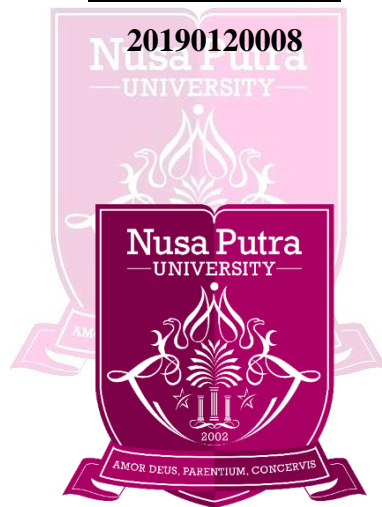


**DESAIN SENSOR RESISTIF GRAFIT UNTUK MENGUKUR
KANDUNGAN NITRAT (NO₃) SEBAGAI ALAT PEMANTAUAN
KUALITAS AIR**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh
Gelar Sarjana Teknik Elektro*

IOBAL FIRDAUS



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK, KOMPUTER DAN DESAIN
SUKABUMI
SEPTEMBER 2023**

PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : DESAIN SENSOR RESISTIF GRAFIT UNTUK MENGUKUR
KANDUNGAN NITRAT (NO₃) SEBAGAI ALAT
PEMANTAUAN KUALITAS AIR

NAMA : IQBAL FIRDAUS

NIM : 20190120008

“Saya menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah saya jelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti- bukti yang cukup, maka saya bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut”.

Sukabumi, 13 September 2023



IQBAL FIRDAUS

Penulis

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : DESAIN SENSOR RESISTIF GRAFIT UNTUK MENGUKUR
KANDUNGAN NITRAT (NO₃) SEBAGAI ALAT
PEMANTAUAN KUALITAS AIR
NAMA : IQBAL FIRDAUS
NIM : 20190120008

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, 13 September 2023

Pembimbing I

PLT. Ketua Program Studi Teknik Elektro



Anang Suryana, S.Pd., M.Si
NIDN: 0407098009

Muchtar Ali Setyo Yudono S.T., M.T.
NIDN: 0426019502

PENGESAHAN SKRIPSI

JUDUL : DESAIN SENSOR RESISTIF GRAFIT UNTUK MENGUKUR
KANDUNGAN NITRAT (NO₃) SEBAGAI ALAT
PEMANTAUAN KUALITAS AIR
NAMA : IQBAL FIRDAUS
NIM : 20190120008

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan di depan Dewan Penguji pada Sidang Skripsi tanggal 8 September 2023 Menurut pandangan kami Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Sukabumi, 13 September 2023

Pembimbing I

Ketua Penguji

Anang Suryana, S.Pd., M.Si

NIDN. 0407098009

Muchtar Ali Setyo Yudono S.T., M.T.

NIDN: 0426019502

PLT. Ketua Program Studi Teknik Elektro

Muchtar Ali Setyo Yudono S.T., M.T.

NIDN: 0426019502

Dekan Fakultas Teknik Komputer dan Desain

Ir. Paikun, S.T.,IPM.

NIDN: 0402037401

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto:

“Tidak ada kesuksesan tanpa kerja keras. Tidak ada keberhasilan tanpa kebersamaan.
Tidak ada kemudahan tanpa doa.”

(Ridwan Kamil)

"Orang yang hebat adalah orang yang memiliki kemampuan menyembunyikan kesusahan, sehingga orang lain mengira bahwa ia selalu senang."

(Imam Syafi'i)



Kupersembahkan skripsi ini untuk:

- Alm Bapak dan Ibu tercinta yang senantiasa mencurahkan kasih sayang dukungan, bimbingan dan doa yang tulus dalam setiap langkahku
- Kaka, keluarga untuk semua dukungan serta peluk hangatny selama ini.

Rekan-rekan seperjuangan yang selalu membantu dan memberi semangat selama proses penyusunan.

