

Perancangan Sistem Kendali Berbasis GPS (Global Positioning System) Pada Kapal Tanpa Awak

Muhammad Zaky^{#1}, Alfatirta Mufti^{*2}, Aulia Rahman^{#3}

[#] *Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No. 7 Darussalam, Banda Aceh, Indonesia*

¹zackyissland@gmail.com

³aurahmn@unsyiah.ac.id

²alfatirta.ee@unsyiah.ac.id

Abstrak— Penelitian ini membahas tentang perancangan sistem kendali berbasis GPS (*Global Positioning System*) pada kapal tanpa awak. Sistem ini memberikan kemudahan dalam pengumpulan data dan pengawasan pada lingkungan perairan yang memiliki banyak resiko bila dilakukan secara manual. Dengan memanfaatkan kapal tanpa awak dengan sistem navigasi GPS akan lebih efektif dalam segi waktu, biaya, dan keselamatan pekerja. Sistem kendali berbasis GPS mampu menggerakkan kapal secara otomatis dengan menggunakan mikrokontroler sebagai pusat sistem yang mengatur pergerakan kapal pada koordinat atau *waypoint* tujuan yang ditentukan melalui GCS metode *pulse width modulation* (PWM). GPS berfungsi sebagai sensor masukan dan keluaran untuk menentukan koordinat dan *waypoint*. Mikrokontroler yang digunakan adalah APM 2.6 yang berbasis ATmega1280/2560. Kapal digerakkan oleh 2 motor, motor dc sebagai penggerak utama dan motor servo untuk mengarahkan kapal sesuai tujuan yang di tentukan pada *waypoint*. GCS menggunakan aplikasi *Mission Planner* yang merupakan aplikasi bawaan dari APM yang berfungsi sebagai *monitoring*. APM 26 berbasis ATmega1280/2560 sebagai mikrokontroler pada sistem ini memproses data masukan dan keluaran dari GPS supaya bisa berjalan sesuai koordinat atau *waypoint* dengan mengatur pergerakan motor dc dan motor servo. *Waypoint* ditentukan oleh pengguna melalui GCS dengan memberi koordinat tujuan yang di peroleh dari GPS. Kemudian kapal akan menuju arah tujuan dengan membandingkan koordinat *waypoint* dengan koordinat kapal yang sebenarnya. Pada pengujian lapangan dengan menggunakan 2 *waypoint* yang berjarak sepanjang 33 meter, sistem berhasil menggerakkan kapal dengan nilai selisih dengan jalur sebenarnya (*xtrack*) rata-rata -0.33 meter.

Kata Kunci— GPS, *mission planner*, mikrokontroler, *waypoint*, PWM, APM

I. PENDAHULUAN

Penelitian dan pengawasan pada lingkungan perairan secara manual membutuhkan banyak waktu dan resiko berbahaya bagi para pekerja pengumpulan data dan pengawasan. Penggunaan boat atau perahu dengan tenaga mesin membutuhkan pekerja dan biaya operasional yang banyak setiap kali dilakukan pengumpulan data atau pengawasan lingkungan perairan. Penggunaan teknologi *autopilot* yang diterapkan pada kapal tanpa awak untuk

mengumpulkan data dan pengawasan akan lebih mudah dan tepat pada lingkungan perairan.

Sistem kendali berbasis GPS pada kapal tanpa awak sangat membantu untuk melakukan pengumpulan data dan pengawasan yang sulit dijangkau seperti hutan payau atau sungai-sungai kecil yang tidak bisa dilalui perahu/boat besar. Kemudahan dalam pengumpulan data dan pengawasan lingkungan perairan dengan biaya operasional murah dan minim resiko bahaya bagi pekerja diharapkan dapat menjaga kelestarian lingkungan perairan di wilayah Indonesia dari kejahatan terhadap lingkungan.

Kapal adalah alat transportasi air yang bisa mengapung yang digerakkan dengan energi mekanik. Kapal tanpa awak adalah boat yang tidak menggunakan pengemudi dan bekerja secara otomatis pada target yang telah ditentukan dengan tujuan tertentu. Kapal tanpa awak antara lain bisa digunakan untuk pengumpulan data lingkungan perairan yang berguna untuk mengawasi kondisi lingkungan agar tidak tercemar. Pengawasan untuk wilayah perairan bisa dilakukan dengan pemasangan kamera pada kapal tanpa awak untuk mengawasi habitat dan tumbuhan di wilayah perairan dari tangan perusakan dan juga bisa sebagai mata-mata bagi pihak keamanan untuk menjaga kedaulatan wilayah perairan.

