



2580-2798 (e)
2588-6225 (p)

Inovtek Polbeng: Jurnal Inovasi Teknologi Politeknik Negeri Bengkalis
(Bengkalis State Polytechnic Technology Innovation Journal)

journal homepage: <https://jurnal.polbeng.ac.id/index.php/IP/index>

DESAIN *LIFT* BARANG (*DUMWAITER*) PADA KAPAL MENGGUNAKAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT (PLTGL)

Muhammad Al Hazman¹⁾, Mohamad Hakam²⁾, I Putu Sindhu Asmara³⁾, Indri Ika Widyastuti⁴⁾, Lailatul Robiyah⁵⁾, Trio Akbar Ramadhani⁵⁾

¹⁾Jurusan D4 Teknik Perancangan dan Konstruksi Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

²⁾Jurusan D4 Teknologi Rekayasa Energi Berkelanjutan Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

³⁾Magister Teknik Keselamatan an Risiko Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

⁴⁾Jurusan D3 Teknik Bangunan Kapal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

⁵⁾Jurusan D4 Teknik Desain dan Manufaktur Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

Jl. Teknik Kimia, Keputih, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 6011

Corresponding Author: al.hazman@ppns.ac.id

Article Info	Abstract
Keywords: <i>Dumwaiter, Renewable energy, Safety factor, Wave Energy Converter</i>	Abstrak
Article history: Received: 23/10/2025 Last revised: 28/10/2025 Accepted: 13/11/2025 Available online: 18/11/2025 Published: 28/11/2025	Pengangkutan barang antar dek pada kapal kargo merupakan bagian krusial dari operasi yang efisien dan produktif. Salah satu solusi untuk meningkatkan efisiensi ini adalah penggunaan sistem lift barang (<i>dumwaiter</i>). Namun, sistem ini membutuhkan pasokan energi yang stabil, yang seringkali menjadi tantangan bagi kapal kargo karena ketergantungannya pada bahan bakar fosil. Dalam upaya mendukung keberlanjutan maritim dan mengurangi dampak lingkungan, studi ini mengintegrasikan sistem lift barang dengan Konverter Energi Gelombang (WEC) sebagai sumber energi terbarukan. Tujuan penelitian ini adalah merancang sistem lift barang yang efisien dan ramah lingkungan sekaligus mengkaji kelayakan teknis, ekonomis, dan lingkungan dari penggunaan WEC sebagai sumber daya. Sistem lift barang dirancang menggunakan mekanisme katrol dan motor listrik yang mampu mengangkat beban hingga 1.000 kg. WEC dirancang untuk mengubah energi gelombang laut menjadi listrik menggunakan sistem pelampung dan generator, dengan energi yang dihasilkan disimpan dalam baterai sebagai sumber daya cadangan. Sistem ini memiliki faktor keamanan maksimum 15 dan nilai deformasi 0,083, yang menunjukkan bahwa sistem ini berada dalam batas aman. Studi ini menyimpulkan bahwa integrasi sistem <i>dumwaiter</i> dengan WEC merupakan langkah inovatif untuk mendukung keberlanjutan industri maritim. Sistem ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga meningkatkan efisiensi energi, menurunkan biaya operasional jangka panjang, dan berkontribusi pada pengurangan emisi karbon. Dengan pengembangan dan uji lapangan lebih lanjut, teknologi ini berpotensi untuk diterapkan secara luas di kapal kargo modern.
DOI: https://doi.org/10.35314/045tx575	Abstract
	The transportation of goods between decks on cargo ships is a crucial part of efficient and productive operations. One solution to improve this efficiency is the use of a <i>dumwaiter</i> system. However, this system requires a stable energy supply, which is often a challenge on cargo ships due to dependence on fossil fuels. In an effort to support maritime sustainability and reduce environmental impact, this study integrates the <i>dumwaiter</i> system with a Wave Energy Converter (WEC) as a renewable energy source. The objective of this research is to design an efficient and environmentally friendly <i>dumwaiter</i> system while assessing the technical, economic, and environmental feasibility of using WEC as a power source. The <i>dumwaiter</i> system is designed using a pulley mechanism and an electric motor capable of transporting loads up to 1,000 kg. The WEC is designed to convert ocean wave energy into electricity using a buoy and generator system, with the generated energy stored in batteries as a backup power source. The system has a maximum safety factor of 15 and a deformation value of 0.083, indicating it is within a safe limit. This study concludes that integrating the <i>dumwaiter</i> system with WEC is an innovative step toward supporting the sustainability of the maritime industry. This system not only reduces dependence on fossil fuels but also improves energy efficiency, lowers long-term operational costs, and contributes to reducing carbon emissions. With further development and field testing, this technology has the potential to be widely implemented in modern cargo ships

