

Rancang Bangun Alat Monitoring Pelampung Suar Berbasis *Internet of Things* (IoT) Terhadap Sarana Bantu Navigasi Pelayaran di Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya

Djaka Dewa Soekarno ^{1*}, Rizqi Aini Rakhman ², Teguh Pribadi ³, Romanda Annas Amrullah ⁴

¹⁻⁴ Politeknik Pelayaran Surabaya, Indonesia

Alamat: Jl. Gunung Anyar Boulevard No.1, Surabaya, Jawa Timur

Korespondensi penulis : djkdws17@gmail.com *

Abstract. This research discusses issues related to the Navigation Aids, particularly the buoy objects. The study aims to design and develop a monitoring device for buoys based on the Internet of Things (IoT). This study aims to design and develop a buoy monitoring device based on the Internet of Things (IoT) as a solution to the lack of monitoring and supervision of buoys in the Tanjung Perak Navigation District. The identified contributing factors include: (1) displacement of buoys due to ocean currents, (2) suboptimal performance of the flasher lights, and (3) disappearance of the buoys. Using the Research and Development (R&D) method, the researcher designed a monitoring system capable of real-time observation through internet connectivity. The product feasibility test conducted by experts resulted in an average percentage index of 94%, placing it in the 'Highly Feasible' category for use. The results demonstrate that the IoT-based buoy monitoring device significantly enhances the efficiency and effectiveness of buoy supervision. This research is expected to contribute to the development of knowledge within the Bachelor of Applied Science in Marine Transportation program and provide technological innovation in the field of maritime navigation in Indonesia.

Keywords: Buoy, Internet of Things (IoT), Monitoring Device

Abstrak. Penelitian ini membahas tentang masalah pada Sarana Bantu Navigasi Pelayaran khususnya objek pelampung suar. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan suatu alat monitoring pelampung suar berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai solusi permasalahan kurangnya pemantauan dan pengawasan terhadap pelampung suar di wilayah Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya. Pihak peneliti menemukan beberapa faktor penyebab dari permasalahan yaitu sebagai berikut: 1. perpindahan posisi pelampung suar akibat arus laut, 2. Lampu flasher yang kurang optimal, 3. Hilangnya pelampung suar. Peneliti berupaya membuat Rancang Bangun Alat Monitoring Berbasis *Internet of Things* (IoT). Dengan menggunakan metode penelitian *Research and Development* (R&D), peneliti merancang sistem monitoring agar dapat memonitoring secara *real-time* melalui jaringan internet. Hasil uji kelayakan produk ini dari pihak ahli mendapatkan hasil rata-rata indeks persentase sebesar 94 %, sehingga masuk dalam kategori “Sangat Layak” untuk digunakan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Rancang Bangun Alat Monitoring Pelampung Suar Berbasis *Internet of Things* (IoT) mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pemantauan dan pengawasan pelampung suar. Peneliti berharap bahwa penelitian ini dapat bermanfaat untuk pengetahuan khususnya Program Studi D-IV Transportasi Laut pada Rancang Bangun Alat Monitoring Pelampung Suar Berbasis *Internet of Things* (IoT) dan di sisi lain penelitian ini dapat memberikan kontribusi inovasi dan inovatif terhadap teknologi kenavigasian di Indonesia.

Kata kunci: Alat Monitoring, *Internet of Things* (IoT), Pelampung Suar

1. LATAR BELAKANG

Transportasi laut memegang peranan penting dalam perekonomian Indonesia (Nofandi et al., 2024) terutama terlihat di wilayah perairan Surabaya atau Tanjung Perak, yang memiliki pelabuhan dengan aktivitas bongkar muat penumpang dan barang. Keselamatan dan keamanan merupakan aspek utama dalam dunia pelayaran untuk mencegah kecelakaan dan memastikan

kelancaran operasional. Salah satu faktor pendukungnya adalah sistem pemantauan yang efektif untuk menjamin keselamatan navigasi. Menurut Undang-Undang Nomor 17 Tahun 2018, sarana bantu navigasi pelayaran meliputi objek tetap dan terapung seperti mercusuar, kapal suar, pelampung suar, beacon, dan alat bantu elektronik seperti radio beacon dan loran (Makmur et al., 2023). Namun, pelampung suar juga dapat berpindah lokasi akibat faktor alam seperti arus laut dan gelombang tinggi (Saputra, 2024).

