



PROTOTYPE ROBOT KAPAL PENGANGKUT SAMPAH DI PERAIRAN

PROTOTYPE OF WASTE TRANSPORTING BOAT IN WATERS

Roberto Patar Pasaribu, Herlina Sagala, Anthon A. Djari, Yansen Yosafat
Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang, Jl. Lingkar Tanjungpura, Karangpawitan, Kec. Karawang Barat,
Karawang, Jawa Barat 41315

Teregistrasi I tanggal: 8 Juni 2023; Diterima setelah perbaikan tanggal: 19 Agustus 2023;
Disetujui terbit tanggal: 27 Agustus 2023

ABSTRAK

Sampah di laut telah menjadi sebuah permasalahan yang semakin mengancam keberadaan makhluk hidup di laut. Untuk mengatasi penumpukan sampah di laut dapat dilakukan dengan menciptakan teknologi yang mampu mempermudah manusia dalam mengurangi sampah di laut dengan efektif dan efisien. Salah satu cara mengatasi penumpukan sampah di laut adalah mengambil sampah tersebut dengan menggunakan kapal pengangkut sampah. Tujuan penelitian ini adalah membuat sebuah *prototype* robot kapal pengangkut sampah di perairan yang dapat digunakan untuk mempermudah manusia dalam menangani permasalahan sampah yang ada di perairan. System kapal ini dilakukan melalui penggabungan sistem robot dengan kendali *radio control*, yang pada pembuatannya menerapkan model katamaran dengan dua lambung simetris. Kapal ini dalam pengoperasiannya sangat sederhana, mudah dioperasikan dan tidak memerlukan energi yang besar serta resiko yang kecil bagi manusia. Dengan adanya kapal ini dapat membantu dalam penanganan sampah yang ada di perairan sehingga permasalahan polusi akibat sampah di perairan dapat teratasi.

Kata Kunci: Prototype; kapal pengangkut sampah; sistem robot; radio control

ABSTRACT

Garbage in the sea has become a problem that increasingly threatens the existence of living things in the sea. To overcome the accumulation of garbage in the sea, it can be done by creating technology that can make it easier for humans to reduce waste in the sea effectively and efficiently. One of the ways to deal with the accumulation of garbage in the sea is to collect the garbage by using a garbage collection ship. This research aims to make a robot prototype of a garbage transport ship in the waters that can be used to make it easier for humans to deal with waste problems in the waters. This ship system combines a robot system with radio control, which uses a catamaran model with two symmetrical hulls in its manufacture. This ship is very simple to operate, easy to operate does not require a lot of energy, and has little risk to humans. The existence of this ship can assist in handling waste in the waters so that the problem of pollution caused by waste in the waters can be resolved.

Keywords: Prototype; garbage carrier; robot system; radio control

PENDAHULUAN

Sampah telah menjadi sebuah permasalahan yang semakin mengancam keberadaan makhluk hidup maupun lingkungan sekitar baik di darat ataupun di laut. Penelitian yang dilakukan beberapa negara yang memiliki garis pantai, termasuk Indonesia menyebutkan bahwa sebesar 2,5 miliar metrik ton sampah dihasilkan oleh negara-negara tersebut, dengan 275 juta metrik tonnya (10%) adalah plastik. Sebanyak 8 juta metrik ton sampah plastik tersebut telah mencemari laut. Hal yang mengejutkan adalah Indonesia dinyatakan sebagai kontributor sampah plastik ke laut terbesar kedua di dunia, setelah Tiongkok, dengan estimasi 0.48–1.29 juta metrik ton per tahun (Jambeck, 2015).

Dampak penumpukan sampah di laut yang semakin berbahaya membuat perhatian dunia terhadap sampah plastik di laut (*marine plastic debris*) akhir-akhir ini meningkat, seiring dengan bencana ekologis yang mulai dirasakan. Berdasarkan data yang telah diteliti mengenai bahaya pencemaran limbah di Indonesia sangat berbahaya bila manusia terus terpapar air tercemar limbah secara langsung dan terus menerus baik dalam kehidupan sehari-hari ataupun dalam upaya penanganan limbah, sehingga di perlukan suatu teknologi yang dapat membantu menangani pencemaran limbah khususnya limbah terapung pada perairan baik di laut ataupun badan sungai yang akan bermuara di lautan (Chotimah *et al.*, 2021)

Kapal pengangkut sampah adalah sebuah teknologi modifikasi sebuah kapal menjadi sebuah alat atau sarana untuk mampu mempermudah manusia untuk mengangkut sampah di laut. Di dalam perkembangannya sudah banyak dibuat inovasi mengenai teknologi tersebut. Beberapa teknologi kapal ataupun *prototype* pengangkut sampah yang ada saat ini: adalah *The Ganers* yaitu kapal pembersih sampah dengan sistem lambung, *Trash Skimmer Workboat* merupakan kapal kerja berlambung pontoon catamaran

yang dilengkapi *conveyor belt* dan bak penampung yang berfungsi untuk mengumpulkan sampah dari perairan melalui sisi haluannya dan robot perahu pengangkut sampah berbasis pengolahan citra (Wulandari *et al.*, 2020).