Waypoint adalah istilah dalam GPS untuk suatu lokasi yang telah ditandai yang terdiri dari koordinat lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*). Penentuan *waypoint* pada kapal boat tanpa awak menggunakan aplikasi *mission planner* yang berfungsi sebagai GCS (*Ground system Control*) untuk utilitas konfigurasi atau sebagai kontroler pada kendaraan otonom. *Mission planner* yang terhubung dengan mikrokontroler APM 2.6 akan mengontrol motor DC dan motor servo menuju *waypoint* yang telah ditentukan.

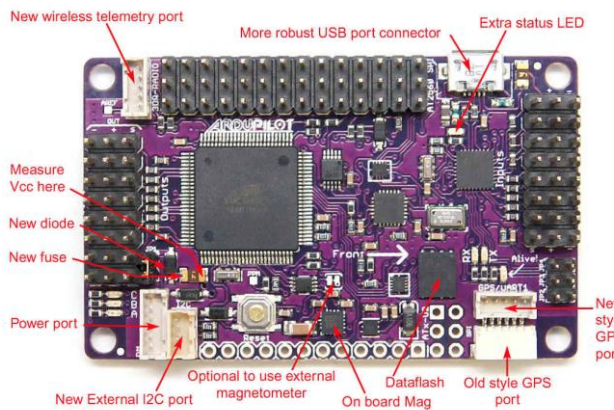
Sistem navigasi otonom serupa juga ada dibahas dalam [11] yang juga menjadikan GPS sebagai komponen untuk perlengkapan system. Dalam jurnal tersebut dibahas tentang pengendalian kapal layar atau *otonom sailing vehicle* (ASV) dengan mengendalikan pergerakan layar. Kapal layar otonom tersebut digunakan untuk perlindungan pelabuhan, tambang, pengintaian dan pengawasan lingkungan.

II. DASAR TEORI

2.1. Ardupilot Mega

Mikrokontroler adalah sebuah chip yang berfungsi sebagai pengontrol rangkaian elektronik dan umumnya dapat menyimpan program didalamnya. Mikrokontroler biasanya terdiri dari CPU (*Central Processing Unit*), memori, I/O tertentu dan unit *Analog-To-Digital Controller* (ADC) yang sudah terintegrasi di dalamnya [1].

Ardupilot mega merupakan mikrokontroler robotika *open source* yang paling sering digunakan pada robotika permukaan. *Ardupilot Mega* atau lebih dikenal dengan APM ini merupakan *embedded system* yang terintegrasi dengan IMU (*Inertia Measurement Unit*) dan GPS dengan menggunakan platform arduino mega (ATmega1280/2560) [2].



Gambar 1 APM 2.6 autopilot

APM 2.6 merupakan modul autopilot yang tidak menggunakan kompas eksternal dengan tujuan mengoptimalkan kendaraan otonom atau kapal tanpa awak jauh dari gangguan magnetik. APM 2.6 memberikan lebih banyak fleksibilitas dan ini dirancang untuk digunakan dengan 3DR uBlox GPS dengan Kompas sehingga GPS Unit / Kompas dapat dipasang jauh dari sumber-sumber kebisingan dari APM sendiri. APM 2.6 juga bisa dikoneksi dengan telemetry sesuai dengan port telah di sediakan, telemetry yang menggunakan APM akan mengubah UART0 (Serial di Arduino) menjadi UART2 (Serial3) dengan mengubah jumper "AutoMUX UART0" dibagian bawah APM2. UART atau *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter* adalah bagian perangkat keras komputer yang menerjemahkan antara bit-bit paralel data dan bit-bit serial. UART biasanya berupa sirkuit terintegrasi yang digunakan untuk komunikasi serial pada komputer atau mikrokontroler.

