

SKRIPSI

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KONSENTRASI
ION TIMBAL(II) BERBASIS MIKROKONTROLLER
NODEMCU ESP32 MENGGUNAKAN METODE
POTENSIOMETRI**

**Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Ilmu Fisika**



DINI MIRZA MAHFUZAH
08021282025061

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KONSENTRASI ION TIMBAL(II)
BERBASIS MIKROKONTROLLER NODEMCU ESP32
MENGUNAKAN METODE POTENSIOMETRI**

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Ilmu Fisika

Oleh :

DINI MIRZA MAHFUZH
08021282025061

Indralaya, 16 Mei 2024

Menyetujui,

Pembimbing II

Drs. Octavianus C.S., M.T.
NIP.196510011991021001

Pembimbing I

Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si.
NIP.197105151999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



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

PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Dini Mirza Mahfuzah

Nim : 08021282025061

Judul TA : Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Ion Timbal (II) Berbasis Mikrokontroller NodeMCU ESP32 Menggunakan Metode Potensiometri.

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi yang saya susun dengan judul tersebut adalah asli atau orisinalitas dan mengikuti penulisan karya ilmiah sampai pada waktu skripsi ini diselesaikan, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Sains pada Program Studi Fisika Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun. Apabila dikemudian hari terdapat kesalahan atau keterangan yan tidak benar dalam pernyataan ini, maka saya siap bertanggung jawab secara akademik dan bersedia menjalani proses hukum yang ditetapkan.

Indralaya, 16 Mei 2024

Penulis



Dini Mirza Mahfuzah
NIM.08021282025061

**DESIGN OF LEAD(II) ION CONCENTRATION MEASURING
INSTRUMENTS BASED ON MICROCONTROLLER NODEMCU ESP32
USING POTENTIOMETRIC METHOD**

By :

Dini Mirza Mahfuzah

08021282025061

ABSTRACT

As one of the factors for human survival, water quality must be considered further. This is due to indications of water pollution caused by waste. Water that has been polluted by waste will contain heavy metals. One of the heavy metals that is harmful and not needed by the body is lead. The maximum lead level allowed for drinking water quality is 0.01 mg/L based on the Regulation of the Ministry of Health of the Republic of Indonesia Number 2 Year 2023. Therefore, this research designed a measuring instrument to detect lead concentration using potentiometric method with ESP32 microcontroller. The components used are ADS1220 to measure the voltage value and then convert it into concentration value and equipped with DS18B20 sensor to measure temperature and SKU SEN 0161 sensor to measure pH value. The resulting value will be displayed on OLED display and sent automatically to spreadsheet. This designed measuring instrument has good capabilities with an average recovery value of 101.05941%, RSD value of 1.53716% and error value of 1.53716%.

Keywords: Lead (II), ADS1220, ESP32, Potentiometry, Ion Imprinted Polymers (IIPs)

Indralaya, 16 Mei 2024

Menyetujui,

Pembimbing II



Drs. Octavianus C.S., M.T.
NIP.196510011991021001

Pembimbing I



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si.
NIP.197105151999032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



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

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KONSENTRASI ION TIMBAL(II)
BERBASIS MIKROKONTROLLER NODEMCU ESP32
MENGUNAKAN METODE POTENSIOMETRI**

Oleh :

Dini Mirza Mahfuzah

08021282025061

ABSTRAK

Sebagai salah satu faktor untuk keberlangsungan hidup manusia, kualitas air harus diperhatikan lebih lanjut. Hal ini dikarenakan adanya indikasi pencemaran air yang disebabkan oleh limbah. Air yang sudah tercemar oleh limbah akan memiliki kandungan logam berat. Salah satu logam berat yang berbahaya dan tidak dibutuhkan oleh tubuh adalah timbal. Kadar timbal maksimum yang diperbolehkan untuk kualitas air minum sebesar 0,01 mg/L berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023. Oleh karena itu, pada penelitian ini dirancanglah suatu alat ukur untuk mendeteksi konsentrasi timbal yang menggunakan metode potensiometri dengan mikrokontroler ESP32. Komponen yang digunakan yaitu ADS1220 untuk mengukur nilai tegangan lalu dikonversi menjadi nilai konsentrasi dan dilengkapi sensor DS18B20 untuk mengukur suhu serta sensor SKU SEN 0161 sebagai mengukur nilai pH. Nilai yang dihasilkan akan tampil pada *display* OLED dan terkirim otomatis ke *spreadsheet*. Alat ukur yang sudah dirancang ini memiliki kemampuan yang baik dengan nilai rata-rata *recovery* 101.05941%, nilai RSD 1.53716% dan nilai *error* 1.53716%.

