

# Pemantauan Pemisah Air dan Minyak pada Kapal Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560

Yoga Tri Pratama, Jamaaluddin\*

Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

**Abstrak:** Pencemaran limbah minyak berdampak negatif terhadap lingkungan, yang menyebabkan penurunan kualitas lingkungan, terutama yang dibuktikan dengan dampak yang merugikan bagi organisme air. Dampak tersebut secara signifikan mempengaruhi produktivitas nelayan global. Organisasi Maritim Internasional (IMO) menetapkan Maritim Internasional (IMO) menetapkan konsentrasi limbah minyak maksimum yang diizinkan untuk maksimum yang diizinkan untuk dibuang sebesar 15 ppm (Part Per Million). Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menerapkan sistem pemantauan pemisah minyak-air di atas kapal. Sistem ini berfungsi sebagai pemisah antara air laut dan minyak yang berasal dari ruang mesin kapal, yang yang ditampung dalam sebuah tangki. Proses pemisahan menggunakan katup servo, yang bertindak sebagai keran otomatis, yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 menggunakan Sensor Light Dependent Resistor (LDR). Selain itu, sensor Total Dissolve Solid (TDS) dan Liquid Crystal Display (LCD) berfungsi sebagai indikator dan monitor untuk proses tersebut. Implementasi sistem memastikan bahwa air yang dibuang tetap berada di bawah ambang batas 15 ppm.

**Kata Kunci:** Mikrokontroler; Oil Water Separator; Sensor TDS ( Total Dissolve Solid ); Servo Valve

DOI:

<https://doi.org/10.47134/ijat.v1i2.2918>

\*Correspondence: Jamaaluddin

Email: [jaamaluddin@umsida.ac.id](mailto:jaamaluddin@umsida.ac.id)

Received: 11-06-2024

Accepted: 13-06-2024

Published: 22-06-2024



**Copyright:** © 2024 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (BY SA) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

**Abstract:** Waste oil pollution negatively impacts the environment, leading to a decline in environmental quality, particularly evidenced by the detrimental effects on aquatic organisms. Such impacts significantly affect global fishermen productivity. The International Maritime Organization (IMO) sets the maximum permissible waste oil concentration for disposal at 15 ppm (Part Per Million). This study aims to develop and implement an onboard oil-water separator monitoring system. The system serves as a separator between seawater and oil derived from the ship's engine room, which is stored in a tank. The separation process employs a servo valve, acting as an automatic faucet, controlled by an Arduino Mega 2560 microcontroller using a Light Dependent Resistor (LDR) sensor. Additionally, a Total Dissolve Solid (TDS) sensor and Liquid Crystal Display (LCD) function as indicators and monitors for the process. The system's implementation ensures that the discharged water remains below the 15 ppm threshold.

**Keywords:** Microcontroller; Oil Water Separator; TDS (Total Dissolve Solid) Sensor; Servo Valve

## Pendahuluan

Pada era modern ini, aktivitas pelayaran dan pengangkutan melalui laut telah menjadi salah satu pilar utama dalam perdagangan global (Adi et al., 2021). Hal ini terutama disebabkan oleh efisiensi dan kapasitas besar yang dimiliki oleh kapal-kapal kargo modern, memungkinkan mereka untuk mengangkut barang-barang dari satu belahan dunia ke belahan dunia lain dengan cepat dan efisien. Namun, dampak dari operasi kapal terhadap

lingkungan laut menjadi perhatian serius bagi para ahli lingkungan dan pemerintah di seluruh dunia. Salah satu dampak utama yang menjadi sorotan adalah pencemaran minyak di laut. Pencemaran limbah minyak di laut tidak hanya mengancam keberlangsungan ekosistem laut tetapi juga berdampak negatif pada manusia yang bergantung pada sumber daya laut, seperti nelayan. Minyak yang bocor ke laut dapat menciptakan lapisan tipis di permukaan air yang menghambat sirkulasi udara dan pencahayaan matahari yang diperlukan untuk proses fotosintesis oleh plankton dan fitoplankton, yang merupakan dasar dari rantai makanan laut (Ismailov & Jo'Rayev, 2022).