ABSTRACT

In recent decades, increasing nitrate levels in rivers have become a major environmental problem. Excessive nitrates can pollute water and harm sensitive aquatic habitats. Consequently, developing efficient and precise analytical methods to assess nitrate levels in water streams is critical. The aim of this research is to develop a graphite resistive sensor for the development of nitrate sensors. Because of its superiority in producing a fast and sensitive electrochemical response to nitrate ions. In this measurement, a graphite electrode is used as the working electrode. First, the graphite electrode is calibrated with a standard nitrate solution of known concentration. A calibration curve was developed to correlate the electrode response. Based on the test results of the graphite resistive sensor, an average error value of 21.45% was obtained, this indicates that the performance of the graphite resistive sensor is relatively accurate with a low error rate. The test results provide data that the resistive sensor can be used to measure nitrate content in water flows with good accuracy. In addition, this method of resistive sensor properties has advantages in terms of ease and speed of measurement. This method can be used as an alternative method for measuring nitrate content in water flows which is cheaper and more efficient..

Keywords: Water flow, resistif, graphite electrode, nitrate content, electrochemistry

ABSTRAK

Peningkatan kadar nitrat di sungai telah menjadi masalah lingkungan utama. Nitrat yang berlebihan dapat mencemari air dan membahayakan habitat air yang sensitif. Akibatnya, mengembangkan metode analitik yang efisien dan tepat untuk menilai tingkat nitrat dalam aliran air sangat penting. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan sensor resistif grafit untuk pengembangan sensor nitrat. Karena keunggulannya dalam menghasilkan respon elektrokimia yang cepat dan sensitif terhadap ion nitrat. Metode sifat sensor resistif ini mempunyai keunggulan dalam hal kemudahan dan kecepatan pengukuran. Metode ini bisa dipergunakan menjadi alternatif metode pengukuran kandungan nitrat pada aliran air yang lebih murah serta lebih efisien. Berdasarkan hasil pengujian sensor resistif grafit terhadap pengukuran kandungan nitrat diperoleh nilai rata-rata galat sebesar 21,45%. Hal ini mengindikasikan bahwa performa sensor resistif grafit/sensor nitrat dalam mengukur kandungan nitrat relatif akurat. Tingkat kesalahan yang cukup tinggi dikarenakan ketidaksempurnaan dan ketidakakuratan sensor yang telah dibuat dan metode pengukuran yang digunakan terbatas dan menghasilkan galat yang cukup tinggi. Hasil pengujian pada sampel yang digunakan memberikan data bahwa sensor resistif dapat digunakan untuk pengukuran kandungan nitrat pada aliran air.

Kata Kunci : Aliran air, resistif, Elektroda Grafit , Kandungan Nitrat, Elektrokimia

KATA PENGANTAR

Assalamu`alaikum wr.wb

Puji syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT karena berkat Rahmatnya kita masih bisa menjalankan aktivitas sehari-hari, sholat dan salam tidak lupa pula kita sanjungkan kepada Nabi Muhammad SAW beserta para sahabatnya yang telah memberikan kita sebagai umatnya jalan yang lurus dalam kehidupan melalui sunnah dan tuntunannya. Sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Desain Sensor Resistif Grafit Untuk Mengukur Kandungan Nitrat (No3) Sebagai Alat Pemantauan Kualitas Air”. Sebagai salah satu syarat lulus untuk menyelesaikan masa studi dan mendapat penganugerahan gelar Sarjana Teknik (S.T).

Penulis menyadari kurangnya kemampuan serta pengetahuan yang penulis miliki sehingga skripsi ini jauh dari kata sempurna. Skripsi ini terselesaikan berkat bantuan dari berbagai pihak yang turut membantu memberikan bimbingan, arahan serta dorongan yang tulus sehingga skripsi ini dapat selesai tepat pada waktunya, ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya juga penulis sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Kurniawan, ST., M.Si., MM Selaku Rektor Universitas Nusa Putra.
2. Bapak Muchtar Ali Setyo Yudono S.T., MT Selaku Ketua Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra.
3. Bapak Anang Suryana, S.Pd., M.Si Selaku Dosen Pembimbing
4. Para Dosen Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama penulis menempuh Pendidikan di Program Studi Teknik Elektro Universitas Nusa Putra.
5. Ibu dan Kaka yang tak kenal lelah memberikan kasih sayang serta dukungan berupa doa, moril maupun materi dan motivasi yang tiada henti-hentinya.
6. Semua keluarga yang selalu mendoakan dan memberi dukungan dalam berbagai aktivitas yang penulis lakukan selama menjalankan pendidikan di Universitas Nusa Putra Sukabumi.