Kata Kunci: Timbal (II), ADS1220, ESP32, Potensiometri, *Ion Imprinted Polymers* (IIPs)

Indralaya, 16 Mei 2024


Menyetujui,

Pembimbing II



Drs. Octavianus C.S., M.T.
NIP.196510011991021001

Pembimbing I



Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si.
NIP.197105151999032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Fisika



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

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT karena atas berkat Rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Rancang Bangun Alat Ukur Konsentrasi Ion Timbal(II) berbasis Mikrokontroller NodeMCU ESP32 menggunakan Metode Potensiometri”. Penyusunan skripsi ini bertujuan untuk memenuhi syarat kelulusan dan memperoleh gelar Sarjana Sains di Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Dalam proses penyusunan skripsi dari awal mulai penulisan hingga akhir proses penelitian penulis banyak mendapatkan dukungan dan bantuan berupa doa, bimbingan, kritik, saran, dan materi dari beberapa pihak terkait. Maka dari itu penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, anugrah, ilmu, kesempatan dan kesehatan dari-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini tepat waktu.
2. Orang Tua penulis, Ayah, Ibu dan Adik yang senantiasa memberikan doa dan dukungan moril serta materil kepada penulis.
3. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T. selaku Ketua Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya
4. Ibu Dr. Idha Royani, S.Si., M.Si. dan Bapak Drs. Octavianus C. S., M.Si selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang selalu memberikan arahan, bimbingan, dan masukan dalam proses penyusunan skripsi ini.
5. Ibu Dr. Assaidah, S.Si., M.Si dan Bapak Hadi, S.Si., M.T. selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang membangun dalam proses penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Sutopo S.Si., M.Si selaku dosen pembimbing akademik.

7. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen beserta Staff Jurusan Fisika yang telah memberikan ilmunya kepada penulis dalam proses perkuliahan dan membantu penulis dalam proses administrasi.
8. Dila Andini dan Bahenski Salmaika yang selalu memberikan semangat, dukungan, masukan dan bantuan selama proses perkuliahan hingga selesainya penyusunan skripsi ini.
9. J4METS dan PT. Kokom Solid Berjangka, Alya, Okta, Ilfa, Regi ngok, Jujot (Jutira), Kokom (Putri) dan Nyunyuk (Rifka) yang senantiasa mendengarkan keluh kesah penulis serta memberikan semangat, bantuan, tenaga dan saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
10. Rekan-rekan satu penelitian, Artha, Yeni, dan Sahat yang banyak membantu penulis selama penyusunan skripsi ini.
11. Kak Gusti, Kak Nopa, Kak Ihsan, dan Kak Lesti yang telah memberikan arahan, bantuan, dan masukan selama proses penyusunan skripsi ini.
12. Teman-teman seperjuangan yaitu Fisika 2020 (ANTARIK20) dan ELINKOMNUKLIR 2020 yang telah berbagi cerita, pengalaman, dan proses. Semoga kita semua menjadi orang sukses dan hebat serta dapat bertemu kembali di suatu hari nanti dengan cerita yang berbeda namun dengan rasa yang sama.
13. Semua pihak yang telah membantu penyelesaian tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Semoga semua pihak yang membantu penulis secara langsung maupun tidak langsung diberikan kemudahan dan kelancaran dalam kehidupannya dan menjadi amal jariah buat kita semua. Apabila saya ada salah kata dan perbuatan saya meminta maaf sebesar-besarnya dan saya ucapkan terima kasih banyak untuk semuanya. Salam Hangat dari Penulis.

Indralaya, 16 Mei 2024

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dini Mirza Mahfuzah'.