Selaras dengan perkembangan teknologi, teknologi tersebut telah dimanfaatkan untuk membantu berbagai aspek kehidupan manusia. Sebagai contoh perkembangan teknologi robot yang saat ini banyak digunakan manusia pada kehidupan sehari-hari. Robot merupakan sebuah alat yang dapat melakukan tugas fisik, baik menggunakan kontrol manusia ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu. Perkembangan teknologi robot juga telah dimanfaatkan untuk membuat sebuah *prototype* robot kapal pengangkut sampah di air melalui penggabungan sistem robot dengan kendali *radio control*. Dengan adanya robot kapal pengangkut sampah diharapkan dapat membantu manusia dalam menjaga kebersihan lingkungan khususnya di air seperti sungai ataupun laut (Widiyanto & Nuryanto, 2016)

Tujuan penelitian ini adalah untuk membuat teknologi yang mampu mempermudah manusia dalam mengurangi polusi sampah di perairan dengan efektif dan efisien, dengan cara membuat *prototype* kapal pengangkut sampah. Prototype yang dibuat berupa robot kapal pengangkut sampah di air melalui penggabungan sistem robot dan kendali radio control.

BAHAN DAN METODA

Lokasi dan Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian dilaksanakan pada Mei 2020 di 2 tempat, yaitu di Pusat Riset Kelautan (Pusriskel) - BRSDM Ancol, Jakarta Utara dan di Politeknik Kelautan dan Perikanan Karawang. Lokasi percobaan pengoperasian kapal pengangkut sampah dilakukan disekitar perairan Ancol, Jakarta Utara.

Tabel 1. Alat dan Bahan
Table 1. Tools and Materials

No	Alat Dan Bahan	Kegunaan
1	Transmitter, Receiver 4 chanel	Kendali jarak jauh dengan gelombang radio
2	Talang air	Pelampung kapal
3	Motor DC 20.700 RPM	Motor penggerak Propeller kapal
4	Jaring	Untuk menampung sampah yang tertangkap
5	Propeller reversible	Baling baling untuk menjalankan badan kapal
6	Reducer motor 14 rpm	Sebagai tenaga dari motor yang berputar
7	Kabel listrik	Media penghantar Isitrik
8	Mini bor drill chuck	Penahan benda tetap pada shaft
9	Kotak plastic	Wadah mesin kapal
10	Ni-cd Baterai 7.2 V	Tenaga kapal

Alat dan Bahan

Pada pelaksanaan penelitian ini memerlukan alat dan bahan untuk menghasilkan suatu alat sampai dengan alat tersebut dapat bekerja dengan baik. Adapun alat dan bahan yang di perlukan antara lain :

Metoda dan Teknologi Kapal Sampah

Kapal pengangkut sampah adalah sebuah teknologi modifikasi sebuah kapal menjadi sebuah alat atau sarana untuk mampu mempermudah manusia untuk mengangkut sampah di laut. Di dalam perkembangannya sudah banyak di buat inovasi mengenai teknologi tersebut, beberapa teknologi kapal ataupun *prototype* pengangkut sampah yang ada saat ini:

- *The Ganers*: merupakan kapal pembersih sampah dengan sistem lambung. Kapal ini merupakan inovasi teknologi pembersih sampah yang mengambil prinsip Kapal Trimaran (Tiga Lambung) yang didesain untuk pengangkutan jumlah sampah laut yang lebih besar (Basir et al., 2014).
- *Trash Skimmer Boat*: merupakan kapal berlambung pontoon catamaran yang dilengkapi *conveyor belt* dan bak penampung yang berfungsi untuk mengumpulkan sampah dari perairan melalui sisi haluannya. Pada sisi haluan yang berfungsi sebagai pintu masuknya sampah terdapat lengan yang bisa ditutup atau dibuka seperti pintu yang digerakkan dengan sistem hidrolik (Pramoko & Kurniawati, 2013).
- Robot Perahu Pengangkut Sampah Berbasis Pengolahan Citra: kapal ini menggunakan teknik *image processing* untuk mendeteksi objek sampah yang telah ditentukan, dimana objek sampah hasil *image processing* dapat dikenali apakah objek tersebut berupa sampah yang sudah ditentukan atau bukan, lalu perahu bermanuver menuju objek sampah tersebut (Abimanyu & Rohman, 2019).

Model Kapal Pengangkut Sampah

Model kapal yang direncanakan merupakan kapal pengangkut sampah terapung untuk perairan baik laut, sungai, danau ataupun perairan lainnya. Salah satu tantangan utama adalah gelombang dan arus. Persyaratan utama untuk menanggulangi masalah yang ditimbulkan oleh kondisi gelombang dan arus adalah dengan cara merencanakan bentuk badan kapal sedemikian serupa sehingga kapal dapat berfungsi sebagaimana mestinya.

Model Katamaran adalah salah satu konsep rancangan yang dapat diandalkan dalam pembuatan kapal pengangkut sampah. Katamaran merupakan model kapal yang mempunyai dua lambung yang dihubungkan oleh geladak ditengahnya. Kombinasi luas geladak yang besar dan berat kapal kosong yang rendah membuat kapal

katamaran dapat diandalkan untuk model kapal pengangkut sampah. Dengan model ini diharapkan menciptakan kestabilan kapal yang lebih tinggi dan memungkinkan kapal untuk tetap mampu beroperasi pada berbagai jenis permukaan air, baik air tenang ataupun bergelombang. (Wisnu Arianto & Manfaat, 2016).