Dibuktikan pada 27 Agustus 2022, MV. DK 03 tersangkut pelampung suar di Karangkandri, Cilacap, saat akan melakukan manuver, menyebabkan keterlambatan dalam bongkar muat. Selain itu, pelampung suar Bouy 26 di Surabaya hilang, dan ketidakmampuan *Vessel Traffic Service* (VTS) memperburuk pemantauan kejadian tersebut (Saputra, 2024). Untuk pemantauan posisi pelampung suar, GNSS (*Global Navigation Satellite System*) dapat digunakan, yang memanfaatkan satelit untuk memantau posisi dan mengirimkan informasi (Purwanto et al., 2021). Penelitian sebelumnya oleh Damayanti (2023) mengenai pemantauan lampu flasher dengan sensor proximity berbasis mikrokontroler menunjukkan bahwa teknologi ini dapat mendeteksi dan mengirimkan informasi melalui pesan di smartphone, namun hanya jika ada sinyal.

Pengembangan sistem monitoring pelampung suar bertujuan untuk memfasilitasi pemantauan langsung antara pelampung suar dan operator di darat, sehingga kondisi sekitar pelampung suar dapat dipantau secara real-time. Hal ini penting untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan dalam pelayaran. Peneliti berencana untuk merancang alat monitoring pelampung suar berbasis *Internet of Things* (IoT) di Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan alat tersebut, serta mengukur kelayakan penggunaannya terhadap Sarana Bantu Navigasi Pelayaran di daerah tersebut. Dengan demikian, alat monitoring ini diharapkan dapat membantu meningkatkan efektivitas pemantauan keamanan.

2. KAJIAN TEORITIS

Bab ini membahas teori-teori terkait desain dan pengembangan alat monitoring pelampung suar berbasis *Internet of Things* (IoT), yang disusun berdasarkan kajian teoritis awal terkait rancang bangun alat monitoring. Perancangan adalah tahap awal yang penting dalam suatu proyek atau pengembangan, yang mencakup ide, riset, pengumpulan data, perencanaan konsep, dan pengelolaan untuk menciptakan sistem yang berfungsi dengan baik (Rauf & Prastowo, 2021). Dalam konteks penelitian ini, pengembangan alat monitoring keamanan

menggunakan CCTV dan sensor gerak yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi, keamanan, dan keselamatan alur pelayaran.

Selanjutnya terkait pelampung suar (*buoy*) yang merupakan sarana bantu navigasi guna menghindari bahaya seperti terumbu karang, perairan dangkal, dan kerangka kapal, serta menandakan perairan aman dan batas wilayah negara (Romadloni et al., 2023). Dipadukan dengan *Internet of Things* (IoT) yang memungkinkan berbagi data melalui sensor atau jaringan (Susanto et al., 2022). Maka dalam penelitian ini dapat digunakan untuk mendeteksi lampu padam pada pelampung suar yang dapat diakses kapan saja dan di mana saja, memantau posisi pelampung suar melalui koneksi Wi-Fi, dan memantau area sekitar menggunakan kamera CCTV yang terhubung dengan website alat tersebut. Penggunaan IoT yang dikombinasikan dengan mikrokontroler ESP32 dan Wi-Fi dalam pemantauan pelampung suar memungkinkan pengambilan informasi yang akurat dan realtime, meningkatkan fleksibilitas tanpa batasan.

Distrik Navigasi, yang berada di bawah Kementerian Perhubungan, memiliki tugas utama melaksanakan kegiatan kenavigasian dan pengawasan terhadap sarana bantu navigasi pelayaran. Sarana ini berfungsi untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi bernavigasi kapal (2005kmkemenhub007.Pdf, n.d.). Fungsi utama sarana bantu navigasi pelayaran meliputi: 1) membantu navigator, 2) pemandu jalur, dan 3) peringatan dini. Penelitian ini fokus pada pelampung suar sebagai sampel alat bantu navigasi pelayaran.