7. Untuk teman-teman seperjuangan yang selalu memberi semangat dan membantu dalam proses penyusunan. Semua pihak yang mendukung baik langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan baik materi, isi maupun teknik penyajian, mengingat kemampuan yang peneliti miliki masih terbatas. Sehingga kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa dengan senang hati peneliti harapkan demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak yang berkepentingan serta rekan-rekan mahasiswa Universitas Nusa Putra Sukabumi.

Sukabumi, 13 September 2023



Iqbal Firdaus

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Iqbal Firdaus
NIM : 20190120008
Program Studi : Teknik Elektro
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*Non-exclusive Royalty-Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

DESAIN SENSOR RESISTIF GRAFIT UNTUK MENGUKUR KANDUNGAN NITRAT (NO₃) SEBAGAI ALAT PEMANTAUAN KUALITAS AIR. Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalihmedia/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat : Sukabumi
Pada Tanggal : 13 September 2023

Yang Menyatakan

Iqbal Firdaus

DAFTAR ISI

PERNYATAAN PENULIS	i
PERSETUJUAN SKRIPSI	ii
PENGESAHAN SKRIPSI	iii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	iv
ABSTRACT	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	14
1.1 Latar Belakang	14
1.2 Rumusan masalah	15
1.3 Batasan masalah	16
1.4 Tujuan Penelitian	16
1.5 Manfaat Penelitian	16
1.6 Sistematika Penulisan	17
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	18
2.1 Penelitian Terkait	18
2.2 Peluang Kebaruan	19
2.3 Kandungan Nitrat	20
2.4 Sensor Resistif Grafit	21
2.5 ESP32	22
2.6 Liquid Crystal Display (LCD) 16 X 2 dan Modul I2C	24
2.7 Elektroda Grafit	24
2.7.1 Jenis-jenis Elektroda Grafit	25
2.7.2 Sruktur elektroda Grafit	26

2.7.3	Reaksi Oksidasi Nitrat (NO_3^-)	26
2.7.4	Reaksi Reduksi pada Elektroda Grafit.....	27
2.8	Soil Moisture	27
2.9	Kalibrasi.....	27
BAB III METODE PENELITIAN		29
3.1	Alur penelitian	29
3.2	Perancangan Sistem.....	32
3.2.1	Perancangan Perangkat Keras.....	33
3.2.2	Kalibrasi Sensor	33
3.2.3	Perancangan Perangkat Lunak.....	34
3.2.4	Pembuatan Sensor Nitrat/ Sensor Resistif Grafit.....	35
3.3	Alat dan Bahan	37
3.4	Skenario Penelitian	37
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Pengujian Sensor	39
4.2	Analisis dan Hasil Pengujian Sampel.....	42
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 (a) Ikatan Atom Hexagonal pada Grafit 2D, (b) Skema Ikatan π dan σ pada Grafit [22]	22
Gambar 2.2 Mikrokontroller ESP32 [23].....	23
Gambar 2.3 LCD (Liquid Crystal Display) 16 x 2 dan modul I2C [26]	24
Gambar 3.1 Alur Penelitian.....	30
Gambar 3.2 Diagram blok sistem.....	32
Gambar 3.3 Skema rangkaian alat	33
Gambar 3.4 Flowchart perancangan software	34
Gambar 3.5 Skematik Sensor Grafit. Film Polyimer Film Diambil (a). Dipindahkan Ke Polyimer Film Untuk Di Bentuk Tambalan Sensor (b)	35
Gambar 3.6 Produk Akhir Beserta Dimensinya Yang Digunakan Sebagai Tambalan Sensor	36
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Nitrat (NO ₃).....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Nitrat (NO ₃).....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sample)	44
Tabel 4.4 Biaya Modifikasi Sensor Nitrat.....	45

