

BLUE AI NUSANTARA: INOVASI KAPAL PINTAR BERBASIS AI DAN IOT UNTUK PENGUMPULAN SAMPAH LAUT DAN PRODUKSI ENERGI TERBARUKAN

Rendy Ardiansah¹, Satrio Nugroho², Egix Royan Prima Yudha³, Yuli Prasetyo, S.T., M.T.⁴, Mar'atus Shalikhah Nur Fitri, S.S.T., M.T.⁵, Abdul Azis, S.KOM.,M.KOM.⁶

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Indonesia

² Mahasiswa Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Indonesia

³ Mahasiswa Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Indonesia

⁴ Dosen Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Indonesia

⁵ Dosen Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Indonesia

⁶ Dosen Program Studi Teknik Listrik, Politeknik Negeri Madiun, Madiun, Indonesia

ABSTRAK

Pencemaran laut akibat limbah padat menjadi salah satu tantangan serius yang mengancam ekosistem perairan dan kehidupan masyarakat pesisir. Untuk menjawab permasalahan tersebut, dirancanglah Blue AI Nusantara, sebuah kapal pintar berbasis teknologi *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT) yang bertujuan untuk membersihkan laut sekaligus menghasilkan energi terbarukan. Kapal ini bekerja secara otomatis mengumpulkan sampah laut menggunakan tenaga surya sebagai sumber energi utama. Sampah yang berhasil dikumpulkan selanjutnya diangkut ke fasilitas pengolahan di wilayah pesisir untuk diproses melalui metode *pirolisis* dan *glasifikasi*, sehingga menghasilkan bahan bakar ramah lingkungan (*green fuel*). Energi dari *green fuel* digunakan untuk mengoperasikan generator yang selanjutnya menghidupkan sistem *elektroliser*, yang berfungsi memisahkan *hidrogen* dari air laut melalui *elektrolisis*. Sistem ini juga didukung panel surya sebagai sumber energi cadangan untuk menjaga keberlangsungan operasi secara mandiri. Hasil dari sistem ini berupa dua bentuk energi bersih, yaitu *green fuel* dan hidrogen hijau. *Green fuel* bermanfaat sebagai bahan bakar alternatif yang rendah emisi dan dapat digunakan untuk pembangkit atau mesin diesel. Sementara hidrogen hijau memiliki potensi tinggi sebagai energi masa depan yang bersih, efisien, dan ramah lingkungan. Kedua energi ini mendukung pengurangan ketergantungan pada energi fosil dan mempercepat transisi energi bersih di sektor maritim. Dengan pendekatan *hybrid* yang berkelanjutan, sistem ini memperkuat ketahanan energi masyarakat sekaligus menjaga kelestarian lingkungan maritim.

RIWAYAT MAKALAH

Diterima: Tanggal, Bulan, Tahun

Direvisi: Tanggal, Bulan, Tahun

Disetujui: Tanggal, Bulan, Tahun

(Arial 10)

KATA KUNCI

Energi Terbarukan;

Pengolahan Sampah Laut;

Hidrogen Hijau;

Sistem Hybrid;

Teknologi AI.

KONTAK:

rendyardiansah29@gmail.com

1.PENDAHULUAN

Permasalahan sampah plastik laut telah menjadi salah satu isu lingkungan paling serius di Indonesia. Berdasarkan data Kemenko Marves (2024), kebocoran sampah plastik ke laut Indonesia mencapai 2,25 juta ton, meningkat hampir dua kali lipat dibandingkan tahun 2019

yang sebesar 1,13 juta ton. Bahkan, Indonesia pernah menduduki peringkat kedua dunia sebagai negara penyumbang sampah plastik laut terbanyak sebelum akhirnya turun ke peringkat kelima. Hal ini menunjukkan bahwa upaya pengendalian sampah laut masih menghadapi berbagai tantangan struktural dan teknis.

