

Deteksi Kebocoran Kapal: Desain dan Monitoring

Vicky Ananta Sutrisno¹, Adi Mulyadi^{2*}, Muhammad Zainal Roisul Amin³

^{1,2,3} Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas PGRI Banyuwangi, 68416, Jawa Timur, Indonesia

¹ vikyananta13@gmail.com, ^{2*} adimulyadi@unibabwi.ac.id, ³ mzainalra@unibabwi.ac.id

****Corresponding Author:** [**adimulyadi@unibabwi.ac.id](mailto:adimulyadi@unibabwi.ac.id)

ABSTRACT

This paper discusses the design and monitoring system of ship leakage. Ship leakage causes accidents at sea. Therefore, a prototype design and monitoring system are proposed. The design uses fiberglass and resin with dimensions of 60x15x13 cm, and monitoring uses the Internet of Things to turn on three automatic pumps alternately. The results show that monitoring pump 1 obtained an average water volume of 0.00131 m³, time 83.92 seconds, discharge 0.0000157 m³/second, current 0.44 A and power 2.2 W. Pump 2 obtained an average water volume of 0.00161 m³, time 139.08 seconds, discharge 0.0000116 m³/second, current 0.24 A and power 1.2 W. While pump 3 obtained an average water volume of 0.00126 m³, time 52.26 seconds, discharge 0.0000241 m³/second, current 0.68 A and power 3.4 W. The monitoring results have different average water volume, time, discharge, current and power.

Keywords: Ship Prototype Design, Water Level Sensor, ESP Module, DC Motor Pump, IoT

1. PENDAHULUAN

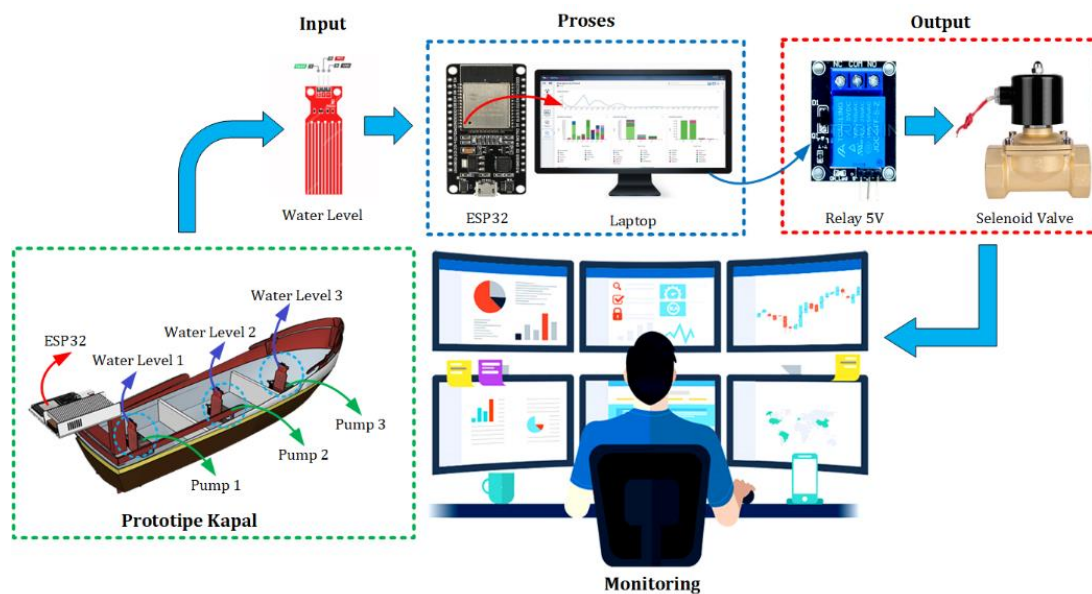
Kebocoran kapal salah satunya disebabkan oleh beban gelombang perairan [1]. Gelombang perairan memiliki gerakan translasi dan rotasi berdasarkan karakteristik gelombang laut [2][3]. Gelombang laut dipengaruhi oleh pasang surut permukaan laut, pergeseran lempeng [4] dan angin yang berbentuk gelombang sinusoidal [5]. Selain itu, kebocoran kapal dipengaruhi oleh korosi dan terumbu karang [6]. Korosi terjadi karena reaksi kimia pada lingkungan, asam, udara, embun, air tawar, air laut [7] dan mikrobiologi [8]. Air laut memiliki kandungan air murni 96,5% [9], salinitas 3,5% [10], natrium klorida [11], sedimen yang mempercepat laju korosi pada lambung kapal [12]. Data statistik menunjukkan bahwa kebocoran lambung kapal disebabkan oleh korosi sebesar 90% [13], terumbu karang ancaman tinggi 20%, dan terumbu karang ancaman rendah 15% [14]. Sedangkan kebocoran kapal pada saluran pipa (korosi 22%, faktor eksternal 35%, kelalaian manusia 5%, instalasi 24%, dan proses manufaktur 14%) [15][16]. Kebocoran kapal merupakan faktor penyebab kecelakaan sebagaimana dilaporkan KNKT tahun 2019-2021 yaitu 7 kapal [17][18].

