

Kajian Analisis Pengaruh Geometri Penampang terhadap Kecepatan Gerak Pelampung Kapasitas 100 Kg

Kurniawan, Dinny Indrian, Sindydevia Rahayu

Politeknik Manufaktur Bandung

Email: kurniawan@de.polman-bandung.ac.id

Informasi Artikel:

Received:
23 November 2021

Accepted:
09 Februari 2022

Available:
10 Mei 2022

ABSTRAK

Laporan WHO menyebutkan 372.441 orang meninggal setiap tahun disebabkan oleh tenggelam. Upaya kuratif untuk mengatasi tenggelam adalah dengan penggunaan pelampung. Korban yang nyaris tenggelam membutuhkan kecepatan penanganan. Oleh karena itu, pengembangan rancangan pelampung perlu dilakukan untuk memperoleh peningkatan kecepatan gerak pelampung dalam pengamanan kasus tenggelam. Dalam penelitian ini dilakukan pencarian hubungan antara geometri penampang pelampung dengan kecepatan gerak optimum. Metodologi penyelesaian pada penelitian ini dimulai dari studi literatur, identifikasi masalah (perhitungan volume pelampung), rancangan dan parameter desain pelampung, studi sensitivitas pelampung terhadap *payload* 100 kg, mengecek batas ergonomi, studi dinamika fluida komputasi (CFD) dan mengecek kecepatan alir fluida pada pelampung. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, masing – masing bentuk penampang memiliki karakteristik tersendiri. Sehingga beberapa penampang direkomendasikan untuk dikaji lebih lanjut untuk mencapai target dan efektifitas yang diinginkan.

Kata Kunci:

*Pelampung Kendali
Jarak Jauh,
Rancangan Pelampung,
Simulasi CFD
Pelampung*

ABSTRACT

The WHO report states 372,441 people die every year due to drowning. The curative effort to overcome drowning is by means of a float. Nearly drowning victims need speed of handling. Therefore, the development of the buoy is directed at increasing the velocity of the motion of the buoy. The purpose of this research is to find a relationship between the geometry of the buoy section with the optimum speed of motion. The completion methodology in this final project is literature study, problem identification (buoy volume calculation), buoy design and design parameters, buoy sensitivity study to 100 kg payload, checking ergonomic limits, computational fluid dynamics studies (CFD) and checking fluid flow velocity in buoys. . The result is the fluid flow velocity targeted at five cross-sectional shapes (rectangle, circle, ellipse, bullet, and comparator), namely 2.8 m / s has not been achieved. By all the step done, we concluded that each section has an unique characteristic. Some of them were recommended to study in next research.

1 PENDAHULUAN

Faktor yang termasuk sepuluh penyebab utama kematian di dunia adalah tenggelam. Laporan WHO menyebutkan 372.441 orang meninggal setiap tahun disebabkan hal ini. Laporan tersebut menjelaskan bahwa Asia Tenggara merupakan wilayah dengan jumlah kematian terbesar yaitu 130.149 orang setiap tahun, termasuk didalamnya adalah Indonesia [1]. Kita tidak dapat memungkiri fakta bahwa Indonesia merupakan negara maritim yang didominasi oleh perairan. Indonesia memiliki luas perairan sebesar 6,4 juta km² dari total 8,3 juta km² [2]. Oleh karena itu, penduduk Indonesia memiliki potensi tenggelam lebih tinggi. Kasus tenggelam di Indonesia mendekati angka 9000 orang pada tahun 2016 [3].

Upaya kuratif untuk mengatasi tenggelam adalah dengan adanya pelampung [4]. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pelampung adalah barang yang ringan terapung dan dapat menahan beban lain supaya tidak tenggelam. Alat ini digunakan saat korban masih sadar, dapat berteriak meminta bantuan atau bergerak untuk memancing perhatian. Tahapan pertolongan dengan menggunakan pelampung [5], dilakukan dengan cara korban meraih pelampung yang dilemparkan penyelamat, lalu korban memegang pegangan atau tali pada pelampung. Bagian tali pelampung lainnya ditarik oleh penyelamat sampai korban mendekati kapal penyelamat. Penyelamat kemudian menarik tangan dan badan korban agar naik ke atas kapal.

Pelampung yang umum dijumpai terdiri dari dua jenis yaitu bentuk cincin dan tapal kuda. Bentuk tapal kuda mengalami banyak perkembangan. Perkembangan dewasa ini adalah modifikasi bentuk penampang pelampung, penambahan propeler sebagai penggerak, dan penambahan sistem informasi sehingga pelampung dapat dikendalikan dengan *remote* yang memiliki jarak jangkauan sinyal hingga 2 km [6] [7]. Pelampung ini dikenal dengan nama Pelampung Kendali Jarak Jauh yang kemudian penulis singkat menjadi PKJJ.

