

Perancangan Perahu Pemungut Sampah Plastik yang Mengapung di Pesisir Danau Matano

Harman*, Jasman, Israkwaty

Jurusan Teknik Mesin, Akademi Teknik Soroako
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 01, Sorowako, Luwu Timur, Sulawesi Selatan, 92984, Indonesia
Email: tosaha@yahoo.com

Abstrak

Sampah plastik yang menumpuk di pesisir danau Matano merupakan akumulasi dari perilaku masyarakat selama bertahun-tahun membuang sampah di sembarang tempat yang pada akhirnya terbawa air ke Danau Matano. Diperlukan upaya bersama antara masyarakat dan pemerintah daerah guna menanggulangi penumpukan sampah tersebut. Meskipun telah dilakukan upaya pembersihan, namun penumpukan sampah masih terlihat di beberapa titik. Salah satu kendala karena sulitnya menjangkau *area* yang berada di air yang bercampur lumpur, serta keberadaannya di bawah rumah-rumah warga setempat. Tujuan penelitian ini adalah merancang perahu yang dapat menjangkau *area* penumpukan sampah di air, serta mengangkat sampah tersebut ke atas perahu secara otomatis menggunakan metode perbandingan. Hasil yang diperoleh berupa gambar rancangan menggunakan *software Autodesk Inventor* yang siap dilakukan proses Fabrikasi dengan ukuran utama 3740 x 2000 x 800 (L x B x D). Pengujian dilakukan melalui analisis berat yaitu sebesar 179,97 kg, dengan gaya apung sebesar 606,53 kg, sedangkan volume lambung yang akan tenggelam ketika berada pada kapasitas maksimal sebesar 79,13%. Dari hasil tersebut, perahu akan dapat berfungsi sebagaimana yang diharapkan.

Kata kunci : Perahu, Sampah, Plastik, Gaya apung

Abstract

Design of a Plastic Garbage Collecting Boat Floating on the Coast of Lake Matano

A piled of plastic waste has been seen across the shore of Lake Matano. This has become the results of local people's bad behavior for years for not throwing their garbage to its place. Those waste has been carried by the stream and forms such a disturbing plastic pile along the shore, and had raised some environmental concerns over this behavior. Therefore, this requires serious attention particularly from the community and local government for solution. There have been some actions taken for trying to solve it, however, similar pile is still found in some hotspots. There has been some limitation to those actions, for example to reach areas under the water that has already been mixed with muds for a long time, and those which has been stack under houses of the local's residents. This research aimed at designing a garbage boat that shall able to collecting the waste, particularly plastic in some difficult hotspots mentioned above automatically by the use of a comparison method. The result is a drawing design generated by the Autodesk Inventor software which is ready for next step, the fabrication process. The main dimension of the boat is 3740x2000x800 (L x B x D). A test was done specifically on the weight of the boat which approximately 177.97kg, with a buoyancy force of 606,53 kg, Then the volume for the hull part would sink whenever reach its 'capacity of 79,13%. Under this current estimation, the whole part is ready for operation.

Keywords : Boat, Waste, Plastic, Buoyance

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik pada dekade ini sangatlah meningkat, dikarenakan plastik ini sangatlah ekonomis dan banyak manfaat untuk penggunaannya. Tercatat bahwa pada tahun 2015, rata-rata pemakaian plastik oleh masyarakat Indonesia adalah 5,4 juta ton, dan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk di Indonesia. Sampah plastik ini merupakan 14% dari total produksi sampah Indonesia (Hartanto, 2016), dimana rata-rata produksi sampah yang dihasilkan per orang sebesar 0,45 kg/hari (Hakim, 2019). Bukan hanya di darat, berdasarkan laporan SINTESIS pada tahun 2018 ini, diperkirakan terdapat 0,48-1,29 juta ton sampah plastik per tahun bocor ke lautan maupun danau (Nurain *et al.*, 2021). Selain itu sifat plastik yang ringan dan ekonomis menyebabkan plastik sebagai barang sekali pakai, sehingga semakin banyaknya pula sampah plastik ini. Selain sampah yang dibawa oleh air, pada kasus penumpukan sampah di danau, terjadi karena perilaku masyarakat yang seenaknya membuang sampah sembarangan. Diketahui, pesisir danau pada umumnya banyak didiami oleh masyarakat sebagai lahan tempat mendirikan rumah tinggal, sekaligus sebagai sumber mata pencaharian, tidak terkecuali Danau Matano yang terletak di Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan. Selama puluhan tahun masyarakat bermukim di area tersebut dan selama itu pula terjadi pembuangan dan penumpukan di Danau Matano. Hal inilah yang menyebabkan jumlah sampah plastik terus meningkat dan pada akhirnya menyebabkan masalah lingkungan yang cukup serius (Yantony *et al.*, 2019). Peningkatan kandungan fosfat (P-PO₄) dalam air danau Matano yang bersumber dari limbah mulai mengalami peningkatan (Sentosa *et al.*, 2017).

