

SISTEM NAVIGASI GERAK ROBOBOAT BERDASARKAN GPS MENGGUNAKAN METODE WAYPOINT

ROBOBOAT NAVIGATION SYSTEM BASED ON GPS USING WAYPOINT METHOD

Seno Nugroho¹, Dr. Ing. Fiky Yosef Suratman, S.T.,M.T.², Ramdhan Nugraha, Spd., M.T.³

^{1,2,3}Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹senonugroho@students.telkomuniversity.ac.id, ²fusuratman@telkomuniversity.ac.id,

³ramdhannugraha@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada saat ini perkembangan sistem *autonomous* sangat berkembang pesat salah satunya sudah digunakan pada jenis USV (*Unmanned Surface Vehicle*). Salah satu jenis dari USV ialah *roboboat*. *Roboboat* dapat diimplementasikan untuk memonitoring daerah perairan yang tidak terjangkau manusia, aerial mapping, membawa muatan dan pantauan perairan. Tetapi masih terdapat kekurangan dalam hal memonitoring daerah perairan yang tidak terjangkau oleh manusia dalam hal ini pada umumnya *roboboat* masih dikendalikan oleh seorang pilot menggunakan sebuah *remote control* sehingga seorang pilot harus *standby* untuk mengetahui pergerakan dari *roboboat*.

Oleh karena itu dalam tugas akhir ini dibuatlah sebuah sistem yang memungkinkan *roboboat* untuk bergerak secara *autonomous* dengan menggunakan sistem navigasi yang menggunakan algoritma *waypoint*. Jadi *roboboat* dapat bergerak secara *autonomous* dengan dikendalikan secara otomatis menggunakan PC (*Personal Computer*) sebagai antar muka pengguna dimana komunikasinya menggunakan modul wireless RF 433 MHz, tanpa menggunakan *remote control* dan bisa mengikuti jalur yang telah dibuat dengan bantuan perangkat GPS (*Global Positioning System*) yang telah terintegrasi dalam *roboboat*. Perangkat GPS akan menangkap sinyal NMEA dari satelit GPS yang menghasilkan koordinat latitude dan longitude terhadap lokasi perangkat GPS tersebut berada.

Sistem *autonomous* yang terdapat pada *roboboat* dapat mencapai titik tujuan secara otomatis. Pada mode otomatis *roboboat* melaju dengan kecepatan konstan 2 m/s dengan estimasi jarak tempuh maksimal mencapai 3600 meter. Dan hasil dari beberapa percobaan kemudian dipilih 2 hasil data paling baik diantaranya pada misi pertama yaitu jalur lurus sepanjang 15 meter memiliki *error* rata-rata sebesar 1,35 meter dan misi kedua yaitu jalur berkelok-kelok dengan total jarak 135 meter memiliki *error* rata-rata sebesar 1,725 meter.

Abstract

At this time the development of autonomous systems is growing rapidly one of which is already used on the type USV (Unmanned Surface Vehicle). One type of USV is roboboat. Roboboat can be implemented for monitoring the water area is not reasonable man, aerial mapping, carrying cargo and water monitoring. But there are still shortcomings in terms of monitoring the water area is unreachable by humans in this case generally roboboat still controlled by a pilot using a remote control so that a pilot must standby to determine the movement of roboboat.

Therefore, they invented a system that allows roboboat to move with menggunakan autonomous navigation system that uses algorithms waypoint. So roboboat can move in autonomous with automatically controlled using a PC (Personal Computer) as the user interface where communication using a wireless module RF 433 MHz, without using the remote control and can follow the path that has been created with the help of a GPS (Global Positioning System) has been integrated in roboboat. The GPS device will capture signal NMEA from the GPS satellites that generate the coordinates latitude and longitude the location of the GPS device is located.

An autonomous system that is contained in roboboat can reach the destination point automatically. In automatic mode roboboat drove at a constant speed of 2 m / s and the results of several experiments are then selected two best results of the data including the first mission is a straight line along the 15 meters have an average error of 1.35 meters and a second mission is winding paths -kelok with a total distance of 135 meters has an average error of 1.725 meters.