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Terkait	18
Tabel 2.2 Spesifikasi Mikrokontroller ESP32 [23].....	23
Tabel 3. 1 Alat Yang Digunakan.....	37
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Sensor Nitrat (NO ₃).....	40
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Sensor Nitrat (NO ₃).....	41
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sampel	44
Tabel 4.4 Biaya Modifikasi Sensor Nitrat.....	45



BAB I

PENDAHULUAN

Pada Bab 1 akan membahas tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian serta struktur penelitian ini

1.1 Latar Belakang

Hasil kegiatan manusia selalu menghasilkan limbah. Di samping limbah yang mengandung bahan-bahan organik, limbah dapat juga mengandung unsur logam berat, terutama limbah yang berasal dari kegiatan industri [1]. Hal tersebut terutama disebabkan oleh penggunaan pupuk pertanian yang berlebihan dan pembuangan air limbah dari kehidupan manusia dan kegiatan produksi lainnya. Namun, keberadaan nitrat dan nitrit yang berlebihan dalam air berdampak besar pada organisme akuatik dan kesehatan manusia [2].

Air merupakan sesuatu yang sangat penting di dalam kehidupan karena semua makhluk hidup di dunia ini memerlukan air [3]. Air digunakan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, keperluan industri, kebutuhan permukiman dan lahan pertanian yang secara terus menerus memberikan dampak yang cukup besar terhadap ekosistem sungai [4]. Bahan pencemar yang dihasilkan setiap kegiatan akan dibawa oleh arus sungai menuju wilayah hilir, kemudian terakumulasi di daerah muara sehingga seringkali kawasan sekitar muara mengandung bahan pencemar yang cukup tinggi. Hal ini tentu dapat mengganggu kelangsungan hidup organisme yang mendiami kawasan pesisir [5].

Diantara beragam limbah yang dapat mencemari lingkungan ada yang disebut limbah domestik. Berdasarkan badan ekologi dan konservasi lahan basah limbah domestik terdapat dua kategori yang membedakan air limbah domestik. Pertama yaitu air limbah domestik yang dihasilkan dari tinja, air seni, sabun dan shampoo; kedua, pencemaran limbah domestik berisi beberapa bahan yang dapat mencemari air sungai

dan mengakibatkan penurunan kualitas air sungai diantara lain seperti BOD (Biological Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), amonia, fosfat, nitrat, deterjen, dan tinja [6]. Secara umum sumber utama nitrat dan fosfat yang masuk ke perairan adalah limbah yang berasal dari daratan berupa limbah industri dan pemukiman yang mengandung senyawa organik yang mengalir melalui sungai [7]. Sumber alami nitrit dan nitrat adalah siklus nitrogen sedangkan sumber dari aktivitas manusia berasal dari penggunaan pupuk nitrogen, limbah industri dan limbah organik manusia. Bahaya nitrat dan nitrit dalam air apabila terminum bayi di bawah umur 3 bulan akan dapat menyebabkan gangguan sistem peredaran darah. Penyakit ini disebut blue baby syndrome dengan gejala khas yaitu terlihat warna kebiruan di sekitar daerah bibir dan pada beberapa bagian tubuh [8].

Menurut PP Nomor 22 Tahun 2021 Penetapan Standar Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Bahwa untuk melaksanakan ketentuan pasal 22 dan pasal 185 huruf b undang-undang nomor 11 tahun 2020 tentang cipta kerja, perlu menetapkan peraturan pemerintah tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup. RPPMU sebagaimana dimaksud dalam Pasal 182 menjadi bagian dari rencana Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup [9].