1. PENDAHULUAN

Di Indonesia kebutuhan akan energi listrik setiap tahunnya mengalami peningkatan, di sisi lain pembangkit listrik di Indonesia yang paling besar masih menggunakan sumber energi yang tak terbarukan seperti batu bara dan minyak bumi. Sumber energi tak terbarukan ini semakin lama semakin berkurang, sehingga harus ada pemanfaatan energi lain untuk menggantikannya. Salah satu energi yang tersedia cukup melimpah di Indonesia adalah energi gelombang laut. Energi gelombang tersedia melimpah selama 24 jam sehingga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi listrik.

Potensi energi yang dihasilkan gelombang di Indonesia memiliki nilai rapat daya yang cukup besar, yaitu berkisar antara 0,06 kW/m³ sampai 64 kW/m³. Potensi ini tersebar di berbagai daerah diantaranya Jawa dan Sumatera karena memiliki gelombang yang cukup besar. Pemanfaatan energi gelombang ini dapat diterapkan pada kapal salah satunya di jenis kapal kargo. Kapal ini umumnya bergantung pada generator diesel berbahan bakar fosil untuk menghasilkan energi. Penggunaan generator diesel yang masih berbahan bakar fosil ini, menghasilkan emisi gas rumah kaca dan polutan udara yang berbahaya bagi lingkungan.

Pada kapal kargo, salah satu pekerjaan yang dilakukan di atas kapal yaitu pengangkutan baik dari pengangkutan suku cadang, chemical berbahan baku cairan dan oli dari lantai ke lantai lain menggunakan tenaga manusia melalui tangga. Pekerjaan ini perlu digantikan dengan sebuah mesin transportasi vertikal yang digunakan untuk meringankan pengangkutan tersebut yaitu lift. Keberadaan lift sangat banyak memberikan manfaat bagi awak kapal seperti hemat energi, waktu yang lebih efisien dan yang terutama bisa meminimalisir resiko kerja ketika mengangkut barang berat melalui tangga.

Penelitian ini bermaksud untuk mengurangi penggunaan generator diesel dengan menggunakan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) sebagai generator pendukung pada kapal. PLTGL dapat menghasilkan listrik tanpa emisi dan polusi, serta menjadikan pilihan yang lebih ramah lingkungan. PLTGL ini nantinya akan digunakan untuk menggerakkan lift barang pada kapal kargo.

2. METODE

2.1 Perhitungan Desain Sistem Lift Barang

Perancangan lift barang difokuskan pada tipe katrol (*traction*). Perhitungan meliputi:

1. Perencanaan Bobot Imbang: Berat penyeimbang (G_{cw}) dihitung dari berat kabin (G_k) ditambah 40-50% dari kapasitas maksimum (Q).

$$G_{cw} = G_k + 0.5xQ \quad (1)$$

2. Perencanaan Motor Listrik: Daya motor dihitung berdasarkan kapasitas angkat, berat kabin, dan beban penyeimbang, dengan efisiensi total (η) diasumsikan 0.85.

$$N = \frac{(Q+G_k-G_{cw}).v}{\eta} \quad (2)$$

3. Perencanaan Tali Kawat Baja: Menentukan jumlah dan spesifikasi tali kawat baja (misalnya tipe 6x37 IWRC) yang mampu menahan beban total (G_{tot}).

2.2. Perhitungan *Salter duck*

Jari-jari *stern* merupakan jari dari poros ke profil lingkaran *salter duck*. Untuk menghitung nilai jari-jari tersebut, menggunakan persamaan $R_2 = 0,533 \text{ } kD = \lambda \text{ } 20^{[4]}$. Nilai λ adalah nilai rata-rata panjang gelombang yang diperoleh dari perhitungan sebelumnya:

$$R_2 = \frac{\lambda}{20} = \frac{21,24}{20} = 1,062 \text{ m} \quad (3)$$

Jari-jari *punch* adalah jarak dari poros ke profil *punch* dari *salter duck*. Profil *punch* dari objek adalah sebuah kurva melengkung yang merupakan kombinasi sederhana dari busur dan tangen. Profil ini dapat digunakan untuk menentukan letak deviasi maksimum dari bentuk profil *punch*. Nilai R_0 dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 3 berikut

$$R_0 = K_D e^{2\pi z/\lambda} \quad (4)$$

Dimana K_D adalah desain konstan yang didefinisikan dengan persamaan $kD=0.09378\lambda$ pada saat $z = -2R_2$ dari poros ke permukaan air. Sementara itu nilai e merupakan bilangan euler yang konstanta nilainya sebesar 2.718