Upaya mencegah kebocoran kapal seperti prototipe sistem berbasis Arduino Uno diusulkan. Prototipe digunakan untuk membuang air pada lambung kapal dengan integrasi sensor Water Level Control (WLC) [19]. Sistem deteksi kebocoran kapal menggunakan sensor hujan berbasis Arduino Uno. Pendeteksi kebocoran ditinjau berdasarkan air yang masuk pada dek kapal, dan mikrokontroler digunakan sebagai kendali sensor hujan, LED, Buzzer, serta LCD. Sehingga petugas kapal memantau secara berkala selama pelayaran. Namun, penerapan sensor tidak efisien yang dipengaruhi oleh transmisi data lama [20].

modul ESP32 dan indikator dapat dipantau pada platform monitoring IoT. Platform monitoring menampilkan indikator lampu dengan daya pompa, volume air, waktu, debit air, arus dan daya output masing-masing jenis pompa.

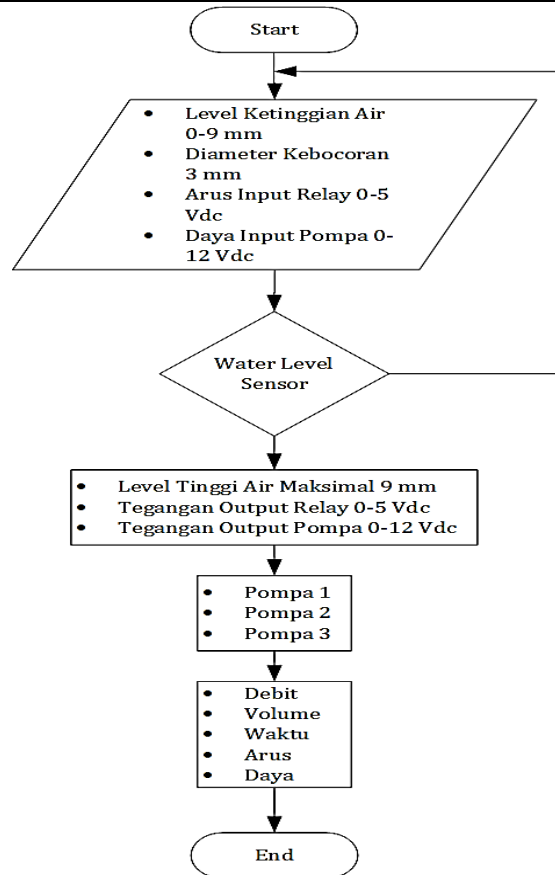
2. METODE

Metode penelitian yaitu eksperimen dengan mendesain prototipe kapal berbahan fiberglass dan resin di Laboratorium Teknik Elektro Universitas PGRI Banyuwangi. Kemudian teknik pengambilan data berupa level ketinggian air, waktu, debit air, arus dan daya output pompa motor. Pengujian masing-masing dilakukan tiga kali berdasarkan jenis pompa untuk menghasilkan akurasi dari sistem deteksi dan monitoring secara real time yang dijelaskan pada gambar 1. Sistem menggunakan sensor level air untuk mendeteksi kebocoran air yang diintegrasikan dengan modul ESP32 [27]. Modul ESP32 memberikan sinyal untuk menyalakan pompa dan menguras air di lambung kapal [28]. Output sistem berupa indikator grow light-LED [29], daya pompa DC [30][31], dan monitoring pada thinger.io [32].