3. METODE PENELITIAN

Peneliti menggunakan jenis metode penelitian *Research and Development* (R&D) untuk membuat dan mengembangkan suatu produk tertentu serta mengetahui tingkat keefisienan dan keefektifan. Dengan pengumpulan data dilakukan selama 6 bulan pada Agustus 2023 – Januari 2024 dan pengujian di Kantor Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya. Diawali dengan penemuan potensi dan masalah terkait pelampung suar, pengumpulan informasi melalui wawancara, desain produk, validasi desain, perbaikan desain, uji coba produk, dan revisi produk

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Potensi dan Masalah

Berdasarkan hasil observasi penulis bahwa pelampung suar mengalami perpindahan titik koordinat, kurang optimalnya lampu *flasher*, bahkan hilang dan rusak pada pelampung suar. maka penulis membuat suatu Rancang Bangun Alat Monitoring Pelampung Suar Berbasis

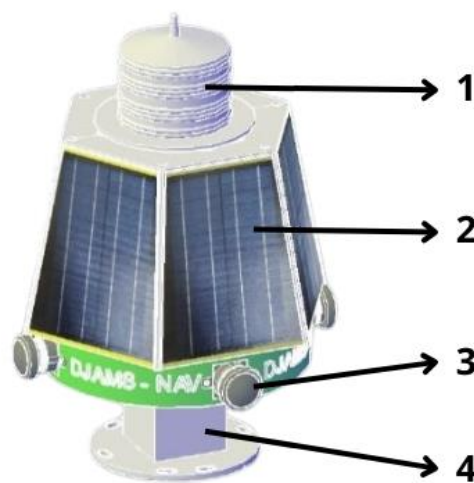
Internet Of Things (IoT) Terhadap Sarana Bantu Navigasi Pelayaran Pada Wilayah Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya.

Pengumpulan Informasi

Berdasarkan hasil wawancara dalam mengumpulkan informasi dari pihak kantor yang dituju dan pihak Perusahaan, penulis mendapatkan informasi bahwa aspek keefektifan dan kelayakan alat monitoring menjadi perhatian khusus dalam penelitian ini.

Desain Produk

Identifikasi masalah dan pengumpulan informasi menjadi dasar penulis dalam merancang desain produk untuk diterapkan di pelampung suar dengan sistem *Internet of Things* (IoT). Dengan rancang bangun desain produk sebagai berikut:

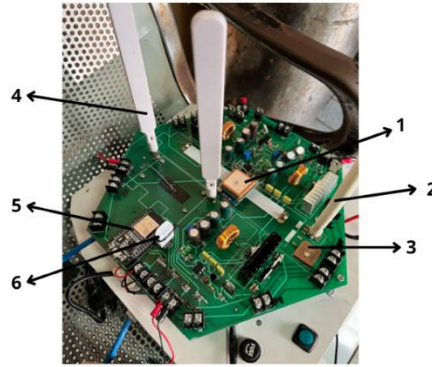


Gambar 1. Desain Produk

Sumber: Penulis (2025)

1. Lampu *flasher* berfungsi sebagai penerangan pelampung suar pada malam hari dan dapat mengurangi biaya pengadaan alat monitoring.
2. Panel surya *polycrystalline* (biru) untuk cuaca terik dan *monocrystalline* (hitam) untuk cuaca gelap, yang digunakan untuk mengisi aki alat.
3. Kamera dipasang di setiap sisi alat monitoring, dengan empat kamera untuk pemantauan dari berbagai arah.
4. Penyangga alat digunakan untuk menopang keseluruhan perangkat.

Desain produk alat monitoring pelampung suar mencakup komponen-komponen yang berfungsi menggerakkan sistem sebagai berikut:



Gambar 2. Komponen Alat Monitoring

Sumber: Penulis (2025)

1. Modul GPS (*Global Positioning System*)
2. Antenna AIS (*Automatic Identification System*)
3. Modul AIS (*Automatic Identification System*)
4. Antenna modem (*provider*)
5. Mikrokontroler ESP32
6. Suhu kelembapan DHTT 22 (*Digital Humidity and Temperature sensor*)

Desain *software* dilakukan menggunakan *Internet of Things* (IoT) dengan alur proses website sebagai berikut:



Gambar 3. Alur Proses Website

Sumber: Penulis (2025)

Dengan menggunakan rancang bangun desain, alat dan software yang ada sehingga peneliti dapat mencapai aspek keefektifan dan kelayakan alat monitoring dalam pelaksanaan penelitian ini.

