

# Rancang Bangun Kapal Prototype Catamaran Untuk Kontes Internasional Roboat Competition 2023 (MRT PURVI EVO)

Nur Syahiran<sup>\*1</sup>, Ir. Hendra Saputra, S.T.,M.Eng<sup>\*</sup>, Ir. Fedia Restu, S.T., M.Sc<sup>\*</sup>

<sup>\*</sup> Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam29461, Indonesia

<sup>1</sup>E-mail: [nursyahiran02@gmail.com](mailto:nursyahiran02@gmail.com)

## Abstrak

Kontes/perlombaan *Internasional Roboat Competition* merupakan program pelajar internasional yang di bentuk dengan tujuan menghasilkan, mengolah, dan meningkatkan komunitas inovator yang mampu memberikan kontribusi substansif terhadap kendaraan permukaan air otonom (ASV). Maka penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk melihat performa dari kapal yang dirancang mampu untuk menjalani tugas-tugas yang diberikan, untuk memudahkan dalam menjalani tugas nya maka dipilihlah *design* kapal katamaran dengan fitur *modullar* agar *prototype* kapal dapat dibongkar pasang dengan mudah dan juga tingkat mobilitas ketika dibawa juga sangat baik. Untuk Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode deskriptif. Untuk *design* kapal MRT PURVI EVO menggunakan *type* kapal tipe katamaran, dengan ukuran LOA (*Length Over All*) 114 cm/3,7 ft. Lebar (*Beam*) 61 cm/2 ft, dan tinggi (*Height*) 50cm/1.6 ft, kapal ini dirancang mampu membawa beban keseluruhan sebesar 20 Kg. Hasil analisis desain menggunakan *software maxsurf resistance* dengan metode *silinder body efficiency* 60 % maka didapat *requirement power* yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan 1.6-1.8 m/s membutuhkan power sekitar 590 W, maka dipilih menggunakan thruster dua buah untuk mencapai requirement tersebut. Setelah di uji sebanyak 5 kali dengan kekuatan 100% . dapat disimpulkan bahwa kapal yang dibuat mampu mencapai kecepatan yang dirancang, bahkan mampu melebihi dari kecepatan yang direncanakan. Serta pada pengujian fitur mekanik pada kapal, semua fitur dapat dijalankan dengan baik seperti pada fitur penembak air pada kapal setelah di uji mampu menembakan air sejauh 1.5 m menuju target sasaran, dan juga pada pelontar bola pada kapal dapat melontarkan bola sejauh 1.2 m menuju target sasaran.

**Kata kunci: Design, Autonomous, Roboat**

## Abstract

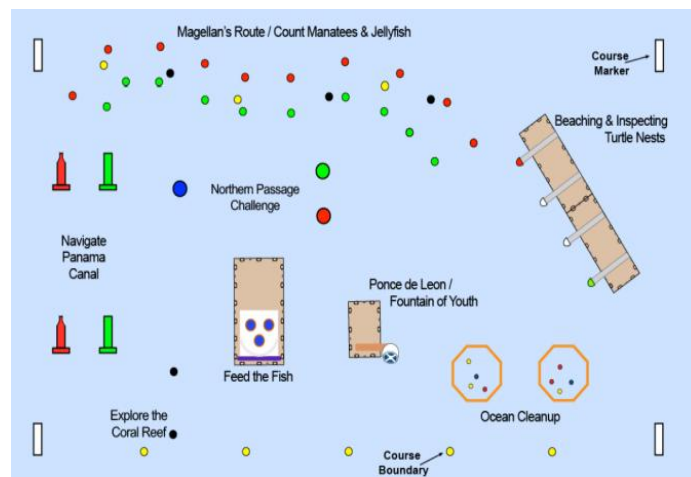
The International Roboat Competition contest/race is an international student program to produce, cultivate, and improve a community of innovators who can make substantial contributions to autonomous surface water vehicles (ASV). So this research was made to see the performance of a ship that was designed to be able to carry out the tasks given. To make it easier to carry out its tasks, a catamaran ship design with medullar features was chosen so that the prototype ship could be disassembled easily and also had a level of mobility when carried. also very good. The method that will be used in this research is the descriptive method. For the design of the MRT PURVI EVO ship, a catamaran type ship is used, with an LOA (Length Over All) size of 114 cm/3.7 ft. Width (Beam) 61 cm/2 ft, and height (Height) 50cm/1.6 ft, this ship is designed to be able to carry a total load of 20 Kg. The results of the design analysis using Maxsurf resistance software with the cylindrical body method with a 60% efficiency showed that the power requirements needed to reach a speed of 1.6-1.8 m/s required around 590 W of power, so it was chosen to use two thrusters to achieve these requirements. After being tested 5 times with 100% strength. it can be concluded that the ship created is capable of reaching the designed speed, even able to exceed the planned speed. As well as in testing the mechanical features on the ship, all features can be executed well the air shooting feature on the ship after being tested can shoot air as far as 1.5 m toward the target, and also the ball launcher on the ship can throw the ball as far as 1.2 m towards the target.