Pada dasarnya bukan hanya sampah plastik yang menumpuk di pesisir danau, berbagai jenis sampah lain berpadu jadi satu. Namun yang paling mengkhawatirkan adalah jenis plastik, dikarenakan plastik merupakan bahan yang sulit terurai oleh bakteri dan membutuhkan waktu puluhan atau bahkan ratusan tahun untuk terurai secara alami. Untuk itu diperlukan upaya untuk mengangkat sampah plastik dari air yang terus bertambah setiap harinya. Upaya yang telah dilakukan sebelumnya oleh pemerintah daerah yaitu pengerahan alat berat untuk mengangkat sampah yang telah

mengendap di area dermaga Sorowako, kemudian dibuang di tempat pembuangan terakhir (TPA). Namun cara tersebut hanya mampu mengangkat sampah pada area terbuka, sedangkan pada area dimana rumah-rumah penduduk banyak berdiri di atasnya, cara pengerukan ini sulit dilakukan karena berpotensi membahayakan rumah-rumah warga. Cara lain yang dilakukan adalah masyarakat setempat bekerjasama dengan *Sorowako Diving Club (SDC)* adalah melakukan pembersihan sampah dengan cara menyelam dan berenang sambil membawa kantong plastik sampah. Metode pembersihan ini memerlukan waktu dan tenaga yang besar sehingga tidak efektif.

Penelitian-penelitian yang serupa sebelumnya diantaranya; Perahu yang dibuat oleh Fitriana *et al.* (2021) dengan menggunakan bahan besi holo sebagai rangka alas, plat pembatas pada pijakan kaki agar tidak licin, tong plastik sebagai pelampung menggunakan 14 drum bekas. Di bagian bawah tempat sampah, kotak tersebut diberi roda agar memudahkan warga dalam memindahkan sampah dan endapan dari kawasan perairan ke daratan. Bobot maksimal shelter perahu tersebut adalah 490 kg. Pergerakan perahu dilakukan secara manual, yaitu menggunakan dayung (Fitriana *et al.*, 2021). Sayyad *et al.* (2019) membuat desain Mesin Pembersih Sungai yang berukuran 1220 x 480 x 375 (L x B x D). Mesin ini terdiri dari mekanisme konveyor yang akan mengumpulkan dan membuang sampah plastik dari badan air. Penggunaan mesin ini bisa di sungai, kolam, danau, untuk membersihkan sampah di permukaan air. Pergerakan perahu menggunakan motor listrik DC dengan bantuan system transmisi *Chain & Sprocket*. Meskipun perahu ini terbatas pada kegiatan penelitian yang memiliki ukuran yang kecil, namun cukup menjadi inspirasi penulis untuk mengembangkannya menjadi mesin tepat guna yang secara riil digunakan oleh masyarakat untuk membantu penyelesaian persoalan masyarakat setempat (Sayyad *et al.*, 2019). Jika Fitriana *et al.* (2021) mengambil sampah dari air secara manual, berbeda dengan Sayyad, menggunakan mekanisme konveyor yang dipasang secara permanen pada rangka bodi perahu, dimana gerakan konveyor bersumber dari motor listrik DC yang disambung langsung pada poros puli konveyor. Pada penelitian yang lain, Sarifudin *et al.* (2019) menggunakan sistem

pneumatik, yang menyerupai lengan ekskavator. Sistem ini memiliki keunggulan karena lengan dapat berputar hingga 180° sehingga memungkinkan untuk mengambil sampah dari sisi kiri dan kanan tanpa memutar arah perahu (Sarifudin *et al.*, 2019). Tujuan penelitian ini adalah merancang perahu yang dapat menjangkau area penumpukan sampah di air, serta mengangkat sampah plastic yang mengapung ke atas perahu secara otomatis. Sehingga proses pembersihan sampah di pesisir danau Matano dapat dilakukan dengan mudah.