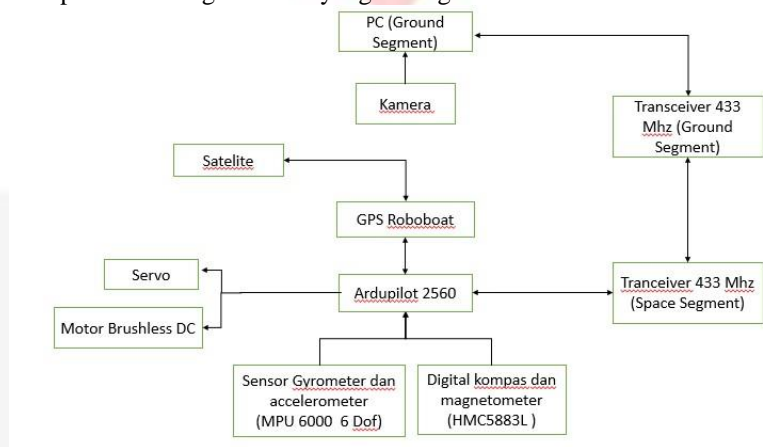
1. Pendahuluan

Pada saat ini perkembangan sistem *autonomous* sangat berkembang pesat salah satunya sudah digunakan pada jenis USV (*Unmanned Surface Vehicle*). Salah satu jenis dari USV ialah *roboboat*. *Roboboat* dapat diimplementasikan untuk memonitoring daerah perairan yang tidak terjangkau manusia, aerial mapping, membawa muatan dan pantauan perairan. Tetapi masih terdapat kekurangan dalam hal memonitoring daerah perairan yang tidak terjangkau oleh manusia dalam hal ini pada umumnya *roboboat* masih dikendalikan oleh

seorang pilot menggunakan sebuah *remote control* sehingga seorang pilot harus *standby* untuk mengetahui pergerakan dari roboboat. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem yang memungkinkan roboboat untuk bergerak secara autonomous dengan menggunakan sistem navigasi yang menggunakan algoritma *waypoint*. Jadi roboboat dapat bergerak secara autonomous dengan dikendalikan secara otomatis menggunakan PC (*Personal Computer*) sebagai antar muka pengguna dimana komunikasinya menggunakan modul *wireless RF 433 MHz*, tanpa menggunakan remote control dan bisa mengikuti jalur yang telah dibuat dengan bantuan perangkat GPS (*Global Positioning System*) yang telah terintegrasi dalam roboboat. Perangkat GPS akan menangkap sinyal NMEA dari satelit GPS yang menghasilkan koordinat *latitude* dan *longatititude* terhadap lokasi perangkat GPS tersebut berada. Roboboat diprogram dengan koordinat *waypoint* yang dipilih dan akan melaju dengan kecepatan konstan pada saat menuju *waypoint*. Namun pengguna masih dapat mengontrol roboboat apabila roboboat mengalami masalah sistem dengan bantuan dari *remote control*