2.2. GPS

GPS adalah singkatan dari *Global Positioning System*, sistem satelit yang dapat memberikan informasi posisi pengguna dimana pun di dunia ini. Satelit GPS tidak mentransmisikan informasi posisi pengguna, yang ditransmisikan satelit adalah posisi satelit dan jarak penerima GPS pengguna dari satelit.

GPS (*Global Positioning System*) adalah suatu sistem navigasi menggunakan lebih dari 24 satelit MEO (*Medium Earth Orbit atau Middle Earth Orbit*) yang mengelilingi bumi sehingga penerima-penerima sinyal pada permukaan bumi dapat menangkap sinyalnya. GPS memiliki sebutan lain NAVSTAR GPS (*Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System*) yang mempunyai tiga segmen yaitu: satelit, pengontrol, dan penerima / pengguna. Satelit GPS mengorbit pada bumi dengan orbit dan kedudukan yang tetap (koordinatnya pasti), seluruhnya berjumlah 24 satelit dan hanya 21 satelit yang aktif bekerja dan 3 satelit sisanya adalah cadangan.

GPS mengirimkan sinyal gelombang mikro ke Bumi. Sinyal ini diterima oleh alat penerima pada permukaan, dan digunakan untuk menentukan letak, kecepatan, arah, dan waktu. Satelit mengorbit pada ketinggian 12.000 mil diatas bumi dan mampu mengelilingi bumi dua kali dalam 24 jam. Satelit GPS secara kontinyu mengirimkan sinyal radio digital yang mengandung data lokasi satelit dan waktu, pada penerima yang berhubungan. Satelit GPS dilengkapi dengan jam atom yang mempunyai ketepatan waktu satu per satu juta detik. Berdasar informasi ini, stasiun penerima mengetahui berapa lama waktu yang digunakan untuk mengirim sinyal sampai kepada penerima di bumi. Semakin lama waktu yang digunakan untuk sampai ke penerima, berarti semakin jauh posisi satelit dari stasiun penerima [3], [4].

Penentuan posisi GPS harus memiliki 4 parameter yang harus ditentukan yaitu 3 parameter koordinat (X, Y, Z) 1 parameter kesalahan waktu (ketidak sinkronan antara jam (osilator) di satelit dengan jam di penerima). Dan berikut menghitung persamaan posisi penerima GPS

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = (C \cdot t_{p1})^2 \dots\dots\dots(1a)$$

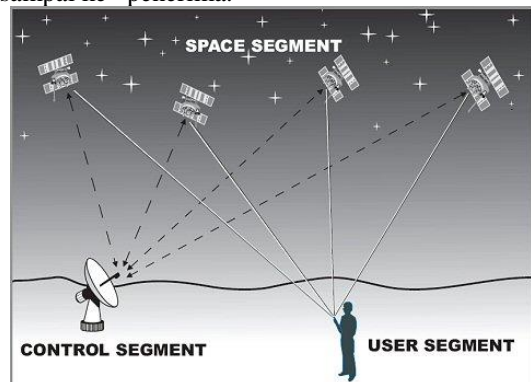
$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = (C \cdot t_{p2})^2 \dots\dots\dots(1b)$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = (C \cdot t_{p3})^2 \dots\dots\dots(1c)$$

Dari persamaan 1 dapat dicari koordinat lokasi penerima GPS yaitu x, y, z, dimana:

- x_i, y_i, z_i adalah koordinat satelit ke i
- C adalah kecepatan cahaya

t_{pi} adalah waktu yang dibutuhkan oleh sinyal dari satelit ke i sampai ke penerima.



Gambar 2 ilustrasi penentuan Posisi GPS

Dan pada penelitian ini GPS yang digunakan adalah 3DR UBlox GPS + *Compass Module* yang sesuai dengan APM 2.6 dan sudah dilengkapi dengan Kompas. Pada penelitian

ini 3DR UBlox GPS + *Compass Module* akan menjadi input untuk pengendalian pada sistem kapal tanpa awak, titik koordinat merupakan input yang menjadi acuan untuk pengontrolan kecepatan motor dan juga motor servo.