METODOLOGI

Dalam merancang sebuah perahu (Kapal) ada beberapa metode yang bisa digunakan antara lain: Metode perbandingan (*comparison*), Metode statistik (*statistic*), Metode uji coba (*trial and error/literation*), dan Metode kompleks-simpel (*A complex solution*) (Karczewski & Kozak, 2017), dimana akan memiliki 4 tahapan desain yaitu; *Concept, Preliminary, Contract, dan Detail* (Ngazis *et al.*, 2016).

Pada penelitian ini digunakan metode awal yaitu studi literatur yang dijadikan sebagai sumber-sumber informasi yang berasal dari jurnal penelitian sebelumnya, sehingga dapat digunakan sebagai acuan dan juga sebagai perbandingan.

Setelah itu dilakukan Survei Lapangan untuk mencari informasi data sesungguhnya sesuai dengan kondisi berupa; geografis pantai, kedalaman, arus dan rute yang akan dilalui perahu, selanjutnya dilakukan perencanaan dengan menggunakan metode perbandingan. Setelah itu menentukan ukuran utama perahu yang dimana akan dijadikan sebagai acuan melakukan perancangan perahu. Perancangan perahu direncanakan gambar-gambar seperti berikut: *lines plan*, rencana umum, penentuan daya mesin penggerak, pemodelan sistem pengangkutan sampah dan permodelan perahu dengan menggunakan *Inventor*. Tahap ini dilakukan untuk mengambil kesimpulan berdasarkan data yang diperoleh mengenai desain perahu sampah yang memenuhi kondisi di Pesisir danau Matano.

Perhitungan teknis dilakukan pada setiap komponen perahu, yaitu menghitung berat total perahu, gaya apung dan gaya tenggelam (Wahyu

et al., 2009). Data volume diperoleh melalui perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

Silinder

$$V = \pi r^2 h$$

Kerucut

$$V = \frac{1}{3} \pi r^2 h$$

Sedangkan data berat diperoleh melalui pendekatan ukuran volume dengan rumus sebagai berikut;

$$\rho = \frac{w}{v}$$

Untuk perhitungan jumlah bagian yang tenggelam dalam air, menggunakan pendekatan hukum Archimedes sebagai berikut:

$$F_a = F_b \\ \rho_a V_a g = \rho_b V_b g$$

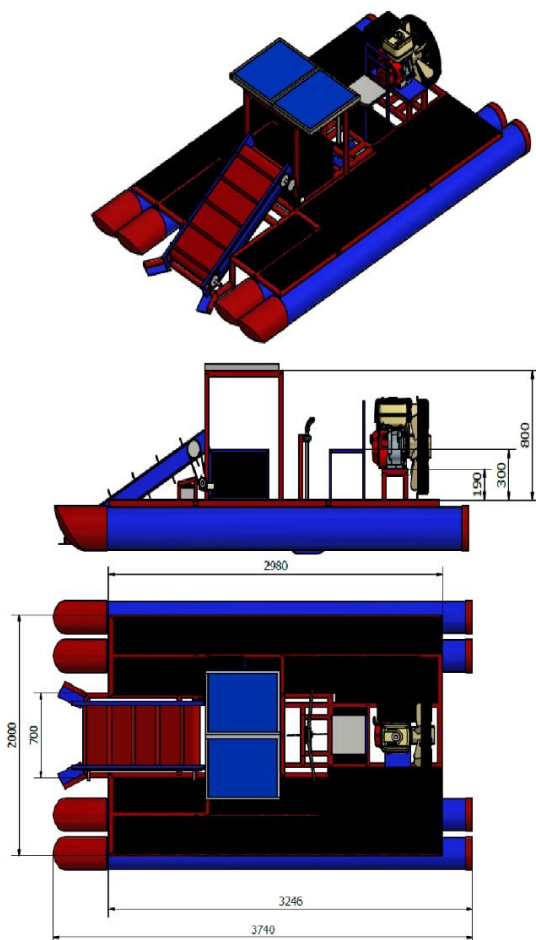
HASIL DAN PEMBAHASAN

Agar perahu dapat masuk dan menjangkau sampah yang ada di kolom rumah-rumah penduduk, maka ukuran lebar (B) maksimum harus dibatasi. Dari hasil survei lapangan, diperoleh rata-rata jarak antar tiang pada rumah tersebut antara 2,5 – 3 meter, sehingga lebar perahu (B) ditetapkan yaitu 2,0 meter, sedangkan panjang (L) dan tinggi total (D) ditentukan dengan menggunakan Rasio L/B=1,90 dan L/D=5,4 sebagaimana hasil penelitian untuk kapal-kapal jenis *multi hulk* yaitu L/B=1,80-3.70 dan L/D=5.25-11.24. (Hardjono, 2013). Dengan demikian, ukuran perahu yang diperoleh adalah 3800 x 2000 x 700 (L x B x D). Dengan menggunakan perangkat lunak *Autodesk Inventor*, diperoleh desain seperti gambar 1. Komponen utama penyusun Perahu terdiri dari; Pelampung, Rangka, Unit Penggerak dan Unit Pemungut. Material Pelampung dipilih pipa PVC tipe D diameter 10 inci.

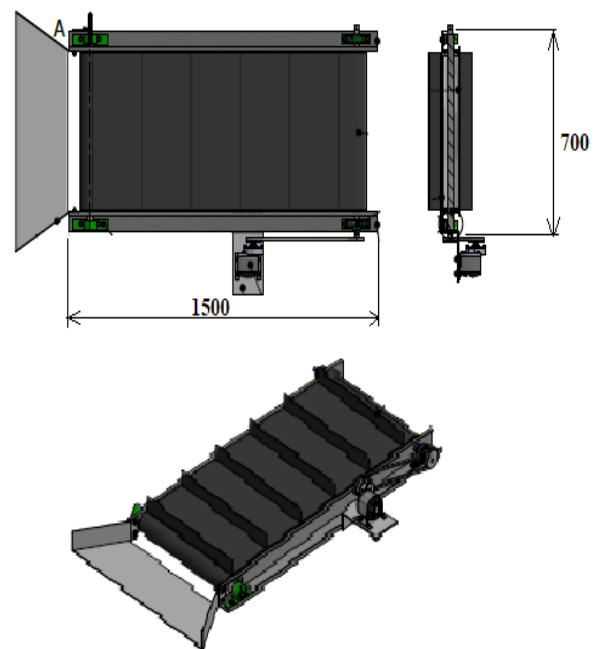
Penggunaan bahan PVC sebagai pelampung perahu sesuai dengan penelitian Firdhaus *et. Al* (2017) dan Sidiq, *et. al.* (2019) yang menggunakan material PVC sebagai lambung kapal dengan keunggulan bahwa kapal tidak mengalami *deck wetness* sehingga air tidak masuk ke kapal. Demikian pula Adi dan Wahyuni (2021) menggunakan pipa PVC sebagai pondasi rumah apung untuk menahan beban di atasnya, Selain itu, material PVC memiliki kemampuan terhindar dari korosi serta berat jenis yang rendah, meskipun

memiliki kekurangan seperti ketahanan terhadap benturan yang lebih rendah dibanding baja. Rangka diupayakan seringan mungkin, sehingga dipilih dari baja *holobar* 40mm x 40mm. Baja profil persegi atau *square hollow section* (SHS) merupakan profil baja berdinging tipis yang umum digunakan dalam struktur rangka yang ketebalannya relatif tipis yaitu sekitar 0,3 - 6,0 mm sehingga relatif lebih ringan (Suprpto dan Wibawa, 2021). Unit Penggerak menggunakan mekanisme yang diadopsi dari kapal ampibi, dimana *propeller* tidak menyentuh air. Pemilihan mekanisme ini atas pertimbangan bahwa pada area kerja telah sangat banyak sampah yang menumpuk hingga ke dasar danau yang akan mengganggu sistem penggerak dan kemudi jika *propeller* diletakkan di bawah air ketika perahu tersebut beroperasi. *Propeller* menggunakan tiga *blade* sesuai penelitian Windyandari *et. al.* (2018) bahwa efisiensi baling-baling maksimum dicapai dengan menggunakan tiga *blade*. Penggerak *propeller*