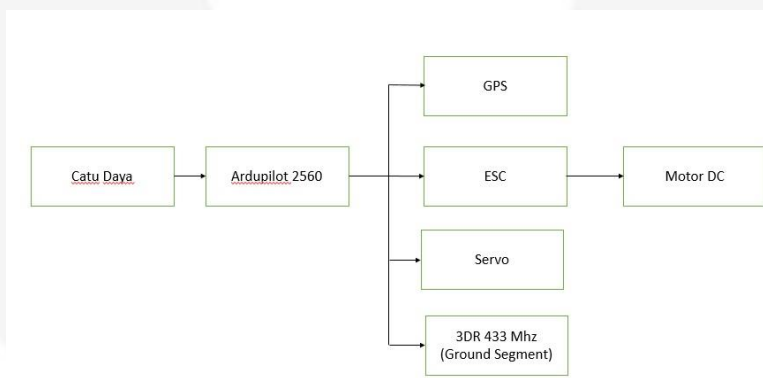
2. Dasar Teori dan Perancangan

Berikut ini merupakan rancangan sistem yang dibangun



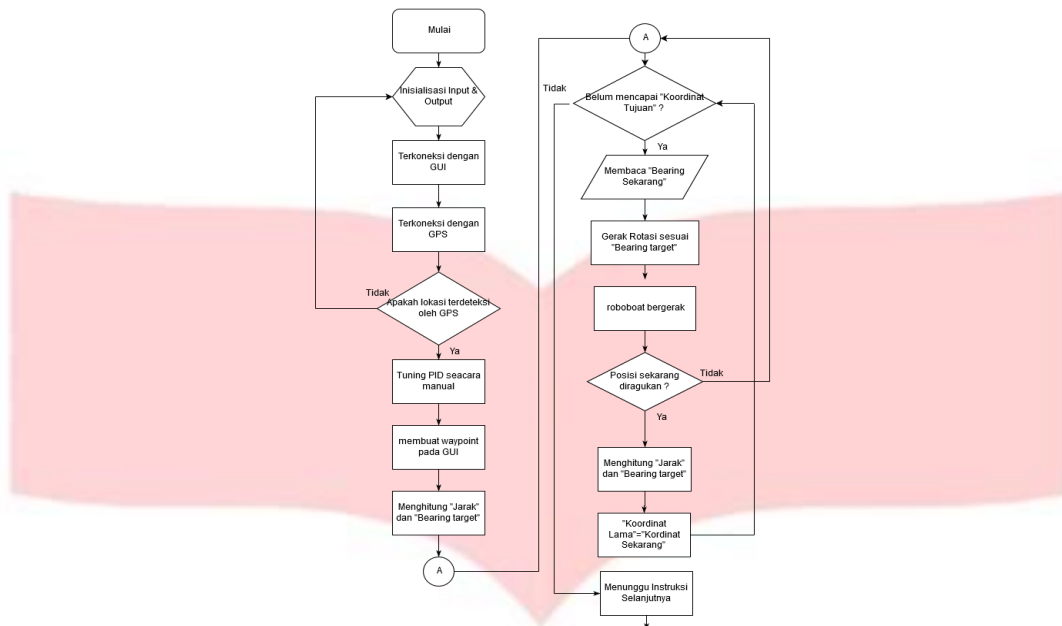
Gambar 2.1 Gambaran Umum Sistem

Gambar 2.1 merupakan rancangan sistem yang dibuat. Dimulai dari pengguna memberikan perintah pada PC, pengiriman data dari PC ke Ardupilot Mega 2560, hingga menggerakkan roboboat berdasarkan perintah yang diterima



Gambar 2.2 Blok catu daya sistem

Gambar 2.2 menunjukkan blok catu daya pada space segment. Dari catu daya yang digunakan, ArdupilotMega 2560, MotorDc menggunakan catuan daya langsung ke catu daya sedangkan servo gps perangkat transceiver dan sensor-sensor pendukung menggunakan catuan dari pin pin pada ArdupilotMega 2560. Untuk catudaya sendiri saya menggunakan lippo 7,4Volt dan 2.6A dan ArdupilotMega 2560 membutuhkan catuan maksimal 5volt. Sehingga saya menambahkan rangkaian UBEC untk menurunkan tegangannya



Gambar 2.2 Diagram Alir Sistem

Pada sistem yang dirancang, GPS menjadi salah satu bagian penting dalam sistem karena semua proses sistem bergantung dari keakuratan nilai yang diberikan oleh GPS. Sistem dirancang menggunakan Visual Studio sehingga beban pada mikrokontroler dapat berkurang, pada sistem yang dibuat di Visual Studio digunakan bukan hanya sebagai alat monitoring saja tetapi juga sebagai perhitungan sistem navigasi sebagai inputan untuk roboBot dapat bergerak secara autonomous.

2.1 Pembacaan Nilai GPS

Untuk melakukan pembacaan nilai GPS, pertama-tama penulis harus menghubungkan sistem ke internet karena untuk mendapat gambar yang bagus GPS harus terhubung ke satelit. Setelah terhubung maka pergerakan roboBot yang ada di muka bumi akan terdeteksi.