Kandungan nitrat dalam aliran air krusial dilakukan untuk memantau kualitas air dan memastikan bahwa air yang mengalir aman dan bersih untuk dipergunakan [10]. Dalam pengukuran kandungan nitrat pada aliran air, metode amperometri dapat digunakan dengan menghubungkan elektroda ke dalam aliran air dan mengukur arus yang dihasilkan. Sebelum melakukan pengukuran, dilakukan kalibrasi dengan menggunakan sampel standar untuk memastikan keakuratan hasil pengukuran [11].

1.2 Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka penulis merumuskan permasalahan yang mencakup untuk di angkat dalam penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana mekanisme elektroda berbahan grafit dan ion dalam larutan standar nitrat dapat digunakan untuk mendeteksi kandungan nitrat?

2. Bagaimana cara merancang dan mengembangkan sensor nitrat yang efektif dan akurat berbahan grafit?

1.3 Batasan masalah

Agar tidak menyimpang dari pembahasan maka sangatlah di perlukan untuk menentukan sebuah pembahasan , maka penulis akan membatasi masalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan berfokus pada pengembangan sensor resistif grafit untuk pengukuran nitrat.
2. Sensor yang dikembangkan akan menggunakan elektroda grafit yang dapat mendeteksi perubahan arus listrik yang berkaitan dengan reaksi yang melibatkan ion nitrat.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Membuat sensor resistif grafit untuk pengukuran kandungan nitrat yang mampu mengukur kandungan nitrat pada aliran air secara akurat dan berkelanjutan.
2. Mengembangkan sebuah sensor nitrat berbahan grafit yang memiliki sensitivitas tinggi, untuk pengukuran konsentrasi nitrat dalam aliran air. Meningkatkan presisi dan sensitivitas sensor resistif grafit sehingga dapat mendeteksi dan mengukur konsentrasi nitrat dalam aliran air dengan akurasi yang tinggi.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah untuk:

1. Temuan studi ini dapat dimanfaatkan untuk memandu kemajuan masa depan dalam teknologi sensor nitrat, seperti sensitivitas yang lebih tinggi, stabilitas, dan biaya produksi yang lebih rendah.
2. Sebagai metode yang relatif ekonomis dibandingkan dengan beberapa metode analisis lainnya. Biaya peralatan dan bahan kimia yang diperlukan cenderung

lebih rendah, sehingga dapat menjadi pilihan yang efektif dari segi biaya untuk penelitian kandungan nitrat.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika dalam penulisan pada penelitian ini sebagai berikut:

BAB I. PENDAHULUAN

Bab ini membahas secara singkat tentang latar belakang permasalahan, perumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah serta sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini akan dibahas mengenai penelitian terkait teori yang dapat menunjang dalam proses penelitian. Teori tentang ESP32, teori tentang sensor resistif grafit, teori tentang kandungan nitrat, teori tentang elektroda grafit,

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai kerangka pemikiran dari penelitian yang digambarkan secara terstruktur, tahap demi tahap proses pelaksanaan penelitian.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini membahas tentang pengujian hardware maupun software, serta analisa terhadap prinsip kerja dan proses dari suatu alat yang dibuat.

BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi kesimpulan dan saran, untuk pengembangan penelitian kedepannya

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini akan membahas temuan dan rekomendasi penelitian. Hasil penelitian dan pembuatan sensor nitrat disajikan pada bagian kesimpulan, beserta saran penulis untuk penelitian lebih lanjut di lapangan.

5.1 Kesimpulan

Pada akhir penelitian ini, Kesimpulan yang dapat diambil berdasarkan hasil pengujian dalam analisis yang dilakukan terhadap konsentrasi nitrat dalam air.