Dini Mirza Mahfuzah
NIM.08021282025061

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
ABSTRACK.....	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Sensor.....	4
2.1.1 Karakteristik Sensor	4
2.2 ADS1220 24 Bit	5
2.3 Sensor Suhu DS18B20	6
2.4 Sensor pH SKU SEN 0161	7
2.5 Mikrokontroler	8
2.6 NodeMCU ESP32	8
2.7 OLED.....	10
2.8 Arduino IDE.....	11
2.9 Timbal.....	12
2.10 <i>Ion Imprinted Polymers (IIPs)</i>	13
2.11 Metode Potensiometri.....	13
BAB II METODOLOGI PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.3 Diagram Alir Penelitian	16

3.4 Perancangan Alat	17
3.4.1 Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	17
3.4.2 Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	19
3.5 Pengujian Alat Ukur	21
3.5.1 Kalibrasi Pengukur Tegangan (ADS1220).....	21
3.5.2 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	21
3.5.3 Kalibrasi Sensor pH SKU SEN 0161	21
3.6 Pembuatan Larutan Uji Konsentrasi Pb(II).....	21
3.7 Pembuatan Larutan Internal IIPs Pb(II).....	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Hasil Perancangan Alat	23
4.1.1 Perangkat Keras (<i>Hardware</i>).....	23
4.1.2 Perangkat Lunak (<i>Software</i>).....	25
4.2 Hasil Pembuatan Bahan.....	27
4.2.1 Hasil Pembuatan Larutan Uji Konsentrasi Pb(II)	27
4.2.2 Hasil Pembuatan Larutan Internal IIPs Pb(II)	27
4.3 Pengujian Alat Ukur	28
4.3.1 Kalibrasi Pengukur Tegangan (ADS1220).....	28
4.3.2 Kalibrasi Sensor Suhu DS18B20	30
4.3.3 Kalibrasi Sensor pH SKU SEN 0161	32
4.4 Analisis Karakteristik Alat Ukur.....	34
4.4.1 Pengukuran Tegangan terhadap Konsentrasi Larutan Uji ..	35
4.4.2 Pengaruh Suhu Larutan terhadap Nilai Tegangan.....	39
4.4.3 Pengukuran pH terhadap Konsentrasi Larutan Uji.....	43
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	50
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Sensor Suhu DS18B20 (Rozaq & DS, 2017).	6
Gambar 2.2 Sensor pH SKU SEN 0161 (Rozaq & Setyaningsih, 2018).....	7
Gambar 2.3 Skala Derajat Keasaman (pH) (Hariyadi et al., 2020)	8
Gambar 2.4 NodeMCU ESP32 (Arrahma & Mukhaiyar, 2023).	9
Gambar 2.5 Pin Out NodeMCU ESP32 (Hendrawan & Agustini, 2022).	9
Gambar 2.6 OLED 0.96 128×86 (Nugroho & Effendi, 2022).	11
Gambar 2.7 Interface Arduino IDE (H. Santoso, 2015).	11
Gambar 2. 8 Bentuk Skema Metode Potensiometri.....	14
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	17
Gambar 3.2 Skema Perancangan Alat Ukur	18
Gambar 3.3 Desain Alat Ukur dan Rancangan Penelitian terhadap Konsentrasi Ion Timbal(II)	19
Gambar 3.4 Diagram Alir Perancangan Lunak.....	20
Gambar 4.1 Hasil Perancangan Perangkat Keras (a) Tampak Dalam (b) Tampak Depan (c) Tampak Samping	23
Gambar 4.2 Tampilan Program pada Software Arduino IDE	25
Gambar 4.3 Tampilan Program pada Apps Script	26
Gambar 4.4 Tampilan Tabel pada Spreadsheet.....	26
Gambar 4.5 Larutan Induk 500 ppm dan Larutan Uji Konsentrasi 0.1-1 ppm	27
Gambar 4.6 Larutan Internal IIPs Pb(II).....	28
Gambar 4.7 Grafik Kalibrasi Pengukuran Tegangan.....	30
Gambar 4.8 Grafik Kalibrasi Pengukuran Nilai Suhu.....	32
Gambar 4.9 Grafik Kalibrasi Pengukuran Nilai pH	34
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Konsentrasi Larutan Uji terhadap Tegangan	38
Gambar 4.11 Pengaruh Suhu Larutan Uji Timbal terhadap Nilai Tegangan.	42
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Konsentrasi 0.1-1.0 ppm Larutan Uji terhadap pH.....	46