2.2 Pembuatan waypoint

Pada tahap ini, pembuatan waypoint dapat dilakukan dengan menentukan titik bujur dan lintang pada aplikasi yang telah dibuat kemudian, apabila telah terbentuk 2 atau lebih waypoint Tarik lurus garis untuk menghubungkan waypoint tersebut. Kemudian setelah pembentukan waypoint, data-data yang telah ditetapkan akan dikirim melalui sebuah Telemetry pada Mikrokontroler yang ada di roboBot

2.3 Komunikasi Antar Perangkat

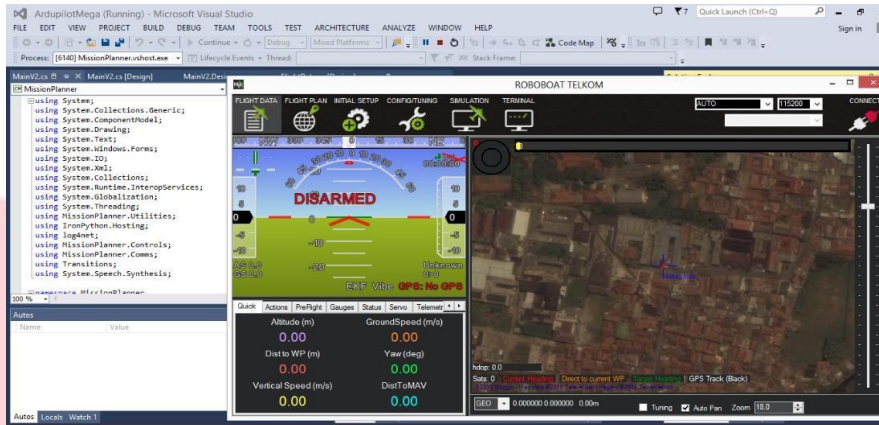
Untuk pengiriman data dari roboBot ke PC maupun PC ke roboBot, penulis menggunakan RF modul sebagai perangkatnya. Alat ini menggunakan sistem komunikasi serial. RF modul yang digunakan merupakan RF Modul yang biasa digunakan pada pesawat nirawak karena kemampuannya dalam menerima dan mengirim data dengan range yang jauh. Itu pun bergantung pada antenna yang digunakan. Frekuensi yang digunakan pada alat ini adalah 433 MHZ

2.4 Perancangan Mekanik

Pada perancangan kali ini menggunakan beberapa perangkat keras sebagai unit pemrosesan data menggunakan ArduPilotMega 2560, sensor yang digunakan antara lain 3-axis gyro MPU 6000, accelerometer 6Dof dan magnetometer kedua sensor ini memiliki output digital sehingga nilai keluaran dari sensor dapat langsung diproses oleh ArduPilotMega 2560. Untuk pengontrolan motor dc dan motor servo digunakan ESC yang dapat langsung diproses ArduPilotMega 2560 Untuk proses pengiriman data dan pemberian perintah kepada sistem oleh PC digunakan perangkat Telemetry 433 MHZ

2.5 Perancangan GUI pada Visual Studio

Aplikasi yang dibuat menggunakan Visual Studio adalah untuk membuat aplikasi user interface. Aplikasi yang dibuat ini digunakan untuk mengontrol gerakan roboBot dengan sistem navigasi waypoint, dan mengetahui pergerakan roboBot



Gambar 2.3 Tampilan Utama pada GUI

3 Uji Coba dan Analisa

3.1 Pengujian aplikasi

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui fungsionalitas dari aplikasi yang telah dibuat. Pengujian ini dilakukan dengan cara mencoba tiap-tiap item secara berulang kali

Tabel 1. Pengujian Aplikasi

Item	Banyak Pengujian	Berhasil	Gagal	Hasil
Memulai aplikasi dan komunikasi dengan roboboat	30	28	2	Berhasil
Pemberian Misi pada Roboboat	20	18	2	Berhasil
Menampilkan Data log setelah selesai melakukan misi	10	10	0	Berhasil
Tombol Connect/Reconnect	20	20	0	Berhasil