**Keywords : Design, Autonomous, Roboat**

## 1 Pendahuluan

Kontes/perlombaan Internasional Roboboat *Competition* merupakan program pelajar internasional yang di bentuk dengan tujuan menghasilkan, mengolah, dan meningkatkan komunitas inovator yang mampu memberikan kontribusi substansif terhadap kendaraan permukaan air otonom (ASV). Visi tersebut dicapai dengan menyediakan tempat dan mekanisme, dimana para praktisi robotika dan otonomi maritim berkumpul di RoboBoat untuk berbagi pengetahuan, berinovasi, dan secara kolaboratif memajukan teknologi sistem ASV [1]. setiap tim berlomba membuat sebuah kapal dengan sistem *autonomous* dimana sistem *autonomous* sendiri merupakan sebuah sistem yang mampu bergerak secara otomatis tanpa perlu dikendalikan oleh manusia, yang bertempat di Florida, Amerika Serikat, yang diadakan setiap tahunnya. Dimana setiap tim dari masing masing negara membuat sebuah *prototype* kapal dengan menggunakan sistem *autonomous* untuk dapat menyelesaikan tugas tugas yang diberikan oleh panitia, dan juga setiap tim yang berkontribusi juga harus membuat *Technical Design Report* (TDR). Maka dari itu, Politeknik Negeri Batam membentuk Bareleng *Marine Robotic Team* untuk ikut berpartisipasi dalam ajang internasional tersebut yang terdiri dari berbagai mahasiswa dari berbagai jurusan yang ada untuk memaksimalkan proses pembelajaran.

Melihat dari itu, maka penelitian ini dibuat dengan tujuan untuk melihat performa dari kapal yang dirancang mampu untuk menjalani tugas-tugas yang diberikan, untuk memudahkan dalam menjalani tugas nya maka dipilihlah *design* kapal katamaran dengan fitur *medullar* agar *prototype* kapal dapat dibongkar pasang dengan mudah dan juga tingkat mobilitas ketika dibawa juga sangat baik. *Prototype* kapal katamaran dengan sistem *structure* modular Kelebihan mendasar dari kapal jenis ini dibandingkan kapal berbadan tunggal (*monohull*) adalah letak akomodasi yang lebih luas, adanya peningkatan stabilitas kearah melintang dan sejumlah kasus dapat mengurangi kapasitas tenaga penggerak kapal untuk mencapai kecepatan dinas tertentu. Proses perancangan sebuah kapal mencakup berbagai aspek baik teknis, ekonomis dan eksploitasi. Kekuatan struktur konstruksi merupakan salah satu aspek teknis yang turut mempengaruhi tingkat keamanan kapal di saat bereksplorasi baik di kondisi laut yang tenang maupun bergelombang. Struktur konstruksi kapal akan mengalami berbagai beban antara lain beban internal yang disebabkan oleh pembebanan yang ada di kapal dan beban external seperti gelombang laut serta posisi kapal terhadap gelombang itu sendiri dan juga angin. penelitian ini di buat dengan menggunakan metode deskriptif, agar dapat menjelaskan hasil dari penelitian yang dibuat dengan sangat baik bagi yang membaca penelitian ini.