Sebagai negara kepulauan dengan garis pantai terpanjang kedua di dunia, Indonesia sangat rentan terhadap dampak pencemaran laut, baik terhadap ekosistem maupun sektor ekonomi kelautan. Pemerintah menargetkan pengurangan kebocoran sampah plastik laut hingga 70% pada tahun 2025, namun hingga pertengahan 2024, capaian baru mencapai sekitar 41,68%, atau setara pengurangan sekitar 359 ribu ton. Artinya, masih terdapat celah besar yang perlu diisi dengan pendekatan inovatif dan berkelanjutan.

Salah satu solusi inovatif yang dapat diusulkan untuk menanggulangi masalah sampah laut adalah pengembangan kapal Blue AI Nusantara berbasis *Artificial Intelligence* (AI) dan *Internet of Things* (IoT), di mana AI berfungsi untuk mengenali, menganalisis, dan mengambil keputusan secara otomatis terhadap objek yang terdeteksi sebagai sampah, sementara IoT memungkinkan integrasi berbagai sensor dan perangkat pada kapal untuk saling terhubung dan mengirimkan data secara *real-time*. Teknologi ini memungkinkan deteksi dan pengumpulan sampah secara otomatis, efisien, dan *real-time* di wilayah perairan.

Sampah terkhusus plastik dikumpulkan, diolah secara termal melalui metode pirolisis dan glasifikasi, dimana mengonversi limbah menjadi *green fuel* dengan nilai kalor tinggi. Sebagai contoh, penelitian Lailatul Fitriyah (2025) menunjukkan bahwa plastik jenis LDPE dan PP berhasil diolah menjadi bahan bakar minyak melalui pirolisis sebagai upaya pengelolaan limbah sekaligus energi alternatif. Penelitian lain di Universitas Teknologi Sulawesi menyimpulkan bahwa limbah plastik PP yang diproses pada suhu optimal dapat menghasilkan bahan bakar cair dengan nilai kalor mencapai sekitar 11.600 kal/g dan densitas sekitar 0,7542 g/ml, setara atau bahkan lebih tinggi dari bensin konvensional

Green fuel hasil olahan ini pada dasarnya digunakan sebagai bahan bakar utama untuk menggerakkan generator. Generator tersebut kemudian menyuplai energi ke sistem elektroliser, di mana proses elektrolisis memisahkan air menjadi hidrogen dan oksigen. Hidrogen yang dihasilkan dikenal sebagai hidrogen hijau (*green*

hydrogen) karena seluruh proses produksinya bebas emisi karbon dan memanfaatkan energi terbarukan.

Selain berfungsi untuk menggerakkan generator, *green fuel* juga menawarkan potensi besar sebagai bahan bakar alternatif di sektor transportasi maritim, menggantikan bahan bakar fosil yang selama ini menjadi kontributor utama polusi laut dan udara. Dengan demikian, sistem ini tidak hanya menangani masalah pencemaran laut, tetapi juga mendorong terwujudnya ekonomi sirkular dan transisi energi bersih di sektor maritim Indonesia.

2.METODE PENELITIAN

1. Pendekatan dan Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif dengan metode kajian konseptual rekayasa sistem. Pendekatan ini dipilih karena penelitian tidak melakukan eksperimen langsung, melainkan berfokus pada perancangan konsep sistem terintegrasi untuk pengumpulan dan pengolahan sampah laut secara otomatis berbasis teknologi *Artificial Intelligence* (AI), *Internet of Things* (IoT), dan energi terbarukan.

Metode kajian konseptual digunakan untuk mengidentifikasi, merumuskan, dan menyusun model sistem kapal Blue AI Nusantara secara teoritis, dengan menggabungkan teknologi yang telah terbukti dalam studi sebelumnya, seperti pirolisis, glasifikasi, dan elektrolisis. Kajian ini juga mencakup analisis teknis konseptual terkait alur konversi energi dari sampah laut menjadi *green fuel* dan hidrogen hijau.