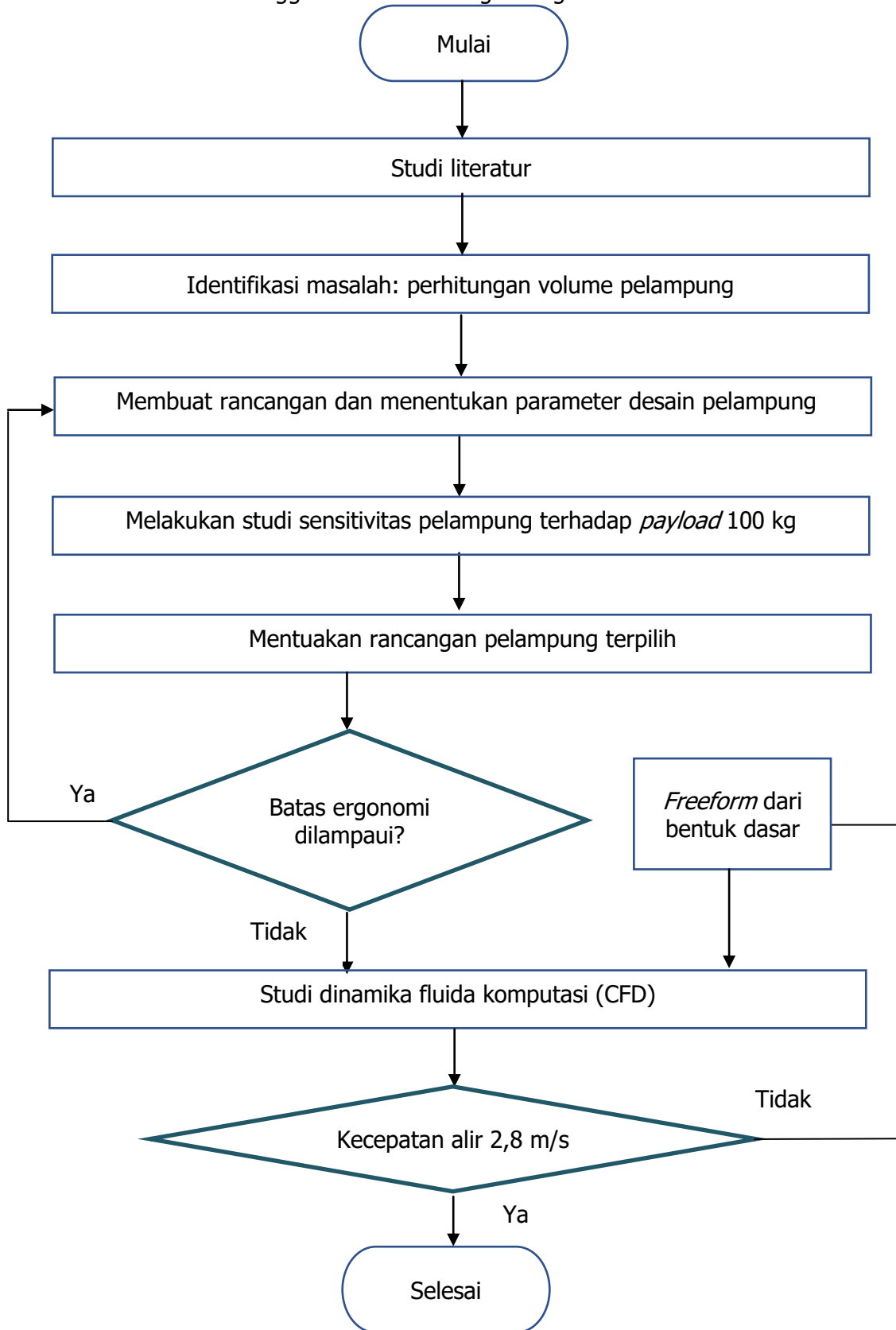


Gambar 1 Perkembangan Pelampung

Korban yang nyaris tenggelam membutuhkan kecepatan penanganan. Hal ini disebabkan tubuh manusia tidak dapat mempertahankan suhu internalnya saat terendam dalam air laut. Dalam waktu tiga puluh menit, kemungkinan kematian dapat terjadi akibat hipotermia atau penurunan suhu tubuh. Ketika suhu tubuh turun, korban akan mengalami pingsan dan tenggelam dan apabila terjadi keterlambatan maka angka keselamatan korban dapat menurun [8] [9]. Oleh karena itu, pengembangan pelampung diarahkan pada peningkatan kecepatan gerak pelampung [10] [11] salah satunya dengan cara modifikasi bentuk penampang. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mencari hubungan antara bentuk geometri dasar penampang pelampung dengan kecepatan gerak optimum. Sehingga dapat ditentukan bentuk penampang dasar yang dianggap efektif.

2 METODOLOGI PENELITIAN

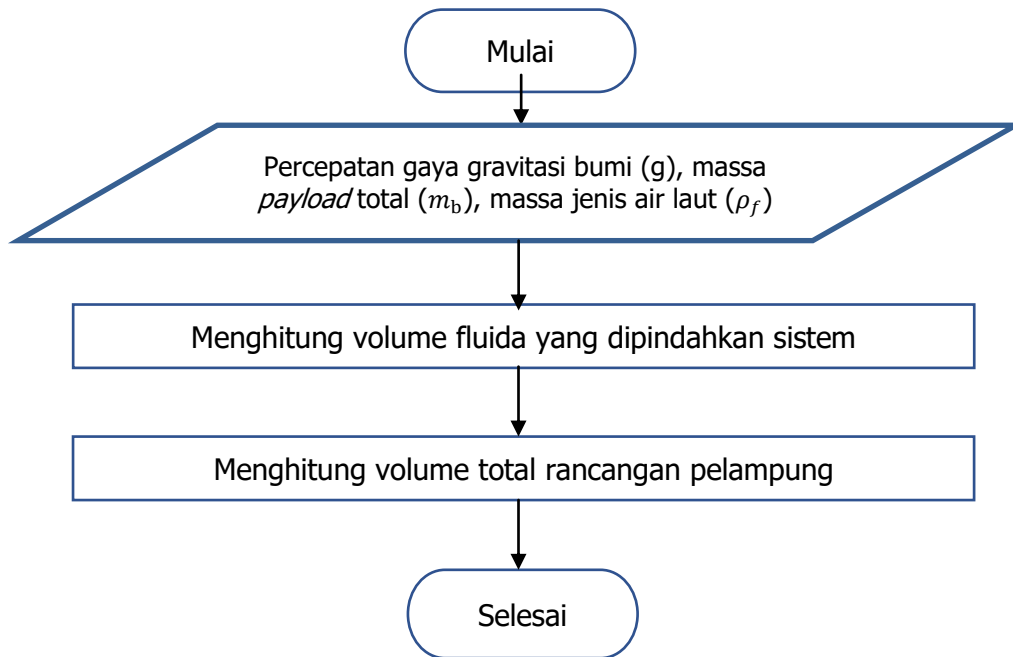
Penelitian ini disusun menggunakan metodologi sebagai berikut:



Gambar 1 Diagram alir metoda penelitian

3 HASIL

3.1 Identifikasi Masalah-Penentuan Volume Pelampung



Gambar 2 Diagram Alir penentuan Volume Pelampung

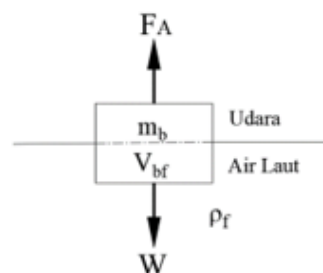
Bentuk pelampung diterima jika besar volume fluida yang dipindahkan pelampung dapat menahan *payload* keseluruhan 120 kg (100 kg *payload* orang dan 20 kg untuk peralatan beserta pelampungnya). Untuk mengetahui kebutuhan volume pelampung untuk menahan *payload* maka dilakukan penurunan persamaan dari persamaan Hukum *Archimedes* (1). Dalam terornya dinyatakan "Apabila sebuah benda terendam dalam fluida baik sebagian atau seluruhnya, maka akan ada gaya apung yang besarnya sama dengan berat fluida yang dipindahkan" [12]. Jika diketahui gaya berat dari pelampung dengan persamaan (2) maka dengan mensubstitusi persamaan tersebut ke persamaan (1) maka akan diperoleh kebutuhan volume fluida yang dipindahkan pelampung melalui persamaan (3) berikut :

$$F_A = \rho_f \times V_{bf} \times g \quad (1)$$

$$W = m_b \times g \quad (2)$$

$$V_{bf} = \frac{m_b}{\rho_f} \quad (3)$$

- Ket F_A : gaya apung (N)
 W : gaya berat(N)
 ρ_f : massa jenis fluida (kg/m³)
 V_{bf} : volume fluida yang dipindahkan pelampung (m³)
 m_b : massa *payload* total
 g : percepatan gravitasi bumi (m/s²)

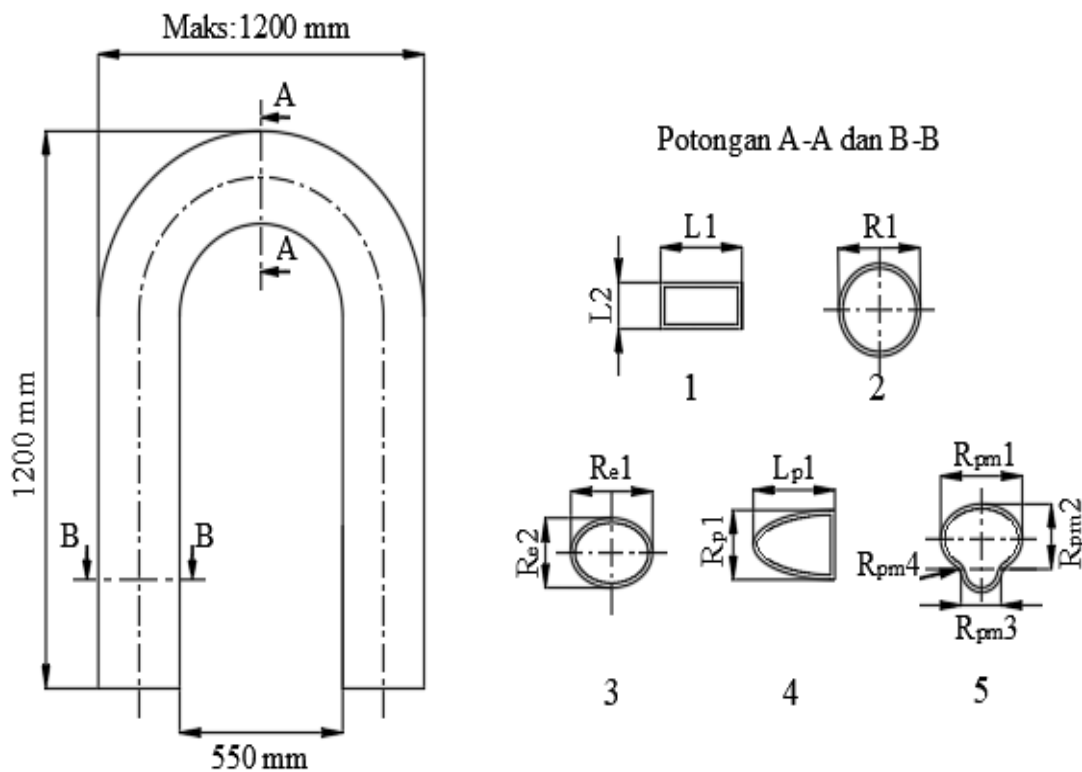


Gambar 2 Ilustrasi Hukum Archimedes

Berdasarkan persamaan (3) di atas, maka diperoleh kebutuhan volume pelampung untuk beban 120 kg sebesar $0,117 \text{ m}^3$. Sebagai faktor keamanan, hasil perhitungan kemudian dikalikan sebesar 1,2 [13] hal ini bertujuan untuk memastikan bahwa pelampung dapat menahan *payload* total dan tercapai kondisi terapung dengan syarat volume total pelampung (V_t) > volume pelampung yang terendam pada fluida (V_{bf}) [14]. Dengan demikian diperoleh volume minimal pelampung yaitu sebesar $1,404 \text{ m}^3$.

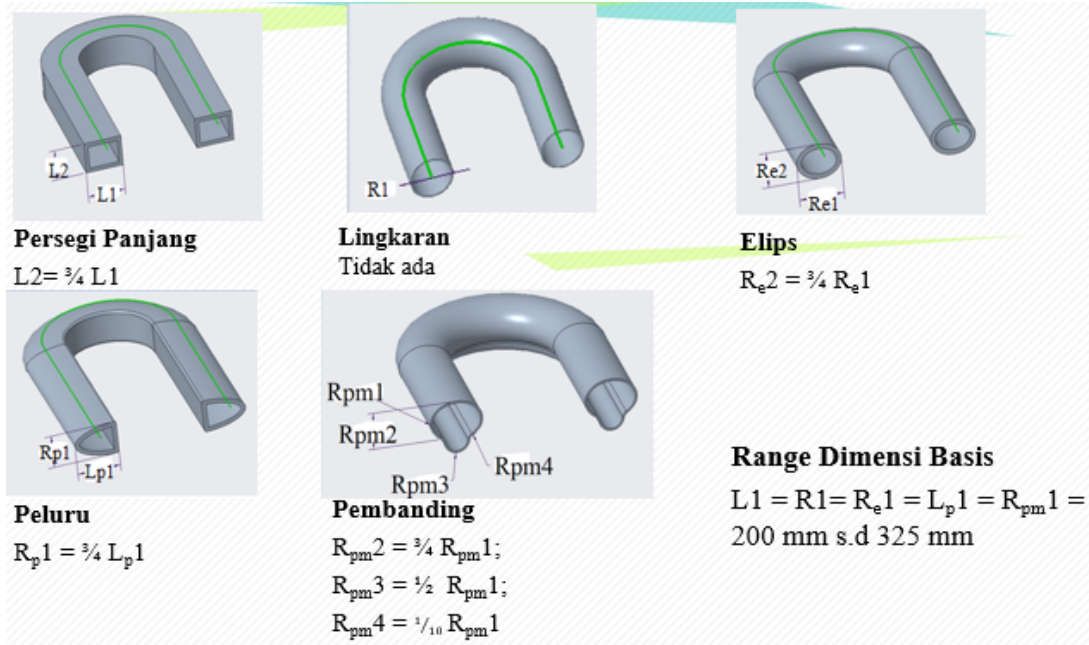
3.2 Rancangan dan Parameter Desain Pelampung