Tabel 1. Jari jari ideal *punch* (R_0')

z	e	e [^]	R0
-2.12	2.718	0.53432429	1,0643137
-1.82	2.718	0.58387932	1,1630217
-1.52	2.718	0.63803024	1,2708843
-1.22	2.718	0.6972033	1,3887503
-0.91	2.718	0.76411996	1,5220408
-0.62	2.718	0.83252211	1,6582901
-0.31	2.718	0.9124265	1,8174507
0	2.718	1	1,9918872

Jari-jari ideal *punch* (R_0') adalah parameter yang digunakan untuk menggambarkan bentuk profil *punch* pada *salter duck*. R_0' juga disebut sebagai jarak dari poros $0'$ ke profil *punch*, yang membentuk garis imajiner untuk mendefinisikan profil *punch*. Dengan mengetahui nilai R_0' , kita dapat lebih mudah menghitung luasnya dan membantu dalam perhitungan nilai displacement dari *salter duck*. Nilai R_0' dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$L_D = \sqrt{1,99^2 - 1,062^2} = 1,684 \text{ m} \quad (5)$$

Lebar *salter duck* besarnya akan berbanding lurus dengan besarnya konversi energi yang dihasilkan (Nambi, 2016). Sehingga nilai lebar *salter duck* dapat ditentukan dari perbandingan dengan stern dari *salter duck* sehingga membentuk proporsi yang ideal. Nilai B dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$B = 3.R_2 = 3 \times 1,062 = 3,186 \text{ m} \quad (6)$$

2.3 Analisa Kebutuhan Daya

Salter duck ini digunakan sebagai pembangkit listrik untuk memenuhi kebutuhan daya dari lift barang. lift barang yang gunakan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 2. Daya Motor lift barang

No.	Parameter	Spesifikasi	Satuan
1.	Merk Lan Yu Xuan	1	Unit
2.	Model zc dumbwaiter	1	Unit
3.	Kapasitas	1000	Kg
4.	Dimension	500x500x800	Mm
5.	Power	380	volt

Setelah mengetahui spesifikasi dari lift barang, langkah selanjutnya yaitu menentukan kebutuhan daya lift barang per hari. Untuk menentukan kebutuhan daya tersebut, diperlukan power dan

kapasitasnya. Selanjutnya, secara matematis kebutuhan daya lift barang jika satu hari mampu mengangkat beban 100 kg adalah seperti persamaan 8 berikut

$$\begin{aligned}P_{lb/day} &= 0,1 \text{ ton/hari} \cdot 380 \text{ volt} \\P_{lb/day} &= 38 \text{ kW}\end{aligned}\tag{7}$$

Keterangan:

$P_{lb/day}$ = Kebutuhan daya lift barang per hari (kW)

C = Kapasitas lift barang (ton/hari)

$P_{lb/jam}$ = Kebutuhan daya lift barang per jam

2.4 Finite Element Analysis

a. Pembuatan Geometri

Proses pembuatan model geometri dari struktur *parallel middle body* kapal yang akan dianalisis menggunakan software CAD dalam bentuk 3D model

b. Pre-Processing

- Pembagian geometri: Bagi geometri menjadi elemen-elemen hingga yang lebih kecil. Elemen-elemen ini bisa berupa segitiga, kuadran, tetrahedron, atau bentuk lainnya, tergantung pada jenis analisis yang dilakukan.
- Penentuan Material Properties: Tentukan sifat-sifat material yang relevan seperti modulus elastisitas, *Poisson's ratio*, dan kekuatan material. Informasi ini diperlukan untuk mensimulasikan perilaku material dalam model.
- Penentuan *Boundary Conditions*: Identifikasi dan terapkan kondisi batas yang sesuai untuk mewakili lingkungan fisik di sekitar struktur. Ini termasuk pembatasan pergerakan dan aplikasi beban atau gaya eksternal.
- *Meshing*: Buat mesh atau jaringan elemen di sekitar geometri. Ini melibatkan distribusi elemen-elemen hingga di sepanjang permukaan struktur dan area di dalamnya. Kualitas mesh yang baik sangat penting untuk mendapatkan solusi yang akurat.