Laut Indonesia, sebagai salah satu jalur maritim tersibuk di dunia, mengalami tekanan besar akibat aktivitas kapal. Dengan lalu lintas kapal yang padat, tidak jarang kapal-kapal ini membuang limbah minyak secara tidak bertanggung jawab, mengancam kelestarian lingkungan laut dan sumber daya ikan yang menjadi sumber penghidupan banyak masyarakat pesisir. Data investigasi menunjukkan bahwa pada tahun 2019 saja, 12 kapal di perairan kota Batam dan Bintan tertangkap karena membuang limbah minyak secara ilegal. Hal ini menegaskan bahwa masalah pencemaran limbah minyak di laut masih menjadi tantangan serius yang perlu ditangani dengan serius. Untuk mengatasi masalah pencemaran limbah minyak di laut, regulasi internasional telah ditetapkan oleh International Maritime Organization (IMO), yang menetapkan standar kualitas limbah minyak yang dapat dibuang ke laut, yaitu kurang dari 15 ppm (Part Per Million). Meskipun demikian, implementasi dan penegakan regulasi ini masih menjadi masalah serius, karena masih banyak kapal yang tidak mematuhi standar ini (Solekha et al., 2023).

Salah satu solusi yang sedang dikembangkan adalah penggunaan teknologi mikrokontroler, seperti Arduino Mega 2560, untuk memantau dan mengontrol proses pemisahan air dan minyak secara otomatis. Sistem ini bertujuan untuk merancang dan mewujudkan sistem pemantauan oil water separator pada kapal berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560. Dengan adanya sistem ini, diharapkan dapat membantu mengurangi pencemaran limbah minyak di laut dan menjaga kelestarian lingkungan laut serta keberlangsungan mata pencaharian nelayan. Sistem pemantauan oil water separator pada kapal berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 merupakan langkah inovatif dalam menangani masalah pencemaran limbah minyak di laut. Dengan memanfaatkan teknologi mikrokontroler, sistem ini dapat bekerja secara otomatis dan efisien dalam memisahkan minyak dari air laut sebelum dibuang ke laut. Teknologi ini tidak hanya membantu kapal untuk mematuhi regulasi IMO tetapi juga membantu dalam menjaga kebersihan lingkungan laut (Putra et al., 2023).

Penerapan teknologi mikrokontroler dalam sistem pemantauan oil water separator juga dapat memberikan manfaat tambahan dalam hal efisiensi dan keandalan. Dengan adanya kontrol otomatis, risiko kesalahan manusia dapat dikurangi, sehingga meningkatkan keefektifan dalam proses pemisahan minyak dan air. Selain itu, teknologi ini juga memungkinkan untuk memantau kondisi sistem secara real-time, sehingga memungkinkan untuk deteksi dini terhadap potensi kerusakan atau kebocoran yang dapat menyebabkan pencemaran lebih lanjut. Komponen utama dalam sistem ini meliputi sensor-sensor seperti Light Dependent Resistor (LDR) untuk mendeteksi keberadaan minyak (Wulandari, 2020). Total Dissolve Solid (TDS) untuk mengukur kandungan minyak dalam air. Penggunaan servo valve sebagai kran otomatis untuk mengontrol aliran air dan minyak. Selain itu, Liquid Crystal Display (LCD) digunakan sebagai indikator untuk memantau proses pemisahan. Prinsip kerja sistem ini adalah ketika sensor LDR mendeteksi keberadaan minyak dalam air, mikrokontroler Arduino Mega 2560 akan memberikan perintah kepada servo valve untuk mengatur aliran air dan minyak. Sensor TDS juga digunakan untuk memastikan kualitas air yang dibuang sesuai dengan standar yang ditetapkan oleh IMO. Hasil pemisahan air dan minyak kemudian dapat dipantau melalui layar LCD (Husni & Elfizon, 2022).

Selain membantu menjaga kebersihan lingkungan laut, sistem pemantauan oil water separator pada kapal berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 juga memiliki manfaat ekonomi bagi operator kapal. Dengan penerapan teknologi ini, operator kapal dapat mengurangi biaya operasional yang terkait dengan pemisahan manual air dan minyak, serta menghindari denda atau sanksi yang mungkin dikenakan jika kapal melanggar regulasi IMO. Hal ini karena sistem ini dapat bekerja secara otomatis dan efisien, mengoptimalkan proses pemisahan minyak dan air dengan akurasi yang tinggi. Meskipun demikian, implementasi sistem pemantauan oil water separator pada kapal berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 juga memiliki beberapa tantangan. Salah satunya adalah ketersediaan infrastruktur dan sumber daya manusia yang terampil dalam mengoperasikan dan merawat sistem ini. Perawatan dan pemeliharaan rutin juga diperlukan untuk memastikan kinerja sistem yang optimal dalam jangka panjang (Handika et al., 2021).

