

Pengaruh Sudut Penempatan T200 Thruster terhadap Manuverabilitas dan Kecepatan Optimal Kapal MRT Purvi untuk Kebutuhan Kompetisi Roboboat 2022

M. Rafi Syafiq Aslam^{*1}, Nurman Pamungkas^{*}, dan Nugroho Pratomo Ariyanto^{*}

^{*} Politeknik Negeri Batam

Program Studi Teknologi Rekayasa Konstruksi Perkapalan

Jl. Ahmad Yani, Batam Centre, Batam 29461, Indonesia

¹E-mail: mrafisyafiqaslam@gmail.com

Abstrak

Roboboat adalah kompetisi internasional *Autonomous Surface Vehicles (ASV)* yang diadakan setiap tahun oleh *IEEE Robotics and Automation Society* untuk mendorong inovasi teknologi otonom. Penempatan T200 thruster pada Kapal MRT Purvi dari Barelang *Marine Robotic Team* Politeknik Negeri Batam tahun 2022 menjadi fokus penelitian, dengan metode eksperimen digunakan untuk mengevaluasi pengaruh sudut penempatan thruster terhadap manuverabilitas dan kecepatan optimal kapal, khususnya untuk menghadapi tantangan kompetisi Roboboat 2022 seperti *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds*. Penelitian ini membatasi evaluasi pada sudut penempatan T200 thruster tanpa modifikasi desain bracket yang terdapat pada T200 thruster dengan data arah gerak, kecepatan, dan waktu tempuh kapal diambil untuk tiga model konfigurasi sudut penempatan yang berbeda. Sudut yang digunakan kapal MRT Purvi adalah model konfigurasi dengan nilai efisiensi gerak, kecepatan, dan waktu yang paling relevan untuk menyelesaikan tantangan yang ada dalam kompetisi Roboboat 2022. Berdasarkan hasil eksperimen, konfigurasi sudut penempatan T200 thruster ketiga terbukti memberikan kinerja optimal bagi kapal MRT Purvi. Dengan kecepatan tinggi, waktu tempuh singkat, dan kemampuan manuver yang fleksibel, konfigurasi ini secara efisien mendukung performa maksimal kapal untuk kebutuhan kompetisi Roboboat 2022.

Kata kunci: Roboboat 2022, *Autonomous Surface Vehicles (ASV)*, T200 thruster, Kapal MRT Purvi

Abstract

Roboboat is the international Autonomous Surface Vehicles (ASV), held each year by the IEEE Robotics and Automation Society to encourage autonomous technological innovation. The placement of T200 thruster on MRT purvi from Barelang Robotic Team Politeknik Negeri Batam 2022 Into the focus of research, with experimental methods used to evaluate the impact of thruster placement on maneuverability and ship's optimal velocity, especially on the challenges of the 2022 Roboboat competition, such as the mandatory navigation channel and avoid the crowds. The study limits the evaluation on a T200 thruster placement Angle without bracket design modifications found at T200 thruster with data from ship's direction, speed, and time spent on three different placement Angle config models. The Angle used by MRT purvi ships is the most relevant model of motion, speed, and time to complete the challenge existing in the 2022 Roboboat competition. Based on the results of the experiment, the configuration of the t200 third thruster placement Angle is proven to provide optimal performance for MRT purvi ship. At high speeds, short mileage, and flexible maneuverability, these configurations efficiently support maximum performance on boats for the needs of a 2022 roboboat competition.

Keywords : Roboboat 2022, *Autonomous Surface Vehicles (ASV)*, T200 thruster, MRT Purvi ship

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Roboat adalah kompetisi internasional kapal *prototype* yang bergerak menggunakan sistem atau biasa disebut *Autonomous Surface Vehicles (ASV)*. Kompetisi internasional ini dilaksanakan setiap tahun dengan pihak penyelenggara yaitu *Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) Robotics and Automation Society*. Tujuan utamanya adalah untuk mendorong inovasi dalam bidang teknologi otonom, khususnya di bidang *Autonomous Surface Vehicles (ASV)* atau kapal tanpa awak. Peserta yang berasal dari berbagai institusi pendidikan tinggi di seluruh dunia akan berkompetisi untuk merancang, membangun, dan mengoperasikan kapal otonom mereka.

Autonomous Surface Vehicles (ASV) menjadi fokus utama dalam perkembangan teknologi maritim, terutama dalam konteks kompetisi seperti Roboat. Dalam upaya untuk meningkatkan performa kapal, faktor penentu seperti manuverabilitas dan kecepatan optimal adalah sebuah strategi yang dapat digunakan. Salah satu aspek yang dapat mempengaruhi keduanya adalah sudut penempatan *thruster*, khususnya T200 *thruster* yang merupakan sistem penggerak pada MRT Purvi dari Barelang *Robotic Team* Politeknik Negeri Batam tahun 2022.