1. Melalui hasil uji kinerja sensor terhadap berbagai konsentrasi nitrat dalam sampel air, kami berhasil mengembangkan sensor yang dapat mengukur kandungan nitrat secara akurat.
2. Sensor nitrat berbahan grafit yang telah dikembangkan memiliki sensitivitas terhadap perubahan konsentrasi nitrat, yang meningkatkan kemampuannya untuk mendeteksi variasi kandungan nitrat dalam aliran air.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah sebagai berikut:

1. Jika memungkinkan, pertimbangkan untuk mengintegrasikan sensor nitrat dengan sistem pemantauan otomatis untuk pengukuran yang berkelanjutan.
2. Lakukan kalibrasi secara berkala untuk memastikan akurasi dan kehandalan hasil pengukuran.
3. Terus pertimbangkan pengembangan sensor nitrat yang lebih canggih, dengan platform pemantauan yang lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Hidayatulloh, T dan Pirim, “ANALISIS LOGAM Cd MENGGUNAKAN CYCLIC VOLTAMMETRY MAKING OF GRAPHENE OXIDE-PARAFFIN WORKING ELECTRODE FOR ANALYSIS OF Cd USING CYCLIC VOLTAMMETRY Taufik Hidayatulloh dan Pirim Setiarso * Departement of Chemistry , Faculty of Matematics and Natural Sciences,” *UNESA J. Chem.*, vol. 8, no. 2, pp. 79–87, 2019.
- [2] D. Li, T. Wang, Z. Li, X. Xu, C. Wang, and Y. Duan, “Application of graphene-based materials for detection of nitrate and nitrite in water—a review,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 1, pp. 1–35, 2020, doi: 10.3390/s20010054.
- [3] T. Sutriadi, P. Badan, L. Pertanian, P. Tanah, J. Tentara, and P. No, “Pencemaran Nitrat pada Air Sungai Sub DAS Klakah , DAS Serayu di Sistem Pertanian Sayuran Dataran Tinggi Nitrate Pollution in River Water at Klakah Sub Watershed , Serayu Watershed of Highlands Vegetable,” pp. 35–44, 2018.
- [4] R. A. Hoetary, T. Amalia, A. K. Tasya, and D. Ramadhani, “Kandungan Nitrit dan Nitrat Pada Kualitas Air Permukaan,” *Pros. Semin. Nas. Biol.*, vol. 1, pp. 679–688, 2021.
- [5] W. A. E. Putri, A. I. S. Purwiyanto, . Fauziyah, F. Agustriani, and Y. Suteja, “Kondisi Nitrat, Nitrit, Amonia, Fosfat Dan Bod Di Muara Sungai Banyuasin, Sumatera Selatan,” *J. Ilmu dan Teknol. Kelaut. Trop.*, vol. 11, no. 1, pp. 65–74, 2019, doi: 10.29244/jitkt.v11i1.18861.
- [6] U. Spectrophotometer and R. Arnanda, “Analisis Kadar Nitrat dalam Air Sungai dengan Menggunakan Spektrofotometer UV- Visible Analysis of Nitrate Levels in River Water Using a,” vol. 6, no. 3, pp. 181–184, 2023.

- [7] N. W. S. T. Rahayu, I. G. Hendrawan, and Y. Suteja, "Distribusi Nitrat dan Fosfat Secara Spasial dan Temporal Saat Musim Barat Di Permukaan Perairan Teluk Benoa, Bali," *J. Mar. Aquat. Sci.*, vol. 4, no. 1, p. 1, 2018, doi: 10.24843/jmas.2018.v4.i01.1-13.
- [8] N. komang ayu andrena parmita dewi Dkk *et al.*, "Analisis kadar nitrat dan nitrit air hujan yang ditampung pada cubang di pulau nusa penida kabupaten klungkung," vol. 8, no. 3, pp. 11–17, 2020.
- [9] Pemerintah Republik Indonesia, "Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup," *Sekr. Negara Republik Indones.*, vol. 1, no. 078487A, p. 483, 2021, [Online]. Available: <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- [10] C. Patricia, W. Astono, and D. I. Hendrawan, "Kandungan fosfat dalam perairan pada umumnya berasal dari limpasan pupuk pada pertanian, kotoran manusia maupun hewan, kadar sabun, pengolahan sayuran, serta industri pulp dan kertas. Penggunaan detergen dalam rumah tangga juga menjadi penyumbang kadar fo," *Perifit. merupakan sebagai aufwuchs yaitu sekelompok Org. (umumnya mikroskopis) yang hidup menempel pada benda atau pada permukaan Tumbuh. air yang Teren. tidak menembus subtrat; diam atau Berger. dipermukaan subtrat tersebut1)* . *Sementara Wetz*, vol. 4, pp. 179–185, 2018.
- [11] P. Kadar, K. Bebas, D. Beras, M. M. F. Injection, and S. Visibel, *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*. 2018.
- [12] C. O. S. Patricia, "Efek Pengemulsi Arabic Gum Dalam Pembuatan Sensor Nitrat Berbahan Polypyrrole Terlapis Pada Elektroda Grafit Pensil," vol. 3, no. 2, p. 6, 2021.