Dalam menghadapi tantangan ini, kerjasama antara pemerintah, industri kapal, dan lembaga penelitian menjadi kunci. Pemerintah perlu mengeluarkan regulasi yang mendukung penggunaan teknologi ini, memberikan insentif, dan menegakkan kepatuhan terhadap regulasi yang ada. Industri kapal perlu berinvestasi dalam infrastruktur dan pelatihan sumber daya manusia yang diperlukan untuk mengimplementasikan dan

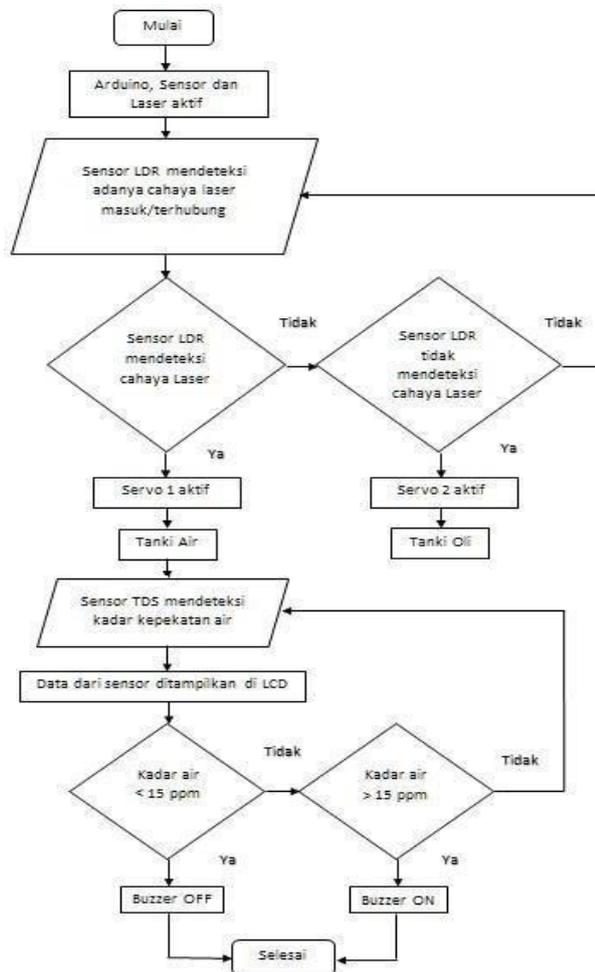
mengoperasikan sistem ini dengan baik(Widarsono et al., 2019). Sementara itu, lembaga penelitian dapat berperan dalam pengembangan teknologi ini lebih lanjut untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitasnya . Dengan langkah-langkah ini, diharapkan implementasi sistem pemantauan oil water separator pada kapal berbasis mikrokontroler Arduino Mega 2560 dapat menjadi solusi yang efektif dalam mengatasi masalah pencemaran limbah minyak di laut. Selain itu, teknologi ini juga dapat menjaga kelestarian lingkungan laut dan mendukung keberlanjutan industri kapal secara keseluruhan . Dengan implementasi solusi monitoring oil water separator otomatis, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam upaya melindungi lingkungan laut Indonesia dan meningkatkan kesadaran akan pentingnya menjaga keberlanjutan sumber daya hayati laut. Upaya ini memiliki relevansi yang penting dalam konteks pelestarian lingkungan laut dan menjaga keseimbangan ekosistem laut, serta mendukung tujuan global untuk mengurangi pencemaran laut dan melindungi keanekaragaman hayati(Bosak & Bosak, 2023; Suciyati & ..., 2021)

## Metode Penelitian

Metode Penelitian yang di gunakan merupakan metode research and development yang dimana peneliti melakukan pengujian keakuratan pembacaan sensor dan pengujian reliabilitas terhadap alat secara keseluruhan agar mencapai hasil yang optimal. Tahapan dalam metode penelitian diantaranya(Rahman et al., 2020):