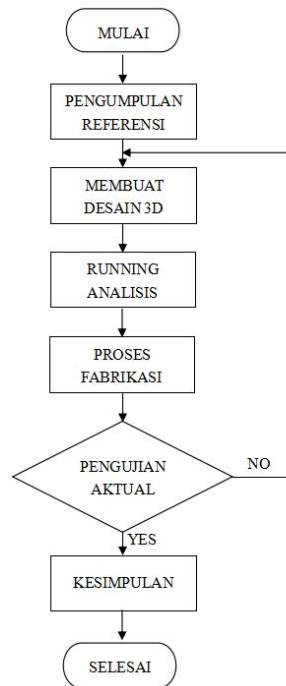


Gambar 1: Desain area tugas Roboboat 2023

Pada Gambar 1, merupakan gambar dari semua tugas yang harus diselesaikan oleh setiap tim yang ada, pada perlombaan ini terdapat 7 tugas yang harus diselesaikan, tugas pertama yaitu *navigate panama canal* kapal diminta untuk masuk dan keluar dari *bouy* merah dan hijau, *magellan's route* kapal diminta untuk mengikuti *track* bola merah dan hijau serta menghindari bola kuning dan hitam, *Beaching & Inspecting Turtle Nests* kapal diminta untuk merapat ke salah satu dari 3 tempat yang ada, *Northern Passage Challenge* kapal diminta untuk melewati bola merah dan hijau kemudian melakukan *manuver* mengitari bola biru kemudian kembali lagi keluar melewati bola merah dan hijau, *Ocean Cleanup* kapal diminta untuk membersihkan area dari bola kecil yang kemudian bola tersebut bisa digunakan untuk tugas berikutnya, *Feed the Fish* pada tugas ini kapal diminta untuk memasukan bola ke dalam lubang yang ada, *Ponce de Leon / Fountain of Youth* ini merupakan tugas terakhir dari kapal yaitu kapal mampu untuk menembakan air ke dalam tabung sampai melewati batas yang ditentukan [2].

## 2 Metodologi Penelitian

Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah dengan menggunakan metode deskriptif, dimana metode ini bertujuan untuk mengetahui sistem kerja, spesifikasi dari kapal katamaran dan juga hasil akhir dari penelitian apakah sudah sesuai dengan yang diharapkan atau tidak. Langkah awal yang perlu dilakukan adalah dengan melakukan studi literatur yang bertujuan untuk mengumpulkan data pembandingan dari kapal yang akan di buat. Selanjutnya adalah tahap pengembangan desain seperti design *hull* kapal katamaran, sistem pelontar bola, dan juga penembak air, yang merupakan tugas dari kapal yang dirancang, langkah selanjutnya adalah tahap fabrikasi yang sesuai dengan design yang sudah dibuat sebelumnya, dan untuk langkah terakhir dari penelitian kali ini adalah tahap uji coba kapal untuk memastikan bahwa semua sistem sudah sesuai dengan yang diharapkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 2 merupakan gambar *flowchart* pada penelitian ini. Proses pengujian yang dilakukan memakan waktu satu bulan yakni di bulan Februari 2023 bertempat di danau Taman Wisata Alam, Muka Kuning, Kota Batam.



Gambar 2: Gambar skema *flowchart*

### 2.1 Pengumpulan Referensi

Tahap pertama yang dilakukan adalah mengumpulkan referensi dari hasil desain yang di buat oleh tim yang sudah pernah mengikuti perlombaan, referensi bisa berupa laporan desain dari tim lain dan juga beberapa jurnal penelitian.

### 2.2 Membuat Desain 3D

Setelah mendapat referensi yang cukup maka dilanjutkan dengan tahap membuat desain dengan langkah awal membuat desain dengan *maxsurf modeller* untuk membuat desain bentuk lambung yang akan di fabrikasi, kemudian masuk ke tahap desain 3D dari kapal dengan menggunakan *software autocad* untuk memudahkan melihat visual kapal yang akan di buat.

### 2.3 Running Analysis

Tahap selanjutnya adalah melakukan *running* analisis dengan menggunakan *software maxsurf resistance* untuk melihat kebutuhan dari power kapal untuk mencapai kecepatan yang direncanakan.

### 2.4 Proses fabrikasi

Tahap ini merupakan proses pembuatan prototype kapal yang di rancang dengan menggunakan mterial kau dan resin agar lebih kuat.

### 2.5 Pengujian Aktual

Untuk pengujian aktual propulsi kapal dilakukan dengan cara menjalankan kapal dengan kecepatan maksimum dan akan didapat hasil kecepatan yang dihasilkan oleh pengetesan tesebut dan apabila kecepatan yang didapat melebihi dari kecepatan yang direncanakan maka pengujian propulsi kapal dapat dikatakan berhasil, dan jika ketika dilakukan pengujian kecepatan kapal tidak mampu melebihi dari hasil analisis maka akan dilakukan proses tahap desain ulang,

serta untuk pengujian mekanisme kapal seperti penembak air dan pelontar bola hanya dilakukan pengetesan sistem mekanik dan elektrik untuk memastikan komponen dapat berjalan dengan sempurna.