1.2 Rumusan Masalah

Pada kompetisi Roboat 2022 terdapat serangkaian tantangan yang harus diselesaikan oleh *Autonomous Surface Vehicles (ASV)*. Dua tantangan yang menjadi fokus utama adalah *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds*. Dalam tantangan *mandatory navigation channel*, kapal harus mampu mengikuti jalur navigasi yang telah ditentukan dengan waktu kecepatan sebagai *point* penilaian. Sementara itu, dalam tantangan *avoid the crowds*, kapal harus mampu berlayar mengikuti jalur dan dapat menghindari penghalang atau objek lain yang berada di sekitarnya. Penempatan T200 *thruster* dapat memainkan peran kunci dalam mencapai tujuan ini, karena penempatan yang tepat dapat meningkatkan kemampuan kapal untuk mengikuti jalur navigasi dengan akurat dan menghindari penghalang dengan efisien.

Untuk mendapatkan berbagai arah kemampuan bermanuver *Autonomous Surface Vehicles (ASV)* membutuhkan setidaknya empat *propeller* agar menghasilkan pergerakan yang stabil. Penempatan empat *propeller* secara simetris dan seimbang membantu mencapai tingkat stabilitas yang optimal dan memberikan kontrol yang lebih baik terhadap gerakan [1]. Keberagaman sudut penempatan *thruster* pada *Autonomous Surface Vehicles (ASV)* dapat menghasilkan arah manuver yang beragam. Sebaliknya jika sudut penempatan *thruster* tidak beragam atau terlalu seragam, gerakan kendaraan cenderung menjadi terbatas dan kurang fleksibel [2]. Penempatan *thruster* dirancang dengan posisi simetris pada sisi kanan dan kiri kapal, tujuannya adalah mempertahankan keseimbangan beban tumpuan yang disebabkan oleh penempatan *thruster* tersebut [3].

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen untuk mengevaluasi pengaruh sudut penempatan T200 *thruster* terhadap manuverabilitas dan kecepatan optimal Kapal MRT Purvi. Metode eksperimen ini melibatkan uji coba terhadap tiga model sudut penempatan T200 *thruster* berbeda. Posisi sudut penempatan tersebut dipilih menyesuaikan desain *bracket* yang ada pada T200 *thruster* tanpa dilakukannya modifikasi. Dari tiga model sudut penempatan T200 *thruster* tersebut akan dilakukan pengamatan dan pengumpulan hasil berupa data arah gerak, kecepatan, dan waktu tempuh kapal.

1.3 Batasan Masalah

Terdapat beberapa batasan masalah pada penelitian ini. Pertama, fokus penelitian terbatas pada penempatan T200 *thruster* berdasarkan sudut peletakkan sesuai dengan *bracket* yang terdapat pada T200 *thruster* dan dampaknya terhadap kemampuan bermanuver dan kecepatan kapal MRT Purvi. Batasan ini membantu menyelaraskan penelitian dengan tujuan khusus mempersiapkan kapal untuk kompetisi Roboat 2022. Selain itu, penelitian ini akan mempertimbangkan beberapa variasi dalam sudut penempatan *thruster*, tetapi tidak akan mencakup evaluasi terhadap jenis *thruster* lainnya atau faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi performa kapal, seperti cuaca dan kondisi perairan.

1.4 Tujuan Penelitian

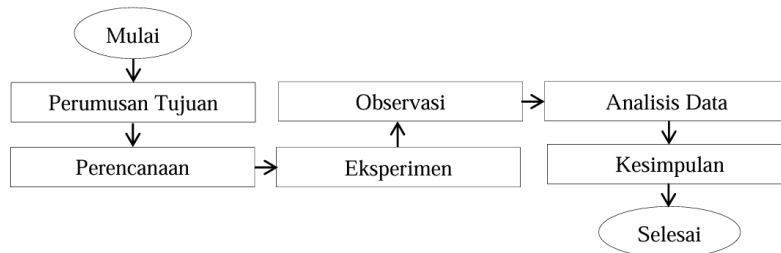
Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan sudut penempatan yang tepat dari T200 *thruster* pada kapal MRT Purvi agar dapat mencapai efisiensi yang optimal terhadap arah gerak kapal, kecepatan kapal, dan waktu tempuh kapal dalam menyelesaikan tantangan *mandatory navigation channel* dan tantangan *avoid the crowds* dalam kompetisi Roboat 2022.

Penelitian ini berfokus pada pengaruh sudut penempatan T200 *thruster* untuk memahami bagaimana

konfigurasi penempatan tertentu terhadap manuverabilitas yang memungkinkan kapal untuk dengan mudah mengubah arah geraknya. Selain itu, penelitian juga bertujuan untuk menemukan sudut penempatan yang dapat mencapai kecepatan optimal kapal, memungkinkan kapal mencapai kecepatan tertinggi yang diinginkan dalam menyelesaikan tantangan *mandatory navigation channel* dan tantangan *avoid the crowds* dalam kompetisi Roboboat 2022. Dengan memperbaiki manuverabilitas dan kecepatan, diharapkan waktu tempuh kapal dapat diminimalkan, sehingga meningkatkan performa keseluruhan kapal dalam kompetisi Roboboat 2022.

2 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menerapkan metode eksperimen untuk menguji berbagai posisi sudut penempatan T200 *thruster* pada kapal MRT Purvi. Proses pengujian melibatkan penggunaan model skala yang representatif atau kapal *prototype* yang sebenarnya, dengan berbagai konfigurasi sudut penempatan T200 *thruster* dipilih untuk dilakukan evaluasi. Selanjutnya dari pengujian tersebut akan dilakukan pengamatan dan pengumpulan data hasil yang meliputi arah gerak, kecepatan, dan waktu tempuh kapal.