Gambar 3 3DR UBlox GPS + *Compass Module*

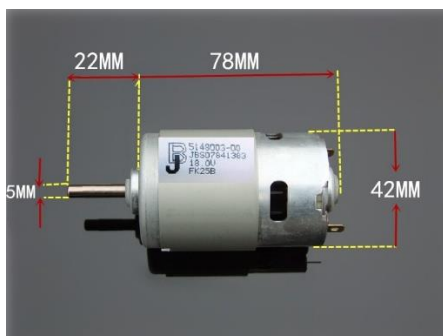
2.3. Motor DC

Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar) [5].

Pada penelitian motor yang akan digunakan adalah motor tipe “12V 11000 rpm speed motor dc 775 former ball bearing motor rated 18V” yang parameternya sebagai berikut:

TABLE 1
PARAMETER MOTOR

Voltage	Speed	Current
12 V	11000 rpm	1,8 A
18 V	18000 rpm	2,2 A



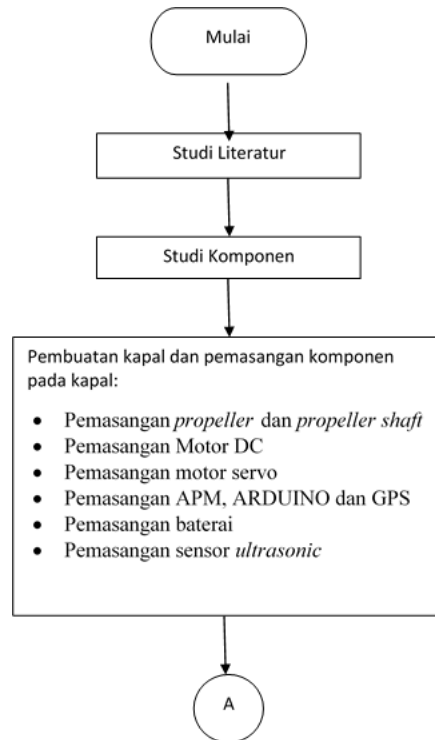
Gambar 4 Motor DC

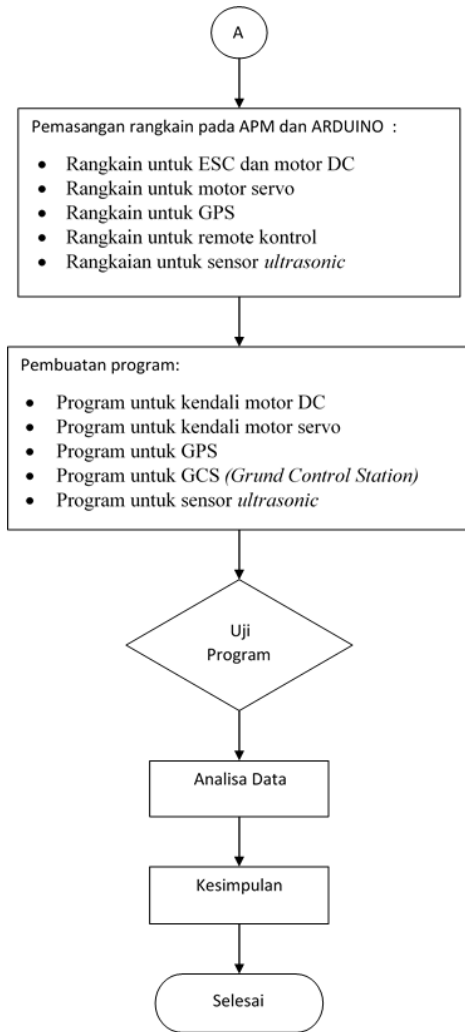
Motor DC merupakan penggerak utama kapal tanpa awak untuk bisa melakukan perpindahan dari satu koordinat menuju koordinat yang lainnya, arah putaran dan kecepatan putaran motor dikontrol dengan menggunakan motor driver jenis ESC brushed. Pada sistem kapal tanpa awak motor akan dikendali sesuai dengan data koordinat yang diberi dari APM.

III. METODE PENELITIAN

3.1. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini, APM 2.6 *auto pilot* digunakan sebagai mikrokontroler. Pada dasarnya, mikrokontroller digunakan untuk mengendalikan motor dc dan motor servo untuk mengarahkan kapal tanpa awak pada koordinat yang telah ditentukan pada *mission planner*. Adapun tahap penelitian sebagai berikut.