Gambar 1. Sistem Deteksi dan Monitoring Kebocoran Kapal

Desain prototipe kapal menggunakan bahan fiberglass dan resin dengan ukuran 60 cm x 15 cm x 13 cm [33]. Gambar 2 menjelaskan tahapan eksperimen yang dilakukan dengan melubangi prototipe berdiameter 3 mm, kemudian prototipe diuji coba pada sebuah bak yang berisi air. Ketika lambung kapal terisi air, sensor water level akan mendeteksi keberadaan air yang masuk ke dalam lambung kapal. Untuk mengukur ketinggian air, penggaris digunakan agar hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan pembacaan sensor. Setelah mencapai ketinggian maksimal, submersible pump akan aktif untuk menguras air. Selain itu, kondisi terkini juga dapat dipantau secara *real time* melalui user interface IoT.



Gambar 2. Flowchart Sistem Deteksi dan Monitoring Kebocoran Kapal

3. HASIL

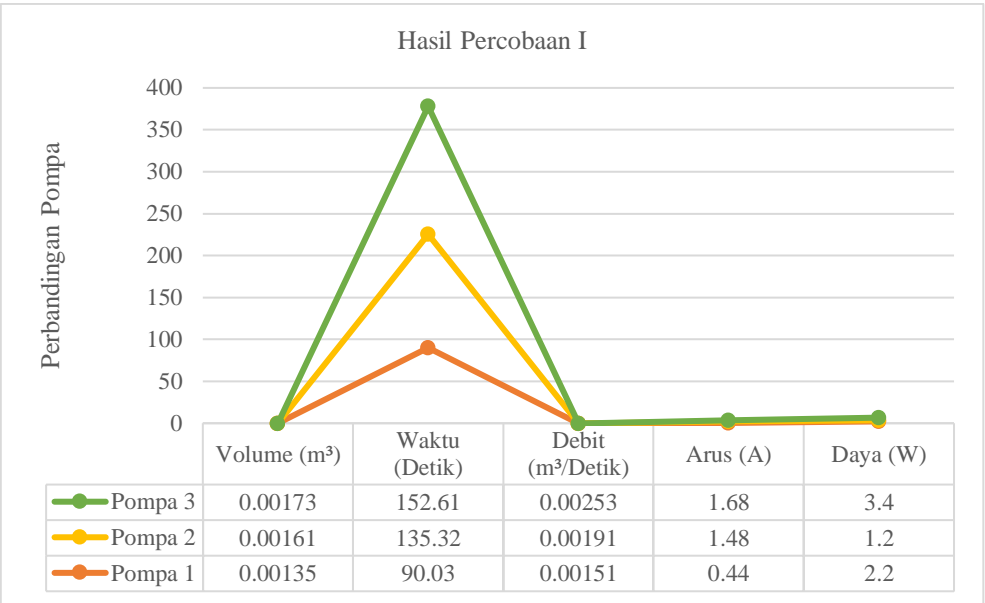
Hasil uji coba kebocoran lambung kapal dengan diameter 3 mm. Pada uji kebocoran, digunakan 3 buah pompa DC 5V dan didapat data untuk 3 kali percobaan. Hasil dipaparkan pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Percobaan Deteksi Kebocoran Kapal

Jenis	Volume (m ³)	Waktu (Detik)	Debit (m ³ /detik)	Arus (A)	Daya (Watt)
Pompa I	0.00135	90.03	0.0000151	0.44	2.2
	0.00161	135.32	0.0000191	1.48	1.2
	0.00173	152.61	0.0000253	0.68	3.4
Pompa II	0.00131	81.38	0.0000159	0.45	2.25
	0.00155	134.34	0.0000115	0.24	1.2
	0.00121	50.71	0.0000238	0.68	3.4
Pompa III	0.00133	80.37	0.0000161	0.44	2.2
	0.00169	147.59	0.0000114	0.24	1.2
	0.00124	53.47	0.0000231	0.68	3.4
Nilai	0.00131	83.92	0.0000157	0.44	2.2

