JEEE: Journal of Educational Engineering and Environment

Received 22th May 2024
Accepted 29th May 2024
Published 31th May 2024

Open Access

Analysis of Water Discharge and Draining Time for Pump Types in Ship Leakage Draining Systems

Ratna Mustika Yasi[*a], Charis Fathul Hadi [b], Viky Ananta Sutrisno[c]

[a] *Lecturer of Departement Electrical Engineering, PGRI Banyuwangi University1*

[b] *Student of Departement Electrical Engineering, PGRI Banyuwangi University2*

** Corresponding E-mail: vikyananta31@gmail.com*

Abstract:Ship accidents due to cracks and leaks in the ship's hull are closely related to the flow of water entering the ship's hull. A ship's pump system plays an important role in removing water from a ship, but pump failure can result in the accumulated water not being able to be drained immediately which can result in increased water pressure and the potential sinking of the ship. This research used a trial method with a fiberglass ship prototype that was provided with a 3mm leak hole, using four different types of pumps and testing was carried out in a water-filled tub. Based on the results of the research carried out, it can be concluded that the water discharge of pumps 1, 2, 3 and 4 respectively is 0.0000261, 0.0000251,: 0.0000326, and 0.0000566 liters/second. The power of pump 4 is more effective in draining water volume resulting in less draining time compared to the other three pumps .

Keywords: *discharge, ship, water*

Pendahuluan

Kondisi geografis ini mendorong penggunaan transportasi laut yang memainkan peran penting dalam mendukung kegiatan penangkapan ikan dan mobilitas penduduk antar pulau di Indonesia [1]. Oleh karena itu, penggunaan transportasi laut, termasuk kapal penumpang, memiliki signifikansi yang besar bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Untuk meningkatkan efisiensi dan memenuhi kebutuhan yang lebih luas, kapal penumpang dapat berupa kapal Ro-Ro atau kapal feri untuk perjalanan pendek yang terjadwal [2]. Kapal harus memiliki izin kelayakan dalam melaut dan berfungsi sebagai kapal transportasi. Fenomena ini telah sering terjadi di Indonesia, di mana beberapa kasus kapal yang sebenarnya tidak layak laut namun memiliki Surat Persetujuan Berlayar (SPB).

Laporan statistik investigasi kecelakaan transportasi 2022 yang dirilis oleh KNKT mengungkapkan bahwa terdapat 13 kasus kecelakaan kapal laut, di mana 5 diantaranya disebabkan oleh tenggelam [3][4]. Pada kapal, terutama pada lambung yang tidak layak, dapat memengaruhi kinerja kapal dan menyebabkan kebocoran. Jika lambung kapal mengalami keretakan dan kebocoran, laju kapal akan terhambat karena adanya kerak dan kebocoran [5]. Kerusakan pada kapal dapat disebabkan oleh tubrukan *(collision)* atau kandas *(grounding*), yang pada akhirnya mengganggu keselamatan kapal dan lingkungan sekitarnya [6]. Penyebab umum yang dapat menyebabkan tenggelamnya kapal meliputi kerusakan struktural, kegagalan sistem pompa, kebocoran air, cuaca buruk, tabrakan dengan benda lain, kelalaian awak kapal, kegagalan navigasi, dan permasalahan mesin. Kerusakan struktural seperti kegagalan lambung kapal [7], kebocoran pada sekat, atau kegagalan sistem penutupan pintu air dapat mengakibatkan air masuk ke dalam kapal dengan cepat dan menyebabkan penurunan stabilitas kapal [8].

Air yang masuk lambung kapal merupakan salah satu aspek penting yang perlu dipertimbangkan dalam pengelolaan dan keselamatan kapal. Air yang masuk ke dalam lambung kapal dapat berasal dari berbagai sumber, seperti kebocoran, hujan, atau gelombang laut yang tinggi. Keberadaan air yang berlebihan dalam lambung kapal dapat mengakibatkan berbagai masalah, seperti penurunan stabilitas kapal, kerusakan peralatan elektronik, dan bahkan potensi tenggelamnya kapal [9]. Mengetahui debit air yang masuk ke dalam lambung kapal menjadi krusial untuk mengambil langkah-langkah pencegahan yang tepat. Debit air yang tinggi bisa menjadi indikasi adanya kebocoran serius yang perlu segera ditangani. Selain itu, pemantauan debit air juga memungkinkan pengaturan pompa dan sistem pengurasan air yang efisien [10].