1. Identifikasi Masalah : Proses berpikir ilmiah dengan tujuan mencapai gambaran mengenai masalah penelitian yang akan dilakukan.
2. Studi Literatur: Peneliti menggunakan referensi relevan yang berasal dari jurnal ilmiah, situs internet, buku, artikel ilmiah, serta sumber lain yang kebenarannya dapat dipertanggung jawabkan.
3. Perancangan dan Desain: Tindakan awal dalam merencanakan dan memutuskan suatu sistem yang digunakan pada alat yang akan dibuat serta untuk mengetahui prinsip kerja dari alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan sistem.
4. Pengujian Alat dan Pengumpulan Data: Tahap ini dilakukan dengan tujuan melakukan pengecekan apakah sistem berjalan dengan baik atau memerlukan perancangan kembali. Data yang diperlukan dalam menyusun tugas akhir adalah data pengujian semua komponen dan sensor serta data waktu lama proses pemisah dan efektivitas alat yang dibuat. Data tersebut menjadi acuan untuk mengambil kesimpulan.

A. Flowchart sistem



Gambar 1. Flowchart Sistem

Sistematika kerja dari alat yang akan dibuat adalah untuk memisahkan minyak dan air dari hasil limbah yang ada di kapal yang mana limbah air dan minyak ini berasal dari limbah kamar mesin kapal dan *tanki* bahan bakar yang ditampung oleh *bilga* sebelum memulai proses pembuangan. Alat ini memanfaatkan kondisi di mana kandungan zat oli akan terpisah dengan air secara perlahan dan oli akan terangkat ke atas lalu air berada di bawah, hal ini dikarenakan massa jenis oli/minyak lebih ringan(Siswanto et al., 2019).

Maka dalam kondisi seperti ini peneliti memasukkan oli dan air ke dalam *tanki* yang sudah dibuat dalam keadaan tercampur, selanjutnya karena air di bawah oli, maka laser dan sensor LDR akan diletakan khusus di bawah *tanki* pemroses selanjutnya akan dibuatkan corong transparan, corong ini berfungsi sebagai laju proses pendeteksi oli dan air dengan memanfaatkan cahaya laser ke sensor LDR yang posisinya sejajar dengan corong sehingga dapat terhubung dengan penerimanya yaitu

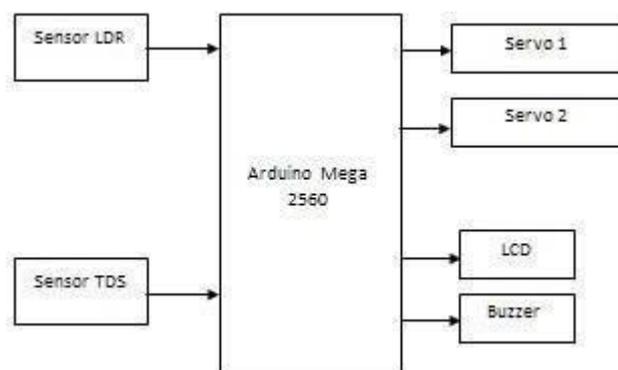
sensor LDR(Subhan et al., 2024).

Alat ini menggunakan 2 buah *servo* apabila cahaya laser masih menyinari sensor LDR maka sensor LDR akan mengirimkan sinyal ke mikrokontroller Arduino untuk memerintahkan *servo* 1 berputar ke posisi 90 derajat fungsinya membuka keran 1 jadi saat dalam keadaan terbuka maka air akan turun ke bawah dan masuk ke dalam *box* yang sudah disediakan khusus untuk penampungan air, dan saat air habis tersaring oleh keran 1 maka hanya tinggal oli yang tersisa lalu saat oli turun dan mulai melewati corong pemroses yang menjadi laju cahaya laser ke sensor LDR, maka laser tidak terhubung ke sensor LDR karena terhalang oleh oli, selanjutnya mikrokontroller arduino akan memerintahkan *servo* 1 balik arah berputar ke posisi 0 derajat keran 1 menutup dan memerintahkan *servo* 2 berputar ke posisi 90 derajat fungsinya membuka keran 2 yang menjadi laju oli, dan oli tersebut akan masuk ke dalam *box* yang disediakan khusus untuk penampungan oli(Rozaq et al., 2019).

Setelah proses pemisah selesai air akan di *monitoring* menggunakan sensor TDS, sensor ini berfungsi memantau kondisi kualitas air sebelum melalui proses pembuangan ke laut lalu data yang ditampilkan adalah dalam bentuk ppm setelah itu data dari sensor akan ditampilkan dalam LCD. Sensor TDS akan di *setting* sesuai dengan kebutuhan dan disesuaikan syarat kualitas air yaitu maksimal 15 ppm, jika sensor membaca  $> 15$  maka *Buzzer* aktif dan LCD akan memberitahu lewat layar yaitu "Tidak Siap Dibuang" jika sensor membaca  $< 15$  ppm maka *Buzzer* mati dan LCD akan memberitahu lewat layar yaitu "Siap Dibuang".