## 2.6 Kesimpulan

Setelah melakukan proses pengujian maka akan didapat hasil kesimpulan dari pengujian yang akan di tuliskan ke dalam bentuk laporan desain untuk kegunaan kontes Internasional RoboBoat *Competition*.

Untuk penggunaan motor pendorong tim memilih motor pendorong dari pabrikan BlueRobotics, dengan spesifikasi motor penggerak seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1**  
Spesifikasi motor penggerak kapal katamaran

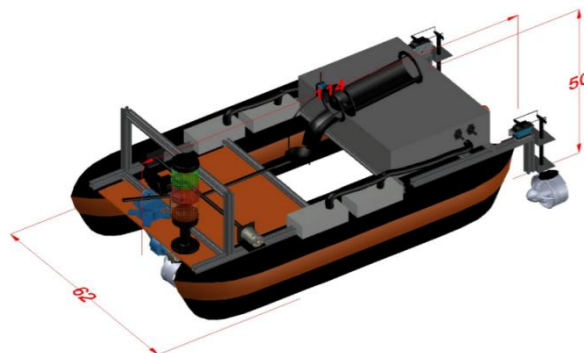
Manufacture	BlueRobotics
Merek	T200
No Model	BR-100545
Operating Voltage	7-20 Volts
Full Throttle FWD/REV Thrust @ Nominal (14 V)	4.53 / 3,52 Kg f
Full Throttle Current (Power) @ Nominal (14 V)	2*20,3 A (2*281 Watts)
length	113 mm
diameter	100 mm
Weight in Air	344 g
Weight in Water	156 g
Propeller Diameter	76 mm

Pada Tabel 1 diatas merupakan tabel dari spesifikasi motor penggerak yang akan di pasang pada kapal katamaran, yang akan dipasang sebanyak 2 buah di posisi kanan dan kiri kapal, dan 1 buah berfungsi sebagai tambahan *manuver* kapal pada bagian depan sebagai *bow thruster*.

## 3 Analisa dan Pembahasan

### 3.1. Design Lambung dan Sistem Propulsi

Untuk design kapal MRT PURVI EVO menggunakan *type* kapal yang sama dengan *design* kapal untuk RoboBoat 2022 yaitu kapal tipe katamaran, dengan ukuran LOA (*Length Over All*) 114 cm/3,7 ft. Lebar (*Beam*) 62 cm/2 ft, dan tinggi (*Height*) 50cm/1.6 ft, kapal ini dirancang mampu membawa beban keseluruhan sebesar 20 Kg, Untuk tahap proses desain Bareleng MRT menggunakan beberapa *software* diantaranya *maxsurf* untuk *design* lambung dan analisis lambung, dan *autocad* untuk membuat 3D model dari kapal katamaran yang direncanakan. Tujuan MRT Bareleng memilih lambung jenis katamaran adalah untuk mendapatkan hasil hambatan yang lebih kecil dan luas ruang muatan yang lebih besar, mengingat tugas yang dilakukan kapal memerlukan ruang yang besar. Perbedaan MRT PURVI dan MRT PURVI EVO adalah MRT PURVI EVO menggunakan sistem rangka yang menyatukan kedua lambung kapal dan memudahkan dalam perakitan sistem kapal. Untuk material yang gunakan pada sistem rangka adalah aluminium profile 2020, tujuan tim dalam memilih material tersebut adalah agar dapat disesuaikan dengan kebutuhan tim itu sendiri [3]. Untuk sistem penggeraknya menggunakan 3 buah motor pendorong, 2 buah motor pendorong menggunakan sistem *azimuth* dan 1 buah motor pendorong sebagai pendorong haluan yang digunakan untuk mendapatkan gerak kapal guna memudahkan kapal dalam menyelesaikan tugas di RoboBoat 2023.



Gambar 3: Model 3D kapal katamaran RoboBoat 2023

Gambar 3 merupakan gambar desain kapal MRT Purvi Evo yang akan digunakan dalam menyelesaikan seluruh tugas yang diberikan kepada kapal MRT Purvi Evo. Setelah melakukan perancangan dilanjutkan ke proses fabrikasi kapal MRT Purvi Evo. Proses fabrikasi MRT PURVI EVO menggunakan kayu balsa untuk model kapalnya kemudian dilapisi resin dan fiberglass untuk mencegah kebocoran dan membuatnya lebih kuat. Sistem penggerak MRT PURVI EVO menggunakan baling-baling azimuth sehingga MRT PURVI EVO mencapai kemampuan manuver yang lebih baik pada kecepatan rendah dibandingkan dengan sistem kemudi konvensional. Serta kapal ini memiliki kemampuan untuk melontarkan bola dengan menggunakan mekanisme motor DC yang terdapat di tengah kapal, dan memiliki kemampuan untuk menembak air pada kapal terdapat pompa air yang terdapat di depan kapal.