Kapal pengangkut sampah yang di rancang adalah sebuah kapal dengan penerapan teknologi *radio control* pada kapal dan merupakan kapal pengangkut sampah terapung. Kapal dirancang menggunakan sistem satu arah dari *transmitter* ke *receiver* yang kemudian *output* dari *receiver* akan langsung ke motor untuk menggerakkan kapal menuju sampah. Saat kapal telah terisi sampah pintu katup akan di tutup dengan perintah dari operator melalui *transmitter*. Kemudian sampah dapat di buang dengan cara melepas jaring dari kapal (Rizqi Khoeruzzaman, 2021).

Analisa Model Kapal Stabilitas Kapal

Pada umumnya kapal harus memiliki stabilitas yang bagus untuk meminimalisir resiko kecelakaan pada kapal. Oleh karena itu perlu diadakan kajian khusus tentang stabilitas suatu kapal. Stabilitas adalah kemampuan kapal untuk kembali ke posisi semula setelah mendapatkan gangguan. Dalam penelitian ini stabilitas dititik beratkan pada stabilitas melintang kapal, karena mempunyai pengaruh yang cukup besar. Kapal dimiringkan dari posisi semula beberapa derajat, sehingga terjadi pergeseran titik tekan dan titik berat. Untuk kembali ke posisi semula diperlukan momen stabilitas yang merupakan hasil kali dari gaya tekan ke atas oleh air dengan jarak titik tekan terhadap center line (lengan stabilitas). Panjang lengan tergantung pada kemiringan kapal, semakin besar sudut miring maka lengan stabilitas juga semakin besar sehingga momen stabilitas juga semakin besar (Huda.M.D.A. et al., 2022).

Tahanan Gelombang Kapal

Sebelum menentukan bentuk badan kapal terlebih dahulu menganalisis bentuk badan kapal dan bentuk stream line. Bentuk paling ideal pada umumnya dipakai untuk mengurangi pengaruh gelombang air. Pada bentuk buritan transom yang bidang permukaan buritannya masuk kebawah permukaan air maka pada kecepatan tertentu juga akan mengakibatkan terjadinya vortex dan memperbesar tahanan total. Oleh sebab itu secara umum besar koefisien bentuk kapal akan menimbulkan bentuk interferensi gelombang yang berbeda-beda. Bentuk badan kapal dapat diimprovisasi untuk mengarahkan aliran gelombang yang diakibatkan oleh gerakan kapal. Gelombang kesamping yang ditimbulkan oleh gerak kapal dapat didistribusikan ke tengah badan kapal (Sutiyo, 2014).

Bentuk Badan Kapal

Kapal dengan geladak yang lebih besar adalah salah satu contoh konsep rancangan yang berhasil dalam mengatasi gerakan oleng yang merupakan kelemahan generik kapal konvensional. Akan tetapi model katamaran sendiri mempunyai bentuk badan kapal yang bervariasi dari yang simetris sampai tak-asimetris sesuai dengan fungsinya masing-masing. Katamaran dengan bentuk tak-simetris mempunyai *productibility* yang lebih baik karena sebagian besar dari sisi dalamnya terbentuk dari bidang datar. Katamaran dengan segala kelebihannya adalah salah satu contoh konsep rancangan yang dapat diandalkan, oleh karena itu perlu diadakan analisa terhadap berbagai bentuk model katamaran (Manik *et al.*, 2012).

Metode Perancangan Kapal

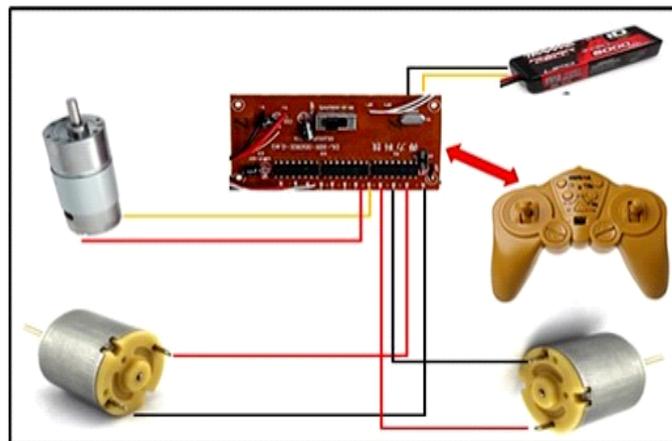
Dalam proses perancangan kapal, salah satu faktor yang cukup signifikan untuk dipertimbangkan adalah penetapan metode rancangan sebagai salah satu upaya untuk menghasilkan output rancangan yang optimal dan memenuhi berbagai kriteria yang disyaratkan (Hamdani, 2021).