Gambar 4. 13 Grafik Hubungan Konsentrasi 0.2-1.0 ppm Larutan Uji terhadap pH..... 46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Konsentrasi Analit terhadap Nilai Recovery (%) (Riyanto, 2014).	4
Tabel 2.2 Spesifikasi Sensor pH SKU SEN 0161 (DFRobot, 2023).	7
Tabel 2.3 Perbedaan NodeMCU ESP32, Node MCU ESP8266, dan Arduino Uno (Muliadi et al., 2020).	10
Tabel 3.1 Alat dan Bahan Penelitian	15
Tabel 4.1 Konfigurasi Pin ADS1220 ke NodeMCU ESP32	24
Tabel 4.2 Konfigurasi Pin Sensor Suhu DS18B20 ke NodeMCU ESP32	24
Tabel 4.3 Konfigurasi Pin Sensor pH SKU SEN 0161 ke NodeMCU ESP32	24
Tabel 4.4 Konfigurasi Pin OLED ke NodeMCU ESP32	24
Tabel 4.5 Hasil Kalibrasi Pengukur Tegangan ADS1220	29
Tabel 4.6 Hasil Kalibrasi Pengukuran Sensor Suhu DS18B20	31
Tabel 4.7 Hasil Kalibrasi Pengukuran Sensor pH SKU SEN 0161.	33
Tabel 4.8 Hasil Persentase Nilai Recovery dan RSD Pengukuran Tegangan Terhadap Catu Daya	35
Tabel 4.9 Hasil Pengukuran Tegangan terhadap Konsentrasi Larutan Uji Timbal (II)	36
Tabel 4.10 Persentase Recovery dan RSD Pengukuran Tegangan Terhadap Larutan Uji Konsentrasi Timbal (II)	37
Tabel 4. 11 Hasil Persentase Nilai Recovery dan RSD Pengukuran Suhu terhadap Air	39
Tabel 4.12 Pengaruh Suhu Larutan Uji Timbal terhadap Nilai Tegangan	41
Tabel 4.13 Hasil Persentase Nilai Recovery dan RSD Pengukuran pH terhadap Larutan Buffer	43
Tabel 4.14 Hasil Pengukuran pH Larutan Uji Konsentrasi Timbal	44
Tabel 4.15 Hasil Persentase Nilai Recovery dan RSD Pengukuran pH terhadap Larutan Konsentrasi Uji	45

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu unsur penting dalam keberlangsungan hidup manusia adalah air. Manusia membutuhkan air bersih dan layak pakai untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari, terutama untuk air minum. Ketersediaan air bersih khususnya di Indonesia mengalami penurunan dari tahun ke tahun. (Fakhriyah et al., 2021). Penurunan ketersediaan air bersih dan kualitasnya dapat terjadi karena adanya pencemaran air. Sumber dari pencemaran air berasal dari limbah-limbah seperti limbah industri, pertambangan, kosmetik, pertanian, dan lain sebagainya. Biasanya air yang sudah tercemar oleh limbah memiliki kandungan logam berat. Dari sudut pandang toksikologi, logam berat Zn, Cu, Fe, Co, Mn, dan Ni masih diperlukan oleh makhluk hidup dalam skala yang kecil dan tidak berlebihan. Sedangkan logam berat Hg, Cd, Pb, dan Cr termasuk logam berat yang beracun dan tidak dibutuhkan oleh tubuh (Yudo, 2018).

Salah satu logam berat yang beracun di dunia adalah timbal. Timbal memiliki kandungan toksik yang tinggi dan sangat beracun, bersifat karsinogenik, dan sulit terdegradasi di lingkungan yang dapat memicu permasalahan beberapa aspek baik secara biologis maupun ekologi (Putra et al., 2020). Apabila tubuh manusia menelan timbal dengan konsentrasi yang tinggi maka dapat mengakibatkan keracunan timbal, merusak ginjal, sistem saraf pusat, sistem reproduksi serta mempengaruhi jantung dan urin (Artati, 2018; Hamzah et al., 2014). Kadar timbal maksimum yang diperbolehkan untuk kualitas air minum sebesar 0,01 mg/L berdasarkan Peraturan Kementerian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023 (Kementerian Kesehatan, 2023).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk menganalisis konsentrasi timbal yaitu metode spektrofotometer serapan atom dan metode potensiometri. Spektrofotometer serapan atom adalah metode yang berfungsi mendeteksi suatu logam. Keunggulan dari metode spektrofotometer serapan atom yaitu merupakan metode yang memiliki ketelitian dan keakuratan yang tinggi. Akan tetapi memiliki kelemahan berupa menggunakan lampu katoda yang khusus dan berbeda untuk menganalisis jenis logam yang berbeda pula serta tidak dapat