ditransmisikan menggunakan sistem *pulley* dan *belt* dari motor bakar dengan rasio 1:4. Unit Pemungut sesungguhnya memiliki mekanisme tersendiri yang terpisah dari sistem utama yang diadopsi dari penelitian Sayyad *et al.* (2019) seperti pada gambar 2., namun tetap diperhitungkan dalam kaitannya dengan penentuan daya apung dan kapasitas angkut Perahu tersebut. Secara umum, komponen penyusun serta berat total perahu terlihat pada Tabel 1.



Gambar 1. 3-D Disain Perahu Pemungut Sampah



Gambar 2. Unit Pemungut

Tabel 1. Komponen Utama Penyusun Perahu

Komponen	Bahan	Jumlah	Berat (kg)
Pelampung	PVC	12,9 m	74,65
Rangka	Mild steel holobar 2x40x40	40 m	30,32
Pemungut	Mild steel, PVC	1 unit	57,50
Penggerak	Baja, Aluminium	1 Unit	17,5
Total			179,97

Komponen yang menerima gaya apung dan gaya tenggelam adalah Pelampung, sedangkan yang lain menjadi bahan pertimbangan untuk gaya-gaya luar yang bekerja pada Perahu. Berdasarkan tabel 1, berat total perahu adalah 179,97 kg.

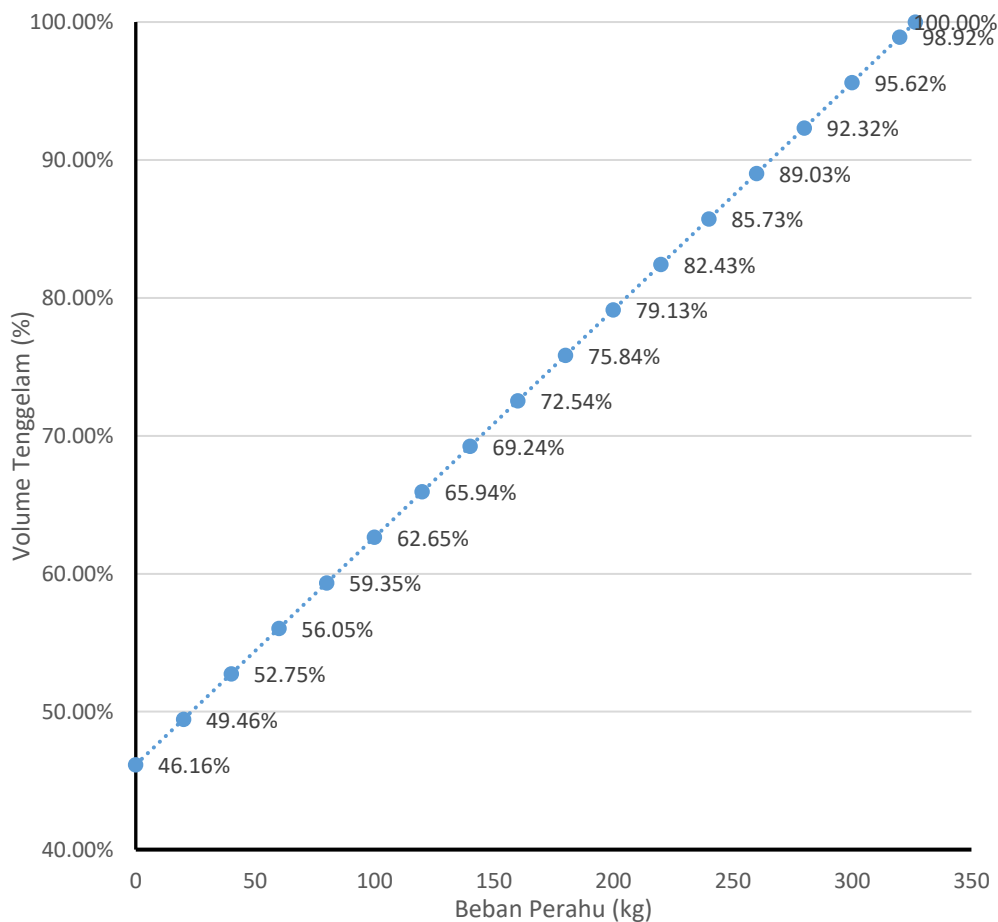
Perhitungan gaya apung dan gaya tenggelam didasarkan pada perhitungan berat total perahu, muatan orang dan berat sampah yang akan dimuat, sedangkan berat muatan disesuaikan dengan volume bak penampungan yang disiapkan di atas perahu. Jika diasumsikan tambahan 2 orang sebagai operator dengan berat masing-masing 50 kg, maka total berat keseluruhan adalah 279,97 kg.