Rancangan Rangkaian

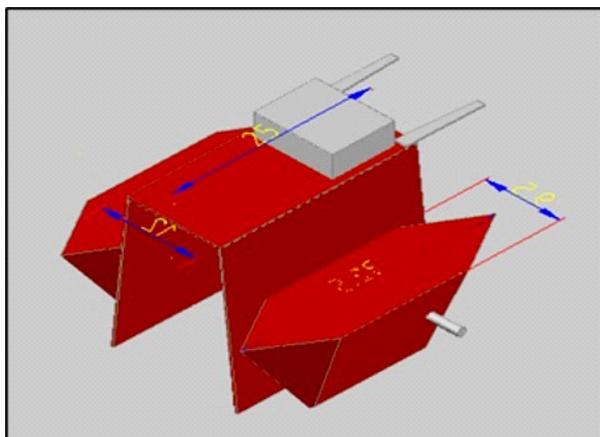
Kapal yang di desain bekerja dengan sistem kendali jarak jauh yang menggunakan *Remote Control (RC)* sebagai *transmitter* dan kemudian terhubung dengan sebuah *receiver* yang berada di badan kapal. *Receiver* kemudian di koneksikan dengan beberapa motor *DC* yaitu dua berfungsi menggerakkan kapal dan satu sebagai penggerak katub pintu keluar masuknya sampah. Kapal ini menggunakan tenaga baterai baik pada *transmiternya* dan juga pada *prototype* kapal itu sendiri.

Rancangan Bentuk Kapal

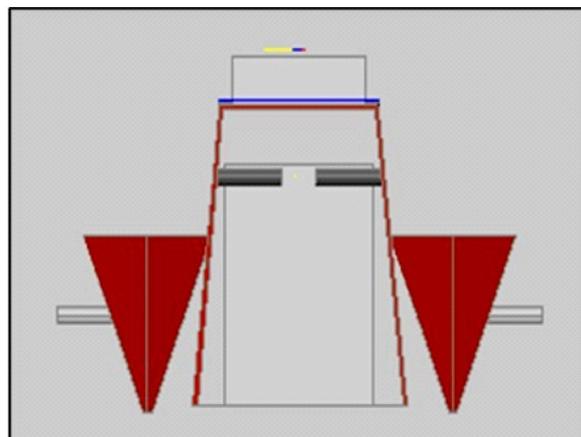
Bentuk kapal mengadopsi model Katamaran yang memiliki dua lambung simetris dan pada bagian antar lambung kapal terdapat rongga sebagai pintu masuk sampah kedalam jaring yang di pasang pada kapal. Bentuk kapal diperlihatkan dari sudut pandang (tampak) atas, depan, bawah dan samping (Gambar 2,3,4,5). Tampak atas memperlihatkan lambung simetris, tampak depan diperlihatkan bagian pintu masuk sampah dalam keadaan tertutup.



Gambar 1. Rangkaian Kapal.
Figure 1. Boat Circuit.

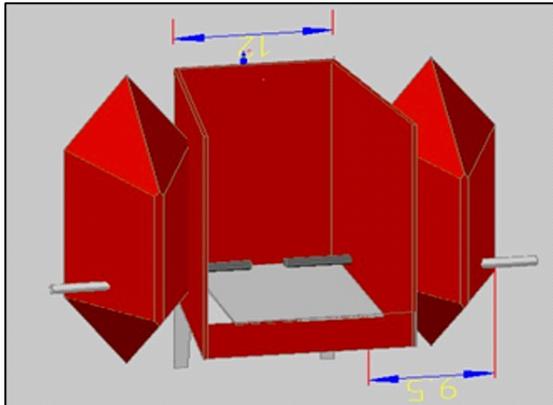


Gambar 2. Tampak Atas.
Figure 2. Top View.



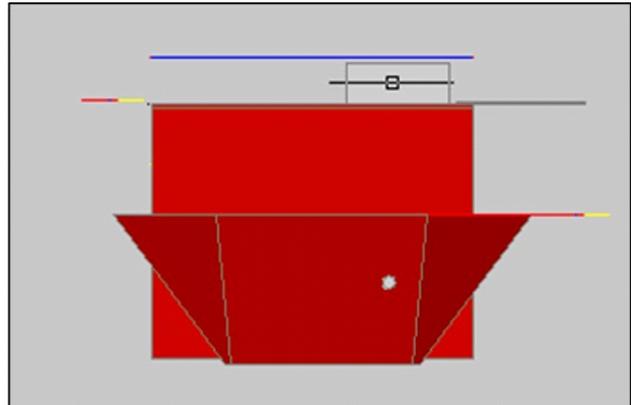
Gambar 3. Tampak Depan.
Figure 3. Front View.

Tampak bawah memperlihatkan bahwa bagian bawah tidak tertutup full sehingga meminimalisir hambatan air



Gambar 4. Tampak Bawah.
Figure 4. Bottom View.

sedangkan tampak samping memperlihatkan bagian samping lambung kapal.



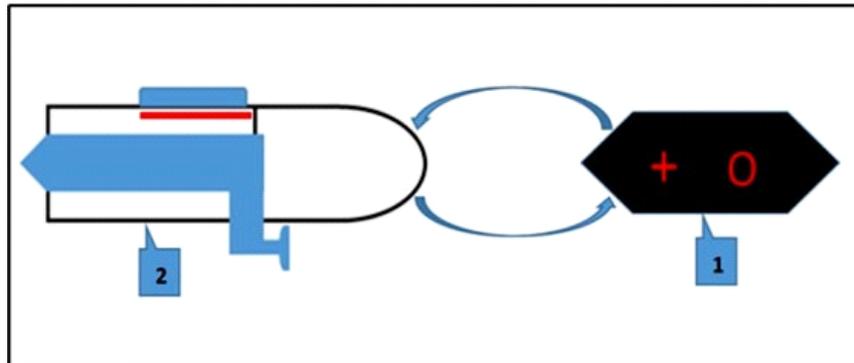
Gambar 5. Tampak Samping.
Figure 5. Side View.