Gambar 1: Diagram alir metode penelitian “Pengaruh Sudut Penempatan T200 *Thruster* terhadap Manuverabilitas dan Kecepatan Optimal Kapal MRT Purvi untuk Kebutuhan Kompetisi Roboboat 2022”

2.1 Tahapan Penelitian

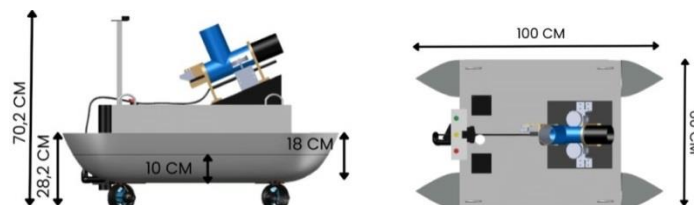
2.1.1 Perumusan Tujuan

Penentuan sudut penempatan T200 *thruster* pada kapal MRT Purvi yang efisien untuk menyelesaikan tantangan *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds* dalam kompetisi Roboboat 2022 merupakan tujuan dari penelitian ini.

2.1.2 Perencanaan

Tahap perencanaan yang akan dilakukan meliputi persiapan lintasan eksperimen yang dirancang sesuai regulasi yang diberikan, pemilihan model penempatan T200 *thruster* yang akan diuji coba, dan tahapan pengumpulan data. Eksperimen dilakukan dengan cara melakukan uji coba sebanyak 3 (tiga) kali secara langsung terhadap model penempatan yang sebelumnya telah direncanakan untuk mendapatkan hasil data berupa arah gerak, kecepatan, dan waktu tempuh kapal dari masing-masing model sudut penempatan T200 *thruster* tersebut dalam menyelesaikan tantangan *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds*. Hasil data tersebut kemudian akan dianalisis untuk mengetahui dan memilih model penempatan yang akan digunakan pada kapal MRT Purvi dengan nilai efisiensi gerak, kecepatan, dan waktu tempuh yang optimal.

A. Spesifikasi kapal



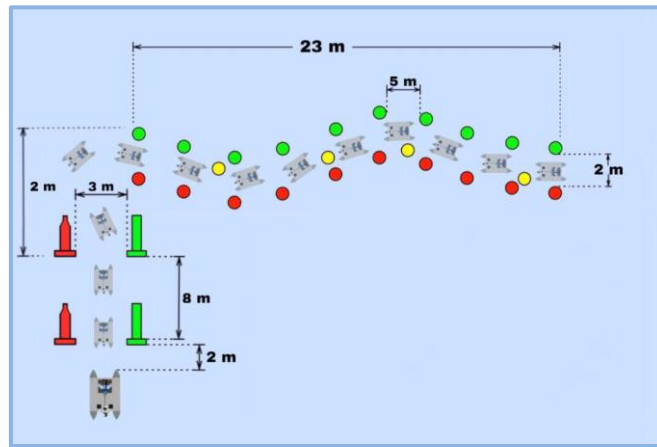
Gambar 2: Dimensi *prototype* kapal MRT Purvi

Pengujian terhadap pengaruh sudut penempatan T200 *thruster* dilakukan dengan menggunakan kapal *prototype* yang telah dirancang sebelumnya dengan spesifikasi panjang keseluruhan kapal adalah 100 cm, lebar kapal 60 cm, tinggi keseluruhan kapal 70,2 cm, jarak ujung *thruster* dengan *main deck* 28.2 cm, tinggi lambung kapal 28 cm dengan sarat air 10 cm.

B. Spesifikasi lintasan

Untuk mendapatkan hasil yang maksimal dalam menyelesaikan tantangan *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds* dalam kompetisi Roboboat 2022, prosedur pengujian dirancang sesuai dengan

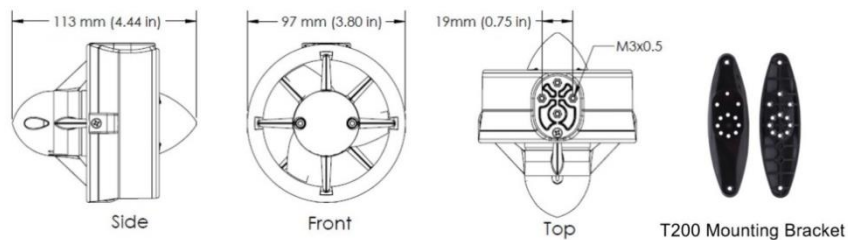
regulasi yang berlaku. Regulasi layout yang diberikan, kemudian dimodifikasi sesuai dengan batasan yang dimiliki, batasan tersebut meliputi arena yang dijadikan sebagai lintasan dan alat-alat yang digunakan dalam realisasi lintasan *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds*.