3.2 Pengujian Roboboat pada jalan lurus dengan 2 waypoint

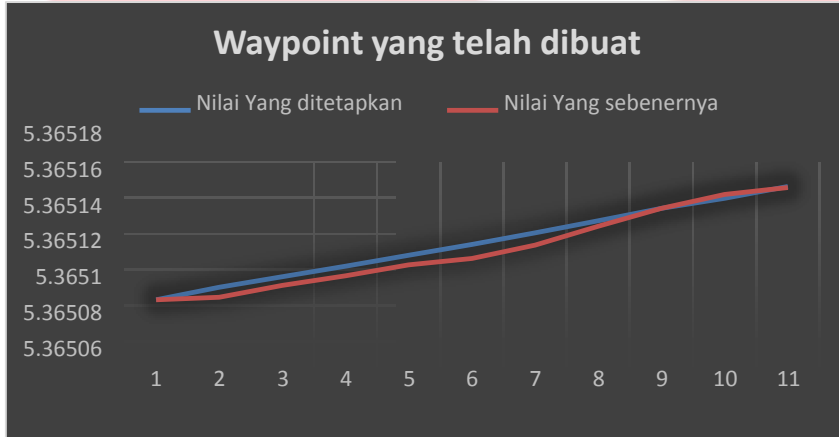
Pengujian ini dilakukan dengan menjalan roboboat yang sudah diberi input waypoint dengan jarak 15 meter. Pada pengujian ini masing2 waypoint berjarak 5 meter



Gambar 3.1 Algoritma Waypoint misi pertama

Tabel 2 Hasil pengujian waypoint misi pertama

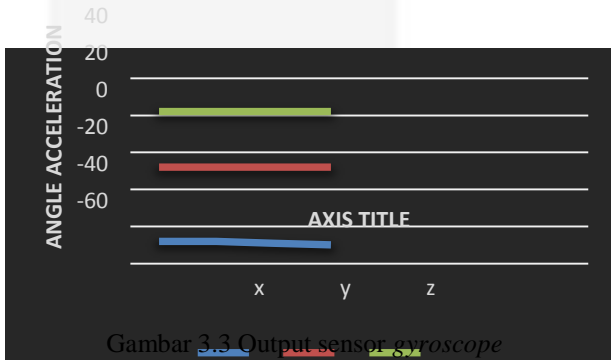
Waypoint	Jarak	Error Radius (meter)	Rata-rata Jarak Error Radius
1	15m	0.5 m	1.35 m
2	15m	2.2 m	



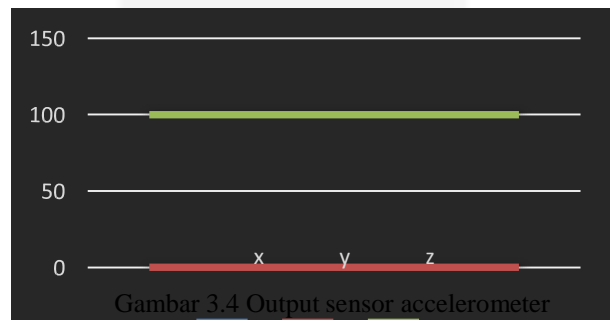
Gambar 3.2 Gambaran umum tentang rute yang dibuat dan rute yang dilewati berdasarkan data dari GPS

Pada pengukuran percobaan kali ini, diperoleh error rata-rata adalah 1.35 meter dari jarak yang ditentukan. Parameter yang diamati adalah perbandingan data yang di baca saat roboboat berjalan menuju waypoint yang telah buat sebelumnya .dan dari hasil percobaan diatas dapat disimpulkan bahwa rute yang yang dilewati oleh roboboat tidak terlalu berbeda dari rute yang sudah ditetapkan diawal dan indicator keberhasilan adalah bahwa jarak dari tiap tiap sampel yang diambil tidak lebih dari 3 meter. Dan hasil percobaan diatas menunjukkan error yang terjadi kurang dari 3 meter