### 3.2. Fabrication Proses

Setelah selesai melakukan proses desain, kemudian dilanjutkan dengan proses fabrikasi kapal MRT Purvi Evo, untuk proses fabrikasi menggunakan kayu triplek dengan ukuran 3 mm yang digunakan sebagai *frame* atau gading pada prototype kapal tersebut, kayu balsa dengan ukuran 1 mm digunakan sebagai kulit dari kapal, setelah selesai maka dilanjutkan dengan proses resin lambung kapal dengan serat *fiberglass* dan resin, kemudian dilanjutkan dengan proses penghalusan lambung kapal dengan denpul dan juga kertas amplas, terakhir adalah proses pengecatan lambung kapal. Untuk menggabungkan ke dua lambung tersebut dengan menggunakan aluminium *profile* 2020 dan untuk *part* dari penembak bola dan air sebagian di buat dengan bahan plastik dari mesin 3D *print*, agar hasil yang didapat sesuai dengan yang sudah di desain.

### 3.3. Propulsion System Test



Gambar 4: kapal katamaran setelah proses fabrikasi

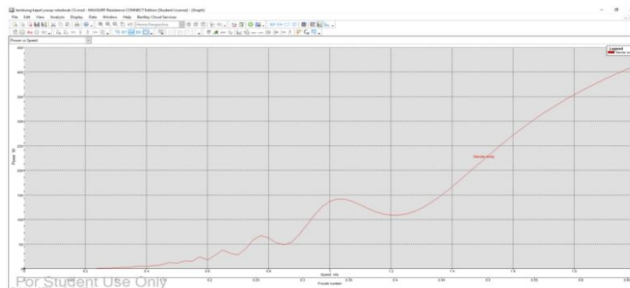
Pada Gambar 4 merupakan gambar dari kapal katamaran yang sudah di fabrikasi dan akan dilakukan proses testing di danau. Pada proses testing ada beberapa tes yang dilakukan seperti pengujian kecepatan sebanyak 5 kali, pengujian sistem, dan pengujian pelontar bola dan penembak air. Pengujian lambung dan propulsi dilakukan dengan menggabungkan simulasi perangkat lunak. Simulasi dilakukan dengan *Maxsurf Software* [3].

Tabel 2

Tabel hasil analisa dengan menggunakan *software maxsurf resistance*

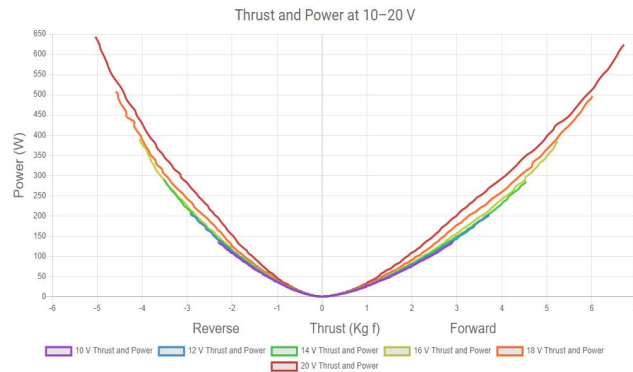
No	Speed (m/s)	Froude No. LWL	Froude No. Vol	Resist. (N)	Power (W)
1	1.0	0.329	0.606	137.03	228.39
2	1.2	0.395	0.727	90.5	181
3	1.4	0.461	0.848	118.96	277.57
4	1.6	0.527	0.969	169.82	452.86
5	1.8	0.593	1.09	196.72	590.15

Tabel 2 merupakan tabel hasil perhitungan analisa yang dilakukan tim menggunakan *software maxsurf resistance* menggunakan metode *silinder body* dengan pertimbangan kecepatan kapal yang rendah serta bentuk dari desain lambung yang tidak terlalu *strimelines* dan juga hasil dari proses fabrikasi yang tidak cukup halus maka untuk efisiensi dipilih 60% dan kecepatan 1.8 m/s. pada hasil dari simulasi tersebut didapat kebutuhan power 590 w untuk mencapai kecepatan 1.8 m/s.