Gambar 3: layout lintasan *Mandatory navigation channel* dan *Avoid the crowds*

Pada rancangan lintasan tersebut, kapal harus dapat berlayar secara *autonomous* sejauh 2 meter sebelum memasuki lintasan *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds*. Kemudian kapal harus menempuh jarak sejauh 8 meter untuk menyelesaikan tantangan *mandatory navigation channel*. Selanjutnya kapal harus langsung menuju ke tantangan *avoid the crowds* yang berjarak 2 meter dari tantangan *mandatory navigation channel*. Untuk menyelesaikan tantangan *avoid the crowds* kapal harus menempuh jarak sejauh 23 meter dan mampu menghindari penghalang yang ada didalamnya. Total jarak perpindahan yang akan dilalui kapal MRT Purvi dalam menyelesaikan tantangan *navigation channel* dan *avoid the crowds* adalah 35 meter. Bareleng *Marine Robotic Team* merancang jalur lintasan *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds* sesuai dengan ketersediaan tempat dan bahan yang dimiliki dengan mempertimbangkan regulasi sebagai acuan dalam proses rancangan tersebut [4].

C. Spesifikasi *thruster* dan sudut-sudut yang dapat digunakan

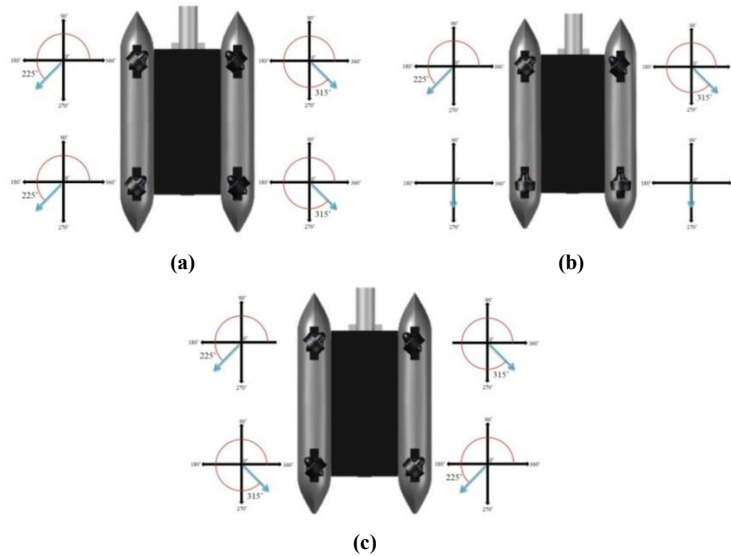


Gambar 4: Spesifikasi T200 *thruster*

Penggerak yang digunakan pada kapal MRT Purvi adalah T200 *thruster* dari *Blue Robotic*. Penggerak tersebut dianggap sangat kompleks dalam segi desain dan fungsi. Keunggulan tersebut dapat dimanfaatkan untuk mempermudah dalam proses desain dan juga pengaplikasian langsung pada kapal MRT Purvi. T200 *thruster* dirancang agar memungkinkan pengguna untuk mengatur sudut penempatan dengan lebih leluasa sesuai dengan *mounting bracket* yang telah disediakan. Sudut-sudut yang dapat digunakan pada T200 *thruster* antara lain adalah 0° , 45° , 90° , 135° , 180° , 225° , 270° , 315° , 360° dengan masing-masing selisih sudut sebesar 45° . Dengan keberagaman sudut penempatang yang disediakan oleh T200 *thruster* dari *Blue Robotic*, memudahkan pengguna untuk menyesuaikan konfigurasi kapal dengan lebih baik sesuai dengan kebutuhan spesifikasi yang diperlukan.

2.1.3 Eksperimen

Dalam penelitian ini, akan dilakukan uji coba terhadap tiga model rancangan penempatan T200 *thruster* pada Kapal MRT Purvi. Penempatan *thruster* pada ketiga model tersebut akan divariasikan untuk memperoleh sudut yang berbeda-beda. Tujuannya adalah untuk mengukur pengaruh dari sudut penempatan T200 *thruster* terhadap manuverabilitas kapal dalam menghadapi tantangan navigasi yang kompleks, serta untuk menentukan sudut yang paling optimal dalam mencapai kecepatan maksimum dengan waktu tempuh yang efisien [5].



Gambar 5: Rancangan model sudut penempatan T200 thruster pada kapal MRT Purvi, (a) Rancangan model sudut penempatan T200 thruster pertama, (b) Rancangan model sudut penempatan T200 thruster kedua, (c) Rancangan model sudut penempatan T200 thruster ketiga

2.1.4. Observasi dan Analisis Data

Tabel 1
Mekanisme pengumpulan data

Mekanisme pengumpulan data	
Arah gerak kapal	Pengamatan langsung dilapangan
Kecepatan kapal	Menggunakan alat ukur digital yaitu SNDWAY SW-1500B
Waktu tempuh kapal	Perhitungan konversi dengan rumus jarak/ <i>s</i> (m), kecepatan/ <i>v</i> (m/s), dan waktu/ <i>t</i> (s)

Pengumpulan data terhadap arah gerak kapal dilakukan dengan cara uji coba dan pengamatan secara langsung untuk melihat kemampuan yang dimiliki dengan konfigurasi sudut penempatan T200 thruster yang berbeda. Tujuannya adalah untuk mendapatkan posisi peletakkan T200 thruster dengan arah gerak yang beragam agar dapat bermanuver dengan baik.