Dengan menggunakan pendekatan ini, penelitian bertujuan menyajikan gambaran sistemik dan terintegrasi yang memungkinkan pengelolaan sampah laut sekaligus produksi energi bersih secara berkelanjutan, tanpa membangun purwarupa atau melakukan uji laboratorium.

2. Sumber Data

Penelitian ini mengandalkan data sekunder, yaitu data yang dikumpulkan dari:

- a. Jurnal ilmiah nasional dan internasional terkait pirolisis, glasifikasi, *green fuel*, elektroliser, dan pengelolaan sampah laut.
- b. Laporan teknis dan studi kasus dari lembaga seperti Kemenko Marves, dan lembaga riset energi.
- c. Dokumen kebijakan dan target nasional, seperti *roadmap* transisi energi dan kebijakan pengurangan sampah laut Indonesia.
- d. Artikel teknologi dan kajian rekayasa sistem, khususnya yang membahas integrasi AI, IoT, dan energi terbarukan di sektor maritim.

3. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dilakukan melalui:

- Studi pustaka terhadap literatur ilmiah, laporan kebijakan, dan sumber daring yang kredibel.
- Analisis komparatif terhadap beberapa studi desain sistem kapal otomatis, pirolisis dan glasifikasi, dan produksi hidrogen hijau.
- Pengkajian paten atau skema rekayasa yang berkaitan dengan desain sistem kapal bertenaga surya, sistem AI-berbasis objek deteksi laut, dan teknologi pengolahan limbah menjadi energi.

4. Tahapan Perancangan Konseptual

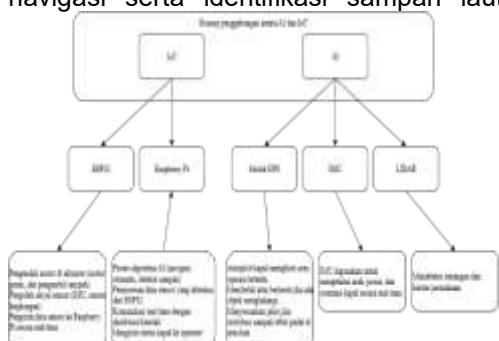
Perancangan sistem *Blue AI Nusantara* dilakukan melalui beberapa tahap sebagai berikut:

1. Identifikasi Masalah dan Kebutuhan Sistem

- Analisis kondisi eksisting pencemaran laut dan keterbatasan solusi konvensional.
- Penentuan kebutuhan teknologi yang mampu bekerja mandiri dan berkelanjutan di lingkungan laut.

2. Penyusunan Desain Sistem Terintegrasi

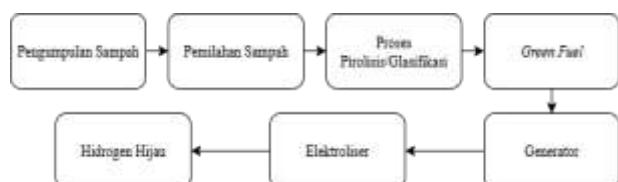
- Penggabungan teknologi AI dan IoT untuk navigasi serta identifikasi sampah laut.



Sumber : Dokumen Pribadi

Gambar 1 Sistematika Penggabungan Antara AI dan IoT

- Integrasi panel surya sebagai sumber daya utama untuk menggerakkan sistem.
- Konseptualisasi alur proses pengolahan:



Sumber : Dokumen Pribadi

Gambar 2 Alur Proses Kerja

3. Pemodelan Alur Energi dan Sumber Daya

- Pemodelan konversi energi: energi surya dan *green fuel* menjadi energi listrik dan hidrogen.
- Estimasi kebutuhan energi untuk operasional minimum kapal dan sistem elektrolisis.
- Simulasi *input-output* konversi berdasarkan nilai kalor bahan bakar hasil penelitian sebelumnya.