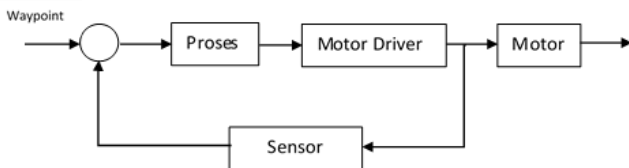




Gambar 5 Diagram Alir Dari Tahapan Penelitian

3.2. Perancangan Sistem Kendali Berbasis GPS pada Kapal Tanpa Awak

Sistem kendali berbasis GPS pada kapal tanpa awak bergerak dengan data GPS yang diterima APM sebagai mikrokontroler dengan platform Atmega2560 yang kontrol melalui GCS yang berbasis mission planer. GPS akan menentukan koordinat awal sebagai titik acuan sebelum menentukan *waypoint* yang dibuat di GCS yang berbasis mission planner. *Waypoint* yang telah dibuat pada GCS akan mengerakkan kapal pada titik koordinat selanjutnya dengan data GPS yang diteloh didapatkan..

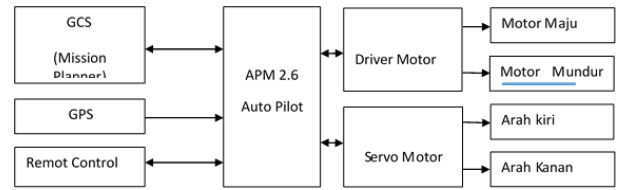


Gambar 6 Diagram blok pergerakan kapal tanpa awak

Diagram blok menjelaskan bahwa *waypoint* sebagai input pada sistem kendali kapal tanpa awak yang didapatkan

dari data koordinat GPS. *Waypoint* merupakan titik koordinat yang telah di tentukan agar kapal tanpa awak bergerak sesuai yang diharapkan.

Adapun desain sistem kendali berbasis GPS pada kapal tanpa awak bisa kita lihat pada gambar berikut

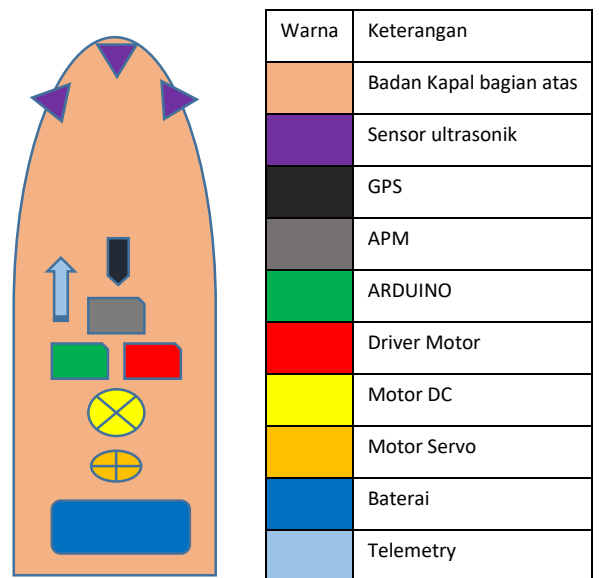


Gambar 7 Desain Sistem

Nilai tersebut kemudian dikonversikan dari nilai bit (digital) menjadi analog sehingga *switching* buck konverter dapat bekerja dan dapat dikoneksikan dengan HPL. Output dari arduino ini akan melewati

3.3. Pemasangan Tata letak Komponen dalam Kapal

Tata letak komponen dalam kapal yang akan di buat seperti gambar 8



Gambar 8 Tata letak komponen dalam kapal dan keterangan warna

Gambar 8 menunjukkan tampak kapal dari bagian atas beserta komponen yang akan digunakan dalam penelitian ini. Badan kapal yang digunakan terbuat dari kayu yang memiliki beban sebesar 7-8 kg dengan dimensi panjang 100 cm, lebar 29 cm dan tinggi 14 cm. Pada bagian depan kapal akan dipasang akan di pasang tiga sensor ultrasonik dan pada bagian tengah di letak komponen pengontrol seperti Arduino, APM dan driver motor. Dan pada bagian poros bawah akan diletakkan motor DC yang terhubung dengan propeller dan motor servo yang terhubung dengan rudder. Pada bagian paling belakang akan diletakkan baterai motor dengan berat 1 kg dengan tujuan agar kapal seimbang.