c. Solving

- Formulasi Persamaan: Ubah model matematis dari struktur menjadi bentuk persamaan matematis yang sesuai dengan Metode Elemen Hingga.
- Penyelesaian Persamaan: Selesaikan sistem persamaan yang dihasilkan menggunakan teknik numerik seperti metode elemen terbatas (FEM). Ini melibatkan pemecahan matriks dan iterasi untuk mendapatkan solusi yang konvergen

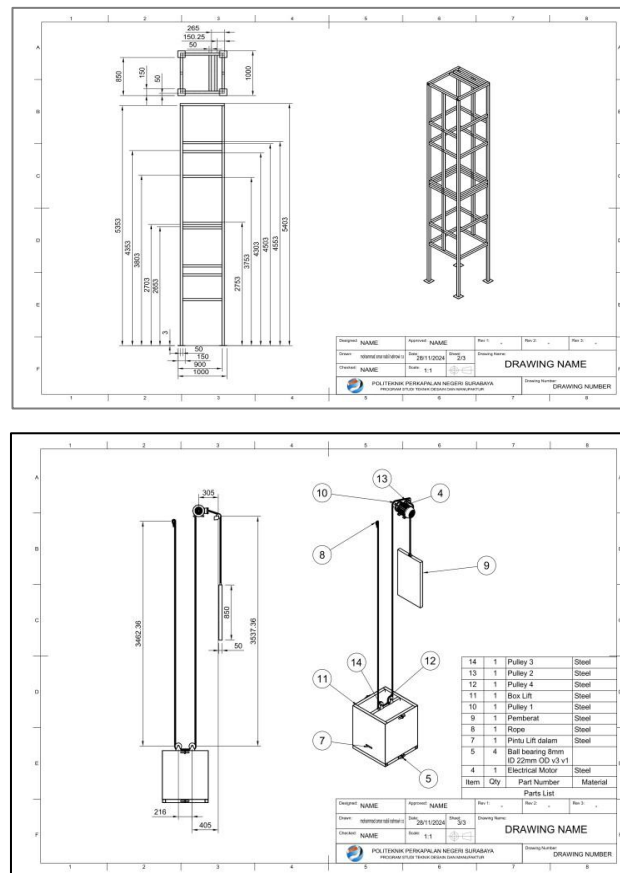
d. Verifikasi dan Validasi

Verifikasi model untuk memastikan bahwa model FEM memberikan hasil yang sesuai dengan teori dan praktek yang dikenal. Validasi membandingkan hasil analisis dengan data eksperimental atau solusi analitis jika tersedia

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

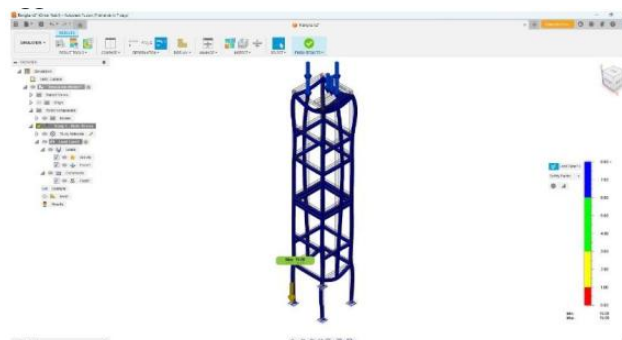
3.1 Desain dan Simulasi

Desain *lift* barang dibuat menggunakan software Autodesk Inventor dengan detail *drawing* meliputi *assembly lift* barang, rangka *lift*, dan komponen-komponennya. Berikut ini adalah hasil desain dari lift barang tersebut