Dari uraian tersebut, maka metode yang digunakan dengan cara uji coba atau eksperimen. Metode ini dilakukan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan yang diharapkan. Pengerjaan akan dilaksanakan semaksimal mungkin untuk mendapatkan data yang akurat.

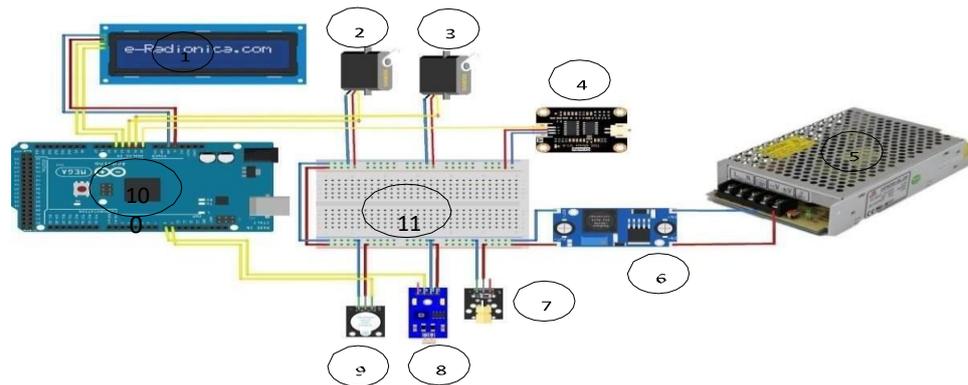
## B. Blok diagram



Gambar 2. Blok Diagram

Diagram blok atau skema kerja menunjukkan dari sistem *bilge oil water separator* otomatis secara implisit dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu *masukan*, *proses*, dan *keluaran*(Alfan & Ramadhan, 2022).

C. Wiring diagram



Gambar 3. Wiring Diagram

Tabel 1. Detail Wiring Diagram Alat

No.	Kode	Keterangan
1.	1	LCD 12x6 I2C
2.	2	Servo mg995 1
3.	3	Servo mg995 2
4.	4	Sensor TDS
5.	5	Power Supply 12 V
6.	6	Buck converter lm2596
7.	7	Modul Laser
8.	8	Modul Sensor LDR
9.	9	Modul Buzzer
10.	10	Arduino Mega 2560
11.	11	Breadboard

Pada sensor Arduino, pin D3 untuk sensor LDR dan pin A1 terhubung dengan sensor TDS, pin A4 dan A5 terhubung dengan LCD I2C, pin D9 terhubung dengan Servo 1, pin D10 terhubung dengan servo 2, pin D4 terhubung dengan *buzzer*, untuk power terhubung dengan *buck converter* LM2596(Candra & Pangaribuan, 2023).

## Hasil dan Pembahasan

### A. Hasil realisasi alat



Gambar 4. Hasil Realisasi Alat

Prinsip kerja dari prototype sistem monitoring bilge oily water separator otomatis ini yakni dimulai dari menekan tombol switch button on untuk mengaktifkan power supply 12V dan menyambung adaptor charger 5V sebagai sumber arduino. Setelah itu sistem deteksi oli dan air bekerja dengan bantuan sinar laser dan sensor LDR. Output dari sistem ini yaitu servo valve sebagai aktuator pemisah oli dan air, setelah proses pemisah selesai akan dilanjutkan monitoring kadar air dengan layar LCD melalui sensor TDS. Ketika kadar air diatas 15ppm maka buzzer ON dan memberi tahu lewat layar LCD “ Tdk siap dibuang” artinya air belum siap dibuang, dan ketika air dibawah 15ppm maka buzzer OFF dan memberi tahu lewat layar LCD “ Siap dibuang” artinya air siap dibuang(Yusuf, 2021).

