

BAB II

STUDI PUSTAKA

2.1 Danau Toba

Danau Toba terletak pada Provinsi Sumatera Utara mempunyai luas area sebesar 1.124 km² (112.400 ha), volume danau sekitar 256,2 km³ (256,2x10⁹ m³) dan kedalaman maksimum hingga 508 m. Dengan ciri fisik seperti itu maka Danau Toba merupakan danau terbesar di Indonesia, bahkan Asia Tenggara.



Sumber : Maritim.go.id

Gambar 2. 1 . Danau Toba

Danau Toba terletak pada geografis $2^{\circ}41'N$ $98^{\circ}53'E$ / $2.68^{\circ}N$ $98.88^{\circ}E$ dan berada pada ketinggian 995 m diatas permukaan laut. Pada bagian dasar danau sebagian besar terdiri atas bebatuan serta pasir, pada area tertentu terdapat endapan lumpur. Wilayah sekitar danau toba dilingkupi oleh perbukitan, di tengah danau terdapat lima pulau, yakni Pulau Samosir (Kabupaten. Samosir), Pulau Sibandang (Kabupaten Taput), Pulau Tulas (Kabupaten Samosir), Pulau Tolping (Kabupaten Dairi) serta Pulau Tao (Kabupaten Samosir). (Yudhi,2020).

Danau Toba merupakan salah satu dari 88 pariwisata yang termasuk Kawasan Strategis Pariwisata Nasional (KSPN) menurut Peraturan

Pemerintah Nomor 50 Tahun 2011 mengenai Rencana Induk Pembangunan Kepariwisata Nasional Tahun 2010-2025, sehingga menjadi sebuah prioritas pembangunan sebuah wilayah kepariwisataan. Berdasarkan Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2009, Kawasan Strategis Pariwisata ialah daerah yang mempunyai fungsi utama dalam hal kepariwisataan atau suatu potensi untuk pengembangan pariwisata yang mempunyai efek penting dalam satu atau lebih dari satu aspek, yaitu pertumbuhan ekonomi, sosial dan budaya, pemberdayaan sumber daya alam, daya dukung lingkungan hidup, serta pertahanan dan keamanan. (Rizky, 2018).

2.2 Transportasi

Transportasi merupakan suatu tindakan pergerakan atau perpindahan orang maupun barang dari satu tempat ketempat yang lain dengan mempergunakan sistem tertentu. Kegiatan manusia dalam memenuhi kebutuhan menyebabkan mereka perlu bergerak dan saling berhubungan, dalam hal ini transportasi dapat menjadi bagian integral dari suatu fungsi masyarakat yang sangat erat dengan gaya hidup, jangkauan lokasi kegiatan yang produktif. (Christian,2013).

Transportasi merupakan hal yang penting di daerah pariwisata, salah satunya danau toba. Ada beberapa moda transportasi yang digunakan untuk menuju danau toba yaitu moda transportasi udara dan darat. Untuk moda transportasi udara dapat dengan menggunakan pesawat menuju Bandara Internasional Kualanamu di Medan atau menuju Bandara Silangit di Kabupaten Tapanuli Utara. Dari bandara dapat dilanjutkan dengan menggunakan transportasi darat seperti taksi ataupun bus yang telah memiliki rute tujuan danau toba.

Transportasi untuk menuju tempat-tempat wisata yang berada disekitar danau toba dapat dengan menggunakan angkutan umum kota seperti angkot, ojek, taksi dll. Sedangkan untuk tempat wisata yang berada di danau toba seperti pulau samosir dapat menggunakan angkutan laut seperti kapal *Ferry* ataupun *Water Bus* yang berada di danau toba.