Gambar 1. Gambar Desain Lift Barang

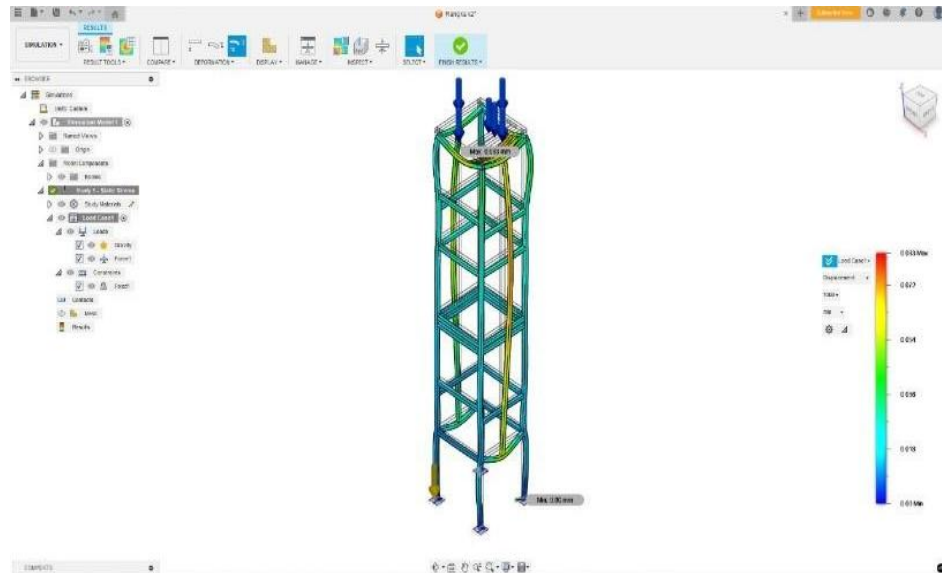
Analisis safety factor menggunakan Autodesk Fusion 360 pada gambar dibawah ini menunjukkan struktur memiliki safety factor maksimum 15, yang berarti struktur berada dalam kondisi sangat aman dan memiliki margin keamanan yang sangat tinggi terhadap beban yang diterapkan



Gambar 2. Analisis Safety Factor

Gambar di bawah menunjukkan hasil simulasi total deformasi pada struktur rangka akibat beban yang diterapkan menggunakan perangkat lunak Autodesk Fusion 360. Total deformasi

(displacement) adalah perpindahan maksimum yang dialami oleh bagian tertentu dari struktur akibat gaya atau beban yang bekerja, termasuk gaya gravitasi dan gaya tambahan lainnya. Berdasarkan simulasi, *deformasi* maksimum terjadi di bagian atas struktur dengan nilai sebesar 0,083 mm, sedangkan *deformasi* minimum terjadi di bagian kaki struktur yang memiliki nilai 0 mm karena titik tersebut difiksasi (*fixed constraint*).. Hasil ini menunjukkan bahwa deformasi pada struktur sangat kecil dan berada dalam batas aman, yang berarti struktur mampu menahan beban dengan baik tanpa