Dengan mempertimbangkan pembuatan dan bentuk dasar dengan mengacu pada pelampung yang ada saat ini, maka dilakukan analisa terhadap lima bentuk dasar penampang potong. Gambar di bawah ini adalah lima bentuk dasar pelampung yang akan dikaji hubungan bentuk geometrinya dengan kecepatan aliran fluida. Potongan A-A dan B-B adalah potongan yang berfungsi menunjukkan bahwa penampang pelampung memiliki bentuk dasar yang sama, baik di bagian depan pelampung, ataupun bagian ke belakangnya.



Gambar 3 Sketsa ukuran dan bentuk penampang pelampung

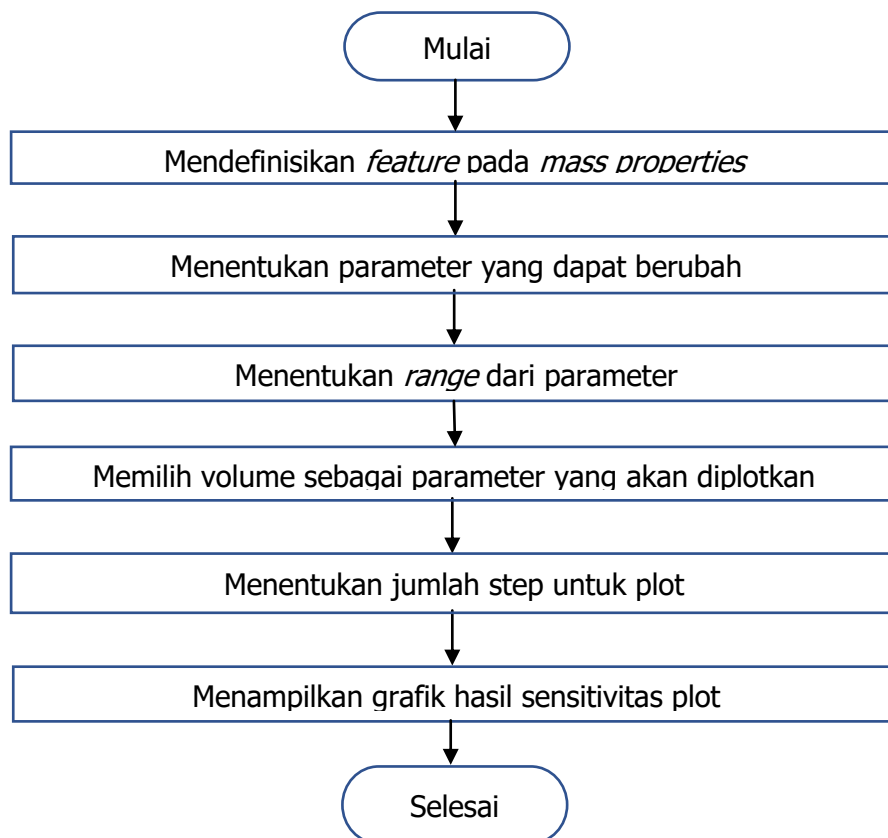
Pada tahapan awal, pelampung dimodelkan dengan bantuan *PTC Creo Parametric Educational Edition 5.0*. Dalam pembuatan model, dilakukan penentuan dimensi basis. Dimensi basis adalah ukuran acuan yang akan mempengaruhi dimensi lain pada pelampung karena memiliki relasi satu sama lain. Parameter dimensi basis yang dikaji dari bentuk penampang pelampung di atas, adalah sebagai berikut:



Gambar 4 Parameter dimensi basis pada pelampung yang dikaji

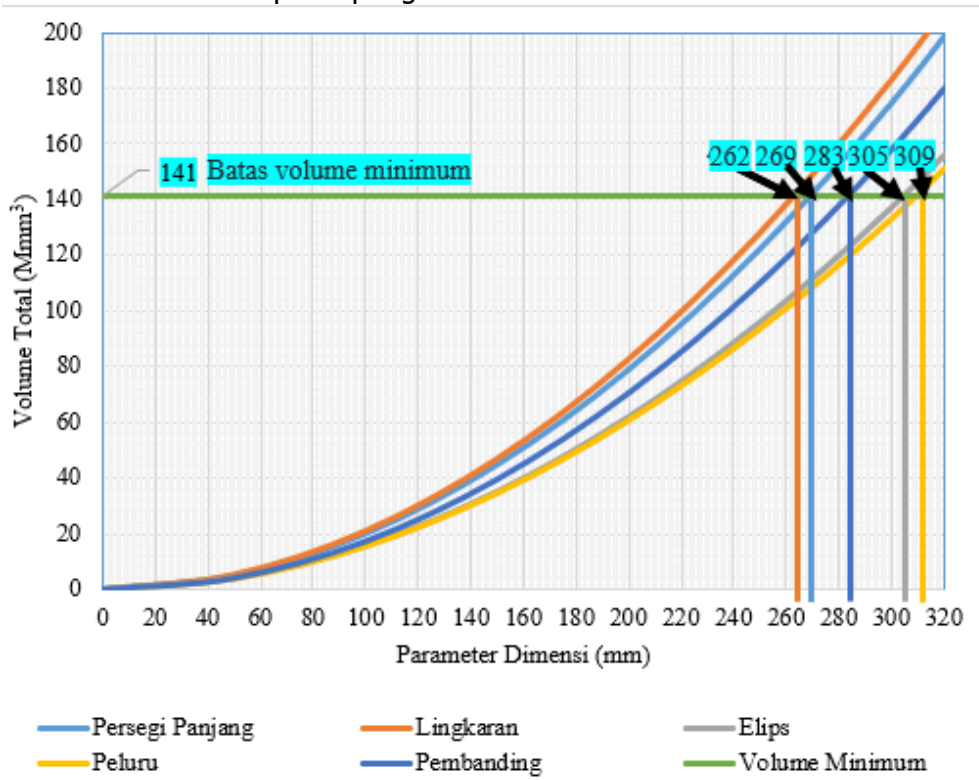
3.3 Studi Sensitivitas

Studi sensitivitas pelampung bertujuan untuk mengetahui nilai basis dimensi bentuk dasar yang memenuhi volume total pelampung $0,14 \text{ m}^3$. Berikut langkah-langkah studi sensitivitas di *PTC Creo Parametric Educational Edition 5.0*.