- Jarak: 1.500 Meter
- Satuan: Meter/Yard
- Magnifikasi: 6x
- Akurasi Jarak: ±1 Meter
- Pengukuran Sudut: ± 90°
- Akurasi Sudut: ± 1°
- Akurasi Kecepatan: ± 5 km/h
- Memory: 30 Sets
- Power Supply: Rechargeable 750 mAh
- Body: IP54

Gambar 6: Spesifikasi SNDWAY SW-1500B

Pengukuran kecepatan dilakukan dengan alat SNDWAY SW-1500B untuk mengukur kecepatan kapal MRT Purvi saat menyelesaikan tantangan *mandatory navigation channel* dan *avoid the crowds*. Alat tersebut mampu mengukur kecepatan benda yang sedang bergerak dengan jarak hingga 1500 meter, dengan akurasi pengukuran kecepatan sampai dengan 5 km/h.

Waktu tempuh :

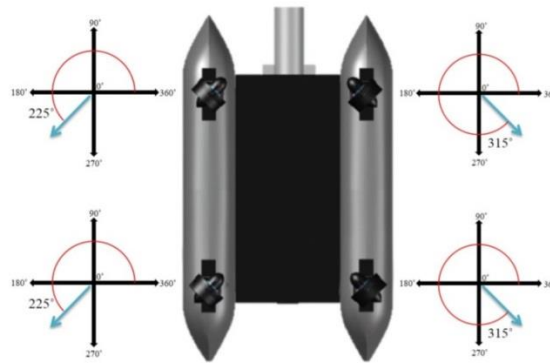
$$t = \frac{s}{v} \dots\dots\dots(1)$$

Sedangkan data pengukuran terhadap waktu tempuh kapal didapat dari perhitungan dengan menggunakan rumus kecepatan, jarak, dan waktu. Pengujian akan menghasilkan data berupa arah gerak, kecepatan dan waktu tempuh kapal. Dari ketiga data hasil pengujian terkait model sudut peletakan T200 thruster tersebut akan dianalisis untuk mengetahui nilai efisiensi tertinggi.

3 Analisa Data dan Pembahasan

Dalam analisis dan pembahasan hasil uji coba konfigurasi sudut penempatan T200 *thruster* pada kapal MRT Purvi, fokus utama adalah pada pengaruh langsung dari perubahan sudut terhadap berbagai parameter kinerja kapal. Pertama, evaluasi dilakukan terhadap dampak perubahan sudut terhadap kemampuan kapal untuk mengubah arah geraknya. Hasil menunjukkan bahwa beberapa konfigurasi mampu meningkatkan manuverabilitas kapal dengan cara yang lebih efisien dan cepat. Selanjutnya, analisis dilakukan untuk memahami bagaimana perubahan sudut mempengaruhi kecepatan kapal. Dari hasil uji coba, terlihat bahwa beberapa konfigurasi dapat menghasilkan peningkatan signifikan dalam kecepatan, sementara konfigurasi lain mungkin hanya memberikan dampak yang minimal. Terakhir, waktu tempuh kapal untuk masing-masing konfigurasi dinilai, yang merupakan faktor kritis dalam menilai kinerja keseluruhan kapal. Dari hasil analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi tertentu dari sudut penempatan T200 *thruster* dapat menghasilkan waktu tempuh yang lebih efisien, yang secara langsung mempengaruhi performa total kapal.

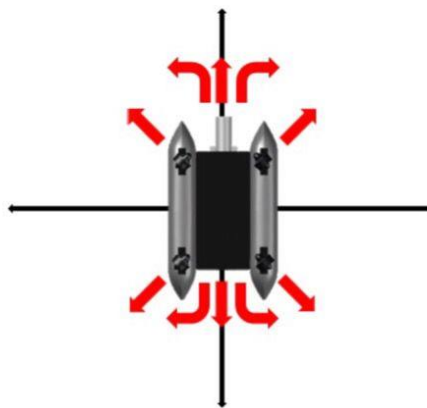
3.1 Model Sudut Penempatan T200 *Thruster* Pertama



Gambar 7: Rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* pertama pada kapal MRT Purvi

Rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* pertama ini memiliki 4 buah *thruster* yang disusun secara simetris dan seimbang pada bagian bawah sisi kiri dan kanan lambung kapal. Sudut kemiringan pada rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* pertama mengikuti desain *bracket* pada T200 *thruster* tanpa dilakukannya modifikasi, dengan konfigurasi sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kanan adalah 225°, sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kiri adalah 315°, sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kanan adalah 225°, sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kiri adalah 225°.

3.1.1 Uji Coba Arah Gerak



Gambar 8: Arah gerak rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* pertama pada kapal MRT Purvi

Dalam konfigurasi sudut penempatan pertama pada T200 *Thruster* yang diuji, kapal memiliki kemampuan untuk bergerak ke segala arah kecuali ke samping kiri dan kanan. Konfigurasi ini mungkin memberikan fokus pada kemampuan kapal untuk bergerak maju, mundur, dan berputar, sementara membatasi manuver lateral nya. Dengan demikian, kapal mungkin lebih efektif dalam navigasi maju-mundur dan rotasi, namun dapat mengalami keterbatasan dalam bermanuver yang memerlukan perpindahan lateral yang signifikan.