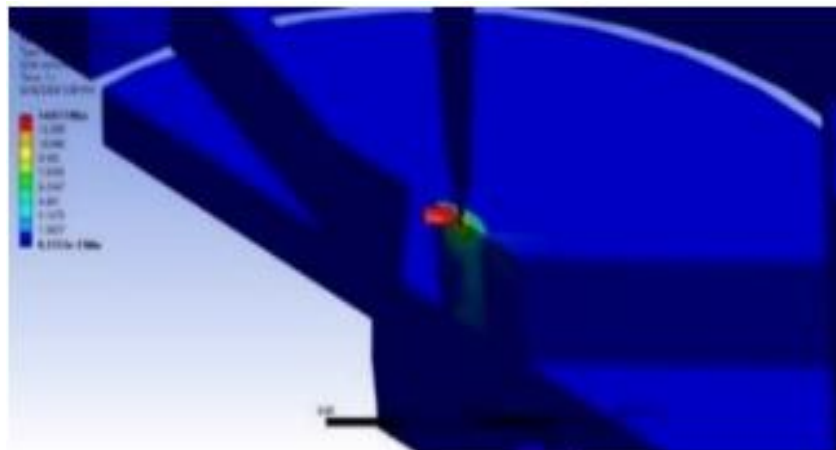


mengalami perubahan bentuk yang signifikan

Gambar 3. Analisis Deformasi

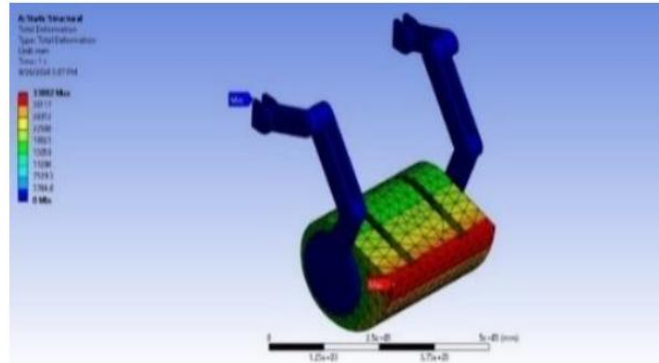
3.2 Desain dan Simulasi *Salter duck*

Equivalent stress merupakan nilai yang digunakan untuk menilai apakah material akan mulai mengalami deformasi plastis di bawah beban yang diberikan (2023). Hasil simulasi ini dapat diketahui bahwa terdapat area pada *Salter duck* yang mendekati warna merah. Hal ini menunjukkan bahwa area tersebut semakin mendekati nilai maksimum dari *equivalent stress*^[3]. Hasil dari analisa *equivalent stress* dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



Gambar 4. *Equivalent stress salter duck*

Setelah mengetahui nilai *equivalent stress*, Langkah selanjutnya adalah melakukan analisis hasil dari total deformation yang telah dilakukan bersamaan dengan analisis *equivalent stress* sebelumnya. Hasil dari analisa total deformation dapat dilihat pada gambar dibawah ini



Gambar 5. Total deformasi *Salter duck*

3.3 Kinerja Sistem PLTGL

Pada kapal dirancang menggunakan 6 buah *Salter duck* yang merupakan sistem pembangkit listrik dengan memanfaatkan tenaga gelombang laut. Berdasarkan perhitungan dari kondisi gelombang laut yang memiliki ketinggian rata-rata 0,68 meter, 1 buah *Salter duck* dapat mengkonversi gelombang laut sebesar 13,086 kW per jam. Dengan 6 buah *Salter duck*, total energi yang dihasilkan adalah 78,516 kW per jam. Energi ini cukup untuk memenuhi kebutuhan mengaktifkan lift barang yang memerlukan daya 38 kW.

3.4 Mekanisme Kerja Sistem

Mekanisme kerja *Salter duck* dimulai dari tahap awal ketika kapal diam, *Salter duck* akan turun perlahan menyesuaikan sarat air laut. Gelombang yang mendekat dari arah depan dan belakang menyebabkan *Salter duck* bergerak naik dan turun. Gerakan ini kemudian dialirkan ke gearbox ratchet yang mengubah gerakan 2 arah menjadi gerakan rotasi searah. Energi rotasi yang dihasilkan kemudian ditingkatkan menggunakan gearbox planetary untuk meningkatkan kecepatan putaran. Energi yang telah dilipatgandakan ditransmisikan melalui sprocket gear yang terhubung dengan shaft dan generator. Generator mengubah energi rotasi menjadi energi listrik yang kemudian disimpan di baterai lithium dengan kapasitas 500 kW. Energi yang disimpan pada baterai diubah dari DC menjadi AC menggunakan inverter sebelum digunakan untuk mengoperasikan lift barang.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini merancang lift barang atau dumbwaiter yang ditenagai oleh Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (PLTGL) menggunakan teknologi *Salter duck* untuk aplikasi pada kapal kargo. Lift barang dirancang dengan kapasitas 1000 kg dan kebutuhan daya 38 kW, dengan struktur yang memiliki safety factor maksimum 15 dan deformasi maksimum 0,083 mm, menunjukkan keamanan struktur yang sangat baik.

Sistem PLTGL dengan 6 unit *Salter duck* mampu menghasilkan total daya 78,516 kW per jam, yang cukup untuk memenuhi kebutuhan operasional lift barang. Setiap unit *Salter duck* dengan

dimensi yang telah dihitung berdasarkan kondisi gelombang laut di perairan Laut Jawa mampu menghasilkan daya 13,086 kW per jam. Sistem ini menggunakan generator GREEF PMG series dengan efisiensi 90-95% dan baterai lithium 500 kW untuk penyimpanan energi.