Gambar 5 Diagram alir studi sensitivitas

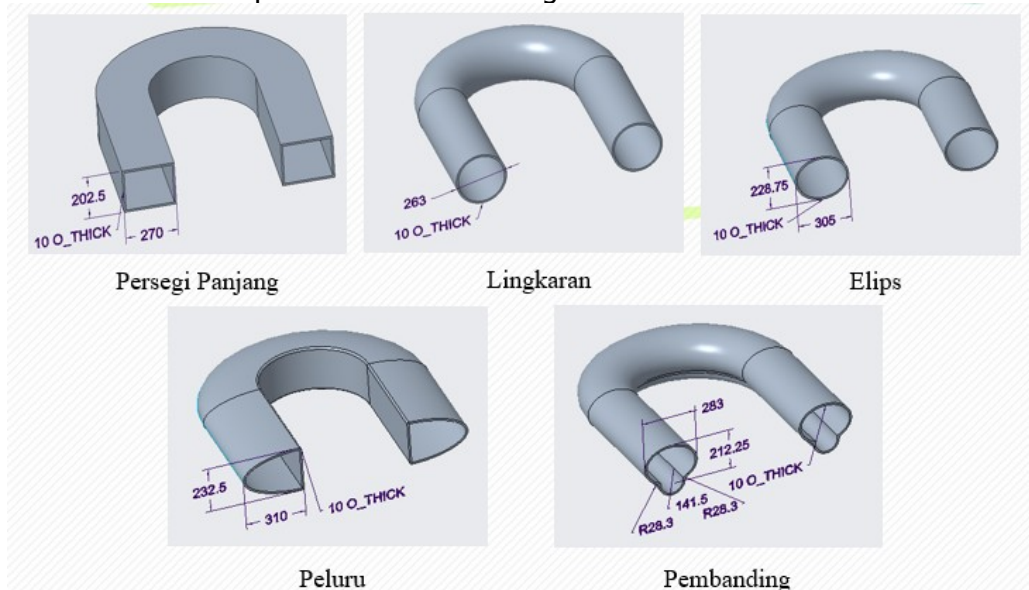
Berikut ini adalah perbandingan hasil studi sensitivitas parameter ukuran penampang dengan batas volume total minimum pelampung.



Gambar 6 Perbandingan hasil studi sensitivitas penampang pelampung

3.4 Rancangan Pelampung Terpilih

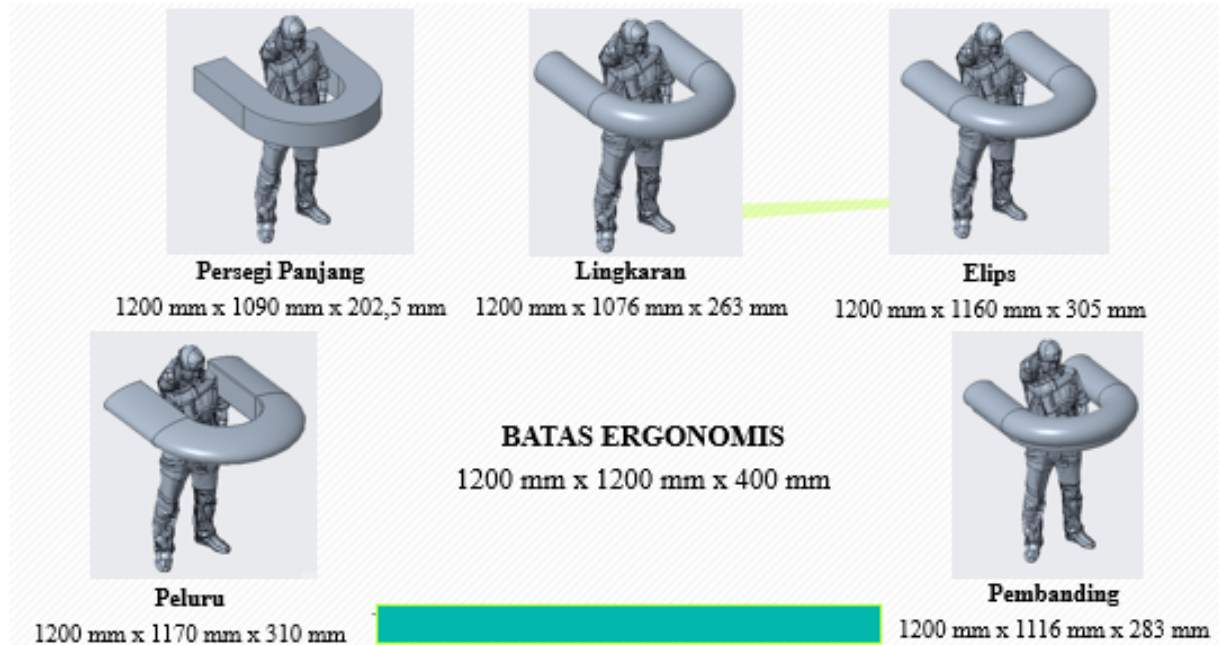
Rancangan pelampung terpilih bertujuan untuk mengetahui nilai pasti dari parameter dimensi yang memenuhi volume total yang telah ditetapkan pada tahap identifikasi masalah. Hal tersebut dilakukan dengan memanfaatkan menu Analysis Optimization PTC Creo Parametric 5.0. Hasil dari proses ini adalah sebagai berikut:



Gambar 7 Hasil optimasi ukuran penampang pelampung

3.5 Keergonomisan

Untuk menggambarkan keergonomisan dimensi pelampung terpilih, dilakukan pemodelan dengan memasangkan pelampung terhadap maneken. Berikut ini adalah Gambar 8 hasil visualisasi keergonomisan pelampung.