Kegagalan sistem pompa yang bertanggung jawab untuk mengeluarkan air dari kapal juga dapat menyebabkan terjadinya air yang masuk kedalam lambung kapal tidak dapat segera dikuras atau dikeluarkan dari lambung kapal dapat menjadi penyebab serius tenggelamnya kapal.

Journal of Educational Engineering and Environment

Sistem pompa ini memiliki peran krusial dalam menjaga keseimbangan air di dalam kapal dan mengeluarkan air yang masuk akibat kebocoran atau kondisi lainnya. Apabila pompa mengalami kegagalan atau tidak berfungsi dengan baik, air yang terakumulasi di dalam kapal tidak dapat dipompa keluar dengan efektif [11]. Kegagalan pompa bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti kerusakan mekanis, kegagalan daya listrik, atau kesalahan dalam pengoperasian [12].

Jika pompa tidak dapat mengeluarkan air yang masuk, tekanan air di dalam kapal akan terus meningkat, mengganggu stabilitas kapal dan dapat menyebabkan tenggelamnya. kapal secara perlahan atau cepat. Penting untuk melakukan pemeliharaan rutin dan pengujian sistem pompa secara teratur untuk memastikan kinerjanya yang optimal [13]. Tindakan pencegahan yang tepat dan tindakan perbaikan yang cepat terhadap sistem pompa dapat mencegah kegagalan dan mengurangi risiko tenggelamnya kapal akibat kebocoran air yang tidak terkendali [14].

Pelayanan yang diberikan harus memenuhi standar internasional, memberikan rasa kenyamanan dan keamanan *(safety)* dalam pelayaran, baik untuk kapal barang maupun penumpang [15]. Namun, sebagian besar pelayanan ini belum diterapkan, terutama di pelabuhan-pelabuhan kecil. Namun, saat ini kapal penumpang masih mengandalkan pemantauan manual yang dilakukan secara manusiawi, hanya akan melaporkan kebocoran pada lambung kapal. Akibatnya, penanganan terkadang menjadi terlambat karena jarak yang jauh antara lokasi kapal dengan tim pemantau dan penyelamat [16]. Dengan memanfaatkan komunikasi, pihak kapal penumpang dan pemantau atau stasiun bumi dapat saling berinteraksi mengenai kondisi kapal, sehingga dapat mengurangi hal-hal yang tidak diinginkan.

Pada penelitian terdahulu, telah dibuat suatu perancangan pompa air otomatis pada kapal berbasis Arduino Uno, yang berfungsi sebagai alat untuk membuang genangan air dalam lambung kapal akibat kebocoran [17]. Pada penelitian terdahulu dibuat pula purwarupa pendeteksi kebocoran air pada sisi kapal ferry menggunakan sensor hujan berbasis mikrokontroler Arduino Uno R3 [18]. Sistem dianggap kurang efektif karena kebocoran kapal tidak dapat diketahui juga oleh stasiun bumi [19]. Berdasarkan permasalahan dan data-data yang disebutkan di atas, studi tentang analisis volume debit air terhadap efektivitas pengurasan air pada prototipe kapal

Metode

Desain Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen kuantitatif. Metode eksperimen kuantitatif adalah eksperimental atau percobaan yang dilakukan secara terencana, sistematis, dan terkontrol dengan ketat, baik dalam bentuk desain fungsional maupun desain faktorial. Metode eksperimen sangat penting bagi sains karena memungkinkan para ilmuwan untuk membuktikan hipotesis dengan didukung oleh bukti yang nyata [20].

Variabel Penelitian

Variabel merupakan karateristik, angka atau kuantitas apa pun yang dapat diukur dan dihitung [21]. Pada penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu variabel bebas dan tidak bebas. Variable bebas dalam penelitian adalah pompa DC 5V dengan *output flow rate* 120 L/H, 170 L/H, dan 240 L/H, diameter lubang kebocoran. Variabel tidak bebas dalam penelitian ini debit air dan lama pengurasan.

Subjek dan Obyek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah 3 jenis pompa yang digunakan. Sementara obyek penelitian adalah *prototype* sistem pendeteksi kebocoran kapal berbasis *internet of things*.