menggunakan analisis sampel di lapangan. Metode potensiometri merupakan salah satu jenis metode pengukuran suatu ion yang menggunakan prinsip elektrokimia pada larutan dengan proses perhitungan kuantitatif. Metode potensiometri menggunakan elektroda selektif ion yang berfungsi untuk mengukur selektif ion tertentu (Noviana et al., 2014). Metode ini terdiri dari beberapa komponen yaitu, rangkaian jembatan garam, elektroda kerja, elektroda pembanding, dan pengukur tegangan (voltmeter). Pada penelitian ini penulis akan menggunakan metode potensiometri dikarenakan memiliki kelebihan berupa biaya analisisnya rendah, waktu analisisnya cepat, dapat digunakan pada larutan berwarna dan tidak jernih, serta selektivitas dan akurasi yang tinggi (Suheryanto et al., 2020).

Salah satu penelitian yang telah menggunakan metode potensiometri yaitu (Edianta et al., 2023) pada penelitian perancangan alat ukur konsentrasi ion logam Fe (III) menggunakan Arduino Nano dengan pengukuran diatas 1 ppm. Penelitian ini memiliki *range* pengukuran di atas 1 ppm, namun hal tersebut belum memenuhi standar zat besi pada air bersih. Kadar standar maksimal pada besi yaitu 0,3 mg/L (Kesehatan Kementrian, 2010). Pada penelitian sebelumnya komponen pengukur tegangan yang digunakan adalah ADS1115. Pada penelitian ini penulis menggunakan komponen pengukur tegangan yaitu ADS1220 untuk alat ukur nilai konsentrasi ion Pb(II). ADS1220 memiliki resolusi 24 bit dan diharapkan alat ukur yang dibuat memiliki tingkat ketelitian yang lebih tinggi. Selain itu, alat ukur yang dibuat juga dapat mengukur nilai suhu dengan sensor DS18B20 dan nilai pH dengan menggunakan sensor SKU SEN 0161 pada larutan ion Pb(II).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana cara merancang dan membuat alat ukur konsentrasi ion logam Pb(II) dengan menggunakan metode potensiometri berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32?

1.3 Batasan Masalah

Menggunakan NodeMCU ESP32 sebagai mikrokontroler pada pengukuran konsentrasi ion logam Pb(II) dengan metode potensiometri pada *range* pengukuran di bawah 1 ppm.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Merancang dan membuat suatu alat ukur konsentrasi ion logam Pb(II) dengan menggunakan metode potensiometri berbasis mikrokontroler NodeMCU ESP32.
2. Mengukur konsentrasi ion logam Pb(II) pada *range* pengukuran dibawah 1 ppm.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini akan menghasilkan suatu alat ukur yang dapat digunakan untuk mengukur konsentrasi ion logam Pb(II), suhu, pH dan tegangan.
2. Dapat dijadikan inovasi baru dalam pembuatan alat ukur konsentrasi ion logam Pb(II).