Rancangan Kerja

Kapal dalam pengoperasiannya sangat sederhana dan memudahkan proses membersihkan sampah. Sistem operasinya simpel sehingga memudahkan operator dalam memahami proses pengoperasian kapal. Kapal di gerakan menggunakan motor DC yang di kendalikan dengan RC

untuk menuju sumber sampah dan memasukkannya melalui badan kapal ke dalam jaring yang berfungsi sebagai penampung sampah pada kapal selama pengoperasian.

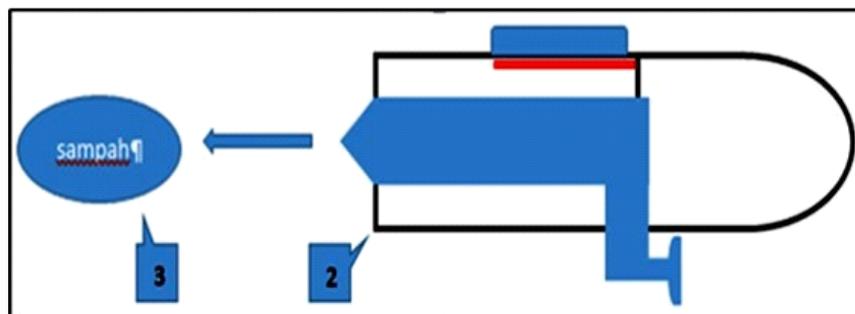
Langkah Kerja-1 : kapal mulai dinyalakan dan dikendalikan dengan menggunakan Remote Control (Gambar 6).



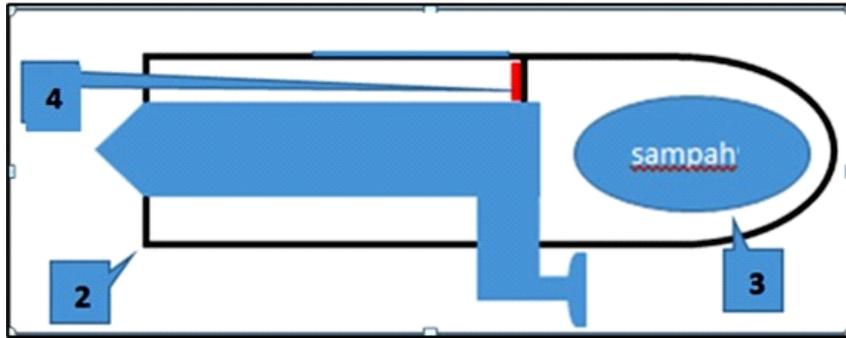
Gambar 6. Langkah kerja 1 Kapal.
Figure 6. 1th working steps of Boat.

Langkah Kerja-2 : kapal mulai diarahkan menuju perairan titik dimana sampah ingin diangkat

Langkah Kerja-3 : Kapal mulai mengangkat sampah yang ada di perairan. Setelah sampah masuk pintu di tutup agar sampah tidak keluar dari dalam jarring (gambar 8).



Gambar 7. Langkah kerja 2 kapal.
Figure 7. 2th working steps of Boat.



Gambar 8. Cara kerja 3 kapal.
 Figure 8. 1th working steps of Boat.

Keterangan :

1. Radio Control (RC)
2. Kapal
3. Sampah
4. Katup penutup pintu sampah

HASIL DAN BAHASAN
 Proses Pembuatan Kapal

Proses pembuatan kapal dibagi dalam dua bagian utama, yaitu proses pembuatan badan kapal dan perakitan rangkaian pada badan kapal. Badan kapal adalah pengembangan dari model kapal berjenis katamaran twinhull Simetris Stream Line, sehingga kapal memiliki dua lambung kapal yang simetris, yang di hubungkan dengan jarak tertentu dan di gerakan dengan dua buah motor penggerak (Wisnu Arianto & Manfaat, 2016).

Pembuatan Lambung Kapal

Kapal memiliki lambung yang simetris, yang terletak disisi kanan dan kiri kapal. Dimensi yang di diterapkan pada bagian lambung kapal adalah panjang lambung 32cm, lebar 9.5cm, dan tinggi 11cm. Lambung kapal berfungsi juga sebagai pelampung sehingga memerlukan rancangan yang baik dan juga teliti untuk menghindari kebocoran

(Gambar 9,10). Langkah pembuatan lambung kapal model katamaran dengan lambung simetris:

- Langkah 1. Pembelahan bahan yang semula dengan lebar 12cm menjadi dua bagian yaitu 9.5cm dan 2.5cm
- Langkah 2. Pengukuran dan pemotongan pada bagian ujung talang sebagai ujung bagian lambung berbentuk segitiga dengan ukuran alas segitiga 9.5cm dan tinggi segitiga 8cm
- Langkah 3. Perekatan bagian segitiga yang telah di potong sehingga merekat pada sisi yang lain dan dilakukan pula pada kedua ujung lambung kapal
- Langkah 4. Pelubangan lambung kapal sebagai jalur dari rangkaian propeller kapal dan penyatuan dua bagian bahan yang telah di belah dua, kemudian seluruh proses ini dilakukan kembali pada bagian lambung kapal yang kedua.