Sumber : *Smartnews* Tapanuli

Gambar 2. 2 . Kapal Penyeberangan

2.3 *Amphibi Coach*

Kendaraan amfibi adalah kendaraan yang dapat beroperasi di perairan dan darat, sehingga wisatawan dapat menyeberangi atau mengelilingi danau toba tanpa perlu berganti kendaraan (Rainy 2018). Kendaraan *amphibi* sangat baik digunakan untuk alat transportasi di dua tempat keadaan yang berbeda, dengan adanya kendaraan ini dapat mempercepat waktu karena tidak harus berpindah - pindah transportasi saat ingin menyeberang ke tempat yang lain karena *amphibi coach* ini dapat berfungsi di air dan di darat. Salah satu contoh dari kendaraan *amphibi* adalah *Water Bus* yang digunakan untuk alat transportasi di beberapa tempat wisata atau tempat penyeberangan.



Sumber : *Lamatours*

Gambar 2. 3 . *Water Bus*

2.4 *Prototype*

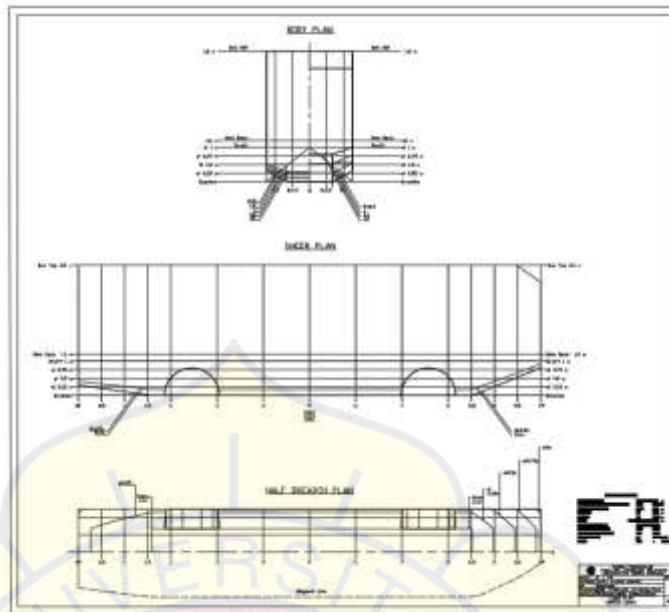
Sebuah *prototype* adalah versi awal dari sebuah model ataupun barang yang digunakan untuk mendemonstrasikan konsep-konsep, percobaan rancangan, dan menemukan lebih banyak masalah dan solusi yang memungkinkan. Sistem dengan menggunakan model *prototype* memperbolehkan pengguna untuk mengetahui bagaimana agar membuat sistem dapat berjalan dengan baik dan dan lebih efisien. Metode *prototyping* yang digunakan di dalam penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran dan hasil yang sesuai dengan perhitungan saat merancang sebuah *water bus*. (Wahyu.2018) Adapun beberapa data dan bahan saat membuat *prototype water bus* ini.

2.4.1 *Lines Plan*

Lines Plan kapal adalah gambar rencana garis dari bentuk sebuah kapal. Pada saat merancang sebuah kapal *lines plan* merupakan salah satu tindakan yang sangat penting. Pembuatan *lines plan* bertujuan untuk mengetahui bentuk dari bagian-bagian sebuah kapal yang dirancang terutama bentuk dan karakteristik bagian kapal yang berada di bawah garis air. *Lines Plan* terdiri dari tiga buah gambar yaitu : *Body Plan* yang merupakan bentuk kapal yang di potong secara melintang, *Sheer Plan* adalah bagian kapal yang dipotong secara tegak sepanjang badan kapal, dan *Half Breadth Plan* adalah bentuk bagian kapal yang di potong secara mendatar dari bawah kapal, yang berfungsi untuk mengetahui bentuk dari garis air setiap kenaikan sarat air kapal. (Giri,2017).