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, N. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Konsentrasi Ion Logam Fe(III) Menggunakan Metode Potensiometri Berbasis Website. Tidak dipublikasikan [Skripsi]. Universitas Sriwijaya.
- Angquna, L. (2022). Perancangan Alat Ukur Konsentrasi Melamin Berbasis Mikrokontroler NodeMCU ESP8266 Menggunakan Molecularly Imprinted Polymer (MIP) Nano Melamin. Tidak dipublikasikan [Skripsi]. Universitas Sriwijaya.
- Ardyanto, D. (2005). Deteksi Pencemaran Timah Hitam(Pb) Dalam Darah Masyarakat Yag Terpaja Timbal (Plumbum). *Jurnal Kesehatan Ligkungan*, Vol. 2 No., 67–77.
- Arrahma, S. A., & Mukhaiyar, R. (2023). Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32. *Jtein : Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 60–66.
- Artati. (2018). Analisis Kadar Timbal (Pb) pada Air yang Melalui Saluran Pipa Penyalur Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Makassar. *Jurnal Media Analis Kesehatan*, 1(1), 47–55.
- Dallas Semiconductor. (2023). *DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer*.
- Dharmawan, H. A. (2017). *Mikrokontroler Konsep Dasar dan Praktis* (Cetakan Pe). UBMedia Universitas Brawijaya, Malang.
- Edianta, J., Satya, O. C., Virgo, F., Saleh, K., & Royani, I. (2023). *Design of Potentiometric Instrumentation System Based on on Arduino nano microcontroller using imprinted polymer for the determination of Fe (III) metal ions. Iii*.
- Edwin, & Kristiadjie, H. (2016). Alat Pemantau Pengendali dan Penyampaian Informasi Status Operasi Mesin Secara Otomatis. *Alat Pemantau Pengendali Dan Penyampaian Informasi Status Operasi Mesin Secara Otomatis*, 18(2), 152–165.

- Fakhriyah, Yeyendra, & Marianti, A. (2021). Integrasi Smart Water Management Berbasis Kearifan Lokal Sebagai Upaya Konservasi Sumber Daya Air di Indonesia. *Indonesian Journal of Conservation*, 10(1), 67–41.
- Hamzah, B., Alam, S., Nuryanti, S., & Nurbaya, S. (2014). Penentuan Kondisi Optimum Ekstraksi Ion Timbal(II) Menggunakan Teknik Emulsi Membran Cair. *J. Akad. Kim.*, 3(2), 104–110.
- Hareha, L. R., Sudiarti, T., & Wulandari, M. (2015). Sintesis Cu(II)-Imprinted Polymers untuk Ekstraksi Fasa Padat dan Prakonsentrasi Ion Tembaga(II) dengan Ligan Penghelat 4-(2-Pyridylazo) Recorcinol. *Al Kimiya*, 2(1), 30–39.
- Hariyadi, Kamil, M., & Ananda, P. (2020). Sistem Pengecekan pH Air Otomatis Menggunakan Sensor pH Probe Berbasis Arduino Pada Sumur Bor. *Rang Teknik Journal*, 3(2), 340–346.
- 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), 38–48.
- Instruments, T. (2016). ADS1220 4-Channel, 2-kSPS, Low-Power, 24-Bit ADC with Integrated PGA and Reference. In *SBAS501C datasheet, MAY 2013–REVISED AUGUST 2016*.
- Jakaria, D. A., & Fauzi, M. R. (2020). Aplikasi Smartphone Dengan Perintah Suara Untuk Mengendalikan Saklar Listrik Menggunakan Arduino. *JUTEKIN (Jurnal Teknik Informatika)*, 8(1), 21–28.
- Kementerian Kesehatan. (2023). permenkes No. 2. *Kemenkes Republik Indonesia*, 151(2), Hal 10-17.
- Kesehatan Kementrian. (2010). *PMK_No._492_ttg_Persyaratan_Kualitas_Air_Minum.pdf*.
- Muliadi, Imran, A., & Rasul, M. (2020). Pengembangan Tempat Sampah Pintar Menggunakan ESP32. *Jurnal Media Elektrik*, 17(2), 73–79.