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas PGRI Banyuwangi mulai bulan Juli 2022 hingga selesai.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan addalah Laptop, Solder, Multimeter, Kabel, Mikrokontroller ESP 32, Sensor Water Level, Submersible pump, LCD 16x2, Buzzer, Power supply, Cutter, Gerinda, Marker, Lakban, Penggaris. Adapun bahan penelitian yang digunakan adalah Timah, Terminal block 2p, Gabus 60cmx15cmx15cm, Papan PCB, Resin, Katalis, Serat fiber

Teknik Pengumpulan Data

Rancangan pengambilan data ini digunakan untuk pengambilan data saat sistem dijalankan. Pengujian

dilakukan dengan meletakkan prototype kapal yang berbahan fiberglass yang akan dilubangi diameter 3 mm yang akan di uji 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, digunakan sebuah penggaris agar hasil pengukuran dapat dibandingkan dengan pembacaan sensor. Setelah mencapai ketinggian tertentu, submersible pump akan aktif untuk menguras air tersebut. Selain itu, kondisi terkini juga dapat dipantau secara realtime melalui user interface IoT. Kemudian data hasil uji coba dimasukkan dalam tabel berikut..

Tabel 1. Data Sistem Pompa

No.	Jenis Pompa	Debit
1.	Pompa 1	
2.	Pompa 2	
3.	Pompa 3	

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data adalah cara mengolah data yang telah diperoleh untuk menjawab rumusan masalah. Analisis data merupakan tahapan yang krusial dalam penelitian. Sebab setelah tahap pengumpulan data, langkah berikutnya yang harus dilakukan adalah melakukan analisis data. Teknik analisis data sangat bergantung pada permasalahan dan desain penelitian yang digunakan [22]. Berikut Teknik analisis data yang dilakukan.

1. Perhitungan Data Debit Air
   Debit air adalah volume fluida yang melewati suatu area dalam satu satuan waktu [23]. Sesuai dengan pengertian debit air, maka rumus debit air adalah sebagai berikut. Debit aliran = Volume air yang mengalir (dalam liter) /waktu (detik). Debit biasa diberi lambang D, sedangkan volume diberi lambang V dan waktu diberi lambang t. Manfaat pengukuran debit adalah untuk mengetahui seberapa besar air yang mengalir di suatu tempat dan seberapa cepat air itu mengalir per satuan detik. Menghitung kecepatan air yang dihasilkan setiap pompa sampai tidak membaca air. Rumus debit air adalah sebagai berikut [24]:
   $$D = \frac{V}{t}$$
   Keterangan:
   D = Debit
   V = volume
   T = Waktu
2. Perhitungan Data Waktu Pengurasan
   Pengukuran dilakukan untuk menghitung waktu yang diperlukan dari setiap pompa untuk melakukan pengurasan sampai air yang didalam lambung kapal diambang batas aman. Perhitungan lama waktu pengurasan dari setiap pompa menggunakan *stopwatch*. Dalam proses ini, *stopwatch* digunakan untuk mengukur waktu [25]. Waktu yang diperlukan untuk mengosongkan atau menguras air dari lambung kapal miniatur. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi:
   1. Memulai *stopwatch* saat proses pengurasan dimulai, yaitu saat air mulai keluar dari lambung kapal.
   2. Menghentikan *stopwatch* saat air benar-benar keluar dan lambung kapal terlihat kosong.
   3. Mencatat waktu yang tercatat pada *stopwatch* sebagai waktu pengurasan.

   Perhitungan tersebut melibatkan rumus sederhana: Kecepatan = Volume / Waktu. Dalam hal ini, volume dapat diperkirakan berdasarkan pengukuran dimensi lambung kapal miniatur. Jika diketahui volume lambung kapal (misalnya dalam satuan liter), maka dapat dikonversi menjadi satuan yang sesuai dengan waktu pengurasan yang diukur.