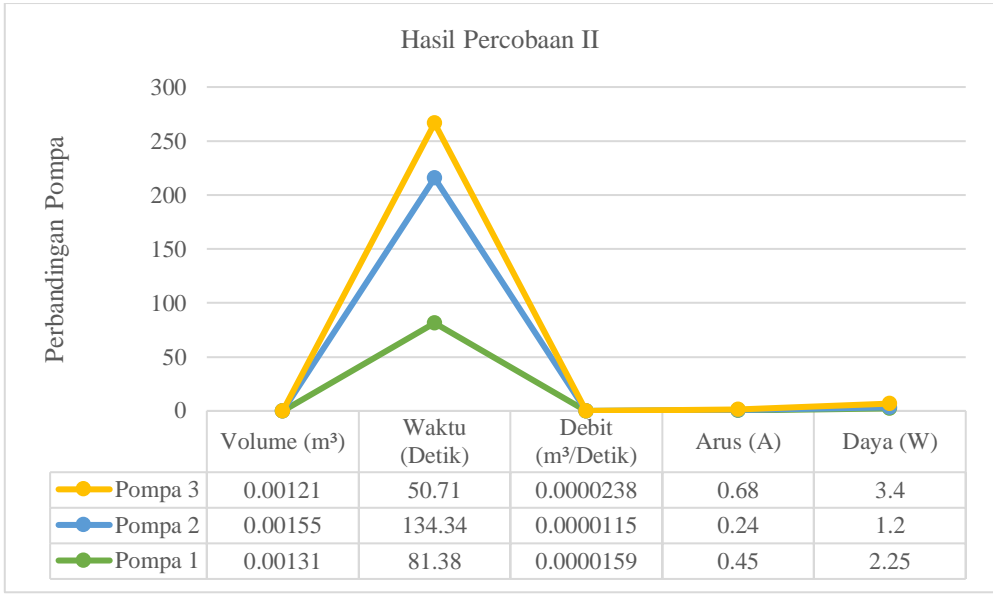
Rata-Rata	0.00161	139.08	0.0000163	0.24	1.2
Pompa I, II, II	0.00126	52.26	0.0000241	0.68	3.4

Percobaan pompa 1 dilakukan selama tiga kali untuk mendapatkan akurasi dan sistem monitoring deteksi kebocoran pada lambung kapal yang dijelaskan pada gambar grafik 3. Pompa 1, 2 dan 3 memiliki masing-masing nilai volume air, waktu, debit air, arus output dan daya output berbeda. Pompa 1 memiliki nilai volume air sebesar 0.00135 m³, waktu 90 detik, debit air 0.00151 m³/detik, arus 0.44 A serta daya 2.2 watt. Pompa 2 memiliki nilai volume air sebesar 0.00161 m³, waktu 135.32 detik, debit air 0.00191 m³/detik, arus 1.48 A serta daya 1.2 watt. Pompa 3 memiliki nilai volume air sebesar 0.00173 m³, waktu 152.61 detik, debit air 0.00253 m³/detik, arus 1.68 A serta daya 3.4 watt.



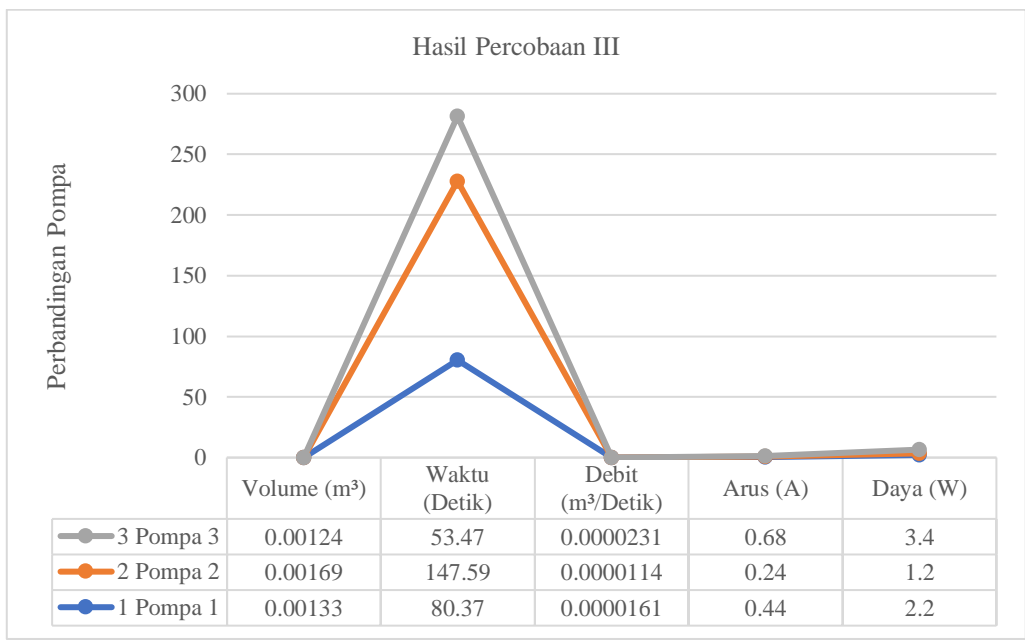
Gambar 3. Deteksi Kebocoran Menggunakan Pompa 1