Penerapan teknologi ini pada kapal kargo memberikan solusi ramah lingkungan untuk mengurangi ketergantungan pada generator diesel berbahan bakar fosil, meningkatkan efisiensi operasional pengangkutan barang antar lantai, dan meminimalkan risiko kecelakaan kerja awak kapal saat mengangkut barang berat melalui tangga.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu proses penelitian ini. Kepada mahasiswa politeknik perkapalan negeri surabaya atas semua bantuan dan dukungan yang diberikan terkait penyelesaian penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Islamiyah and R. P. Prayitnadi, "Analisis Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (Pltgl) Dengan Tipe Linkage Menggunakan Solidworks," *Seminar Nasional penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat 2021*, 2021.
- [2] L. E. Safitri, M. I. Jumarang, and A. Apriansyah, "Studi Potensi Energi Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Oscillating Water Column (OWC) di Perairan Pesisir Kalimantan Barat," *POSITRON*, vol. 6, no. 1, 2016, doi: 10.26418/positron.v6i1.14536.
- [3] S. Rohmaniatul, A. F. Pratiwi, and S. Rahmat, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Sistem Oscillating Water Column," *Infotekmesin*, vol. 12, no. 1, 2021, doi: 10.35970/infotekmesin.v12i1.412.
- [4] F. H. Kwan, H. Saptono, and H. H. Tumbelaka, "Pembuatan Prototype Generator Linier 1 VA Sebagai Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 11, no. 2, 2018, doi: 10.9744/jte.11.2.46-50.
- [5] M. R. Azizie, D. A. Wicaksono, and F. Fitriana, "ANALISIS ENERGI GELOMBANG AIR LAUT MENGGUNAKAN TEKNOLOGI OCILLATING WATER COLUMN," *Jurnal Teknik Elektro dan Komputasi (ELKOM)*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: 10.32528/elkom.v2i1.3148.
- [6] A. R. Wardhana and Wening Hapsari Marifatullah, "Transisi Indonesia Menuju Energi Terbarukan," *Tashwirul Afkar*, vol. 38, no. 2, 2020, doi: 10.51716/ta.v38i02.27.
- [7] A. Zamri, Y. Mura, Asmed, and A. Elvis, "Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Empat Bandul," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 014, no. 11, 2015.
- [8] J. Aminuddin, "Persamaan Energi untuk Perhitungan dan Pemetaan Area yang Berpotensi untuk Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut," *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, vol. 9, no. 1, 2018, doi: 10.29122/jurnalwave.v9i1.2647.
- [9] M. Ulum, "Studi Experimental Energi Bangkitan Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Model Pelampung Silinder," *Jurnal IPTEK*, vol. 22, no. 1, 2018, doi: 10.31284/j.iptek.2018.v22i1.231.
- [10] M. Sidik and N. Sinaga, "Potensi Pemanfaatan Gelombang Laut Menjadi Tenaga Listrik Dengan Metoda Oscillating Water Column di Pulau Bawean Gresik," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 4, no. 2, 2023, doi: 10.14710/jebt.2023.17306.
- [11] A. Zamri, Y. Mura, Asmed, and A. Elvis, "Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Sistem Empat Bandul," *Jurnal Teknik Mesin*, vol. 014, no. 11, 2015.
- [12] I. Wayan Arta Wijaya, "Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut Menggunakan Teknologi Oscilating Water Column Di Perairan Bali," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, 2010, doi: 10.24843/10.24843/MITE.
- [13] M. Rif'an, Parjiman, Daryanto, and M. Subekti, "Simulasi Gelombang Laut Untuk Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Laut (Pltgl)," *Jurnal Teknologi Elektro*, vol. 9, no. 2, 2018.

- [14] F. Y. Nagifea, "POTENSI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA GELOMBANG LAUT (PLTGL) SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF DI INDONESIA," *Jurnal Technopreneur (JTech)*, vol. 10, no. 2, 2022, doi: 10.30869/jtech.v10i2.968.
- [15] Y. Tamtama, S. Wahyuono, and A. H. Andriawan, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid Gelombang Air Laut Dengan Tenaga Angin untuk Suplay Listrik di Daerah Pantai," *El Sains : Jurnal Elektro*, vol. 2, no. 2, 2021, doi: 10.30996/elsains.v2i2.4773.
- [16] C. A. Siregar and S. Lubis, "Perencanaan Instrumen Konversi Energi Tenaga Gelombang Dengan Menggunakan Teknik Kolom Osilasi," *Jurnal MESIL (Mesin Elektro Sipil)*, vol. 1, no. 1, 2020, doi: 10.53695/jm.v1i1.156.
- [17] M. H. A. Al Mursyid, B. B. Mangkurat, and A. H. Andriawan, "Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Gelombang Air Laut (Pelampung) Kapasitas 100 Watt," *El Sains : Jurnal Elektro*, vol. 2, no. 1, 2020, doi: 10.30996/elsains.v2i1.4013.