### B. Hasil pengujian alat

Tabel 2. Hasil Pengujian Alat

No	Volume Cairan (Liter)		Waktu (Jam : Menit : Detik)
	Air	Oli	Pemisahan
1	0,5	0,5	00 : 02 : 58
2	1	1	00 : 05 : 30
3	1,5	1,5	00 : 07 : 14

Dapat diketahui hasil dari pemisahan oli dan air dengan komposisi 0,5:0,5 total sebanyak 1 liter proses pemisahan selama 2 menit 58 detik, untuk komposisi 1:1 total sebanyak 2 liter proses pemisahan selama 5 menit 30 detik dan untuk komposisi 1,5:1,5 total sebanyak 3 liter proses pemisahan selama 7 menit 14 detik.

C. Hasil pengujian sensor TDS

Tabel 3. Pengujian Sensor TDS

No.	Pengujian	Sensor TDS (PPM)	TDS meter (PPM)	Error (%)
1	1	2	1	1
2	2	15	16	6.25
3	3	122	123	2.66
4	4	256	263	0.81
5	5	309	315	1.9
Error rata – rata				2.52%

D. Hasil pengujian sensor LDR

Tabel 4. Pengujian Sensor LDR

No.	Pengujian	Interface	Data Digital
1	1	Led nyala	0
2	2	Led mati	1

Dari hasil pengujian menunjukkan modul sensor LDR berfungsi dengan baik sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Output sinyal digital dari modul sensor LDR ini akan diolah oleh mikrokontroller Arduino untuk memerintahkan servo sebagai pembuka kran untuk penyaring oli dan air secara otomatis.

No	Pengujian	Servo MG955 (Derajat)	Busur (Derajat)	Error (%)
1	1	0	0	0.00
2	2	10	15	33.33
3	3	30	25	14.28
4	4	60	60	0.00
5	5	80	80	0.00
6	6	100	100	0.00
7	7	120	120	0.00
Tingkat Error Rata - Rata				6.51%

Percobaan motor servoMG955 ini dilaksanakan untuk mengetahui data

keakuratan dan pengukuran dengan menggunakan busur. Analisa pengujian motor servoMG955 ini menggunakan aplikasi arduino seperti yang ditunjukkan pada tabel bahwa sensor motor servoMG955 bisa mengklaim sudut dengan error rata-rata 6.51%.

E. Hasil pengujian motor servo MG955

**Tabel 5.** Pengujian Motor Servo MG955

No	Pengujian	Servo MG955 (Derajat)	Busur (Derajat)	Error (%)
1	1	0	0	0.00
2	2	10	15	33.33
3	3	30	25	14.28
4	4	60	60	0.00
5	5	80	80	0.00
6	6	100	100	0.00
7	7	120	120	0.00
<b>Fingkat Error Rata - Rata</b>				<b>6.51%</b>

Percobaan motor servoMG955 ini dilaksanakan untuk mengetahui data keakuratan dan pengukuran dengan menggunakan busur. Analisa pengujian motor servoMG955 ini menggunakan aplikasi arduino seperti yang ditunjukkan pada tabel bahwa sensor motor servoMG955 bisa mengklaim sudut dengan error rata-rata 6.51%.

**Simpulan**

*Prototype* ini dirancang dengan sistem gravitasi dimana proses pemisahan berdasarkan perbedaan massa jenis air dan oli/minyak. Sistem pemisah menggunakan sensor LDR dan laser sebagai pendeteksi oli dan air lalu untuk sistem monitoring menggunakan sensor TDS sebagai memantau kondisi air setelah proses pemisah selesai. Dari hasil pengujian lama waktu proses pemisah dengan cairan 1 liter selama 2 menit 58 detik jadi untuk kapasitas kerja *prototype* yaitu sebesar 23,25 liter/jam. Sistem dapat berjalan dengan baik sesuai dengan prinsip kerja dan didapatkan presentase error rata-rata pembacaan sensor TDS sebesar 2,52% dan hasil pengujian efektivitas proses pemisah

oli pada *prototype* yang dibuat mencapai 87% sampai 96%.