Validasi Desain

Pada tahap validasi desain, penulis berkolaborasi dengan ahli di wilayah Tanjung Perak Surabaya melalui forum diskusi untuk memastikan desain alat monitoring sesuai dengan ketentuan dan fungsinya dalam dunia pelayaran. Pihak yang terlibat dalam validasi desain ini antara lain Bapak Agus Sudarmawan (ahli pelampung suar), Bapak Djoko Hendriyanto (instansi pemerintahan setempat), dan Bapak Hartana (perwakilan PT ASDP INDONESIA FERRY). Hasil dari validasi menunjukkan bahwa desain alat monitoring sudah sesuai dengan prosedur pelampung suar dan dapat efektif digunakan untuk memantau pelampung suar di kantor Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya.

Perbaikan Desain

Produk telah melalui tahap validasi desain yang dilakukan oleh beberapa pihak terkait. Pada tahap tersebut, pihak terkait tidak memberikan suatu perbaikan pada desain sehingga produk desain alat monitoring dapat lanjut ke tahap berikutnya tanpa perbaikan.

Uji Coba Produk

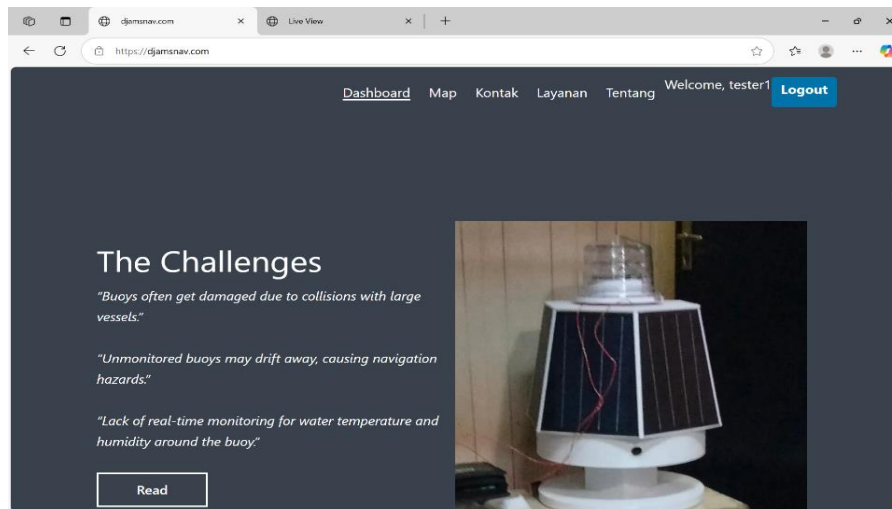
Peneliti akan menguji produk alat monitoring pelampung suar berbasis *Internet of Things* (IoT) di Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya menggunakan website djamsnav.com. Website ini dirancang dengan tampilan sederhana untuk memudahkan pengguna mengakses data, seperti posisi alat monitoring yang terhubung dengan GPS, suhu, kelembapan, baterai, status lampu, dan *live camera*. Pengguna harus *login* dengan *username* dan *password* untuk menjaga keamanan data. Setelah *login*, pengguna dapat melihat halaman *Dashboard* yang mencakup *Map*, *Kontak*, *Layanan*, dan *Tentang*. Pada halaman *Map*, pengguna dapat melacak posisi pelampung suar serta memantau kondisi alat melalui tampilan suhu, kelembapan, dan kamera *live view* yang tersedia di empat sisi alat monitoring.

Setelah uji coba produk, peneliti akan melakukan uji kelayakan produk berdasarkan lima indikator, yaitu keefektifan, kelayakan, fungsionalitas, kemudahan, dan kebergunaan. Hasil uji kelayakan dihitung menggunakan rumus indeks persentase sebagai berikut:

$$\text{Indeks Persentase (IP)} = \left(\frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{\text{Jumlah skor maksimal}} \right) \times 100\%$$

Kemudian diukur dengan interpretasi skala pengujian dengan kategori sangat layak (81-100), layak (61-80), cukup layak (41-60), kurang layak (21-40), dan tidak layak (0-20). Penilaian uji kelayakan dilakukan oleh pihak yang ahli di bidangnya.