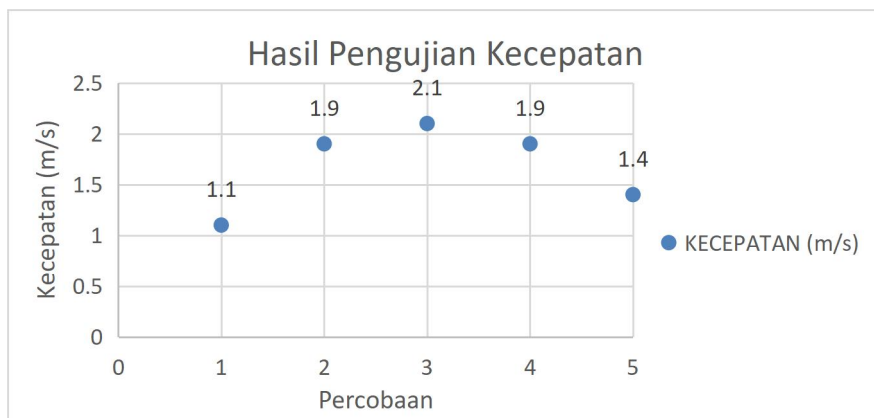
Gambar 5: grafik hasil analisa power

Gambar 5 merupakan grafik analisis penguatan daya untuk mencapai kecepatan yang ditentukan yaitu 1.8 m/s. Dapat disimpulkan bahwa MRT PURVI EVO memerlukan daya sebesar 590 W untuk mencapai kecepatan 1.8 m/s atau 228.39 W untuk mencapai kecepatan 1m/s. Untuk memenuhi kebutuhan daya MRT PURVI EVO, tim MRT Barelang memilih pendorong T200 dari BlueRobotics, dan tim memilih pendorong T200 sebanyak 2 buah .



Gambar 6: grafik power trushter bluerobotic T200

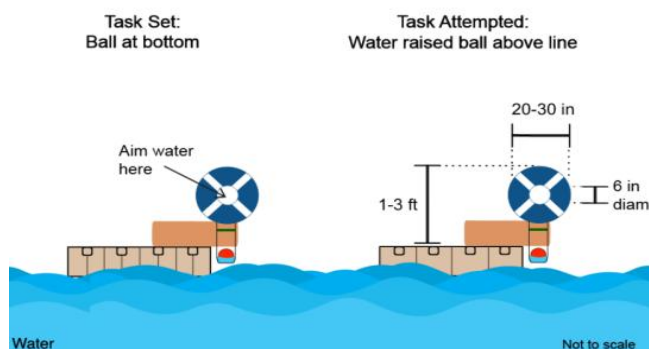
Pada gambar 6 merupakan grafik perbandingan antara gaya dorong dan power terhadap tegangan baterai (10-20v), dengan menggunakan power baterai sebesar 14v dapat disimpulkan bahwa 1 pendorong mampu menghasilkan 281 W, sehingga MRT Purvi Evo dapat dirancang menggunakan 2 pendorong untuk memenuhi hasil hambatan tersebut. Dengan menggunakan 2 pendorong pada bagian belakang kapal maka daya yang dapat dihasilkan sebesar 562 W, jika mengacu pada hasil analisa power dengan *software maxsurf* maka kecepatan kapal yang dihasilkan berkisar di antara 1,6-1,8 m/s [4].



Gambar 7: grafik hasil pengujian kecepatan

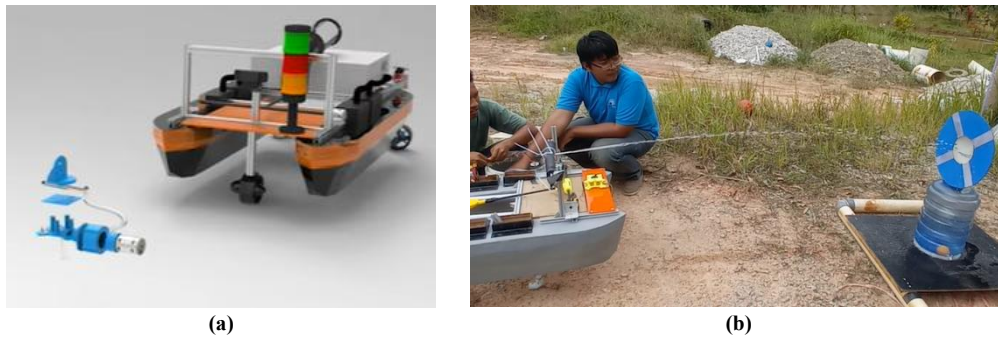
Pada grafik pengujian di Gambar 7 merupakan grafik kecepatan aktual dari kapal yang sudah di fabrikasi. Pada grafik tersebut terdapat lima kali pengujian kecepatan dengan rata rata waktu pengujian selama 1 menit dengan interval per pengujian dilakukan selama 15 menit, dan diambil nilai tertinggi dari setiap pengujian dengan beban normal, yang jika di rata rata maka didapat nilai kecepatan rata rata adalah 1.66 m/s, dan juga terdapat 3 test yang memiliki nilai kecepatan yang lebih besar dari hasil analisis.