3.3 Pengujian sensor IMU

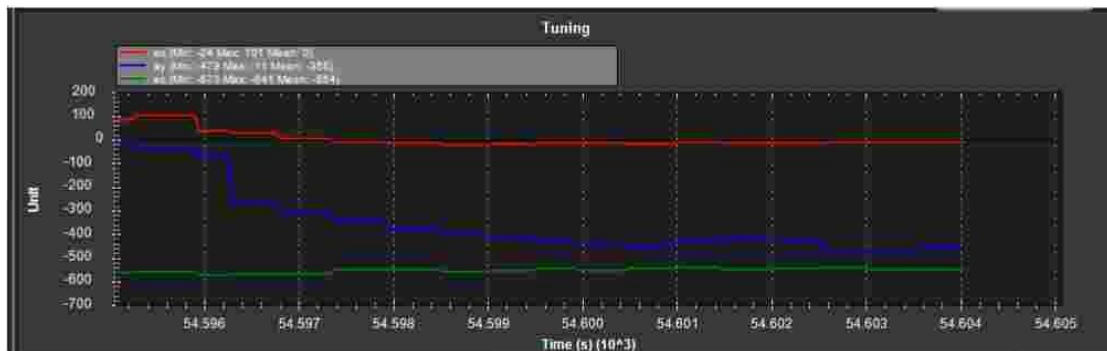


Gambar 3.3 Output sensor gyroscope

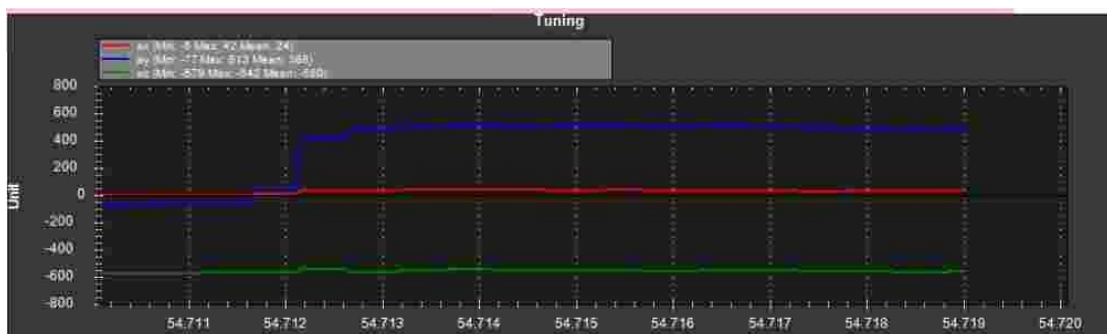


Gambar 3.4 Output sensor accelerometer

Kedua percobaan diatas dilakukan pada saat sensor dalam keadaan diam. Walaupun dalam keadaan diam sensor gyroscope tetap mendeteksi adanya perubahan sudut, hal ini dapat dilihat dari pengujian sensor gyroscope pada gambar 3.3 yang mendeteksi adanya kecepatan sudut yang stabil pada saat sensor dalam keadaan diam. Sehingga perlu adanya normalisasi pada output sensor ini. Sedangkan pada sensor accelerometer diam dengan sumbu z menghadap kearah bumi, pada sumbu x dan y accelerometer tidak mendeteksi adanya percepatan. Tetapi pada sumbu z acceleremoter mendeteksi percepatan sekitar 100, hal ini dikarenakan adanya gaya gravitasi bumi yang bekerja pada sumbu z



Gambar 3.5 Output sensor *accelerometer* ketika roboboat pada sumbu x negative



Gambar 3.6 Output sensor *accelerometer* ketika roboboat pada sumbu x positif

Gambar 3.5 dan 3.6 memperlihatkan bahwa ketika roboboat digerakkan searah dengan sumbu positif maka sensor mendeteksi adanya percepatan bernilai positif maka sensor mendeteksi adanya percepatan yang bernilai positif begitu juga dengan sensor digerakkan searah dengan sumbu negative maka sensor mendeteksi adanya percepatan yang bernilai negative

3.4 Estimasi Jarak Tempuh Maksimal Roboat

Untuk mengetahui estimasi jarak tempuh maksimum, dapat diketahui dengan melakukan pengukuran waktu terbang maksimum roboat dan kecepatan terbang roboat. Berdasarkan pengukuran secara manual menggunakan remote waktu laju roboat ialah 30 menit dengan kecepatan rata-rata 1 m/s. Sedangkan apabila dilakukan uji laju roboat secara autonomous, roboat dapat mencapai kecepatan 2m/s. Sehingga dapat dihitung estimasi jarak tempuh maksimum dengan kecepatan 2m/s adalah sepanjang : $s = v \times t = 2 \text{ m/s} \times (30 \times 60) \text{ detik} = 3600 \text{ m}$

