A review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 118(1), 1–4. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/118/1/012019>

Salsabila, N., Choir, R. A., Jannah T, S. I. N., Rahmadinanti, M. O., Istifadah, H., Maryani, & Harijanto, A. (2023). Rancang Alat Praktikum Untuk Mengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Sains Riset (JSR)*, 13(2), 411–412. <https://doi.org/10.47647/jsr.v13i2.1591>

Santoso, S. P., & Wijayanto, F. (2022). RANCANG BANGUN AKSES PINTU DENGAN SENSOR SUHU DAN HANDSANITIZER OTOMATIS BERBASIS ARDUINO. *Jurnal Elektro*, 10(1), 21–22.
http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbe.co.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SYSTEM_PEMBETUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI

Saputro, A. F. Y., & Prasetyo, D. A. (2022). Rancang Bangun Thermopen Sebagai Pengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18B20 Dilengkapi Internet of Things. *Emitor: Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 26.
<https://doi.org/10.23917/emitor.v22i1.14928>

Shcherbina, A., Mattsson, C. M., Waggott, D., Salisbury, H., Christle, J. W., Hastie, T., Wheeler, M. T., & Ashley, E. A. (2017). Accuracy in Wrist-Worn, Sensor-Based Measurements of Heart Rate and Energy Expenditure in a Diverse Cohort. *Journal of Personalized Medicine*, 7(3), 6.
<https://doi.org/10.3390/jpm7020003>

Singh, A., Sharma, A., Verma, R. K., Chopade, R. L., Pandit, P. P., Nagar, V., Aseri, V., Choudhary, S. K., Awasthi, G., Awasthi, K. K., & Sankhla, M. S. (2022). Heavy Metal Contamination of Water and Their Toxic Effect on Living Organisms. *The Toxicity of Environmental Pollutants*, 1–8.

<https://doi.org/10.5772/intechopen.105075>

- Sutrisnawati, N. K., Saskara, I. K., Nyoman Budiasih, N. G. A., & Ardiasa, I. K. (2022). Pembuatan Eco Enzym Sebagai Upaya Pengelolaan Limbah Organik Di the Jayakarta Suite Komodo Flores. *Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 14(2), 3–5.
- TapiTapi, G. M., Batara, A. S., Rahman, Nurlinda, A., & Baharuddin, A. (2021). Pengelolaan Limbah Medis Padat di Rumah Sakit Kota Tobelo. *Window of Public Health Journal*, 2(5), 890–891. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i5.291>
- Toruan, P. L., Margareta, B., Jumarni, A., Pratiwi, S. S., & Atina. (2023). Pengaruh Temperatur Air Terhadap Konduktivitas Dan Total Dissolved Solid. *Jurnal Kumparan Fisika*, 6(1), 11–12. <https://doi.org/10.33369/jkf.6.1.11-16>
- Tuahatu, J. W., Tubalawony, S., & Kalay, D. E. (2022). KONSENTRASI LOGAM BERAT Pb DAN Cd DALAM SEDIMEN PADA EKOSISTEM MANGROVE DI TELUK AMBON. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(3), 380. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v14i3.37461>
- Turyadi, I. U., Johan, F., & Widyanto, D. (2021). Analisa Dukungan Internet of Things (IoT) terhadap Peran Intelejen dalam Pengamanan Daerah Maritim Indonesia Wilayah Timur. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Informatika*, 7(1), 29–31. <https://doi.org/10.26905/jtmi.v7i1.6040>
- Widharma, I. G. S. (2021). *Buku Teks Mikrokontroler (Chapter One)*.
- Widyatmika, P. A. W., Indrawati, I. N. P. A. W., Prastya, I. W. W. A., Darminta, I. K., Sangka, I. G. N., & Saptika, A. A. N. G. (2021). Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan. *Jurnal Otomasi Kontrol Dan Instrumentasi*, 13(1), 37–38. <https://doi.org/10.5614/joki.2021.13.1.4>

- Wirman, R. P., Wardhana, I., & Isnaini, V. A. (2019). Kajian Tingkat Akurasi Sensor pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) dan Tingkat Kekeruhan Air. *Jurnal Fisika*, 9(1), 37–38.
- Yuda, I. W. W., Ibrahim, F. M. M., Masruroh, Ula, N. M., Valiana, V., & Triandi, R. T. (2021). ELEKTRODA SUPERKAPASITOR BERBAHAN NANOKOMPOSIT MnO_2/AC DARI LIMBAH PLASTIK DENGAN TEKNIK ELEKTRODEPOSISI. *Jurnal Integrasi Proses*, 10(2), 81.
<http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jip>