- [13] I. Nurzaman, E. Trimayanti, E. S. Zainuddin, and S. N. Khotimah, "Rangkaian Listrik Menggunakan Isi Pensil," *Pros. SNIPS*, pp. 8–12, 2018.
- [14] A. Santoso, "Sintesis Grafit Tereksfoliasi Dengan Na₂O₄ Menggunakan Metode Elektrokimia," vol. 10, no. 1, pp. 162–168, 2023.
- [15] M. Kes, "Studi Kandungan Nitrat (NO-3) Pada Sumber Air Minum Masyarakat Kelurahan Rurukan Kecamatan Tomohon Timur Kota Tomohon," no. 3, pp. 1–31, 2018.
- [16] V. R. Widiyanti, S. Sedjati, R. Azizah, T. Nuraini, and T. Awur, "Korelasi Kandungan Nitrat Dan Fosfat Dalam Air Dan Sedimen Dengan Kerapatan Lamun Yang Berbeda Di Perairan Teluk," *J. Mar. Res.*, vol. 7, no. 3, pp. 193–200, 2018.
- [17] Ramadhan and I. A. Yusanti, "Study of Nitrate and Phosphate Levels in The Swamp Flood Waters in Sedang Village, Subdistrict Suak Tapeh, District Banyuasin," *J. Ilmu-Ilmu Perikan. dan Budid. Perair.*, vol. 15, no. 1, pp. 37–41, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/ikan>
- [18] A. Lestari, B. Sulardiono, and A. Rahman, "Struktur komunitas perifiton, nitrat, dan fosfat di Sungai Kaligarang, Semarang," *Jural Pasir Laut*, vol. 5, no. 1, pp. 48–56, 2021.
- [19] M. Handayani *et al.*, "Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Nitrat Pada Air Sumur Warga Kota Depok," *J. Sanitasi Lingkung.*, vol. 2, no. 1, pp. 14–20, 2022, doi: 10.36086/jsl.v2i1.1143.
- [20] D. Li, T. Wang, Z. Li, X. Xu, C. Wang, and Y. Duan, "Application of graphene-based materials for detection of nitrate and nitrite in water—a review," *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 1, 2020, doi: 10.3390/s20010054.