Hasil penilaian uji kelayakan Rancang Bangun Alat Monitoring Pelampung Suar Berbasis IoT di Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya menunjukkan hasil yang sangat baik. Penguji 1, Bapak Agus Sudarmawan, memberikan indeks persentase 97%, penguji 2, Bapak Djoko Hendriyanto, memberikan indeks 91%, dan penguji 3, Bapak Hartana, memberikan indeks 95%. Berdasarkan hasil tersebut, alat monitoring pelampung suar ini masuk dalam kategori "Sangat Layak" dan dinyatakan sesuai serta layak digunakan untuk memantau pelampung suar dengan sistem *Internet of Things* (IoT).



Gambar 5. Tampilan Awal Website

Sumber: Penulis (2025)

Revisi Produk

Pada tahap revisi produk, peneliti mengevaluasi hasil uji coba untuk mengidentifikasi kelebihan dan kekurangan produk. Setelah presentasi produk, tidak ditemukan kekurangan dari penguji 1, 2, dan 3. Evaluasi yang diberikan sebagian besar terkait dengan sinyal, di mana sinyal yang buruk dapat memengaruhi pemantauan pelampung suar melalui kamera. Meski demikian, rekaman tetap tersimpan di website alat monitoring. Solusi untuk masalah ini adalah memastikan koneksi yang stabil, baik dengan data seluler yang memiliki kuota dan jaringan yang kuat, maupun dengan Wi-Fi yang stabil.

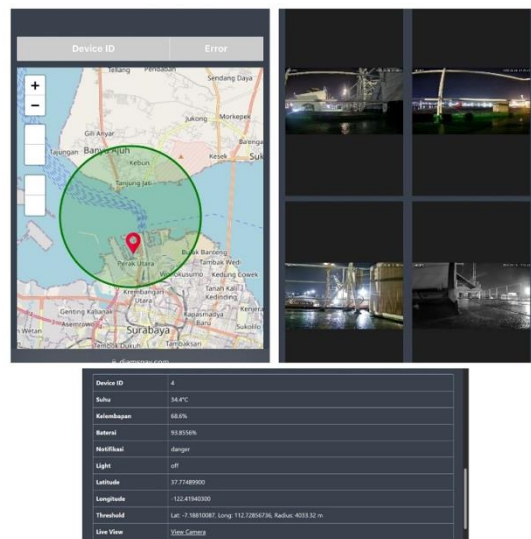
Pembahasan

Hasil penelitian Rancang Bangun Alat Monitoring Pelampung Suar Berbasis *Internet of Things* (IoT) di Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya menunjukkan bahwa produk ini sangat layak digunakan, dengan rata-rata persentase kelayakan 94%, masuk dalam kategori "Sangat Layak". Penilaian dilakukan berdasarkan lima indikator: keefektifan, kelayakan, fungsionalitas, kemudahan, dan kebergunaan, dengan fungsionalitas, kemudahan, dan kebergunaan masing-masing mendapatkan persentase 100%. Produk dan website alat monitoring pelampung suar ini sudah siap digunakan untuk memantau posisi, kondisi lampu flasher, suhu, kelembapan, dan kondisi sekitar pelampung secara real-time melalui website. Hasil akhir produk dapat dilihat pada gambar 6 dan 7 sebagai berikut:



Gambar 6. Hasil Akhir Produk

Sumber: Penulis (2025)



Gambar 7. Hasil Akhir Website

Sumber: Penulis (2025)

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Rancang Bangun Alat Monitoring Pelampung Suar Berbasis *Internet of Things (IoT)* terhadap sarana bantu navigasi pelayaran di wilayah Distrik Navigasi Tanjung Perak Surabaya telah berhasil memberikan solusi dari permasalahan yang terjadi pada pelampung suar. Hasil uji kelayakan dari pihak ahli menunjukkan bahwa alat monitoring ini termasuk dalam kategori "Sangat Layak" dengan perolehan nilai rata-rata indeks persentase sebesar 94 %. Hal ini dapat diartikan bahwa penerapan dalam menggunakan alat monitoring berbasis *Internet of Things (IoT)* dapat menunjang dalam pengawasan keselamatan dan keamanan alur pelayaran.

Meskipun demikian, masih terdapat kendala terkait dengan kestabilan sinyal internet dalam pemantauan *live camera*, namun data tetap terekam dan tersimpan dalam sistem sehingga tidak mengganggu keseluruhan fungsi alat.