4. Evaluasi Konseptual Efektivitas Sistem

- Penilaian potensi efisiensi konversi energi berdasarkan hasil studi terdahulu.
- Analisis manfaat lingkungan dan energi berdasarkan hasil pengolahan tiap ton sampah.
- Simulasi dampak lingkungan: pengurangan emisi karbon, efisiensi pengumpulan sampah, dan nilai keekonomian *green fuel*.

5. Kriteria Penilaian Konseptual

Beberapa aspek yang dijadikan indikator penilaian keberhasilan konsep antara lain:

- Efisiensi Energi:** Potensi pemanfaatan energi dari bahan baku dan sumber energi terbarukan, yang secara konseptual diharapkan mendukung kinerja sistem secara optimal.
- Kelayakan Teknis:** Kesesuaian gagasan teknologi dengan kondisi operasional maritim serta kemungkinan integrasi antar komponen sistem.
- Potensi Replikasi:** Kemudahan adaptasi dan pengembangan konsep di wilayah pesisir lain di Indonesia.
- Dampak Lingkungan:** Potensi kontribusi konsep dalam mengurangi pencemaran sampah laut dan emisi karbon.

3.HASIL

A. Potensi dan Dampak Sistem Terhadap Transisi Energi

Blue AI Nusantara menghadirkan solusi *hybrid* yang berkelanjutan dan memiliki potensi signifikan dalam mempercepat transisi energi di Indonesia, khususnya pada sektor kelautan. Dampak serta potensinya dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Mengurangi Ketergantungan pada Bahan Bakar Fosil

- Green Fuel sebagai Alternatif Energi:** Bahan bakar ramah lingkungan yang dihasilkan dari pengolahan sampah dapat digunakan sebagai pengganti solar

atau bensin, baik untuk mesin kapal diesel maupun pembangkit listrik skala kecil. Dengan kandungan energi yang tinggi, *green fuel* menjadi alternatif yang dapat diandalkan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil.

- b. Pemanfaatan Hidrogen Hijau untuk Transportasi Laut Masa Depan:** Hidrogen hijau berpotensi besar sebagai bahan bakar bersih di sektor maritim. Teknologi seperti *fuel cell* dapat menggunakan hidrogen secara langsung, atau mengubahnya menjadi bentuk lain seperti amonia atau metanol hijau yang lebih mudah disimpan dan digunakan untuk pelayaran jarak jauh.
- 2. Dampak Positif terhadap Lingkungan dan Perekonomian**
- a. Pengurangan Sampah di Lautan:** Pengoperasian kapal Blue AI Nusantara secara langsung membantu mengurangi sampah laut, terutama plastik, yang berdampak negatif terhadap ekosistem laut. Inisiatif ini mendukung target nasional Indonesia dalam menurunkan sampah plastik laut hingga 70% pada tahun 2025.
 - b. Penguatan Ketahanan Energi di Wilayah Pesisir:** Proses konversi sampah menjadi energi yang dilakukan di daerah pesisir menciptakan sumber energi terbarukan yang terdesentralisasi, sehingga meningkatkan kemandirian energi masyarakat setempat yang sebelumnya bergantung pada distribusi energi dari luar.
 - c. Menumbuhkan Nilai Ekonomi dari Limbah:** Sampah yang sebelumnya tidak memiliki nilai bahkan merugikan lingkungan kini dapat diubah menjadi sumber energi yang bernilai ekonomis. Transformasi ini membuka peluang dalam pengembangan ekonomi sirkular serta lapangan kerja baru di sektor pengolahan sampah dan energi terbarukan.

4. PEMBAHASAN

A. Konsep Sistem Kapal Pintar "Blue AI Nusantara"

Blue AI Nusantara merupakan kapal otonom yang dikembangkan sebagai solusi terhadap permasalahan sampah laut di Indonesia. Kapal ini menggabungkan teknologi *Artificial*

Intelligence (AI) dan *Internet of Things (IoT)* untuk melaksanakan misi pengumpulan sampah secara otomatis dan efisien.