- [21] M. Pengelolaan, P. K. Terluar, B. Pada, P. Sistem, S. Sosioekonomi, and D. A. N. Sistem, "Program pascasarjana," 2018.
- [22] G. Baswara, *Sintesis Elektroda Superkapasitor Dengan Proses Eksfoliasi Kimia Dan Pengaitan Fe^{3+} Pada Grafena Oksida Tereduksi Dari Tempurung Kelapa Tua*. 2018.
- [23] . H. H. ., . S. P. ., . D. ., and . J. S. ., "Karakterisasi Densitas Grafit Sebagai Kandidat Bahan Reaktor Temperatur Tinggi," pp. 37–43, 2018, [Online]. Available: <http://jurnal.batan.go.id/index.php/pin/article/view/3064>
- [24] A. Amperawan *et al.*, "Hardware Design and Lung Sound Detection Simulation to Analyze Lung Abnormalities Based on Arduino Mega , NodeMCU ESP32 and Internet of Things," vol. 9, pp. 249–254, 2022.
- [25] A. Mathematics, "LANANG JABBAR KALA, 'Rancang Bangun Monitoring Tumpukan Sampah Pada Saluran Air Berbasis Long Range,' Politeknik Negeri Sriwijaya, 2021.,," pp. 1–23, 2021.
- [26] V. Sahanaya, Ramli, and Y. Darvina, "Pengaruh Fraksi Konsentrasi Nanokomposit $Fe_3O_4/PANi$ dengan Metode Sol-Gel Spin Coating untuk Material Elektroda Baterai Lithium," *Pillar Phys.*, vol. 11, no. 2, pp. 49–56, 2018.
- [27] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *J. Teknol. dan Sist. Tertanam*, vol. 1, no. 1, p. 17, 2020, doi: 10.33365/jtst.v1i1.719.
- [28] T. Hariono and H. Ashoumi, "Implementasi RFID Mobile untuk Alat Pembayaran dan Pengontrol Keuangan Santri," *Saintekbu*, vol. 12, no. 2, pp. 1–12, 2020, doi: 10.32764/saintekbu.v12i1.961.
- [29] P. Mutiah, S., Sumardiyono, Pujiastuti, "Analisis Parameter Nitrit, Nitrat,

- Amoia, Fosfat Pada Air Limbah Pertanian Dusun Bendungan, Genuk Harjo, Wuryantoro, Wonogiri,” *J. Kim. dan rekayasa*, vol. 3, no. 2, 2022.
- [30] A. Artadi, S. Sudaryo, and A. Aryadi, “Penggunaan Grafit Batu Baterai Sebagai Alternatif Elektroda Spektrografi Emisi,” *J. Forum Nukl.*, vol. 1, no. 2, p. 105, 2007, doi: 10.17146/jfn.2007.1.2.3276.
- [31] T. TEMA, *Laporan Akhir Penelitian Multi Tahun*, no. 10. 2020. [Online]. Available: https://fahatan.unmul.ac.id/assets_dsn/upload/penelitian/LaporanAkhir_Dr_R_R_HARLINDA_KUSPRADINI_S_Hut,_M_P1.pdf
- [32] I. A. Wibowo, Sulisty, and A. Suprihanto, “Pembuatan elektroda grafit berpori untuk proses elektrolisis,” *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 4, pp. 497–502, 2022.
- [33] E. * Yulinda, D. Q. Nabela, J. Lettu, S. No, K. Bojonegoro, and J. Timur, “PENGARUH PENAMBAHAN ION NITRAT (NO₃-) TERHADAP KINETIKA FOTODEGRADASI ZAT WARNA METILEN BIRU MENGGUNAKAN ZEOLIT-TiO₂,” *Inov. Tek. Kim.*, vol. 5, no. 2, pp. 59–67, 2020.
- [34] I. Muftiana, L. Suyati, and D. S. Widodo, “The Effect of KMnO₄ and K₃[Fe(CN)₆] Concentrations on Electrical Production in Fuel Cell Microbial System with *Lactobacillus bulgaricus* Bacteria in a Tofu Whey Substart,” *J. Kim. Sains dan Apl.*, vol. 21, no. 1, pp. 49–53, 2018, doi: 10.14710/jksa.21.1.49-53.
- [35] F. S. Zazueta and J. Xin, “Soil Moisture Sensors 1: Extension Bulletin,” no. April, pp. 1–11, 2018.
- [36] L. Idi and B. Purwanggono, “Pengamatan Kesesuaian Penerapan Kalibrasi Dengan Standart Operational Procedure Pada Pt . Daya Manunggal

Berdasarkan Iso 9001 : 2008,” *Ind. Eng. Online J.*, vol. 8, no. 1, pp. 1–7, 2019.

- [37] Jumrianto, Wahyudi, and A. Syakur, “Kalibrasi Sensor Tegangan dan Sensor Arus dengan Menerapkan Rumus Regresi Linear menggunakan Software Bascom AVR,” *J. Syst. Inf. Technol. Electron. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–14, 2021.