Pompa 2 dilakukan percobaan tiga kali untuk mendapatkan akurasi dan sistem monitoring deteksi kebocoran pada lambung kapal yang dijelaskan pada gambar grafik 4. Pompa 1, 2 dan 3 memiliki masing-masing nilai volume air, waktu, debit air, arus output dan daya output berbeda. Pompa 1 memiliki nilai volume air sebesar 0.00131 m³, waktu 81 detik, debit air 0.00159 m³/detik, arus 0.45 A serta daya 2.25 watt. Pompa 2 memiliki nilai volume air sebesar 0.00155 m³, waktu 134.34 detik, debit air 0.00115 m³/detik, arus 0.25 A serta daya 1.2 watt. Pompa 3 memiliki nilai volume air sebesar 0.00121 m³, waktu 50.71 detik, debit air 0.00238 m³/detik, arus 0.68 A serta daya 3.4 watt.



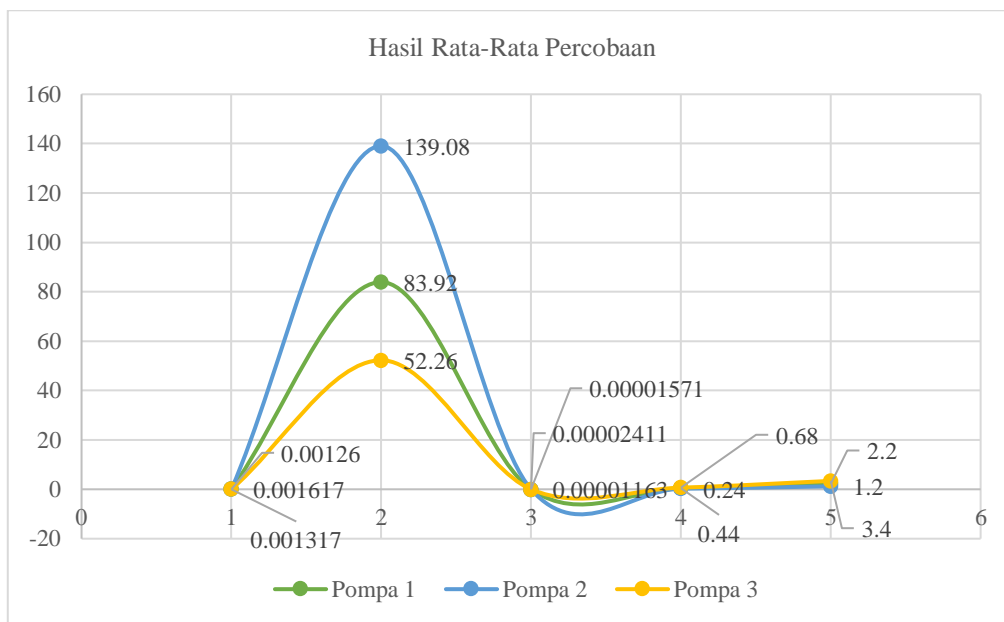
Gambar 4. Deteksi Kebocoran Menggunakan Pompa 2

Pompa 3 menggunakan pengujian tiga kali yang dijelaskan pada gambar grafik 5. Pompa 1, 2 dan 3 memiliki masing-masing nilai volume air, waktu, debit air, arus output dan daya output berbeda. Pompa 1 memiliki nilai volume air sebesar 0.00133 m³, waktu 80.37 detik, debit air 0.00161 m³/detik, arus 0.44 A serta daya 2.2 watt. Pompa 2 memiliki nilai volume air sebesar 0.00169 m³, waktu 147.59 detik, debit air 0.000114 m³/detik, arus 0.24 A serta daya 1.2 watt. Pompa 3 memiliki nilai volume air sebesar 0.00124 m³, waktu 53.47 detik, debit air 0.000231 m³/detik, arus 0.68 A serta daya 3.4 watt.