Sumber : DLH Samarinda (2024)

Gambar 3. Kapal Pembersih Sampah Laut



Sumber : lestari.kompas.com (2024)

Gambar 4. PLTST Terapung

Beberapa komponen utama kapal ini meliputi:

- 1. Sistem Navigasi dan Deteksi Sampah Berbasis AI:** Sistem navigasi kapal otomatis ini didukung oleh integrasi modul GPS dan sensor IMU (*Inertial Measurement Unit*) yang dikendalikan melalui ESP32 untuk menentukan posisi, arah, dan orientasi kapal secara akurat. Data navigasi dikirim secara *real-time* ke Raspberry Pi, yang kemudian digunakan untuk menentukan jalur pergerakan kapal secara otomatis berdasarkan algoritma navigasi berbasis AI. Kombinasi ini memungkinkan kapal untuk bergerak secara mandiri, menghindari rintangan dengan bantuan sensor ultrasonik atau LIDAR, serta menyesuaikan rute berdasarkan distribusi sampah yang terdeteksi di permukaan air.
- 2. IoT dan Sistem Kendali Jarak Jauh:** Pada kapal otomatis, teknologi *Internet of Things (IoT)* dimanfaatkan untuk membangun sistem

kendali jarak jauh yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian kapal secara *real-time* melalui jaringan nirkabel. Raspberry Pi berperan sebagai pusat pemrosesan data dan pengolahan citra berbasis AI untuk mendeteksi keberadaan sampah di permukaan laut, sedangkan ESP32 digunakan sebagai mikrokontroler untuk mengendalikan aktuator, motor penggerak, serta membaca data dari berbagai sensor lingkungan. Sistem penggerak kapal ini terdiri atas motor DC *brushless* yang dikendalikan melalui sinyal PWM dari ESP32, memungkinkan manuver yang presisi dan efisien dalam mengarungi area perairan sambil menjalankan proses pembersihan secara otomatis.

3. **Perangkat Pengumpul Sampah Otomatis:** Kapal ini dilengkapi dengan alat seperti *conveyor* dan *reel guide* yang dirancang untuk mengumpulkan sampah tanpa mengganggu habitat laut. Sampah yang telah dikumpulkan akan disimpan di ruang penyimpanan sementara di dalam kapal.
4. **Sumber Energi Ramah Lingkungan (Tenaga Surya):** Panel surya yang terpasang di dek menyediakan energi utama bagi seluruh sistem kapal, termasuk motor listrik, sensor, dan perangkat navigasi. Pemanfaatan energi matahari memungkinkan kapal beroperasi secara berkelanjutan dan ramah lingkungan dengan emisi karbon yang sangat rendah.

Saat ruang penyimpanan telah mencapai kapasitas maksimum, sistem secara otomatis mengirimkan informasi ke pusat kendali di darat melalui jaringan IoT untuk penjadwalan proses pengangkutan dan pengolahan sampah lebih lanjut.

B. Alur Proses Pengolahan Sampah Menjadi Energi

Sistem Blue AI Nusantara tidak hanya dirancang untuk mengumpulkan sampah laut, tetapi juga untuk mendukung transformasi sampah menjadi energi bersih. Setelah kapal kembali ke daratan, sampah yang berhasil dikumpulkan akan dipindahkan ke fasilitas pengolahan khusus. Proses pengolahan ini mencakup tahapan sebagai berikut:

1. **Pengangkutan Sampah ke Fasilitas Darat:** Sampah yang telah terkumpul akan secara otomatis ditransfer dari kapal ke pusat pengolahan yang berada di pesisir.
2. **Pengolahan Termal (Pirolisis dan**

Glasifikasi: Sampah plastik dan limbah padat lainnya akan diproses menggunakan dua metode utama:

Pirolisis: Limbah diperlakukan dalam kondisi tanpa oksigen di dalam reaktor, menghasilkan minyak (*green fuel*), gas, dan residu arang. Menurut studi oleh Lailatul Fitriyah (2025), minyak hasil pirolisis ini memiliki nilai kalor yang tinggi, sebanding dengan bahan bakar fosil.