Dalam perancangan *prototype* ini menggunakan *lines plan* yang dirancang oleh Vebly De Yosua Moganti dalam tugas akhirnya. *Lines plan* ini memiliki ukuran utama yaitu :

- LPP : 13,5 m
- LWL : 13,5
- B : 2,5 m
- T : 1,0 m
- H : 3,8 m



Sumber : Tugas Akhir Vebly De Yosua Moganti

Gambar 2. 4 . *Lines Plan*

2.4.2 *Material Prototype*

Ada beberapa bahan dalam pembuatan *prototype Water Bus* penulis berencana menggunakan *Fiberglass* sebagai bahan dalam pembuatan *prototype* ini. *Fiberglass* atau dalam bahasa Indonesia dikenal sebagai serat kaca yang ditarik menjadi serat tipis dengan diameter sekitar 0,005 hingga 0,01 mm. *Fiberglass* memiliki banyak kegunaan seperti dalam pembuatan perahu, *body* kendaraan, tangki air, atap, perpipaan, pelapisan (coating), dan lain-lain. Pembuatan *fiberglass* tidak terlalu sulit. Bahan utamanya terdiri dari tiga bagian, yaitu serat fiber, resin dan katalis. (wendy,2015)

A. Serat Fiber

Choped strand mat (CSM) ialah sebutan buat serat (fiber) yang berwarna putih dengan susunan yang tidak beraturan. Fungsinya sebagai penguat resin terutama pada pembuatan lembaran agar tidak mudah retak/pecah. Serat *fiberglass woven roving (WR 800)* merupakan istilah ropping digunakan untuk serat halus berwarna putih yang susunannya beraturan seperti serat pada karung. (Adella 2016).

B. Resin

Resin merupakan senyawa polimer rantai karbon. *Polymer* berasal dari kata –poly (banyak) dan –mer (ikatan). Resin adalah bahan pelapis, perekat serta material komposit yang mirip seperti serat karbon, serta pembuat *fiberglass*, serta juga berwujud cairan kental mirip seperti lem. Resin berfungsi buat mengeraskan semua bahan yang akan dicampur. Resin umumnya dipergunakan sebagai bahan dasar pada pembuatan kerajinan, dan gantungan. Resin untuk bahan *fiberglass*, umumnya memakai resin bening atau resin butek. Resin bening, umumnya digunakan untuk bentuk yang menonjolkan kebeningannya, seperti untuk aksesoris visor, kap lampu dan lain lain sebagai pengganti mika, namun penggunaan resin bening yang ada di pasaran untuk pengganti mika, masih belum menghasilkan kualitas yang memuaskan. (Irma 2015)



Sumber : Alibaba

Gambar 2. 5 . Resin

C. Katalis

Katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia pada suhu tertentu, tanpa mengalami perubahan atau terpakai oleh reaksi itu sendiri . Suatu katalis berperan dalam reaksi tapi bukan sebagai pereaksi ataupun produk. Katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau memungkinkan reaksi pada suhu yang

lebih rendah akibat perubahan yang dipicunya terhadap pereaksi. Katalis menyediakan suatu jalur dengan energi aktivasi yang lebih rendah. Katalis mengurangi energi yang dibutuhkan untuk berlangsungnya reaksi. (Purnami,2015)

2.4.3 Alat Penggerak *Prototype*

A. Motor DC *Brushless*

Motor DC adalah suatu mesin listrik yang berfungsi menjadi motor listrik jika terjadi proses konversi energi listrik menjadi energi mekanik di dalamnya. Prinsip kerja dari arus searah (DC) adalah membalik fasa tegangan dari gelombang yang memiliki nilai positif dengan memakai komutator, dengan demikian arus yang berbalik arah dengan kumparan yang berputar dalam medan magnet. Bentuk motor paling sederhana memiliki kumparan satu lilitan yang bisa berputar bebas di antara kutub kutub magnet permanen. (Irmah 2015).



Sumber : *Student Activity*

Gambar 2. 6 . Motor *DC Brushless*

B. Baterai

Baterai merupakan perangkat yang dapat mengkonversi energi kimia menjadi energi listrik melalui reaksi elektrokimia yaitu reduksi dan oksidasi. Reaksi reduksi ialah reaksi penambahan elektron dan penurunan bilangan oksidasi, sedangkan reaksi oksidasi merupakan reaksi pelepasan elektron dan penambahan bilangan oksidasi. Salah satu baterai yang sudah banyak digunakan adalah baterai *Lithium-ion*. Baterai ini memiliki densitas, energi dan tegangan yang tinggi serta memiliki siklus umur yang lebih panjang. Bahan yang sangat efisien untuk dipakai adalah *LiFePO4*. Bahan ini memiliki keunggulan seperti biaya yang murah, tidak bersifat reaktif dan ramah lingkungan. (Aditya,2016).