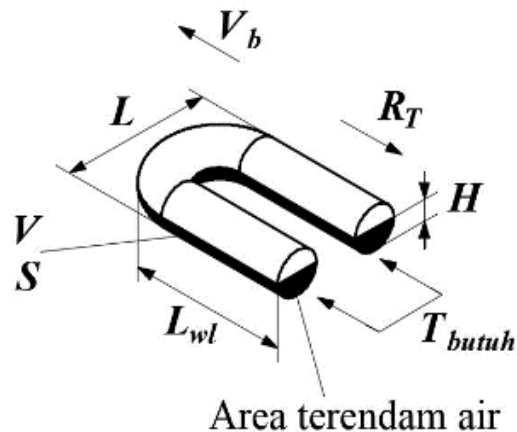


Gambar 8 Visualisasi keergonomisan pelampung

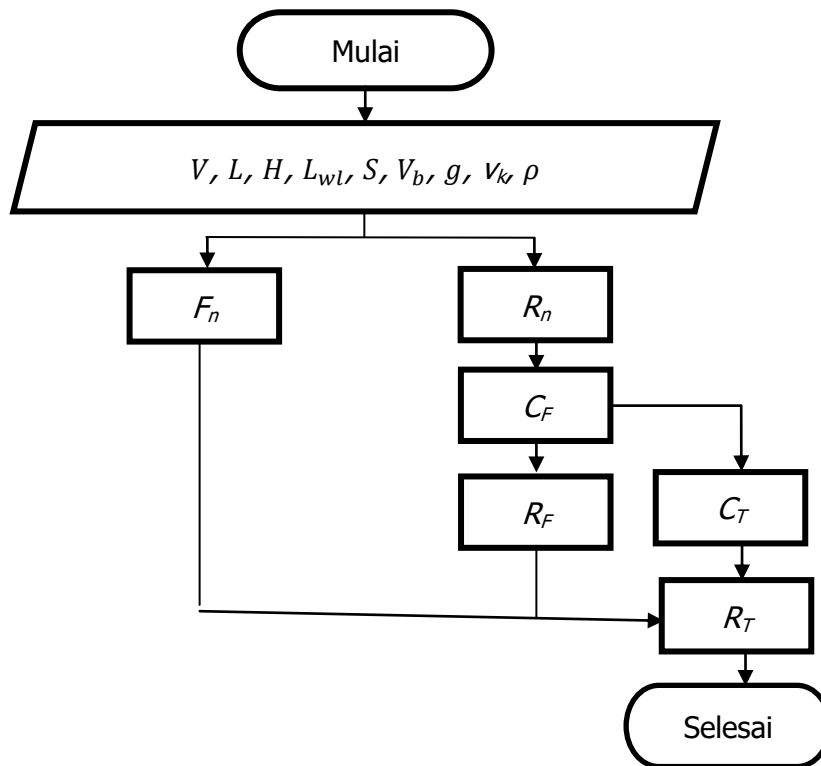
Berdasarkan ukuran yang diperoleh dan hasil visualisasi yang dilakukan, maka disimpulkan bahwa pelampung dengan bentuk dasar yang dikaji memiliki bentuk yang ergonomis dengan ukuran batas ergonomis sebesar 1200 mm x 1200 mm x 400 mm dengan mengacu ukuran pelampung yang ada dipasaran.

3.6 Perhitungan Tahanan Pelampung

Prediksi tahanan pelampung sangat penting untuk dilakukan sebelum pelampung tersebut dibangun. Hal ini disebabkan karena besarnya tahanan pelampung berhubungan dengan daya mesin yang dibutuhkan suatu kapal untuk mencapai kecepatan yang diinginkan [15]. Dalam penelitian ini, perhitungan dilakukan dengan dua metoda yaitu menggunakan perhitungan analitis dan simulasi studi fluida dengan komputasi. Berikut ini adalah diagram alir untuk mendapatkan nilai tahanan pelampung menggunakan Metode *Guldhammer-Harvald* [16] untuk metoda perhitungan analitis yang dilakukan.



Gambar 9 Sketsa perhitungan



Gambar 10 Diagram analisis tahanan pelampung

Input Data:

- V = Volume benda terendam
- L = Lebar benda terendam
- H = Kedalaman benda terendam
- L_{wl} = Panjang benda terendam
- S = Luas permukaan benda terendam
- V_b = Kecepatan benda dalam fluida
- g = Percepatan gravitasi
- v_k = Viskositas dinamis (Air laut)
- ρ = Massa jenis (Air laut)

Output Data:

- F_n = Froude Number
- R_n = Reynolds Number
- C_f = Koefisien Tahanan Gesek
- R_f = Tahanan Gesek
- C_T = Koefisien Tahanan Total
- R_T = Tahanan Total

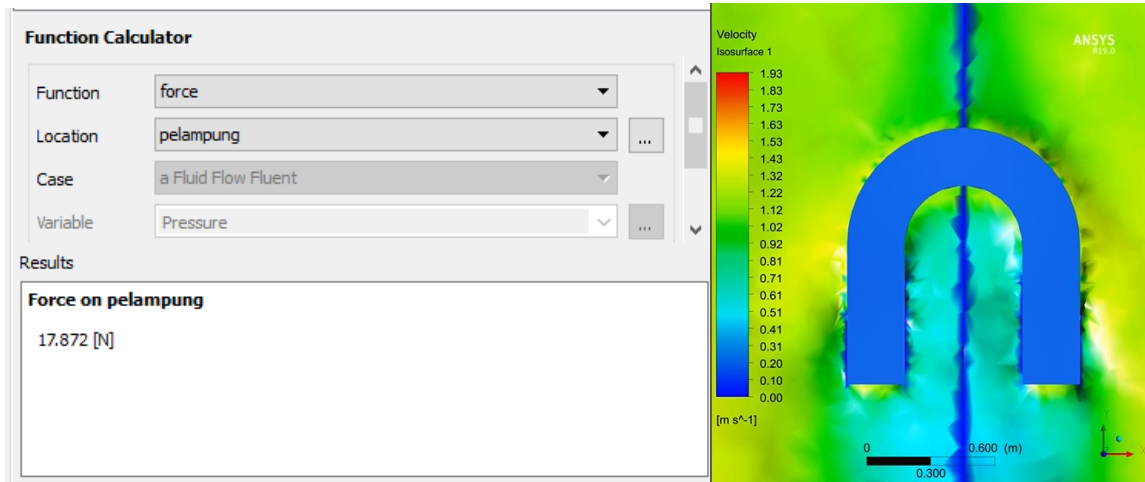
Berdasarkan data yang ada terkait PKJJ dengan teknologi baterai, diketahui bahwa daya tahan baterai yang ada mampu bertahan selama 30 menit. Sementara itu kecepatan rata – rata dari PKJJ ini yaitu sekitar 2,8 m/s atau 10 km/jam, Dengan demikian, diperkirakan bahwa jarak yang dapat ditempuh oleh PKJJ ini dengan kondisi baterai maksimal yaitu sejauh 2.520 m bolak – balik (penjemputan dan pembawaan korban).