3.1.2 Uji Coba Kecepatan dan Waktu Tempuh

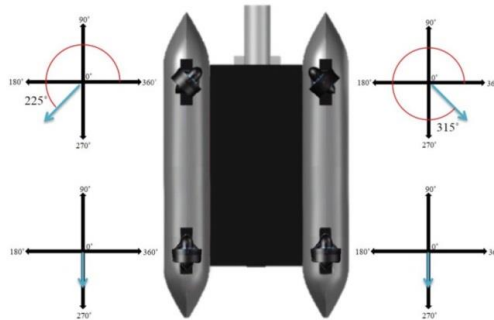
Tabel 2
Hasil uji coba rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* pertama pada kapal MRT Purvi

Eksperimen	Jarak/ s (m)	Kecepatan/ v (m/s)	Waktu/ t (s)
<i>Sea Trial 1</i>	35 m	1,36 m/s	25,73 s
<i>Sea Trial 2</i>	35 m	1,44 m/s	24,30 s
<i>Sea Trial 3</i>	35 m	1,64 m/s	21,34 s

Dari tabel hasil uji coba yang telah dilakukan pada rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* pertama, diperoleh data kecepatan rata-rata 1,36 m/s, waktu tempuh 25,73 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 1*, kemudian diperoleh data kecepatan rata-rata 1,44 m/s, waktu tempuh 24,30 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 2*, dan diperoleh data kecepatan rata-rata 1,64 m/s, waktu tempuh 21,34 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 3*.

Maka dapat disimpulkan *sea trial 3*, dengan kecepatan rata-rata 1,64 m/s, menunjukkan hasil yang paling optimal dengan waktu tempuh terpendek, yaitu 21,34 detik untuk menempuh jarak 35 meter. *sea trial 2* menunjukkan kecepatan sedang dengan waktu tempuh 24,30 detik, sedangkan *sea trial 1* menunjukkan kinerja yang lebih lambat dengan waktu tempuh 25,73 detik. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa dalam *sea trial 3* memberikan kinerja terbaik dalam hal kecepatan dan efisiensi waktu tempuh.

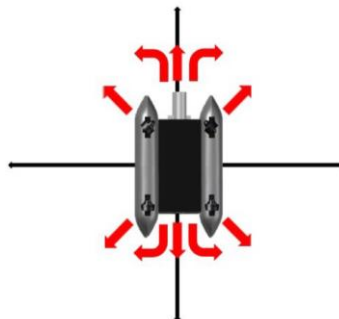
3.2 Model Sudut Penempatan T200 *Thruster* Kedua



Gambar 9: Rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* kedua pada kapal MRT Purvi

Rancangan model sudut penempatan T220 *thruster* kedua ini memiliki 4 buah *thruster* yang disusun secara simetris dan seimbang pada bagian bawah sisi kiri dan kanan lambung kapal. Sudut kemiringan pada rancangan model sudut penempatan T220 *thruster* kedua mengikuti desain *bracket* pada T200 *thruster* tanpa dilakukannya modifikasi, dengan konfigurasi sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kanan adalah 225°, sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kiri adalah 315°, sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kanan adalah 270°, sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kiri adalah 270°.

3.2.1 Uji Coba Arah Gerak



Gambar 10: Arah gerak rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* kedua pada kapal MRT Purvi

Pada konfigurasi kedua dari sudut penempatan T200 *thruster*, hasilnya sejalan dengan konfigurasi sebelumnya di mana kapal memiliki kemampuan untuk bergerak ke segala arah kecuali ke arah samping kanan dan kiri. Seperti yang diperkirakan, konfigurasi ini mungkin dioptimalkan untuk manuver maju, mundur, dan rotasi, dengan penekanan yang kurang pada pergerakan lateral. Pembatasan dalam pergerakan ke samping bisa menjadi tantangan dalam navigasi yang membutuhkan manuverasi lateral yang signifikan.

3.2.2 Uji Coba Kecepatan dan Waktu Tempuh

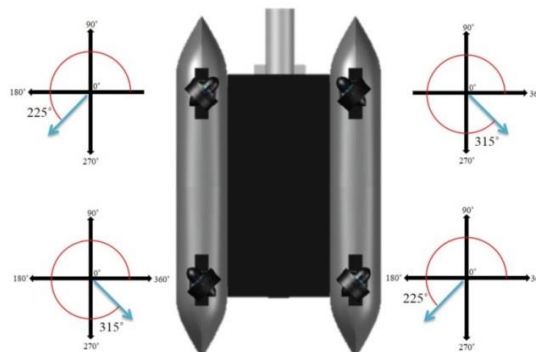
Tabel 3
Hasil uji coba rancangan model sudut penempatan T200 thruster kedua pada kapal MRT Purvi

Eksperimen	Jarak/ s (m)	Kecepatan/ v (m/s)	Waktu/ t (s)
<i>Sea Trial 1</i>	35 m	1,80 m/s	19,44 s
<i>Sea Trial 2</i>	35 m	1,86 m/s	18,82 s
<i>Sea Trial 3</i>	35 m	1,83 m/s	19,13 s

Dari tabel hasil uji coba yang telah dilakukan pada rancangan model sudut penempatan T200 thruster kedua, diperoleh data kecepatan rata-rata 1,80 m/s, waktu tempuh 19,44 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 1*, kemudian diperoleh data kecepatan rata-rata 1,86 m/s, waktu tempuh 18,82 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 2*, dan diperoleh data kecepatan rata-rata 1,83 m/s, waktu tempuh 19,13 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 3*.