Sumber : Aliexpress

Gambar 2. 7 . Baterai

C. Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang telah dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang telah terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo disusun dari sebuah motor DC, *gearbox*, *Variabel Resistor (VR)* atau *potensiometer* dan rangkaian kontrol. *Potensiometer* berfungsi untuk menentukan batas maksimum putaran sumbu (*axis*) motor servo. Sedangkan sudut

dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pada pin kontrol motor servo.(Adi 2019). Motor Servo pada *prototype* berguna untuk menggerakkan *rudder* dan gardan pada *Water Bus*.



Sumber : wangready.wordpress

Gambar 2. 8 . Motor Servo

D. ESC (*Electronic Speed Controller*)

ESC adalah modul rangkaian elektronik yang digunakan sebagai pengatur putaran kecepatan pada motor listrik yang dapat disesuaikan dengan ampere dari motor listrik, dan juga berfungsi sebagai rem dinamis. ESC sering digunakan pada model radio kontroller yang bertenaga listrik, dengan perubahan yang paling sering digunakan untuk motor DC brushless pada dasarnya menyediakan 3-fasa tenaga listrik yang dihasilkan secara elektronik sumber energi tegangan rendah untuk motor. (I Gede dkk , 2017)



Sumber : Npclab

Gambar 2. 9 . ESC

E. *Propeller*

Propeller adalah alat untuk menghasilkan gaya dorong pada sebuah kapal laut. Baling-baling diputar dengan poros yang digerakkan oleh penggerak utama dalam kamar mesin. *Propeller* merupakan salah satu komponen mesin yang memegang peranan penting dalam transportasi air (kapal laut). *Propeller* dipasang pada poros yang dihubungkan langsung dengan mesin kapal. Dengan berputarnya *propeller* maka kapal laut mendapatkan tenaga untuk bergerak.

Pada umumnya sebuah *propeller* dibuat dari material yang memiliki sifat mekanik dan sifat kimia yang baik. Hal ini dimaksudkan agar sebuah *propeller* dapat berfungsi dengan baik, aman serta berumur panjang. Penggunaan komposit matrik logam berbasis aluminium sebagai bahan *propeller* dapat mereduksi berat komponen tanpa mengurangi kehandalannya sehingga dapat meningkatkan performance engine, khususnya penghematan pemakaian bahan bakar (Ninik,2016).



Sumber : ozpropellers

Gambar 2. 1 0 . *Propeller*

F. *Rudder*

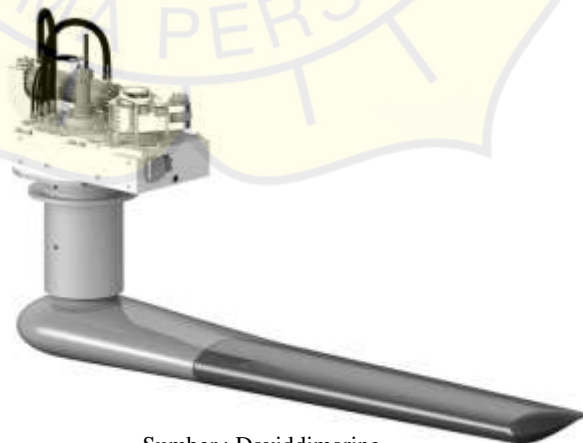
Rudder atau kemudi merupakan sebuah alat mekanis pada *Water Bus* yang berfungsi untuk merubah arah aliran fluida yang dihasilkan oleh putaran *propeller*, sehingga mengakibatkan perubahan arah dari haluan kapal. Secara prinsip *rudder* memegang peranan penting dalam

olah gerak *Water Bus* disamping bentuk lambung dan jenis propulsi yang digunakan. (Reinhard,2017).