Dengan memasukan data yang telah dikumpulkan maka diperoleh hasil tahanan yang terjadi pada pelampung pada 5 bentuk rancangan pelampung terpilih adalah sebagai berikut:

Tabel 1 Besar tahanan badan pelampung

No	Bentuk Dasar	Nilai Tahanan
1	Persegi Panjang	47,36 N
2	Lingkaran	41,65 N
3	Elips	42,20 N
4	Peluru	44,78 N
5	Pembanding	43,86 N

3.7 Studi Dinamika Fluida Komputasi (CFD)

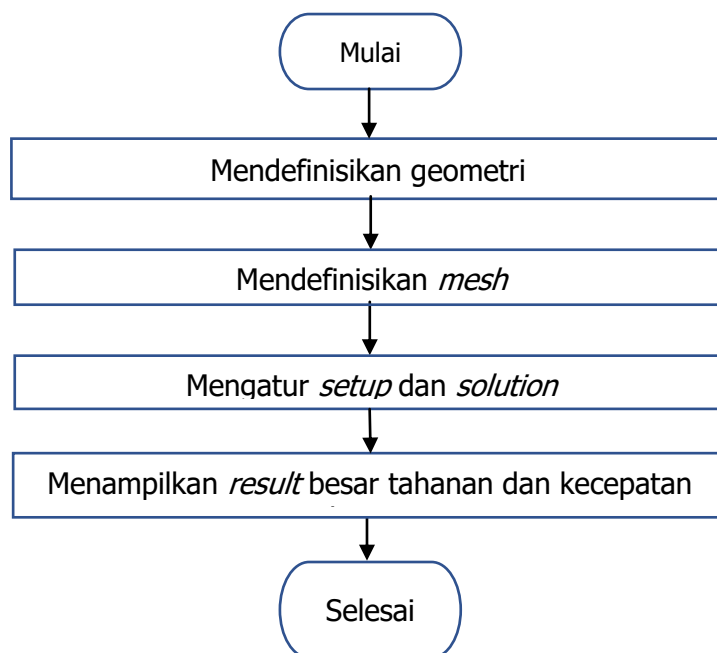


Gambar 11 Studi CFD pelampung

Studi dinamika fluida komputasi bertujuan untuk mengetahui nilai tahanan pelampung dan mensimulasikan fenomena yang terjadi. Adapun hukum-hukum mekanika fluida yang dipakai pada simulasi ini adalah [17]:

1. Aliran turbulen adalah aliran dimana partikel fluida bergerak ke segala arah dengan kecepatan sama atau berbeda terhadap proyeksi sumbu x, y dan z. Partikel fluida berpindah dari satu layer ke layer lainnya dengan gerakan yang acak. Profil aliran turbulen lebih datar (flat) karena kecepatannya lebih seragam.
2. Fluida *incompressible* atau tak mampu mampat adalah fluida yang jika dikenai tekanan perubahan kerapatan massanya sangat kecil sehingga diabaikan dan dianggap tidak bisa berubah densitasnya.
3. Aliran eksternal adalah aliran fluida di sekitar benda padat; dimana benda tersebut dilingkupi atau direndam oleh aliran fluida, misalnya aliran di sekitar pelampung.

Berikut ini adalah tahapan yang dilakukan pada *Ansys 19*.



Gambar 12 Diagram alir analisis CFD

Hasil CFD, berupa nilai tahanan pelampung, disajikan pada tabel 2 di bawah ini

Tabel 2 Nilai pelampung CFD

No	Model	Dengan arus	Non arus
1	Persegi Panjang	27,50 N	32,02 N
2	Lingkaran	11,23 N	5,14 N
3	Elips	9,43 N	24,01 N
4	Peluru	6,66 N	13,36 N
5	Pembanding	13,65 N	25,71 N

tahanan hasil analisis

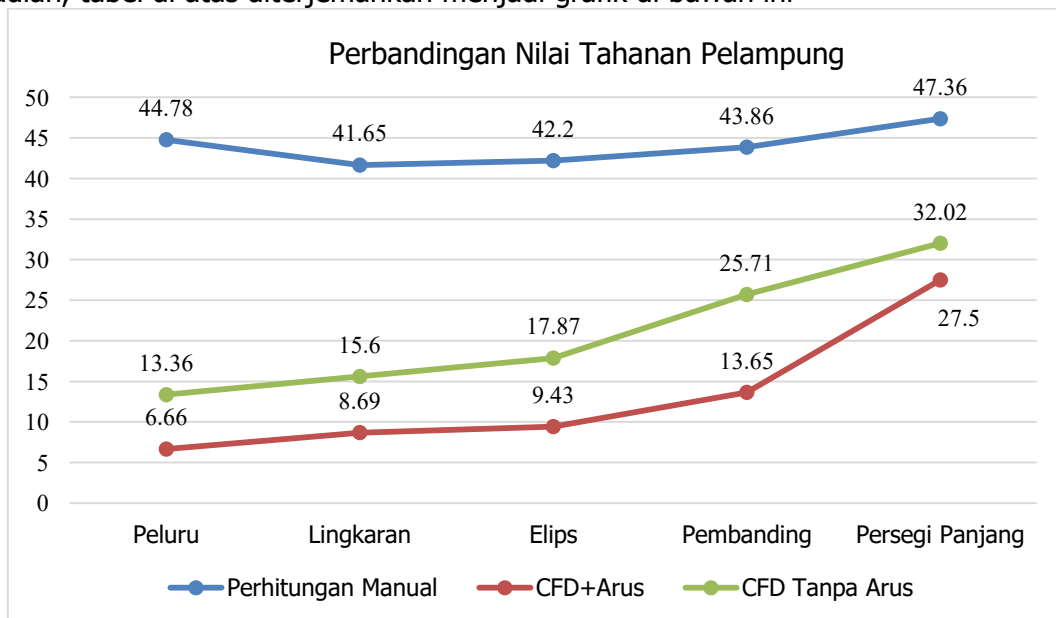
3.8 Perbandingan Tahanan Pelampung

Berikut ini adalah perbandingan perhitungan tahanan pelampung Metode *Guldhammer-Harvald* dan Studi Dinamika Fluida Komputasi (CFD)