Dari hasil perhitungan gaya apung yang menggunakan rumus-rumus di atas, diperoleh besar gaya apung (F) = 606,53 kg, sedangkan gaya tenggelam (F_s) sebesar -308,56 kg. Tanda (-) menunjukkan arah gaya yang berlawanan dengan gaya apung. Extra Gaya Apung (EB) merupakan nilai dari bagian perahu yang tenggelam di air. Dari hasil perhitungan diperoleh EB sebesar 0,491, sehingga jumlah bagian yang tenggelam pada perancangan ini adalah 49,1%.

Untuk menentukan berat sampah yang dapat dimuat oleh perahu tersebut, rumus di atas dapat digunakan kembali, jika hasil perhitungan

menunjukkan $EB=1$, maka pelampung perahu akan tenggelam seluruhnya. Hal ini tidak diinginkan, karena akan menyulitkan pergerakan dan manuver perahu, sehingga diambil kisaran angka 0,8. Gambar 3, menunjukkan hubungan antara beban perahu terhadap persentase volume lambung yang tenggelam. Semakin berat beban perahu, maka semakin besar volume yang tenggelam. Jika beban perahu adalah beratnya sendiri (179,97) maka bagian yang tenggelam hanya sebesar 29,67% dan perahu akan tenggelam pada beban 606,5 kg, atau dengan kata lain berat muatan 426,53 kg.

Jika 2 orang operator dengan berat masing-masing 50 kg, maka berat muatan sampah saat tenggelam adalah 326,53 kg, Kondisi di atas belum memperhitungkan faktor-faktor beban eksternal seperti pengaruh ombak, angin, dan faktor cuaca lainnya, sehingga dengan pertimbangan tersebut, beban sampah yang masih dapat dimuat diperkirakan adalah sebesar 200 kg. Dengan menggunakan pendekatan Hukum Archimedes



Gambar 3. Hubungan antara muatan perahu terhadap volume tenggelam

maupun perhitungan EB, maka besarnya volume yang tenggelam untuk berat total perahu dan seluruh muatannya (479,97 kg) adalah 789,76/998 = 79,13%. Hal ini masih memungkinkan perahu untuk bergerak dan bermanuver dengan baik.

KESIMPULAN

Dari uraian pembahasan diatas, dapat disimpulkan bahwa Perahu yang dirancang dapat mengapung dengan baik di atas air Danau Matano dengan beban muatan maksimum sebesar 326,53 kg, namun dengan pertimbangan beban eksternal serta kondisi operasional, disarankan untuk membatasi hingga 200 kg sampah dan 2 orang operator (asumsi berat operator 50 kg). Perahu ini memiliki lebar 2000 mm, yang memungkinkan menyasar sampah yang berada di kolom rumah-rumah warga, sehingga semua *area* dapat terjangkau.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Akademi Teknik Soroako yang telah memberi dukungan finansial terhadap penelitian ini melalui skema Pembiayaan Internal Riset Pengembangan untuk Pengabdian kepada Masyarakat Tahun 2021, dengan nomor penugasan ATS-004/ST/P-LPPM/IV/2021.