Hasil dan Pembahasan

Miniatur kapal berbahan *fiberglass* dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi sebesar 60cm, 15cm, dan 15 cm. Miniatur dilengkapi dengan *water level* sensor. Hasil uji coba kebocoran lambung kapal dengan diameter 3 mm. Pada uji kebocoran, digunakan 4 buah pompa DC 5V ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 2. Data hasil pengukuran

No.	Jenis Pompa	Debit (Liter/Detik)	Volume (l)	Waktu (Detik)
1.	Pompa 1	0,0000261	0,001412	54
2.	Pompa 2	0,0000251	0,001914	76
3.	Pompa 3	0,0000326	0,002121	65
4	Pompa 4	0,0000566	0,002833	50

Berdasarkan tabel 1 terlihat bahwa debit air pompa 1, 2, 3 dan 4 secara berurutan adalah 0,0000261, 0,0000251,: 0,0000326, dan 0,0000566 liter/detik. Debit pada pompa 4 lebih tinggi dari pompa 1,2 dan 3. Debit yang lebih tinggi ini dipengaruhi oleh spesifikasi pompa 4 yang lebih tinggi dari pompa 1; 2; dan 3. Kekuatan pompa dalam pengurasan volume air berimbas pada semakin sedikit waktu pengurasan dibandingkan ketiga pompa lainnya. Sebagaimana yang telah diketahui, sistem kerja pompa menggunakan impeler (kipas) yang diputar oleh sebuah dinamo penggerak untuk memindahkan kapasitas air dalam takaran tertentu di dalam ruang pompa menuju outlet. Ketika air mememenuhi ruang pompa, maka terjadilah tekanan fluida untuk menarik air dari dasar menuju penampungan. Karena mendapat tekanan yang terus menerus, air di dalam penampungan akan terdorong keluar menuju saluran buang. Spesifikasi pompa 4 yang lebih tinggi dari ketiga pompa lainnya memiliki putaran motor yang lebih tinggi sehingga sehingga debit yang keluar juga lebih besar. Pompa 4 tidak memiliki daya hisap, namun memiliki daya dorong yang mampu dicapai sesuai power mesin terhadap debit air yang dibutuhkan.

Kuantitas air atau debit air merupakan salah satu faktor yang digunakan dalam penentuan klasifikasi waktu pengurasan dapat dikatagorikan efektif atau tidak. Pompa merupakan suatu alat berfungsi dalam memindahkan suatu cairan dari suatu tempat ke tempat lain dengan menaikkan tekanan cairan. Proses Kenaikan tekanan cairan tersebut bermanfaat dalam mengatasi hambatan pengaliran berupa perbedaan tekanan, perbedaan ketinggian atau hambatan gesek

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa debit air pompa 1, 2, 3 dan 4 secara berurutan adalah 0,0000261, 0,0000251,: 0,0000326, dan 0,0000566 liter/detik. Kekuatan pompa 4 lebih efektif dalam pengurasan volume air berimbas pada semakin sedikit waktu pengurasan dibandingkan ketiga pompa lainnya.

Daftar Pustaka

[1] S. Fatimah, *Pengantar Transportasi*. Myria Publisher, 2019.

[2] D. R. Muhammad, "Proses Sandar Kapal Kmp. Gilimanuk Milik Pt Jemla Ferry Di Pelabuhan Ketapang Banyuwangi," *Karya Tulis*, 2022.

[3] G. P. Lantai, J. Medan, M. Timur, and J. Pusat, "Laporan Statistik Investigasi Kecelakaan Transportasi 2022 Semester 1," no. 5. 2022.

[4] Komite Nasional Keselamatan Transportasi, "Investigasi Kecelakaan Transportasi 2022 Semester 2," no. 5, 2023.

[5] B. L. Kuncoro, "Analisis Menurunnya Kinerja Marine Growth Prevention System (MGPS) Terhadap Sistem Pendingin Air Laut Di MV. Tanto Nusantara." Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2020.

[6] A. S. Dwiono, A. Hendrawan, and S. Pramono, "Perbaikan Lambung Kapal KM. Harima PT. CSFI-Cilacap," *Dinamika Bahari*, vol. 2, no. 1, pp. 56–61, 2021, doi: 10.46484/db.v2i1.261.

[7] B. Ariani, *Pengantar Korosi Perkapalan*. Syiah Kuala University Press, 2022.

[8] A. P. Antoni, "Dasar-Dasar Penanganan dan Pengaturan Muatan Kapal Niaga." Politeknik Ilmu Pelayaran Semarang, 2020.

[9] M. B. Zaman, A. Santoso, and B. Cahyono, *Aspek Safety Pada Perancangan Sistem Dan Permesinan Di Kapal*. Penerbit NEM, 2023.