Dapat disimpulkan bahwa ketiga *sea trial* menunjukkan peningkatan dalam kecepatan kapal MRT Purvi, dengan peningkatan yang konsisten dari *sea trial 1* hingga *sea trial 2*, dan kemudian sedikit penurunan pada *sea trial 3*. *sea trial 2* memiliki kecepatan tertinggi dengan 1,86 m/s, diikuti oleh *sea trial 3* dengan 1,83 m/s, dan *sea trial 1* dengan 1,80 m/s. Meskipun demikian, ketiga uji coba menunjukkan waktu tempuh yang relatif serupa, dengan *sea trial 2* memiliki waktu tempuh terpendek 18,82 detik, diikuti oleh *sea trial 3* dengan 19,13 detik, dan *sea trial 1* dengan 19,44 detik. Hal ini menunjukkan bahwa, meskipun ada perbedaan dalam kecepatan, dampaknya terhadap waktu tempuh tidak signifikan.

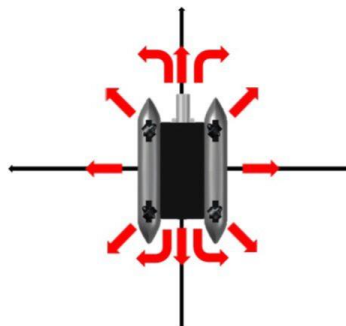
3.3 Model Sudut Penempatan T200 Thruster Ketiga



Gambar 11: Rancangan model sudut penempatan T200 thruster ketiga pada kapal MRT Purvi

Rancangan model sudut penempatan T200 thruster ketiga ini memiliki 4 buah thruster yang disusun secara simetris dan seimbang pada bagian bawah sisi kiri dan kanan lambung kapal. Sudut kemiringan pada rancangan model sudut penempatan T200 thruster ketiga mengikuti desain *bracket* pada T200 thruster tanpa dilakukannya modifikasi, dengan konfigurasi sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kanan adalah 225°, sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kiri adalah 315°, sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kanan adalah 315°, sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kiri adalah 225°.

3.3.1 Uji Coba Arah Gerak



Gambar 12: Arah gerak rancangan model sudut penempatan T200 thruster ketiga pada kapal MRT Purvi

Pada konfigurasi ketiga dari sudut penempatan T200 *thruster*, hasilnya menunjukkan bahwa kapal memiliki kemampuan untuk bergerak ke segala arah tanpa batasan lateral yang signifikan. Konfigurasi ini dapat memberikan keleluasaan yang lebih besar dalam manuverasi kapal, memungkinkan untuk pergerakan maju, mundur, berputar, dan lateral dengan cepat dan efisien. Dengan demikian, konfigurasi ini dapat dianggap sebagai opsi yang optimal dalam hal fleksibilitas dan kemampuan manuver kapal secara keseluruhan. Hal ini sejalan dengan tujuan penelitian untuk mencapai kinerja optimal kapal MRT Purvi dalam kompetisi Roboboat 2022, di mana kemampuan untuk bermanuver dengan cepat dan efisien sangat penting dalam menghadapi tantangan navigasi yang beragam.

3.3.2 Uji Coba Kecepatan dan Waktu Tempuh

Tabel 4
Hasil uji coba rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* ketiga pada kapal MRT Purvi

Eksperimen	Jarak/ <i>s</i> (m)	Kecepatan/ <i>v</i> (m/s)	Waktu/ <i>t</i> (s)
<i>Sea Trial 1</i>	35 m	2,08 m/s	16,83 s
<i>Sea Trial 2</i>	35 m	2,08 m/s	16,83 s
<i>Sea Trial 3</i>	35 m	2,05 m/s	17,07 s

Dari tabel hasil uji coba yang telah dilakukan pada rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* ketiga, diperoleh data kecepatan rata-rata 2,08 m/s, waktu tempuh 16,83 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 1*, kemudian diperoleh data kecepatan rata-rata 2,08 m/s, waktu tempuh 16,83 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 2*, dan diperoleh data kecepatan rata-rata 2,05 m/s, waktu tempuh 17,07 detik dengan jarak sejauh 35 meter untuk *sea trial 3*.

Dari tabel eksperimen yang disajikan, dapat disimpulkan bahwa kecepatan kapal MRT Purvi dalam setiap *sea trial* relatif konsisten, dengan kecepatan sekitar 2,08 m/s untuk *sea trial 1* dan *sea trial 2*, dan sedikit lebih rendah, yaitu 2,05 m/s, untuk *sea trial 3*. Meskipun terdapat perbedaan kecil dalam kecepatan antara *sea trial 3* dan *sea trial 1* atau 2, hal ini hanya berdampak sedikit pada waktu tempuh. Waktu tempuh tercepat dicapai dalam *sea trial 1* dan *sea trial 2* dengan 16,83 detik, sedangkan *sea trial 3* memiliki waktu tempuh sedikit lebih lambat, yaitu 17,07 detik. Meskipun demikian, perbedaan waktu tempuh antara *sea trial 3* dan *sea trial 1* atau 2 tidak signifikan secara praktis.