Gambar 9. Perekatan lambung kapal.
 Figure 9. Gluing of the hull.



Gambar 10. Kedua lambung kapal.
 Figure 10. Both hulls.

Pembuatan Penghubung Lambung Kapal (Pintu Masuk Sampah)

Selain berfungsi menghubungkan dan menahan bentuk kapal bagian ini juga berfungsi sebagai pintu masuk dari sampah dan juga sebagai tempat mesin kapal berada. Bagian ini pula yang menjadi tempat jaring dari sampah di rekatkan. Dimensi pada bagian penghubung lambung kapal adalah panjang 25cm, lebar 12cm, dan tinggi 18.5cm. Penghubung lambung kapal memiliki beberapa fungsi yang sangat penting selain menghubungkan lambung juga sebagai wadah mesin kapal dan juga katup sampah (gambar 11,12). Langkah pembuatan lambung kapal :



Gambar 11. Bagian Bawah Lambung Kapal.
Figure 11. The Bottom of the Ship's Hull.

Pembuatan Rangkaian Elektronik

Proses pembuatan kapal selain terdiri dari pembuatan badan kapal juga terdiri dari proses perangkaian elektronik pada badan kapal tersebut yang berfungsi sebagai penggerak dan juga sumber tenaga untuk kapal dalam pengoperasiannya.

Rangkaian elektronik terdiri dari tiga bagian utama, yaitu sepasang *receiver* dan *transmitter*, motor *DC*, dan baterai yang menjadi satu rangkaian. Kapal dapat beroperasi dengan maksimal bila bahan bahan yang digunakan sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, selain itu pemilihan bahan yang benar dapat meminimalisir *error* pada rangkaian, baik pada saat merakit ataupun mengoperasikan. Spesifikasi bahan yang di gunakan adalah:

- a. Receiver dan Transmitter
Memiliki 16 chanel dan mampu untuk menggerakkan setidaknya 5 rangkaian motor dc, tegangan input 7.2 V dan output 5.4 V pada masing-masing motor, dengan frekuensi 2.4 GHZ, dengan jangkauan maksimal $\pm 50m$.
- b. Motor *DC*
Digunakan 3 motor *DC* dengan dua tipe berbeda yaitu dua motor *DC* 3 – 8 V dengan kecepatan 20.700 RPM

- Langkah 1. Pemotongan bahan dengan panjang 25cm dan lebar asli talang air yaitu 12cm
- Langkah 2. Pemotongan bahan kedua dengan panjang dan lebar yang sama dengan yang pertama, namun bagian atas talang di hilangkan sebagian besar dan disisakan sepanjang 2cm.
- Langkah 3. Penggabungan bagian penghubung atas dengan kedua lambung kapal yang telah dibuat sebelumnya
- Langkah 4. Bagian bahan kedua yang telah dipotong digabungkan pada badan kapal yang sudah terhubung pada langkah 3.



Gambar 12. Kedua Lambung Kapal .
Figure 12. Both Hulls.

yang digunakan sebagai motor penggerak kapal, dan satu buah motor *DC* 12 V 14 RPM sebagai motor untuk menggerakkan pintu sampah.

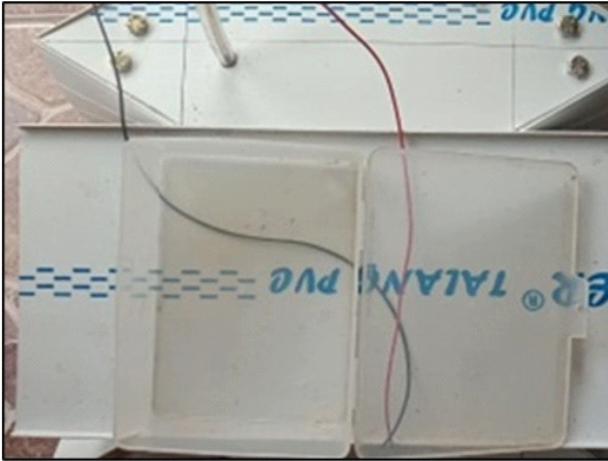
- c. Baterai
Menggunakan Baterai *Ni-Cd RC*, dengan kapasitas 2000 mAh, dan tegangan 7.2 V

Rangkaian listrik pada kapal tersebar sepanjang bagian kapal dan berpusat pada receiver yang di tempatkan pada bagian atas penghubung lambung kapal. Langkah pemasangan rangkaian elektronika pada Skoupidia Carrier.