G. *Fin Stabilizer*

Fin stabilizer adalah suatu peralatan roll damping system yang dipasang pada lambung kanan dan kiri kapal bagian bawah yang berfungsi untuk menjaga keseimbangan kapal pada saat kapal berada di atas air dan bekerjanya berdasarkan prinsip pengontrolan posisi fin. Peralatan ini dimaksudkan untuk mengurangi pengaruh gerakan roll (oleng) kapal yang disebabkan gelombang air laut. Tujuan dipasang fin stabilizer adalah untuk memberikan kenyamanan bagi penumpang atau ABK (Anak Buah Kapal) dan keamanan peralatan didalamnya serta peningkatan akurasi sistem senjata pada kapal perang. (Joko 2013)

Pada masa ini banyak modifikasi yang dilakukan dan mencoba mengubah prinsip Fin stabilizer untuk digunakan pada *water Bus* untuk mengatur aliran fluida di bawah lambung, manuver pada kapal dan untuk memperhitungkan stabilitas dan *rolling periode* pada *water bus* . Pengujian terhadap tahanan kapal akibat adanya fins pada area lambung kapal juga dilakukan menggunakan software maxsurf dan pengujian di lapangan dengan menggunakan *prototype water bus*.



Sumber : Daviddimarine

Gambar 2. 1 1 . *Fin Stabilizer*

2.5 *Arduino*

Arduino merupakan sebuah board mikrokontroler yang berukuran 8 bit yang dengan merk Atmega yang dibuat oleh Atmel *Corporation*. *Arduino UNO* memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulainya. ATmega328 pada *Arduino Uno* hadir dengan sebuah bootloader yang memungkinkan kita untuk mengupload kode baru ke ATmega328 tanpa menggunakan pemrogram hardware eksternal. (Muhammad Ichwan, 2013). Dalam eksperimen penelitian ini digunakan dua buah sensor yaitu sensor MPU-6050 (*rolling*) & *GPS Tracker (Seakeping)*.

2.6 *ITTC*

The International Towing Tank Conference (ITTC) adalah asosiasi independen di seluruh dunia organisasi penelitian hidrodinamika yang mengoperasikan tank penarik atau tes model serupa laboratorium. Anggota *ITTC* mendukung perancang, pembangun dan operator kapal dan Instalasi laut dengan memberikan saran dan informasi mengenai kinerja, keamanan dan dampak lingkungan dari kapal dan instalasi kelautan menggunakan hasil tes model fisik, pemodelan numerik dan pengukuran skala penuh. (Dian,2013). Tujuan dari *ITTC* adalah:

- Mendorong kemajuan dalam memecahkan masalah-masalah teknis yang penting bagi organisasi towing tank dan laboratorium uji model
- Mendorong penelitian di mana pengetahuan yang lebih baik diperlukan dalam rangka meningkatkan metode memprediksi kinerja hidrodinamika untuk kapal skala penuh
- Mendorong perbaikan metode eksperimen model, pemodelan numerik dan pengukuran skala penuh
- Merekomendasikan prosedur untuk percobaan model fisik, pemodelan numerik dan pengukuran kapal skala penuh dan instalasi kelautan

- Memvalidasi keakuratan prediksi skala penuh untuk jaminan kualitas

2.7 *Experiment Prototype*

Experiment menurut Kerlinger (1986: 315) adalah sebagai suatu penelitian ilmiah dimana peneliti memanipulasi dan mengontrol satu atau lebih variabel bebas dan melakukan pengamatan terhadap variabel-variabel terikat untuk menemukan variasi yang muncul bersamaan dengan manipulasi terhadap variabel bebas tersebut. Adapun beberapa metode yang dapat digunakan sebagai acuan dari eksperimen *rolling periode & seakeeping* pada *water bus*.