Tabel 3 Perbandingan metode perhitungan dan CFD

No	Model	Nilai Tahanan		
		Perhitungan Manual	Dengan arus	Non arus
1	Persegi Panjang	47,36 N	27,50 N	32,02 N
2	Lingkaran	41,65 N	11,23 N	5,14 N
3	Elips	42,20 N	9,43 N	24,01 N
4	Peluru	44,78 N	6,66 N	13,36 N
5	Pembanding	43,86 N	13,65 N	25,71 N

Kemudian, tabel di atas diterjemahkan menjadi grafik di bawah ini



Gambar 13 Perbandingan nilai tahanan pelampung

Berdasarkan grafik di atas, dapat disimpulkan:

- ❖ Nilai tahanan pelampung metode teoritis *Guldhammer Harvald* dengan CFD memiliki kecenderungan *track* yang berbeda karena perbedaan metode penyelesaiannya. Metode teoritis *Guldhammer Harvald* adalah berdasarkan geometri pelampung sendiri, kecepatan yang digunakan adalah kecepatan rencana pelampung sebesar 2,8 m/s. Sedangkan studi CFD berdasarkan persamaan mekanika fluida, yang kemudian ditampilkan dalam bentuk grafik dengan jumlah iterasi sehingga didapatkan nilai tahanan pelampung yang diharapkan memiliki error terkecil.
- ❖ Nilai tahanan pelampung menggunakan CFD dengan arus dan tanpa arus memiliki kecenderungan *track* yang sama. Nilai berbeda karena kondisi batas yang didefinisikan pada simulasi CFD adalah tinggi *bottom surface* (untuk mendefinisikan tinggi fluida air laut), dan dari inlet, penulis menginput data arus tanpa ada isian untuk menentukan arah arus ini kemana. Jadi perhitungan CFD dengan arus memiliki nilai tahanan lebih rendah, dimungkinkan karena arus didefinisikan searah dengan kecepatan gerak pelampung.

4 KESIMPULAN

Berdasarkan kajian yang dilakukan diperoleh bahwa volume minimal pelampung yang diperlukan untuk payload 100 kg yaitu sebesar 1,404 m³. Selanjutnya, dengan mengacu pada data tersebut maka diperoleh geometri minimal pelampung dengan variasi lima macam penampang mulai dari persegi panjang, lingkaran, elips, peluru dan pembeding. Kecepatan aliran fluida dan tahanan pada masing – masing penampang dianalisis untuk mengetahui kemampuan pelampung untuk bekerja pada 2,8 m/s. Berdasarkan perhitungan dan analisa yang dilakukan diperoleh bahwa penampang peluru dan lingkaran memiliki nilai tahanan yang kecil yang paling baik. Oleh karena itu, untuk memingkatkan kembali efektifitas rancangan geometri pelampung sebaiknya dilakukan pengembangan bentuk dasar serupa sehingga mampu meningkatkan kemampuan pelampung dari segi kecepatan dalam pemberian pertolongan pada kasus tenggelam.

5 REFERENSI

- [1] B. L. a. W. H. Organization, *Global Report on Drowning: Preventing a Leading Killer*, vol. 1, Genva, Switzerland: World Health Organization, 2014, p. 234.
- [2] K. K. B. Kemaritiman, "Menko Maritim Luncurkan Data Rujukan Wilayah Kelautan Indonesia," <https://maritim.go.id/menko-maritim-luncurkan-data-rujukan-wilayah-kelautan-Indonesia/>, Agustus 2018.
- [3] D. Safitri, "WHO: Satu Orang Tewas Tiap 90 Detik Karena Tenggelam," *CNN Indonesia*, Oktober 2019.
- [4] J. T, "Aspek Keselamatan Kerja Kapal Purse Seine di Tempat Pelelangan Ikan Pelabuhan Kota Tegal," *Oceantek*, vol. 9, p. 10, 2015.
- [5] Baskara and W. Baskara, "Man Overboard," *Majalah Pelaut Indonesia*, 4 Agustus 2011.
- [6] I. G, I. G. Syafiansyah, Zulhelmi and M. Syaryadhi, "Rancang Bangun Prototipe Perahu Pembersih," *KITEKTRO*, vol. 2, pp. 70-76, 2017.
- [7] M. E. Santoso, M. Ulum and A. F. Ibadillah, "Rancang Bangun Pelampung Penyelamat Berbasis Remote Control," *Riset Rekayasa Elektro*, vol. 2, pp. 10-16, 2020.
- [8] B. D. C. J., "Survival In Cold Water," 8 November 2020.
- [9] P. M. A., "Kegawatdaruratan Pada Kasus Tenggelam," Universitas Tanjungpura,

Pontianak, 2017.

- [10] R. Song, M. Zhang, X. Qian, X. Wang and Y. M. Dai, "A Floating Ocean Energy Conversion Device and," *Journal of Marine Science and Engineering*, vol. 4, no. 2, 2016.
- [11] S. Zou and O. Abdelkhalik, "A Numerical Simulation of a Variable-Shape Buoy Wave Energy Converter," *Journal of Marine and Engineering*, vol. 9, no. 6, 2021.
- [12] I. Setiyanto and A. Hartoko, "Uji Daya Apung Bahan Polyurethane dan Styrofoam," *Jurnal Sanitek Perikanan*, vol. 2, pp. 54-58, 2006.
- [13] R. D., "Desain Lambung Potoon pada Pembangkit Listrik Energi Arus Laut," Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2016.
- [14] S. D. S., "Stabilitas Kapal (Suatu Aplikasi Prinsip Mekanika)," *Jurnal Logistik DIII Transportasi UNJ*, vol. 2, p. 17, 2009.
- [15] S. S., A. B., B. A. H.N and A. B.A, "Pengaruh Bentuk Lambung Kapal Terhadap Pola Aliran dan Powering pada Kapal Perairan Sungai dan Laut," *KPL*, vol. 13, pp. 1-6, 2016.
- [16] H. S.A., *Resistance and Propulsion of Ships*, A Wilwy-Interscience Publication, 1983.
- [17] A. Ghurri, *Dasar - Dasar Mekanika Fluida*, Bali: Universitas Udayana, 2014.

Kurniawan, Dinny Indrian, Sindydevia Rahayu