Glasifikasi: Proses ini melibatkan pemanasan dengan oksigen terbatas atau uap air untuk menghasilkan gas sintetis (*syngas*) yang juga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi.

3. **Pemanfaatan Green Fuel:** Minyak hijau yang dihasilkan melalui pirolisis digunakan untuk mengoperasikan generator di fasilitas pengolahan. Generator ini kemudian menyediakan listrik untuk mendukung sistem secara keseluruhan, termasuk proses elektrolisis.
4. **Produksi Hidrogen Hijau:** Energi listrik dari generator dialirkan ke unit elektroliser, yang berfungsi untuk memecah air laut (yang telah disaring sebelumnya) menjadi hidrogen (H_2) dan oksigen (O_2) melalui proses elektrolisis. Karena proses ini tidak menghasilkan emisi karbon, hidrogen yang dihasilkan dikategorikan sebagai hidrogen hijau.
5. **Penyimpanan Energi:** Hidrogen hijau dan green fuel yang telah dihasilkan selanjutnya disimpan untuk keperluan distribusi dan penggunaan lanjut sebagai sumber energi bersih.

5. KESIMPULAN

Blue AI Nusantara merupakan solusi konseptual melalui desain kapal yang memanfaatkan *Artificial Intelligence (AI)*, *Internet of Things (IoT)*, dan energi terbarukan untuk mengatasi permasalahan sampah laut yang ada di Indonesia.

Kapal ini beroperasi secara otomatis untuk mengumpulkan dan memisahkan sampah dari laut, dengan tenaga surya sebagai sumber tenaga. Sampah yang terkumpul akan diproses di daratan melalui teknologi pirolisis dan glasifikasi, yang kemudian menghasilkan *green fuel*. Energi dari *green fuel* digunakan untuk menjalankan sistem elektroliser yang menghasilkan hidrogen hijau dari air laut. Kedua energi bersih ini (*green*

fuel dan hidrogen hijau) menawarkan alternatif terhadap bahan bakar fosil dan mendukung percepatan transisi energi bersih, khususnya di sektor maritim.

Secara keseluruhan, sistem Blue AI Nusantara menggabungkan teknologi pintar dan energi bersih dalam satu kesatuan yang mendukung pengelolaan sampah laut, penyediaan energi alternatif, serta penguatan ketahanan energi di wilayah pesisir. Konsep ini dapat menjadi model untuk pengembangan sistem sejenis di wilayah kepulauan lain di Indonesia.