### Daftar Pustaka

- Adi, K., Subagio, A., Widyanto, S. A., & ... (2021). Motor vehicle condition monitoring and recording system using arduino mega. *International Review of ...* <https://st.vokasi.undip.ac.id/dokumen/18344-45455-1-PB4.pdf>
- Aidhi, A. A., Harahap, M. A. K., Rukmana, A. Y., Palembang, S. P., & Bakri, A. A. (2023). Peningkatan daya saing ekonomi melalui peranan inovasi. *Jurnal Multidisiplin West Science*, 2(02), 118–134. <https://doi.org/10.58812/jmws.v2i02.229>
- Alfan, A. N., & Ramadhan, V. (2022). Prototype Detektor Gas Dan Monitoring Suhu Berbasis Arduino Uno. ...: *Jurnal Pengembangan Riset ...* <https://e-jurnal.lppmunsera.org/index.php/PROSISKO/article/view/5380>
- Aris Saputra, B., Saputra, B. A., Rivai, M., & Tasripan, T. (2019). Rancang bangun sistem pemisah air – minyak berbasis metode adsorpsi menggunakan mikrokontroler Teensy. *JTITS*, 7(2), A300–A305. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i2.31198>
- Bosak, A., & Bosak, A. (2023). ... OF A REAL-TIME FUZZY CONTROL SYSTEM FOR ELECTRIC VEHICLE CHARGING STATIONS BASED ON ARDUINO MEGA 2560 MICROCONTROLLER. *Renewable Energy/Vidnovlavana ...* <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&profile=ehost&scope=site&authType=crawler&jrnl=18198058&AN=175295540&h=1W930ytTiZKDB%2FymbcbglghPOnsF0oWr97RsJ43OxZo5S8FjfF8cwZS6tVf7vZ5hSWki8fXxIAnlwKNsWQ%2Flzw%3D%3D&crl=c>
- Candra, J. E., & Pangaribuan, H. (2023). Pelatihan Arduino untuk pelajar Madrasah Aliyah Negeri Insan Cendekia Batam. *JUPADAI: Jurnal Pengabdian ...* <http://jurnal-adaikepri.or.id/index.php/JUPADAI/article/view/81>
- Darmawan, P., Sukarti, S., Hammado, N., & Nurmalasari, N. (2023). Analisis kualitas air sungai di Kelurahan Pajalesang Kota Palopo. *Cokroaminoto Journal of Chemical Science*, 5(1), 9–14.
- Darza, S. E. (2020). Dampak pencemaran bahan kimia dari perusahaan kapal Indonesia terhadap ekosistem laut. *Jurnal Ilmiah Manajemen, Ekonomi, & Akuntansi (MEA)*, 4(3), 1831–1852. <https://doi.org/10.31955/mea.v4i3.753>
- Fatimah, S. (2019). *Pengantar transportasi* (1st ed.). Ponorogo: Myria Publisher.
- Faza, G. A., Fathurrohman, M. F., Asri, P., Nugraha, A. T., & Darmajanti, P. (2023). Prototype sistem oily water separator otomatis pada kapal menggunakan metode decision tree berbasis mikrokontroler. *Jurnal 7 Samudra*, 8(2), 1–6. <https://doi.org/10.54992/7samudra.v9i1.128>
- Handika, R., Hartama, D., Kirana, I. O., Safii, M., & ... (2021). Prototype Alat Pengamanan Pintu dengan Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Arduino Mega2560. *KLIK: Kajian Ilmiah ...* <http://djournals.com/klik/article/view/205>