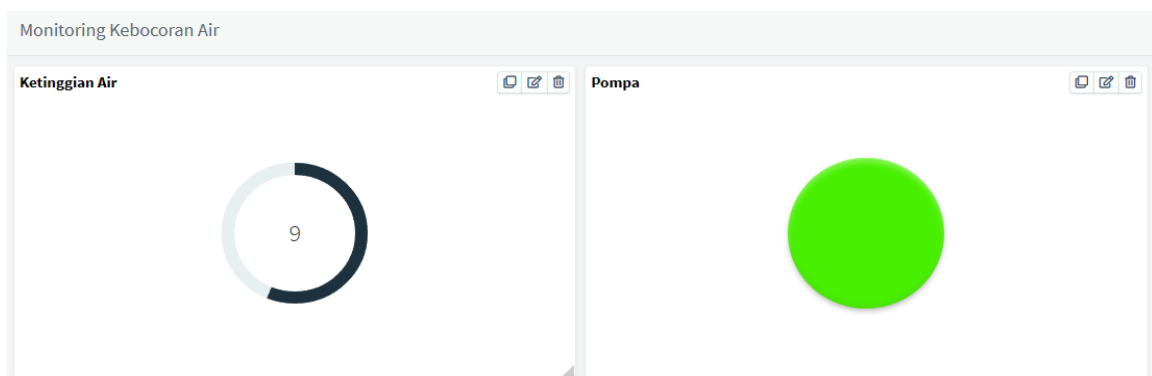
Gambar 5. Deteksi Kebocoran Menggunakan Pompa 3

Gambar grafik 6 menjelaskan pompa 1, 2, dan 3 pada saat menguras air dari lambung kapal hingga tinggi 5 mm dengan masing-masing arus 0.44 A, 0.24 A, 0.68 A dan daya 2.2 W, 1.2 W, dan 3,4 W. Arus yang dibutuhkan oleh pompa 2 untuk menguras air pada lambung kapal menurun, sedangkan pompa 1 dan 3 meningkat. Hal ini dipengaruhi oleh daya listrik daya yang dihasilkan melalui perkalian tegangan 5V DC dengan rata-rata arus pada setiap pompa. Perbedaan daya ini dipengaruhi oleh variasi arus, jumlah lilitan motor pompa, dan beban air yang dilewatkan impeller [43].



Gambar 6. Hasil Rata-Rata Deteksi Kebocoran Menggunakan Pompa 1,2 dan 3

Tampilan *web user interface* dibuat dengan aplikasi *thinger.io* [44]. Interface ini memonitor sistem kebocoran kapal berbasis IoT, memungkinkan pemantauan ketinggian air secara real-time. Gambar yang diambil selama uji kebocoran menampilkan momen ketika sensor belum mendeteksi kebocoran, ditandai dengan indikator pompa berwarna hitam. Namun begitu sensor mendeteksi air sekitar 9 mm, indikator berubah menjadi hijau yang menunjukkan aktivasi pompa.



Pompa 3 menunjukkan daya tertinggi karena arusnya yang lebih tinggi, mencapai 0,68 A. Berdasarkan debit, pompa 3 memiliki keunggulan dengan debit lebih tinggi. Dalam hal waktu pengurasan, pompa 3 juga unggul dengan waktu yang lebih singkat. Secara urutan arus dari terendah ke tertinggi, pompa 2, pompa 1, dan pompa 3. Begitu pula dalam urutan daya, dimulai dari pompa 2, pompa 1, dan pompa 3 yang memiliki daya tertinggi. Dalam beberapa percobaan ini, meskipun arus dan daya pompa 3 lebih tinggi daripada kedua pesaingnya, namun karena keunggulan dalam debit dan waktu, pompa 3 lebih cocok digunakan dalam sistem kebocoran prototype kapal.