### 3.4. Fitur Design dan Pengujian Fitur



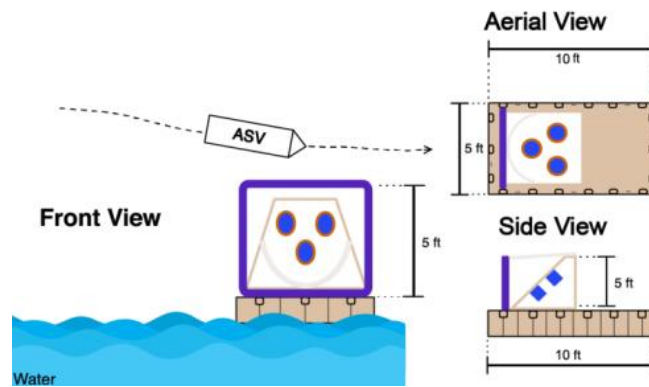
Gambar 8: desain tugas penembak air

Pada gambar 8 merupakan gambar dari skema tugas penembak air. Pada tugas ini setiap tim diminta untuk mengisi tabung kosong dengan melewati lubang yang berdiameter 6 in, dan tugas dikatakan selesai ketika air di dalam tabung melewati garis yang terdapat pada tabung [5].



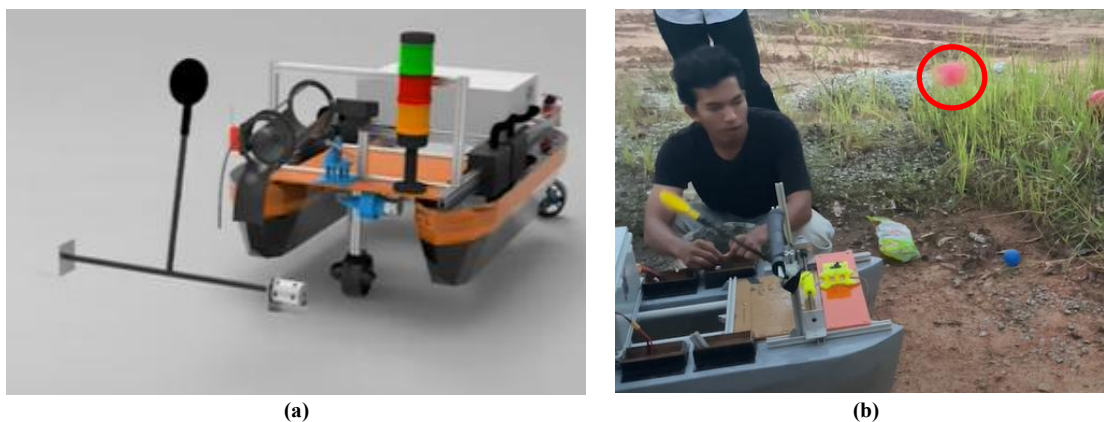
Gambar 9: (a) gambar desain penembak air, (b) gambar pengujian penembak air

Pada Gambar 9 (a) merupakan gambar *design* dari penembak air yang dimiliki oleh kapal MRT PURVI EVO pada kapal ini memiliki pompa dari motor DC yang akan mengalirkan air menuju selang yang terdapat di atas depan kapal dengan tujuan untuk mengisi air kedalam target, fitur ini merupakan tugas dari kontes Roboboat 2023. Pada Gambar (b) merupakan gambar hasil pengujian dari pompa kapal, dari hasil pengujian didapat bahwa pompa mampu menembakan air sejauh 1.8 m, dan juga mampu mengarahkan arah air sesuai dengan target atau objek yang dituju [5].