- Hanifadinna, H. (2022). Pembuatan sistem real time monitoring pengukur oil layer pada vertical continuous tank di pabrik kelapa sawit Pekawai Kalimantan Barat. *Jurnal Vokasi Teknologi Industri (JVTI)*, 4(1), 001–010. <https://doi.org/10.36870/jvti.v4i1.269>
- Husma, A. (2017). *Biologi pakan alami* (1st ed.). Makassar: CV. Social Politic Genius (SIGn).
- Husni, M. F., & Elfizon, E. (2022). Rancang Bangun Pengaman Brankas Menggunakan RFID (Radio Frequency Identification), Pin Dan GPS Berbasis Arduino Mega dan Internet Of Things (Iot). *Ranah Research: Journal of ....* <https://jurnal.ranahresearch.com/index.php/R2J/article/view/446>
- Ismailov, A. S., & Jo'Rayev, Z. B. (2022). Study of arduino microcontroller board. *Science and Education*. [https://www.researchgate.net/profile/Alisher-Ismailov/publication/359502443\\_Study\\_of\\_arduino\\_microcontroller\\_board/links/62402fca8068956f3c50ea36/Study-of-arduino-microcontroller-board.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Alisher-Ismailov/publication/359502443_Study_of_arduino_microcontroller_board/links/62402fca8068956f3c50ea36/Study-of-arduino-microcontroller-board.pdf)
- Junef, M. (2019). Implementasi poros maritim dalam prespektif kebijakan. *Jurnal Penelitian Hukum De Jure*, 19(3), 303–322. <https://doi.org/10.30641/dejure.2019.V19.303-322>
- Kesuma, A. (2021). *Merawat diri merawat bumi* (1st ed.). Yogyakarta: Pandiva Buku.
- Mudita, I. (2021). Peran teknologi kelautan untuk pembangunan kelautan berkelanjutan. *Prosiding Forum Ilmiah Tahunan (FIT)- Ikatan Surveyor Indonesia (ISI)*, 1(0), 233–238.
- Nainggolan, H., et al. (2023). *Green technology innovation : Transformasi teknologi ramah lingkungan berbagai sektor* (1st ed.). Jambi: PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Putra, O. A., Andrianof, H., & Gusman, A. P. (2023). ... Tanah, Tekanan Udara dan Suhu Serta Monitoring Kesehatan Pada Pendaki Dalam Pendakian Gunung Dengan Notifikasi Telegram Berbasis Arduino Mega 2560. *Jurnal Sains Informatika ....* <https://rcf-indonesia.org/jurnal/index.php/jsit/article/view/157>
- Rahman, S. N., Jafnihirda, L., & Putra, T. A. (2020). Arduino sebagai Pengontrol Smart Vivarium dengan Notifikasi menggunakan Android. *Jurnal KomtekInfo*. <https://jkomtekinfo.org/ojs/index.php/komtekinfo/article/view/87>
- Rozaq, A., Joni, K., & Alfita, R. (2019). Rancang Bangun Lemari Pengering Pakaian Otomatis Energi Matahari Menggunakan Arduino Mega Berbasis Fuzzy Logic. *SinarFe7*. <https://journal.fortei7.org/index.php/sinarFe7/article/view/468>
- Sarjito, A. (2023). Peran teknologi dalam pembangunan kemaritiman Indonesia. *Jurnal Lemhannas RI*, 11(4), 219–236. <https://doi.org/10.55960/jlri.v11i4.483>
- Siswanto, S., Anif, M., Hayati, D. N., & ... (2019). Pengamanan pintu ruangan menggunakan arduino mega 2560, mq-2, dht-11 berbasis android. *Jurnal RESTI (Rekayasa ....* <http://jurnal.iaii.or.id/index.php/RESTI/article/view/797>
- Solekha, R., Zaki, M., Fatimah, L. A., & ... (2023). Tokcer bantalan: Tingkat cerdas alat bantu jalan penyandang tunanetra menggunakan arduino mega 2560 dengan sensor ultrasonic HC SR-04 dan water .... Dan Elektro Sains. <https://ejournal.sultanpublisher.com/index.php/komets/article/download/109/88>

- Subhan, A. C., Yulianto, Y., & ... (2024). OTOMATISASI PENCAMPURAN PAKAN AYAM MENGGUNAKAN METODE PID BERBASIS ARDUINO UNO. *Kohesi: Jurnal Sains* .... <https://ejournal.warunayama.org/index.php/kohesi/article/view/1961>
- Suciyati, S. W., & ... (2021). An analysis of data acquisition system of temperature, oxygen, and carbon dioxide in refrigerator with arduino mega 2560. ... *Pendidikan Fisika Al* .... <http://repository.lppm.unila.ac.id/id/eprint/35510>
- Suroso, S. (2016). Sistem kontrol buka tutup valve pada proses pemanasan air jaket (Undergraduate thesis). Universitas Medan Area, Medan.
- Utomo, H. (2017). Siapa yang bertanggung jawab menurut hukum dalam kecelakaan kapal (legally responsible parties in ship accident). *Jurnal Legislasi Indonesia*, 14(1), 57–76.
- Widarsono, K., Jauhari, M., & Dzuhuri, A. L. (2019). Relay protection of over voltage, under voltage and unbalance voltage magnitude based on visual basic using Arduino Mega. Seminar MASTER PPNS. <https://journal.ppns.ac.id/index.php/SeminarMASTER/article/view/1349>
- Wulandari, E. W. V. (2020). Automated Trash Sorting Design Based Microcontroller Arduino Mega 2560 with LCD Display and Sound Notification. *IOP Conference Series: Materials Science and* .... <https://doi.org/10.1088/1757-899X/725/1/012054>
- Yusuf, A. I. (2021). Aplikasi Pengaman Pintu Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote. *Jurnal Portal Data*. <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/59>