REFERENSI

- [1] L. Fitriyah and P. S. A. Sitogasa, "Identifikasi pengelolaan sampah plastik dengan metode pirolisis di TPA Kedungdowo, Kabupaten Nganjuk," *J. EnviScience (Environment Science)*, vol. 9, no. 1, pp. 96–104, 2025, doi: 10.30736/jev.v9i1.802.
- [2] V. P. Handayani, "Dampak sampah plastik terhadap ekosistem laut Gending Probolinggo," *PEDAGO-BIOLOGI: J. Pendidik. dan Pembelajaran Biologi*, vol. 11, no. 2, 2023. [Online]. Available: <https://journal.um-surabaya.ac.id/Biologi>
- [3] J. R. Jambeck, R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrade, R. Narayan, and K. L. Law, "Plastic waste inputs from land into the ocean," *Science*, vol. 347, no. 6223, pp. 768–771, 2015, doi: 10.1126/science.1260352.
- [4] M. S. Rijal, N. Annisa, and I. Firda, "Kontaminasi mikroplastik (MPs) pada ikan di Indonesia," in Prosiding Seminar Nasional Biologi, vol. 9, Oct. 2021. [Online]. Available: <https://proceeding.unnes.ac.id/semnasbiologi>
- [5] M. Zhang, H. Gu, and J. Guo, "Energy management strategies for hybrid ships and unmanned underwater vehicles," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2395, no. 1, Dec. 2022, doi: 10.1088/1742-6596/2395/1/012051.
- [6] Y. Islami, B. Setiawan, and A. Pracoyo, "Kontrol energi hybrid angin, surya 'photovoltaic' dan fuel engine pada kapal model katamaran," *ELKOMIKA: J. Tek. Energi Elektrik, Tek. Telekomun., dan Tek. Elektronika*, vol. 8, no. 3, pp. 171–178, 2021, doi: 10.33795/elk.v8i3.3171.
- [7] F. Nanta, "Potensi energi terbarukan panel surya bagi perahu nelayan kecil (Studi kasus: Desa Muara, Teluknaga)," Skripsi, Univ. Pendidik. Indonesia, Kampus Serang, Prodi Sistem Informasi Kelautan, 2024. [Online]. Available: <https://repository.upi.edu/115045/>
- [8] I. K. Daging, M. S. Alirejo, I. P. W. Antara, E. F. Dwiyatmo, and T. Wahyu, "Rancang bangun pembangkit listrik tenaga surya sebagai sumber listrik untuk kapal perikanan skala kecil di Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan," *J. Kelautan dan Perikanan Tropis*, vol. 2, no. 1, 2019, doi: 10.15578/jkpt.v2i1.7385.
- [9] A. S. Nugroho, R. Rahmad, and S. Suhartoyo, "Pemanfaatan limbah plastik sebagai energi alternatif," *Simetris: J. Tek. Mesin, Elektro dan Ilmu Komput.*, vol. 9, no. 1, 2018, doi: 10.24176/simet.v9i1.1772.
- [10] C. Acar and I. Dincer, "Review and evaluation of hydrogen production methods for better sustainability," *Int. J. Hydrogen Energy*, vol. 40, no. 34, pp. 11094–11111, 2015, doi: 10.1016/j.ijhydene.2014.12.035.
- [11] A. Demirbas, "Biofuels securing the planet's future energy needs," *Energy Convers. Manage.*, vol. 50, no. 9, pp. 2239–2249, 2009, doi: 10.1016/j.enconman.2009.05.010.
- [12] A. Buttler and H. Spliethoff, "Current status of water electrolysis for energy storage, grid balancing and sector coupling via power-to-gas and power-to-liquids: A review," *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 82, no. 3, pp. 2440–2454, 2018, doi: 10.1016/j.rser.2017.09.003.
- [13] E. A. Bouman, E. Lindstad, A. Rialland, and A. H. Strømman, "State-of-the-art technologies, measures, and potential for reducing GHG emissions from shipping – A review," *Transp. Res. Part D: Transp. Environ.*, vol. 52, pp. 408–421, 2017, doi: 10.1016/j.trd.2017.03.022.
- [14] F. Tantika, A. N. Lasman, and E. Maulana, "Analisis konversi limbah plastik LDPE (low density polyethylene) dengan metode pirolisis menjadi bahan bakar alternatif," *Teknobiz: J. Ilm. Progr. Stud. Magister Tek. Mesin*, vol. 11, no. 2, pp. 75–79, 2021, doi: 10.35814/teknobiz.v11i2.2461.
- [15] M. Fatimura, "Evaluasi kinerja reaktor pirolisis non katalis dalam mengkonversikan limbah plastik menjadi bahan bakar minyak," *J. Ilm. Tek.*

Kimia, vol. 4, no. 1, pp. 1–7, 2020, doi: 10.32493/jitk.v4i1.3725.

J. Teknol. Technoscientia, vol. 9, no. 1, pp. 81–85, 2016, doi: 10.34151/technoscientia.v9i1.153.

- [16] S. D. Kurniawan and H. Saptoadi, "Pengaruh massa katalis zeolit alam pada proses pirolisis limbah plastik low density polyethylene (LDPE),"

BIOGRAFI PENULIS



Yuli Prasetyo, S.T., M.T.