A. Eksperimen *Rolling*

Adalah pengujian untuk mengetahui waktu yang diperlukan kapal untuk melakukan satu kali oleng secara lengkap sesuai dengan sudut yang telah ditetapkan. Periode oleng ini diusahakan sebesar 8 sampai dengan 14 detik, karena pada saat stabilitas di waktu tersebut Manusia dapat menyesuaikan sehingga agar tidak menimbulkan mabuk laut saat berada di kapal. Eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan sensor MPU 6050 yang telah tersambung dengan arduino, sensor ini berfungsi untuk mendeteksi perubahan percepatan sudut.

1. Pengujian Sensor MPU 6050

Pada pengujian sensor kemiringan (*rolling*) kapal, pengujian dilakukan pada dua tempat yaitu pengujian kering dan pengujian basah. Pengujian kering dilakukan dengan bantuan penggaris busur yang dimiringkan secara manual dan pengujian basah dilakukan pada kapal model yang diberi beban dengan berat yang sudah ditentukan sebelumnya untuk mendapatkan variasi kemiringan. Pengujian kemiringan akan dilakukan dalam tiga tahapan antara lain

- a. Tahap 1 Modul dipasang pada sebuah papan triplek yang sudah disiapkan dengan penggaris busur sebagai pengecek keakuratan pembacaan. Kemudian papan tersebut dimiringkan ke kanan dan ke kiri secara manual hingga mendapatkan variasi kemiringan 0° , 10° , 20° , 30° , 40° . Keakuratan data dapat dilihat pada layar LCD dan penggaris busur derajat.
 - b. Tahap 2 kapal ditempatkan pada passive tank. Tanki ballast diisi air 3 liter, kemudian pada bagian salah satu sisinya diberi beban bertahap antara lain 0,3 kg bagian depan, 0,5 kg bagian tengah kapal dan 0,3 kg bagian belakang. Sebagaimana pengujian kering, pada pengujian basah variasi kemiringan juga menggunakan 0° , 10° , 20° , 30° , 40°
- Hasil Pengujian *Rolling Periode* Keadaan Kering dan perhitungan error sensor MPU 6050

Tabel 2.1 Hasil Pengujian Kering

No	Sudut	Busur	Sensor	Error	Nama part	Status
1	0°	0°	0,10	0.13°	All item/putmp/buzzer	On/off/standby
2	10°	10°	10,1	0.14°	All item/putmp/buzzer	On/off/standby
3	20°	20°	20,1	0.15°	All item/putmp/buzzer	On/off/on
4	30°	30°	30,4	0.42°	All item/putmp/buzzer	On/off/on
5	40°	40°	40,0	0.02°	All item/putmp/buzzer	On/off/on

Sumber : Rizal Dkk, 2019

Tabel 2.2 Pembacaan *Error* Sensor

Pengujian Kering Miring Ke Kanan				
No	Variasi Sudut (°)	Pembacaan Busur (°)	Pembacaan Sensor (°)	Error (°)
1	0	0	0,13	0,13
2	10	10	10,14	0,14
3	20	20	20,15	0,15
4	30	30	30,42	0,42
5	40	40	40,02	0,02
Pembacaan				0,148

Sumber : Rizal Dkk, 2019

didapat hasil error pembacaan sudut dari sensor Gyroscope GY-521 MPU 6050 rata-rata $0,14^{\circ}$ - $0,15^{\circ}$ dan tingkat ketelitiannya sebesar 99,96 %. Dari data diatas, hasil pengujian kering menunjukkan bahwa modul smart ballast layak untuk dipakai di laboratorium stabilitas pada praktik stabilitas dan kemiringan kapal.