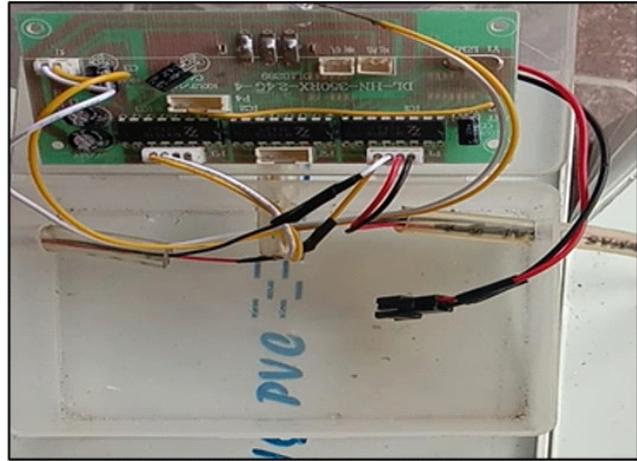
- Langkah 1: Mempersiapkan kabel yang telah dilapisi dengan selang transparan, yang dipasang pada lambung kapal.
- Langkah 2: Kotak plastik sebagai wadah rangkaian *receiver* diletakan di atas penghubung lambung kapal dan kemudian dipasang dengan receiver yang di hubungkan dengan rangkaian yang terhubung dengan motor *DC*.
- Langkah 3: Pemasangan Motor *DC* pada dop pipa dan di pasang dengan propeller sebagai penggerak kapal kemudian di hubungkan dengan rangkaian receiver pada badan kapal.

Langkah 4: Motor DC 14 RPM dipasangkan pada dop pipa dan dipasangkan dengan kabel yang terhubung dengan receiver, kemudian

dipasangkan dengan pintu keluar masuk sampah menggunakan *mini bor drill chuck*.



Gambar 13. Wadah Rangkaian.
Figure 13. Circuit Container.



Gambar 14. Rangkaian Receiver.
Figure 14. Receiver circuit.

Finishing

Setelah memasang rangkaian pada badan kapal maka dilakukan *finishing* pada beberapa bagian, yaitu menutup bagian lambung kapal, memasang pintu sampah, melakukan pemasangan tahanan jaring dibagian belakang kapal dan melakukan pengecatan. Proses finishing pembuatan kapal dilakukan setelah pekerjaan pemasangan seluruh lambung kapal, lantai kapal (deck) dan geladak telah selesai (Wuaten et al., 2021).

Finishing dilakukan dengan melihat bagian yang penting seperti :

- a. Lambung Kapal
Finishing berupa penutupan lambung kapal yang masih dalam keadaan terbuka sehingga kedap air dan dapat mengapung.
- b. Pintu Sampah
Terbuat dari kawat parabola alumunium, dan dihubungkan dengan motor DC menggunakan *Shaft Coupler* bergerak dengan satu poros berfungsi menahan sampah keluar saat kapals sedang berhenti
- c. Tahanan Jaring
Berfungsi untuk menjaga bentuk jaring membentuk ruang agar tidak mempersulit masuknya sampah kedalam jaring.



Gambar 15. Bentuk Rakitan Kapal.
Figure 15. Assembled Boat.



Gambar 16. Jaring penangkap sampah.
Figure 16. Garbage catcher net.

Uji Coba Kapal

Pengujian awal kapal dilakukan pada kolam. Pengujian tahap awal berkisar pada pengujian beberapa aspek diantaranya, kestabilan, daya jangkau kapal, dan kendala yang dihadapi pada saat pengoperasian kapal dilapangan.

Keseimbangan kapal di bagi menjadi dua sumbu yaitu sumbu X dan sumbu Y. Sumbu X ditarik secara menyamping dari lambung kapal satu ke lambung kapal yang lain dan sumbu Y di tarik memanjang dari bagian paling belakang kapal hingga ke bagian paling depan kapal. Keseimbangan kapal pada sumbu X kapal sangat seimbang dan tidak berat sebelah sehingga tidak mengganggu pergerakan dan kestabilan kapal. Keseimbangan kapal pada sumbu Y kapal cenderung berat di bagian belakang di karenakan banyak bagian mesin yang terpasang di belakang kapal, namun saat kapal dalam keadaan belum menampung sampah tidak berpengaruh besar. Dalam menanggapi masalah pada saat telah menampung sampah disiasati dengan penambahan pelampung pada bagian jaring, sehingga membantu kapal menjadi lebih seimbang pada saat ada beban sampah ada pada jaring.



Gambar 17. Uji coba kapal.
Figure 17. Boat trials.

Hambatan pada saat pengoperasian di lapangan biasanya pada bentuk sampah dan kondisi medan yang sangat bervariasi sehingga bisa kapan saja dapat mengganggu pergerakan kapal ataupun propeller kapal. Propeller sangat mudah terhambat terutama apabila terdapat sampah yang berbentuk tali ataupun dalam bentuk serabut lainnya dan dalam beberapa kondisi dapat menghentikan kapal (Wismadi, 2022). Hambatan lain yang dapat mengganggu kapal diantaranya kondisi sampah yang berupa tali yang juga dapat mengikat, menggajjal kapal dan menghentikan kapal.

KESIMPULAN

Prototype kapal pengangkut sampah di perairan berbasis radio control dalam pengoperasiannya sangat

Daya jangkau transmitter pada kapal maksimal berkisar pada ± 50 meter. Jika di tinjau dari kemampuan receiver dan transmitter, namun dikarenakan uji coba masih pada medan berupa kolam belum dapat dipastikan kemampuan maksimal dari jangkauan kapal, selain itu daya jangkau kapal juga dapat berkurang ataupun terganggu apabila ada perangkat lain dengan frekuensi yang sama yaitu 2.4 GHZ yang berada di dekat dengan kapal sehingga mengganggu frekuensi dari kapal tersebut (Pratama, 2015).