- Nelgi, S. F., Fardiyah, Q., & Sulistyarti, H. (2014). Pengaruh Ion Asing Terhadap Kinerja ESI Timbal (ii) Tipe Kawat Terlapis Berbasis S-Methyl-N-(Methylcarbamoxy) Thioacetimidate untuk Penentuan Kadar Timbal dalam Ikan. *Kimia Student Journal* , Universitas Brawijaya Malang, 2(1), 407–413.
- Noviana, L., Fardiyah, Q., Kimia, A. J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., Brawijaya, U., Malang, J. V., & Korespondensi, A. (2014). Pembuatan Elektroda Selektif Ion Timbal (Ii) Berbasis S-Methyl-N(Methylcarbamoxy) Thioacetimidate. *Kimia Student Journal* , Universitas Brawijaya Malang, 2(1), 448–454.
- Novitasari, E., Anggraeni, A. R., Muhiroh, -, Dahlan, M. W., & Mulyasuryani, A. (2017). Sensor Timbal Berbasis Potensiometri Untuk Mendeteksi Kadar Timbal Dalam Darah. *Jurnal Penelitian Saintek*, 21(1), 47.
- Nugroho, G. W., & Effendi, R. (2022). Rancang Bangun Sistem Pengukuran Luas Permukaan Kulit Menggunakan Konveyor dan Sensor Optik Berbasis Arduino. *Jurnal Teknik ITS*, 11(1), 1–7.
- Perawati. (2017). Mikrokontroler Atmega8535 Sebagai Pengendali Illuminasi Lampu Penerangan. *Jurnal Ampere*, 1(2), 41.
- Putra, W. E., Setiani, O., & Nurjazuli. (2020). Kandungan Logam Berat Pb Pada Air Bersih Dan Pada Darah Wanita Usia Subur Di Kota Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(November), 840–846.
- Rahman, M. T. (2021). Analisa Sistem Pengering Padi Otomatis Berbasis Sensor Suhu DS18B20. *Seminar Nasional Forteti Regional 7*, 5(1), 16.
- Riyanto. (2014). Validasi & Verifikasi Metode Uji. In *Paper Knowledge . Toward a Media History of Documents* (Vol. 3, Issue April).
- Royani, I., Assaidah, Widayani, Abdullah, M., & Khairurrijal. (2019). The effect of atrazine concentration on galvanic cell potential based on molecularly imprinted polymers (MIPS) and aluminium as contact electrode. *Journal of Physics: Conference Series*, 1282(1).

- Rozaq, I. A., & DS, Y. N. (2017). Uji Karakterisasi Sensor Suhu Ds18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai Salah Satu Parameter Kualitas Air. *Prosiding SNATIF Ke-4*, 303–309.
- Rozaq, I. A., & Setyaningsih, Y. N. D. (2018). Karakterisasi dan Kalibrasi Sensor pH Menggunakan Arduino Uno. *Prosiding SENDI_U*, 244–247.
- Santoso, H. (2015). *Panduan Praktis Arduino untuk Pemula*.
- Santoso, S. P., & Wijayanto, F. (2008). Rancang Bangun Akses Pintu dengan Sensor Suhu dan Handsanitizer Otomatis Berbasis Arduino. *Jurnal Elektro*, 10(1), 20–31.
- Sari, L. K., Candra, O., Effendi, H., & Eliza, F. (2023). Perancang Sistem Otomasi Pada Aquascape Berbasis Internet of Things (IoT). *JTEIN: Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 160–168.
- Setyawan, L. B. (2017). Prinsip Kerja dan Teknologi OLED. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 16(02), 121–132.
- Suheryanto, S., Fanani, Z., & Meilina, L. (2020). Validasi Metode Potensiometri untuk Penentuan Logam Timbal (Pb) pada Sampel Lindi. *Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Standardisasi, 2019*, 229–234.
- Suryatini, K. Y., & Rai, I. G. A. (2018). Logam Berat Timbal (Pb) dan Efeknya pada Sistem Reproduksi. *Emasains*, VII(1), 1–6.
- Utama, Y. A. K. (2016). Perbandingan Kualitas Antar Sensor Suhu dengan Menggunakan Arduino Pro Mini. *E-NARODROID*, 2(2).
- Wardani, R. K., & Arifiyana, D. (2020). *Suhu, Waktu Dan Kelarutan Kalsium Oksalat pada Umbi Porang. April 1990*, 1–57.
- Yudo, S. (2018). Kondisi Pencemaran Logam Berat Di Perairan Sungai Dki Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1), 1–15.
- Yusro, M., & Diamah, A. (2019). Sensor dan Transduser Teori dan Aplikasi. In *Universitas Negeri Jakarta*.
- Zulfa, I., Syahputra, H., & Faisal, A. (2021). Rancang Bangun System Kontrol

Alat-Alat Listrik Menggunakan Bluetooth Berbasis Mikrokontroler. *Jurnal Ilmiah Elektronika Dan Komputer*, 14(1), 188–199.