➤ Hasil Penelitian *Rolling* Keadaan Basah

Tabel 2.3 Hasil Pengujian Basah

No	Beban (kg)	Sensor	Nama part	Status	Balancing (s)	Hasil
1	Netral	0°	All item/pump/buzzer	On/off/standby	0	0° /pump off
2	+ 0,5 M	6°	All item/pump/buzzer	On/on/standby	5	5° /pump off
3	+ 0,3 F	15°	All item/pump/buzzer	On/on/standby	12	5° /pump off
4	+ 0,3 A	22°	All item/pump/buzzer	On/on/on	22	5° /pump off

Sumber : Rizal Dkk, 2019

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada *passive tank* dengan sensor Gyroscope GY-521 MPU 6050. Dengan variasi pembebanan bertahap 0,5 kg pada bagian tengah kapal, 0,3 kg

pada depan dan belakang kapal maka, didapat hasil sebagaimana tabel diatas. (Rizal Dkk, 2019)

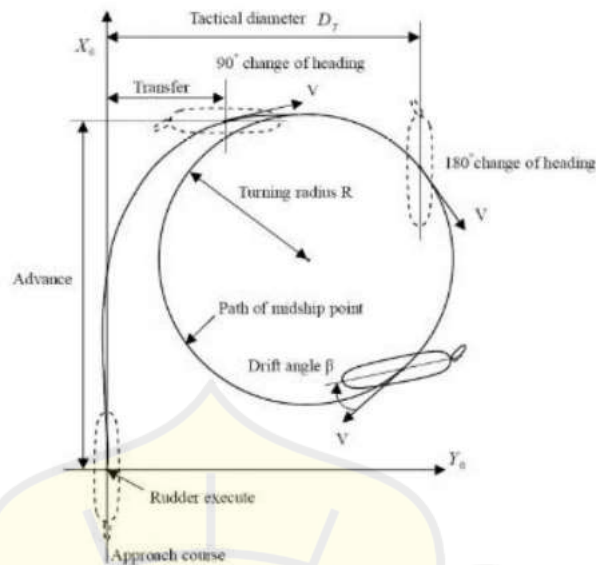
B. Eksperimen *Seakeping*

Adalah pengujian kemampuan olah gerak kapal ketika di laut dari berbagai arah dengan kecepatan tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan *Turning Circle Test*. *Turning test* dilakukan untuk mengetahui kemampuan belok/putar (*turning*) sebuah kapal. Pengujian ini dilakukan dengan belok ke arah *starboard* 35° dan begitu pula sebaliknya ke arah *portside*. Respon yang diterima kapal karena defleksi dan gaya serta momen yang dihasilkan kemudi dibagi menjadi dua bagian:

- Transien awal dimana terjadi percepatan *surge*, *sway*, dan *yaw*
- Bagian belok tetap (*steady turning*) dimana kecepatan belok dan kecepatan maju adalah tetap dan lintasan kapal bulat (*circular*).

Umumnya lintasan belok kapal diklasifikasikan dalam 4 lintasan :

- *Advance* :
Jarak dari titik awal (*origin*) pelaksanaan, terhadap sumbu x kapal. Jarak maksimum *advance* tidak boleh lebih dari $4,5 Lpp$ untuk bergerak berputar (*turning*).
- *Transfer* :
Jarak dari *origin approach course* terhadap origin kapal bila sumbu x telah berbelok 90° .
- *Tactical Diameter* :
Jarak dari *approach course* terhadap sumbu x kapal saat sumbu tersebut telah berbelok 180° . *Tactical diameter* tidak boleh lebih dan sama dengan $5 Lpp$.
- *Steady Turning Diameter* :
Karakteristik diameter kemampuan putar kapal dapat ditunjukkan gambar dibawah ini. (Tugas Akhir Galuh Eko Delfianto 2015).