Gambar 10: Desain tugas pelontar bola

Pada gambar 10 merupakan skema dari tantangan yang diberikan oleh pihak Robonation untuk tugas pelontar bola, pada gambar dijelaskan dimensi dari area tugas dengan panjang 10 ft, lebar 5 ft, tinggi 5 ft, dan terdapat 3 lubang untuk tempat bola mendarat, dengan terdapat *frame* biru berada di depan. Pada tugas kali ini setiap tim diminta untuk melontarkan bola dan melewati dari *frame* biru dan bola harus masuk ke dalam lubang yang ada [6].



Gambar 11: (a) gambar desain pelontar bola, (b) gambar pengujian pelontar bola

Pada Gambar11 (a) merupakan gambar desain dari pelontar bola yang ada di kapal, pada *design* tersebut memiliki konsep yang sangat sederhana dimana bola akan masuk ke dalam wadah yang kemudian akan dilontarkan dengan motor DC, dan pada Gambar 10 (b) merupakan gambar hasil pengujian pelontar bola yang sudah di pasang pada

kapal, pada kapal juga terdapat stoper agar pelontar dapat berhenti sesuai dengan sudut yang sudah diatur. Pada pengujian tersebut dengan sudut pelontar 60 mampu melontarkan bola sejauh 1.3 m [6].

#### 4 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian diatas maka dapat disimpulkan bahwa dari tahap desain yang sudah dilakukan dapat memenuhi semua tugas yang diberikan dan juga sesuai dengan *requirement* yang di berikan serta pada tahap fabrikasi sudah dibangun sesuai dengan desain yang sudah ada. Untuk hasil analisis desain menggunakan *software maxsurf resistance* dengan metode *silinder body efficiency* 60 % maka didapat *requirement power* yang dibutuhkan untuk mencapai kecepatan 1.6-1.8 m/s membutuhkan power sekitar 590 W, maka dipilih menggunakan *thruster* dua buah untuk mencapai *requirement* tersebut. Setelah di uji sebanyak 5 kali dengan kekuatan 100% , dari ke lima *test* tersebut dapat diambil data rata rata kecepatan kapal MRT PURVI EVO mencapai kecepatan 1.66 m/s, dan terdapat 3 kali percobaan yang dimana kecepatan kapal melebihi dari hasil analisis *maxsurf resistance* dapat disimpulkan bahwa kapal yang dibuat mampu mencapai kecepatan yang dirancang, bahkan mampu melebihi dari kecepatan yang direncanakan.

Serta pada pengujian fitur mekanik pada kapal, semua fitur dapat dijalankan dengan baik seperti pada fitur penembak air pada kapal setelah di uji mampu menembakan air sejauh 1.5 m menuju target sasaran, dan juga pada pelontar bola pada kapal dapat melontarkan bola sejauh 1.2 m menuju target sasaran, dan pada kedua pengujian fitur tersebut sudah sejalan dengan yang didesain sebelumnya.

#### 5 Daftar Pustaka

- [1] Handbook Roboat, Team Handbook Version 1, Roboat, 2023.
- [2] Handbook Roboat, Team Handbook Version 4, Roboat, 2023.
- [3] Saputra, H., Satria Wijaya, R., Abdurrahman, N., Syahiran, N., Yusup Parningotan Harahap, M., Putra Simanjuntak, D., Tri Kusuma Putri, D., Aldhani, F. M., Raihan Wildan Zharif, M., Munandar, R., Rahmadani Harahap, N., Andriani, P., & Afri Yanti, J. (n.d.). Barelang MRT: MRT PURVI EVO.
- [4] Salim Kamil, Md, Mohamad Amir Azfar Roslan, and Muhammad Fauzan Misran. "Comparative Study of Ship Wave Resistance by Various Methods of Solution." *Advanced Maritime Technologies and Applications: Papers from the ICMAT 2021*. Springer International Publishing, 2022.
- [5] Putra, I. N., Susanto, A. D., & Lestianto, H. (2017). *Type of Ship Trim Analysis on Fuel Consumption with a Certain Load and Draft*. In *International Journal of Applied Engineering Research* (Vol. 12).
- [6] Ródenas-Vigil, José Luis, et al. "Historical and Technological Study and Scale Reconstruction of Trebuchet." 10th Manufacturing Engineering Society International Conference (MESIC 2023), Trans Tech Publications Ltd, 2 Oct. 2023. Crossref.