5. KESIMPULAN

Desain kapal menggunakan fiberglass serta resin dengan ukuran 60x15x13 cm dan sistem monitoring kebocoran kapal menggunakan Internet of Things untuk menyalakan tiga pompa secara bergantian. Hasil penerapan kebocoran kapal berbasis Internet of Things dengan menggunakan 3 jenis pompa DC 5V menghasilkan rata-rata nilai debit sebesar 0.00001571, 0.00001163 dan 0.00002411 m³/detik, rata-rata nilai waktu sebesar 83.92, 139.08, 52.26 detik, rata-rata nilai arus sebesar 0.443, 0.243, 0.673 A, rata-rata nilai daya sebesar 2.215, 1,215, 3.365 W dan volume 0.001317, 0.001617 dan 0.00126 m³.

REFERENSI

- [1] Putranto T, Purwanto DB. Analisa Gerakan Rolling Kapal Bocor Akibat Beban Gelombang Laut Pada Kapal Bulk Carrier. *Teknik* 2018;39:99–105. <https://doi.org/10.14710/teknik.v39n2.15783>.
- [2] Syafiul A. Kajian Damage Stability Pada Studi Kelayakan Desain Kapal Barge Penambang Timah Dengan Pendekatan Metode Numerik. *Inovtek Polbeng* 2019;9:334. <https://doi.org/10.35314/ip.v9i2.1123>.
- [3] Putranto T, Sulisetyono A. Analisa Numerik Gerakan Dan Kekuatan Kapal Akibat Beban Slamming Pada Kapal Perang Tipe Corvette. *Kapal* 2015;12. <https://doi.org/10.12777/kpl.12.3.158-164>.
- [4] Anggara PD, Adrianto D, Pranowo WS, Alam TM. Analisis Karakteristik Gelombang Laut Guna Mendukung Data Informasi Operasi Keamanan Laut di Wilayah Laut Natuna dan Laut Natuna Utara. *J Chart Datum* 2022;3:107–31. <https://doi.org/10.37875/chartdatum.v3i2.123>.
- [5] Marelsa NF, Oktaviandra Y. Analisis Karakteristik Gelombang Laut Menggunakan Software Windwave-12 (Studi Kasus : Kepulauan Mentawai). *Oseana* 2019;44:10–24. <https://doi.org/10.14203/oseana.2019.vol.44no.2.23>.
- [6] Pratama B. Analisis Penyebab Kebocoran Lambung Kapal Km. Dorolonda Saat Perjalanan Dari Makassar Menuju Surabaya. *Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang*, 2022.
- [7] Budiyanto L. Pengaruh Salinitas Air Laut Terhadap Laju Korosi Pada Plat Lambung Kapal Bobot 1500 DWT. *Din Bahari* 2021;2:91–6.

- Variasi Daya Pompa pada System Pendinginan TEG terhadap Tegangan yang Dihasilkan TEG. *J Ilm Univ Batanghari Jambi* 2022;22:477. <https://doi.org/10.33087/jiubj.v22i1.2017>.
- [40] Pasisarha DS. Perbaikan Faktor Daya Listrik Mesin Pompa Air Pada Fasilitas Kampus Polines. *Orbith Maj Ilm Pengemb ...* 2020;16:45–9.
- [41] Zaputra TP, Gusnita N. Analisis Pengaruh Jumlah Lilitan dan Kecepatan Putar Terhadap Efisiensi Pada Permanent Magnet Synchronus Generator 18 Slot 16 Pole. *JTEV (Jurnal Tek Elektro Dan Vokasional)* 2022;8:411. <https://doi.org/10.24036/jtev.v8i2.117875>.
- [42] Agussationo Y, Sepdian, Armi PA. Variasi Diameter Lilitan Kawat Motor Induksi. *J Elektron List Dan Teknol Inf Terap* 2020;2:39–45.
- [43] Fahrudin A. Perancangan Pompa Air Sentrifugal, Tinggi Kenaikan (H 14), Kapasitas (Q) 40 M3 /Jam Dengan Putaran 1450 Rpm. *Tedc* 2020;14:145–52.
- [44] Bustamante AL, Patricio MA, Molina JM. Thinger.io: An open source Platform for Deploying Data Fusion Applications in IoT Environments. *Sensors (Switzerland)* 2019;19. <https://doi.org/10.3390/s19051044>.