Berdasarkan kesimpulan penelitian, peneliti memberikan beberapa saran. Untuk instansi pemerintah, khususnya kantor Distrik Navigasi, disarankan untuk melakukan uji coba alat monitoring pelampung suar berbasis *Internet of Things* (IoT) di perairan Indonesia. Uji coba ini diharapkan dapat membantu dalam pengawasan dan pemantauan sarana bantu navigasi pelayaran, sehingga meningkatkan keselamatan dan keamanan alur pelayaran. Selain itu, peneliti juga memberikan saran kepada peneliti selanjutnya untuk menggunakan hasil karya ilmiah terapan ini dengan bijak sebagai referensi dalam pengembangan penelitian lebih lanjut.

DAFTAR REFERENSI

2005kmkemenhub007.pdf. (n.d.).

Damayanti, A. (2023). Monitoring Lampu Flasher Menggunakan Sensor Proximity Berbasis Mikrokontroler. *Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116.

Dhevanta, B. (2024). Analisis Insiden Tersangkutnya Special Buoy Pada Propeller Kapal Mv Dk 03 Saat Manuver Sandar Di S2P Karangandri. http://repository.pip-semarang.ac.id/id/eprint/5848%0Ahttp://repository.pip-semarang.ac.id/5848/2/572011117739N_SKRIPSI_OPEN_ACCESS.pdf

Internet of Things (IoT). (n.d.). <https://learninternetgovernance.blogspot.com/p/internet-of-things-iot.html>

Makmur, I., Sitepu, G., & Rachman, T. (2023). Pemeliharaan Sarana Bantu Navigasi Pelayaran (SBNP) pada Wilayah Kerja Distrik Navigasi Makassar. *Warta Penelitian Perhubungan*, 35(1), 29–38. <https://doi.org/10.25104/warlit.v35i1.2222>

Nofandi, F., Satrio, F., Beno, J., Puspitacandri, A., Studi, P., Laut, T., Diploma, P., Pelayaran, I., Pelayaran, P., & Balikpapan, C. (2024). ANALISIS MEKANISME PELAKSANAAN ADMINISTRASI KEPELABUHANAN DI PELABUHAN KHUSUS PT. PERTAMINA TRANS KONTINENTAL CABANG BALIKPAPAN. 7(11).

Purwanto, R., Sabri, L., & Awaluddin, M. (2021). Pemantauan Deformasi Bendungan Jatibarang Menggunakan Survei Gnsstahun 2017-2020. *Jurnal Geodesi Undip*, 10(1), 31–39.

Rauf, A., & Prastowo, A. T. (2021). Rancang Bangun Aplikasi Berbasis Web Sistem Informasi Repository Laporan Pkl Siswa (Studi Kasus Smk N 1 Terbanggi Besar). *Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi (JTSI)*, 2(3), 26. <http://jim.teknokrat.ac.id/index.php/JTSI>

Romadloni, F., Endrasmono, J., Putra, Z. M. A., Khumaidi, A., Rachman, I., & Adhitya, R. Y. (2023). Identifikasi Warna Buoy Menggunakan Metode You Only Look Once Pada Unmanned Surface Vehicle. *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 10(1), 23–29.

<https://doi.org/10.21107/triac.v10i1.19650>

- Saputra, H. (2024). KOORDINAT PELAMPUNG SUAR BERBASIS INTERNET OF.
- Sejati, B. (2023). PEMANTAUAN PELAMPUNG SUAR DENGAN GNSS MENGGUNAKAN ESP32 BERBASIS INTERNET OF THINGS. *Nucl. Phys.*, 13(1), 104–116.
- Statistika, D. (2023). Statistik Transportasi Laut (Vol. 8). http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBE_TUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Sugiyono. (2017). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R & D. 11(1), 1–14. http://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1091/RED2017-Eng-8ene.pdf?sequence=12&isAllowed=y%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2008.06.005%0Ahttps://www.researchgate.net/publication/305320484_SISTEM_PEMBE_TUNGAN_TERPUSAT_STRATEGI_MELESTARI
- Susanto, F., Prasiani, N. K., & Darmawan, P. (2022). Implementasi Internet of Things Dalam Kehidupan Sehari-Hari. *Jurnal Imagine*, 2(1), 35–40. <https://doi.org/10.35886/imagine.v2i1.329>