DAFTAR PUSTAKA

- Nurain, A., Assisi, A., Yan, K. & Trisnawarman, D., 2021. Aplikasi Dashboard Untuk Analisa Pemetaan Hotspot Pada Sampah Laut Di Indonesia. *Prosiding Serina*, 1(1):759-766.
- Adi, H.P. & Wahyudi, S.I. 2021. Design Platform untuk Konstruksi Bangunan Apung (Semarang), Unnisula Press.
- Firdhaus, A., Chrismiando, D. & Rindo, G., 2017. Perancangan Kapal Ikan 15 GT Menggunakan Bahan Pipa PVC dengan Variasi Bentuk Lambung Kapal dan Jenis Alat Tangap, *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan*, 20(10):1-8. DOI: 10.13140/RG.2.2.12232.62729
- Hakim, M.Z. 2019. Pengelolaan dan Pengendalian Sampah Plastik Berwawasan Lingkungan. *Amanna Gappa*, 27(2):111-121. DOI: 10.20956/ag.v27i2.9673.
- Hardjono, S. 2013. Identifikasi Rasio Parameter Kapal Penumpang Cataraman Berbahan FRP. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 2:159-165. DOI: 10.29122/jsti.v12i3.862.
- Hartanto, 2016. Desain Dan Analisa Mesin Crushing Botol Plastik Bekas Untuk Industri Kecil Dengan Menggunakan Simulasi. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ngazis, H.A., Kiryanto, K. & Mulyatno, I.P. 2016. Perancangan Kapal Ikan Mini Purse Sine Displacement 15 Ton Tipe Monohull Menggunakan Pipa PVC. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 4(1):219-228
- Karczewski, A. & Kozak, J. 2017. Variant Designing in the Preliminary Small Ship Design Process. *Polish Maritime Research*. 24:77-82 DOI: 10.1515/pomr-2017-0052.
- Fitriana, N., Yuniwati, E.D., Darmawan, A.A. & Firdaus, R. 2021. Pemberdayaan Masyarakat: Perahu Pengangkut Pembersih Sampah Waduk Wacana Kawasan Mini Wisata, *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat*, 1(1):709-716.
- Wahyu, R.I., Iskandar, B.H. and Wahyudin, E.N., 2009. Pertimbangan Desain dan Estimasi Gaya Apung dan Gaya Tenggelam Pada Rumpon di Perairan Pandeglang, Provinsi Banten, *Buletin PSP*, 18(2):113-121.
- Sayyad, S., Dorlikar, A., Ratnaparkhi, S., Tonge, N., Bhagat, T. & Buradkar, M. 2019. Design and Fabrication of River Cleaning Machine, *International Research Journal of Engineering and Technology*, 6(5): 475-479.
- Sarifudin, S., Sugara, D.A.P., Rahman, M.A. & Arsyadi, M. 2019. Prototipe Kapal Pengambil Sampah Dengan Sistem Pneumatik Kendali Jarak Jauh Berbasis Arduino Mega 2560, *Jurnal Poros Teknik*, 11(2):75-83, DOI: 10.31961/porosteknik.v11i2.863
- Sentosa, A.A. Hediando, D.A. & Satria, H. 2017. Dugaan Eutrofikasi di Danau Matano Ditinjau dari Komunitas Fitoplankton dan Kualitas Perairan, *Jurnal Limnotek*, 24(2):61-73. DOI: 10.14203/limnotek.v24i2.168
- Sidiq, M.H., Chrismiando, D. & Mulyatno, I.P. 2019. Analisa Olah Gerak Dan Kekuatan Kapal Ikan PVC 15 GT di Laut Jawa. *Jurnal Teknik Perkapalan*, (7):1:66-73.
- Suprpto, R.K.N. & Wibawa, L.A.N. 2021. Desain dan Analisis Tegangan Rangka Alat Simulasi

Pergerakan Kendali Terbang Menggunakan Metode Elemen Hingga. *Jurnal Teknik Mesin*, 5(1):19-28. DOI: 10.31543/jtm.v5i1.559

Windyandari, A., Haryadi, G.D. & Suharto, S. 2018. Design and Performance Analysis Of B-Series Propeller for Traditional Purse Seine Boat in The North Coastal Region of Central Java Indonesia. *Journal of Applied Engineering*

Science, 16(4): 494-502. DOI: 10.5937/jaes16-18506.

Yantony, D., Harman, & Taslim, K. 2019. Rancang Bangun Mesin Pencacah Plastik Tipe Sumbu Menyudut untuk Usaha Mikro. *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 4(1):47-52, DOI: 10.31544/jtera.v4.i1.2019.47-52