Sumber : Tugas Akhir Galuh Eko Delfianto 2015

Gambar 2.12. *Turning Circle Test*

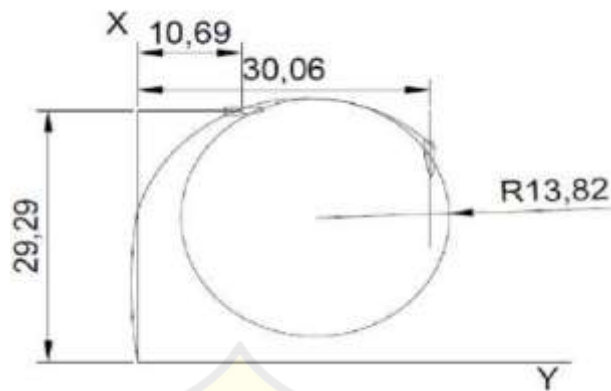
➤ Hasil Penelitian

Tabel 2.4 Hasi Kordinat Numeris

Time (s)	X-pos. (m)	Y-pos. (m)	Time (s)	X-pos. (m)	Y-pos. (m)
0	0	0			
5	35.95	-0.23	80	2.18	109.79
10	71.35	0.53	85	-1.15	84.23
15	104.45	6.71	90	3.44	58.86
20	132.1	20.6	95	15.52	36.09
25	152.05	41.24	100	33.94	18.05
30	163.4	66.08	105	56.96	6.46
35	166	92.47	110	82.42	2.41
40	160.22	117.94	115	107.91	6.28
45	146.94	140.18	120	131.02	17.7
50	127.54	157.2	125	149.57	35.6
55	103.9	167.48	130	161.81	58.29
60	78.26	170.09	135	166.58	83.63
65	53.03	164.78	140	163.44	109.21
70	30.61	152.06	145	152.68	132.64
75	13.11	133.14	150	135.31	151.69

Sumber : Tugas Akhir Galuh Eko Delfianto 2015

Setelah hasil koordinat numeris telah di dapat, maka selanjutnya penggambaran bentuk alur lintasan sesuai dengan letak kordinat kapal setiap waktunya

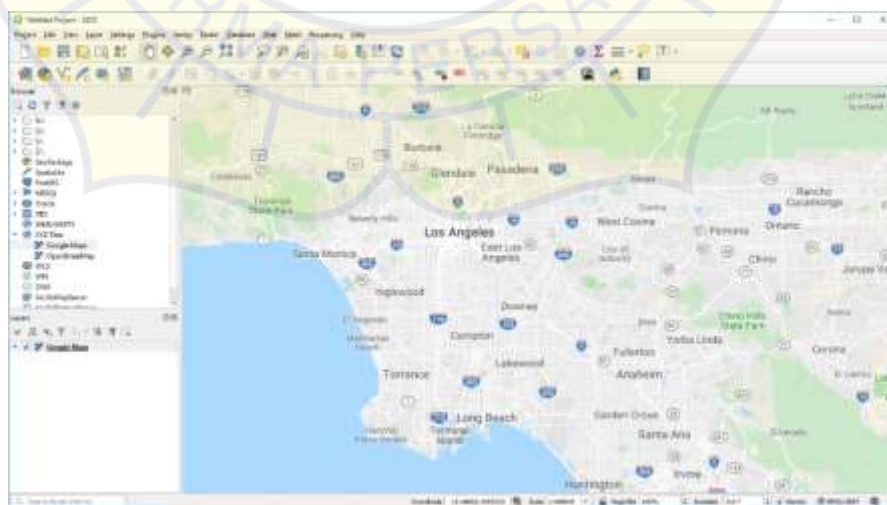


Sumber : Tugas Akhir Galuh Eko Delfianto 2015

Gambar 2.13. Hasil Penitikan *Turning Circle Test*

2.8 QGIS Perangkat Lunak Pendukung

Quantum GIS atau sering disebut dengan QGIS merupakan suatu aplikasi *Geographic Information System (GIS)* sumber terbuka dan lintas *platform*, yang berfungsi untuk memvisualisasi atau pemetaan (*maps*) untuk kemudian diedit dan dicetak sebagai sebuah titik koordinat atau peta yang lengkap. Aplikasi ini menggunakan tipe koordinat yaitu *Latitude* dan *Longitude* yang dapat lebih memudahkan pengguna dalam proses pemetaan *maps*. Pengguna dapat menggabungkan data yang dimiliki untuk dianalisa, diedit dan dikelola sesuai dengan yang diinginkan. (Nobel Dkk 2016).



Sumber : SocalGIS.org

Gambar 2.14. *Software QGIS*