[10] N. K. Daulay, "Desain Sistem Pengurasan Dan Pengisian Air Kolam Pembenihan Ikan Secara Otomatis Menggunakan Arduino Dengan Sensor Kekeruhan Air," *Jurnal Khatulistiwa Informatika*, vol. 6, no. 1, 2018.

[11] B. Baharuddin, S. Klara, A. H. Sitepu, H. Rivai, and M. I. Satyaguna, "Analisis Kualitatif Faktor dan Penyebab Kerusakan pada Sistem Pendingin Mesin Utama Kapal TB. Semar 26 dengan Metode FTA dan USG," *Jurnal Riset Teknologi Perkapalan*, vol. 1, no. 1, pp. 64–69, 2023.

[12] F. Hadi, "Evaluasi Penyebab Kegagalan Pompa Electric Submersible Pump (ESP) Pada Lapangan X

Menggunakan Data Dismantle Inspection Failure Analysis (DIFA).” Universitas Islam Riau, 2022.

[13] T. Anggoro, “Pengujian Dan Perawatan Sistem Penyiram Tanaman Otomatis Menngunakan Sensor Kelembapan Dengan Kendali Arduino,” 2022.

[14] A. H. Purwantomo, *Prosedur Darurat dan SAR*. PIP Semarang, 2018.

[15] N. Kusnita *et al.*, “Analisis Kebijakan Pengelolaan Pulau-Pulau Kecil Terluar Dalam Mendukung Potensi Bisnis Transportasi Laut Kepulauan Riau,” *Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 1, no. 6, pp. 724–734, 2021.

[16] R. Hidayat, “Evaluasi Pelaksanaan Tugas Dinas Pemadam Kebakaran Dan Penyelamatan Kota Pekanbaru Dalam Menanggulangi Kebakaran.” Universitas Islam Riau, 2019.

[17] A. Syahputra, A. Ramadhani, and P. Parini, “Prototipe Sistem Pendeteksi Kebocoran Air Dan Pengeluaran Air Secara Otomatis Pada Kapal Berbasisi Arduino Uno,” *J-Com (Journal of Computer)*, vol. 2, no. 1, pp. 41–46, 2022, doi: 10.33330/j-com.v2i1.1581.

[18] V. Roviqoh and S. A. Sudiro, “Purwarupa Pendeteksi Kebocoran Air Pada Sisi Kapal Ferry Menggunakan Sensor Hujan Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno R3,” in *Prosiding Seminar SeNTIK*, 2021, pp. 221–228.

[19] F. Fadillah, “Peranan Distrik Navigasi Kelas I Tanjung Pinang Dalam Survey Alur Pelayaran Sebagai Upaya Mengoptimalisasikan Keselamatan Pelayaran Di Perairan Dan Pelabuhan Sri Bintan Pura,” *Karya Tulis*, 2019.

[20] J. Nasrudin, *Metodologi Penelitian Pendidikan: Buku ajar praktis cara membuat penelitian*. Pantera Publishing, 2019.

[21] E. Elizar and H. Tanjung, “Pengaruh Pelatihan, Kompetensi, Lingkungan Kerja terhadap Kinerja Pegawai,” *Maneggio: Jurnal Ilmiah Magister Manajemen*, vol. 1, no. 1, pp. 46–58, 2018.

[22] I. Prasetyo, “Teknik Analisis Data Dalam Research And Development,” *Jurusan PLS FIP Universitas Negeri Yogyakarta*, 2012.

[23] N. N. Naim, R. F. Mohammad, and I. Taufiqurrahman, “Sistem Monitoring Penggunaan Debit Air Konsumen Di Perusahaan Daerah Air Minum Secara Real Time Berbasis Arduino Uno,” *Journal of Energy and Electrical Engineering (JEEE)*, vol. 2, no. 1, 2020.

[24] E. Dewanto, J. Yoseph, and M. Rifâ, “Tandon Air Otomatis Dengan Sistem Monitoring Melalui Android Berbasis Arduino Uno,” *Autocracy: Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri*, vol. 5, no. 01, pp. 8–16, 2018.

[25] F. Maulana and T. Rahardjo, “Analisa Variasi Foot Valve Dan Jatuh Air Terhadap Karakteristik Pada Pompa Sentrifugal,” *Jurnal Mesin Material Manufaktur dan Energi*, vol. 2, no. 2, pp. 20–24, 2021.