Tabel 5
Data hasil uji coba keseluruhan terhadap rancangan model sudut penempatan T200 *thruster* pada kapal MRT Purvi

Data Hasil Arah Gerak Kapal												
Konfigurasi penempatan T200 Thruster	Maju	Mundur	Shift kiri	Shift kanan	Manufer kanan depan	Manufer kiri depan	Manufer kanan belakang	Manufer kiri belakang	Diagonal kanan depan	Diagonal kiri depan	Diagonal kanan belakang	Diagonal kiri belakang
Konfigurasi pertama	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Konfigurasi kedua	✓	✓			✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Konfigurasi ketiga	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Data Hasil Kecepatan Rata-Rata Kapal												
Konfigurasi penempatan T200 Thruster		<i>Sea Trial 1</i>		<i>Sea Trial 2</i>		<i>Sea Trial 3</i>						
Konfigurasi pertama		1,36 m/s		1,44 m/s		1,64 m/s						
Konfigurasi kedua		1,80 m/s		1,86 m/s		1,83 m/s						
Konfigurasi ketiga		2,08 m/s		2,08 m/s		2,05 m/s						
Data Hasil Waktu Tempuh Kapal												
Konfigurasi penempatan T200 Thruster		<i>Sea Trial 1</i>		<i>Sea Trial 2</i>		<i>Sea Trial 3</i>						
Konfigurasi pertama		25,73 s		24,30 s		21,34 s						
Konfigurasi kedua		25,73 s		24,30 s		21,34 s						
Konfigurasi ketiga		16,83 s		16,83 s		17,07 s						

Berdasarkan hasil uji coba, dapat disimpulkan bahwa konfigurasi ketiga menunjukkan performa paling optimal dalam hal arah gerak, kecepatan, dan waktu tempuh. Konfigurasi ini memungkinkan kapal untuk bergerak ke segala arah tanpa batasan lateral yang signifikan, memberikan fleksibilitas yang besar dalam manuver maju, mundur, berputar, dan lateral secara efisien. Data yang diperoleh menunjukkan bahwa konfigurasi ketiga mencatat kecepatan rata-rata tertinggi, yakni 2,08 m/s, dengan waktu tempuh tercepat 16,83 detik untuk *sea trial* 1 dan 2, serta 17,07 detik untuk *sea trial* 3. Selain itu, konfigurasi ketiga dari sudut penempatan T200 *thruster* juga menunjukkan konsistensi yang baik dalam hasil uji coba, dengan kecepatan rata-rata yang stabil di sekitar 2,05 hingga 2,08 m/s dan waktu tempuh yang relatif seragam di bawah 17 detik untuk setiap percobaan. Kombinasi ini mencerminkan peningkatan yang signifikan dalam kemampuan kapal untuk menavigasi lintasan kompetisi Roboat 2022 dengan cepat dan efektif.

4 Kesimpulan

Kesimpulan dari tabel eksperimen adalah bahwa konfigurasi sudut penempatan yang ketiga pada T200 *thruster* memberikan kinerja paling optimal bagi kapal MRT Purvi. Sudut kemiringan pada rancangan ini mengikuti desain bracket pada T200 *thruster* tanpa dilakukan modifikasi, dengan konfigurasi sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kanan adalah 225°, sudut kemiringan bagian depan lambung kapal sebelah kiri adalah 315°, sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kanan adalah 315°, dan sudut kemiringan bagian belakang lambung kapal sebelah kiri adalah 225°. Hal ini terbukti dengan kemampuan kapal untuk bergerak ke segala arah tanpa batasan lateral yang signifikan, kecepatan yang lebih besar dibandingkan dengan konfigurasi sebelumnya, dan waktu tempuh yang sangat cepat. Dengan demikian, konfigurasi sudut penempatan ketiga secara keseluruhan memberikan kombinasi yang paling efisien dari segi manuverabilitas, kecepatan, dan waktu tempuh, yang sesuai dengan tujuan penelitian untuk mencapai performa optimal kapal MRT Purvi dalam kompetisi Roboat 2022.

6 Daftar Pustaka

- [1] Smith, J., & Johnson, A., “*Design and Optimization of Thruster Placement for Autonomous Marine Vehicles.*”, *Journal of Marine Robotics*, 6(2), 87-102, 2019.
- [2] Wang, L., & Chen, H., “*Hydrodynamic Performance Analysis of T200 Thruster Placement on Autonomous Surface Vehicles.*”, *Ocean Engineering*, 195, 106812, 2020.
- [3] Jones, R., et al., “*Experimental Investigation of Thruster Placement on Performance of Autonomous Surface Craft.*”, *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part M: Journal of Engineering for the Maritime Environment*, 235(5), 689-702, 2021.
- [4] RB22, “*Handbook Roboat Rules and Task Description*”, *Team Handbook Version 3*, 2022.
- [5] Barelang Marine Robotic Team, “*TDR of MRT Purvi Goes to Roboat 2022*” Politeknik Negeri Batam, 2022.