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut

1. Berdasarkan hasil pengujian akurasi GPS Neo7N menggunakan aplikasi U-blox center, nilai error maksimum menurut datasheet GPS Neo7N adalah 3 meter. Dari 3 kali percobaan, hasilnya menunjukkan keakuratan GPS Neo7N dibawah 2,5 meter sehingga dapat presentasi akurasi GPS terhadap pengujian jarak sebesar 100 %
2. Sistem navigasi yang dibuat dapat menuntun roboat mengikuti lintasan yang diberikan pada misi pertama, dengan lintasan yang terdiri dari 2 waypoint yang masing-masing waypoint memiliki selisih error mencapai 1.35 meter sehingga dapat dikatakan berhasil dikarenakan error maksimum dari GPS yang digunakan adalah 2.5 meter.
3. Sistem navigasi yang dibuat dapat menuntun roboat mengikuti lintasan yang diberikan pada misi kedua, dengan lintasan yang terdiri dari 9 waypoint dengan error rata-rata dari semua waypoint mencapai 1.724 meter dan error secara keseluruhan mencapai 15.54 meter. Pada percobaan misi kedua roboat gagal mencapai waypoint pertama tetapi untuk waypoint selanjutnya roboat dapat menjalankan misi dengan amat sangat baik. Indikator keberhasilan sebesar 90%
4. Nilai PWM yang di berikan kepada motor servo untuk bergerak ke kanan kiri dan lurus sudah sesuai sehingga roboat dapat melaju dengan baik
5. Estimasi Jarak Tempuh Maksimal *Roboat* adalah 3600 m dengan menggunakan battery lippo 3 cell 2600 mah dengan kecepatan konstan 2m/s pada saat *roboat* bergerak secara *autonomous*

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://indonesiacompanynews.wordpress.com/2013/07/30/soal-pencurian-minyak-pertamina/> (Diakses pada 10 Desember 2015)
- [2] Goetz Dietrich and Toni Zettl 2013 *Communication, Navigation, and Control of an Autonomous Mobile Robot for Arctic and Antararctic Science* Thayer School Of Engineering Dartmouth college
- [3] C.Perbani ,Ratih dan Suwardhi , Deni 2014. Pembangunan Sistem Penentuan Posisi dan Navigasi Berbasis Sistem Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Survei Batimetri. Intitut Teknologi Bandung
- [4] Rengarajan,M dan Dr.G.Anitha .2013 *ALGORITHM DEVELOPMENT AND TESTING OF LOWCOST WAYPOINT NAVIGATION SYSTEM*. Campus Anna University Chennai
- [5] Arsyad, Fahmi. 2013. *Perancangan dan Implementasi Sistem Navigasi pada Roboat Autonomous Berbasis Pengolahan Citra*. Proyek Akhir Ahli Madya Institut Teknologi Telkom.
- [6] M. Kemper, M. Merkel and S. Fatikow: "A Rotorcraft Micro Air Vehicle for Indoor Applications", Proc. of 11th Int. IEEE Conf. on Advanced Robotics, Coimbra, Portugal, June 30-July 3, 2003, pp. 1215-1220.
- [7] Oktavianto,Lucky 2015. Perancangan dan Implementasi Sistem Navigasi Robot Kapal .Proyek Akhir Ahli Madya Institut Teknologi Telkom
- [8] Sahreza Yosi 2015,Perancangan dan Implementasi Sistem Navigasi Menggunakan Inertial Measurment Unit pada Autonomous Underwater Robot Tugas Akhir Universitas Telkom
- [9] Rosyid Dimaz 2014, Perancangan dan Implementasi Kontroler PID Independent dan Metode Decoupling Pada Gerakan lateral UAV Untuk Tracking Waypoint . Tugas Akhir hic
- [10] S Kanowitz M.Nechyba, dan A.Arroyo, 2001. " Design And Implementation of a GPS-based Navigation System for Micro Air Vechiles " Thesis, Electrical and Computer Engineering, University of Florida.
- [11] Soumya B, Rajesh Shah, and Bhargava Senman " International Journal of Advanced Research in Computer Science and Software Enggineering " Thesis, Nechatronics Enggineering SRM University India
- [12] Y. Zhao, GPS/IMU Integrated System for Land Vehicle Navigation based on MEMS, Sweden: Royal Institute of Technology, 2011.
- [13] O. J. Woodman, 2007, Cambridge: University of Cambridge, An Introduction to Inertial Navigation.