Dalam uji coba dilakukan pembatasan yaitu jenis sampah yang diangkut dimana kuantitas dan ukurannya terbatas, kuantitas masih belum bisa maksimal dan hanya menampung sampah dalam jumlah yang sangat sedikit seperti beberapa botol plastik ataupun sampah terampung skala kecil lainnya yang beratnya kurang dari 1 kg. Ukuran sampah yang terangkut masih terbatas, sampah yang terangkut tidak bisa melebihi lebar katup sampah yang kurang dari 15 cm. Ukuran saat ini masih dalam pengembangan awal maka ukuran tersebut memang di rancang untuk mengangkut botol plastik ataupun sampah sampah terampung skala kecil lainnya.



Gambar 18. Sampel Sampah.
Figure 18. Waste Samples.

seederhana, mudah dioperasikan dan tidak memerlukan energi yang besar serta resiko yang kecil bagi manusia. Dengan adanya kapal ini dapat membantu dalam penanganan sampah yang ada diperaian sehingga permasalahan polusi akibat sampah di perairan dapat teratasi.

Disarankan agar dilakukan beberapa kali uji coba kapal sehingga dapat diketahui kekurangan atau hambatan dalam pengoperasian kapal. Dengan mengetahui kekurangan dan hambatan dapat dilakukan koreksi terhadap rancangan kapal sehingga pembuatan kapal lebih sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Abimanyu, K., & Rohman, S. (2019). Garbage Carrier Robo-boat Based On Image Processing. *Telekontran/ : Jurnal Ilmiah Telekomunikasi, Kendali Dan Elektronika Terapan*, 7(1), 25–41. <https://doi.org/10.34010/telekontran.v7i1.1636>
- Basir, I. A., Pratiwi, T. W., Saputra, S. Ni., Kamesworo, W., & Ardiansyah. (2014). "the Ganers" Kapal Pembersih Sampah Dengan Sistem Lambung Tiga Sebagai Solusi Pembersih Sampah Di Teluk Jakarta. *Jur. Teknik Kelautan, Fak. Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, 1–5.
- Chotimah, H. C., Iswardhana, M. R., & Rizky, L. (2021). Model Collaborative Governance dalam Pengelolaan Sampah Plastik Laut Guna Mewujudkan Ketahanan Maritim di Indonesia. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 27(3), 348–376. <https://doi.org/10.22146/jkn.69661>
- Hamdani. (2021). *Rancang Bangun Mini Underwater Robot*. Departemen Teknik Mesin Fakultas Teknik - Universitas Hasanuddin.
- Huda.M.D.A., Imron, M., & Novita, Y. (2022). Karakteristik Working Area Di Atas Kapal Mini Purse Seine Di Pelabuhan Perikanan Pantai Larangan Kabupaten Tegal. *Barakuda*, 4(1), 1–11.
- Manik, P., Trimulyono, A., & Wibowo, A. (2012). Studi Perancangan Kapal Katamaran Multifungsi Di kawasan Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Kapal*, 9(1), 1–11.
- Pramoko, A. G., & Kurniawati, H. A. (2013). Studi Perancangan Trash-Skimmer Boat di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Teknik POMITS*, Vol. 2(No. 1), 11–16.
- Pratama, B. Y. (2015). Penggunaan Alat dan Perangkat Telekomunikasi dalam Sistem Navigasi dan Komunikasi Aktivitas Perikanan di Pelabuhan Perikanan Bitung. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 12(4), 279. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2014.120404>
- Rizqi Khoeruzzaman. (2021). Membuat Rancang Bangun Sistem Kendali Perahu Evakuasi Portabel Dan Nirkabel Menggunakan Modul Remote Control Rf 4 Channel. In *Politeknik Harapan Bersama Tegal* (Vol. 14, Issue 1).
- Sutiyo. (2014). *Studi Pengaruh Interferensi Terhadap Hambatan Pada Kapal Katamaran Simetri Melalui CFD (Computational Fluid Dynamic)*. Jurusan Teknik Perkapalan Fakultas, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Widiyanto, A., & Nuryanto. (2016). Rancang Bangun Mobil Remote Control Android dengan Arduino. *Citec Journal*, 3(1), 50. <https://doi.org/10.24076/citec.2015v3i1.65>
- Wismadi, A. (2022). Optimalisasi meningkatkan performa mesin induk di mv. Wcd al Tamiya. *Makalah Sekolah Tinggi Ilmu Pelayaran*, 1–23.
- Wisnu Arianto, & Manfaat, D. (2016). Desain Kapal Wisata Katamaran Untuk Kepulauan Karimunjawa. *Jurnal Teknik Pomits*, 2.
- Wuaten, J. F., Bawias, I., & Kawowode, R. (2021). Proses Finishing Pembuatan Kapal Pajeko (Mini Purse Seiner) Di Kampung Para I Kecamatan Tatoareng. *Jurnal Ilmiah Tindalung*, 7(2), 22–28. <https://doi.org/10.54484/jit.v7i2.396>
- Wulandari, A. I. i, Setiawan, W., Hidayat, T., & Fauzi, A. (2020). Desain Skimmer Boat (Kapal Pengambil Sampah) Daerah Perairan Sungai Dikalimantan Timur. *Wave: Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim*, 14(1), 9–18. <https://doi.org/10.29122/jurnalwave.v14i1.4087>