Adalah Dosen pada program studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Madiun. Ia meraih gelar Sarjana Teknik (S.T.) dari program studi Teknik Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada tahun 2014. Pada Tahun 2016,



Abdul Aziz, S.Kom., M.Kom.

Lahir di Madiun pada tanggal 03 April 1998. Ia meraih gelar Sarjana Komputer (S.Kom.) Program Studi Teknik Informatika dari Universitas PGRI Madiun pada tahun 2020. Serta, telah menyelesaikan program

Ia meraih gelar Magister Teknik (M.T.) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Sejak di angkat menjadi dosen di tahun 2018, ia aktif melakukan penelitian di bidang Analisa Sistem Tenaga Listrik, Power Quality, Sistem Distribusi Tenaga Listrik. Tahun 2025 ini, ia sedang melanjutkan studi program Doktoral di Teknik Elektro ITS Surabaya.



Mar'atus Shalikhah Nur Fitri, S.ST., M.T.

lahir di Madiun 27 Maret 1996. Merupakan dosen pada program studi Teknik Listrik di Politeknik Negeri Madiun. Ia meraih diploma 3 (Amd.T) dari PNM, diploma 4 (S.ST)

di Politeknik Negeri Malang dan gelar Master (M.T) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya dalam bidang Teknik Elektro. Fitri memiliki pengalaman di bidang teknik dan non-teknik. Memiliki pengalaman sebagai electrical engineering di PT. Mitrasukses Engineering Indonesia dan Medical Representative di perusahaan swasta PT. Ferron Pharmaceutical. Menjadi bagian awardee Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI) 2021 untuk jenjang master. Berdedikasi menjadi dosen muda dengan keahlian berfokus pada bidang teknik sistem dan pengaturan proteksi arus lebih, dengan minat penelitian optimisasi sistem kelistrikan industri dan data analisis. Salah satu kontribusi ilmiahnya *OCR Optimization Setting on Industry System PT. Petrokimia Gresik Considering Inrush Current Using Adaptive Modified Firefly Algorithm* (juli 2023). Mengikuti keanggotaan penulis di IEEE.

Magister Komputer di Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. Minat penelitiannya mencakup Game-Based Learning, 3D Model, Augmented Reality, Virtual Reality, Human-Computer Interaction. Dalam masa menempuh perkuliahan, pernah berkecimpung juga dalam project lain seperti pembuatan rangkaian sensor menggunakan Arduino, membuat project media pembelajaran berbasis game. Pada masa perkuliahan Magister, pengembangan penelitian dengan project Augmented Reality untuk mengukur tingkat kecemasan dalam bencana alam. Serta berfokus pada qamifikasi, AR/VR dan HCI.



Satrio Nugroho

Lahir di kota Madiun pada tanggal 24 Maret 2005, merupakan mahasiswa program studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Madiun. Satrio memiliki pengalaman

pengalaman organisasi Himpunan Mahasiswa Jurusan Teknik periode 2025/2026. Selain itu juga memiliki pengalaman yang berjalan sampai sekarang, yaitu Program Penguatan Kapasitas Ormawa sebagai anggota volunteer. Satrio juga memiliki pengalaman freelance di bidang electrical dengan keahlian instalasi rumah.



Rendy Ardiansah

Lahir di Magetan pada tanggal 5 Juni 2006, merupakan mahasiswa program studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Madiun. Rendy memiliki pengalaman freelance di

bidang electrical dengan keahlian instalasi rumah.



Egix Royan Prima Yudha

Lahir di Kabupaten Madiun pada tanggal 5 November 2005, merupakan mahasiswa program studi Teknik Listrik Politeknik Negeri Madiun.

Egix memiliki pengalaman organisasi Tim Riset Mobil Listrik Divisi Management Politeknik Negeri Madiun periode 2025/2026.