3.4. Pemasangan Rangkaian

Dan skema rangkaian kapal tanpa awak bisa dilihat dari Gambar 9



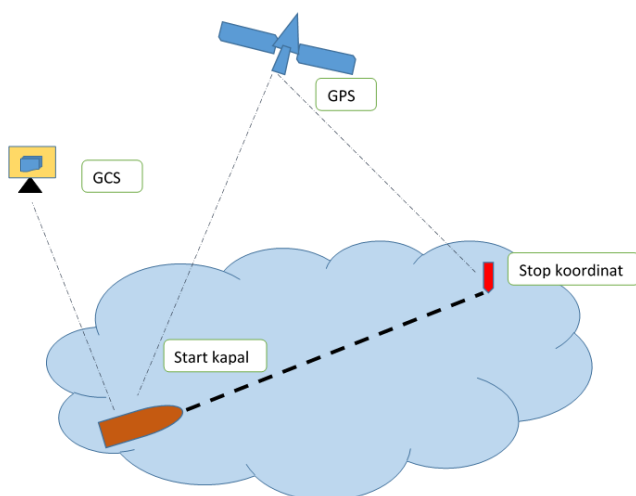
Gambar 9 Skema Rangkaian Sistem Pada APM 2.6 autopilot

Selanjutnya, semua komponen disinkronisasi dengan APM dan GPS yang diprogram melalui *mission planner*. Dan berikut ringkasan program pada APM:

- Koordinat ditentukan pada *mission planner* melalui GCS
- Kapal tanpa awak bergerak menuju titik koordinat yang diarahkan dengan motor servo
- Sensor *ultrasonic* akan menghentikan kapal apabila terdapat halangan dan memberikan arah yang benar sampai pada koordinat yang telah ditentukan.

Dan setelah komponen dan program sesuai dengan yang telah dirancang, maka dilakukan pengujian pada sungai atau waduk. Jika hasil belum sesuai maka rangkain dan program akan diperiksa. Apabila sudah berhasil maka analisa data dan kesimpulan akan di buat.

Dan berikut ini merupakan sistem komunikasi antara user, kapal, dan satelit. Dimana user akan menentukan koordinat yang akan dituju kemudian akan diproses oleh GPS dan Mikrokontroler yang digunakan untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan



Gambar 10 Sistematika kerja sistem pada kapal tanpa awak.

Terdapat Cara kerja sistem kapal tanpa awak berbasis GPS:

- GCS akan menerima informasi titik koordinat dari GPS didalam kapal
- GCS mengirim kembali titik koordinat tujuan pada sistem dalam kapal
- Sistem dalam kapal memproses informasi input yang diterima GCS
- Sistem akan mengontrol motor dan servo
- Kapal tanpa awak menuju titik tujuan dan berhenti

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Rancangan

Pada Perancangan Kapal tanpa awak, kapal dibuat dari bahan kayu dengan desain jenis kapal melaboh dengan ciri bagian depan dari kapal berbentuk bulat. Bentuk dan desain kapal tanpa awak yang telah dibuat cocok berada dalam ombak dan juga memiliki keseimbangan yang sangat bagus karena terbuat dari kayu yang memiliki cukup beban. Dan berikut hasil dari kapal tanpa awak yang telah dikerjakan untuk menjang hasil penelitian.



Gambar 11 Prototipe kapal tanpa awak dengan sistem kendali berbasis GPS

Gambar 11 menampilkan kapal awak dengan sistem kendali berbasis GPS yang telah dirakit. Dalam kapal terdapat kotak rangkaian yang berguna untuk melindungi dari percikan air yang masuk, dalam kotak tersebut terdiri beberapa komponen yaitu APM 2.6, GPS, receiver dan ESC. Dan pada bagian belakang terdapat motor, baterai dan servo. Berikut adalah spesifikasi kapal tanpa awak :

- Ukuran kapal : 100 x 29 cm
- Tinggi kapal : 14 cm
- Berat total : 8 kg
- Kecepatan maksimal: 1.45 m/s
- Daya tahan baterai : 152 menit

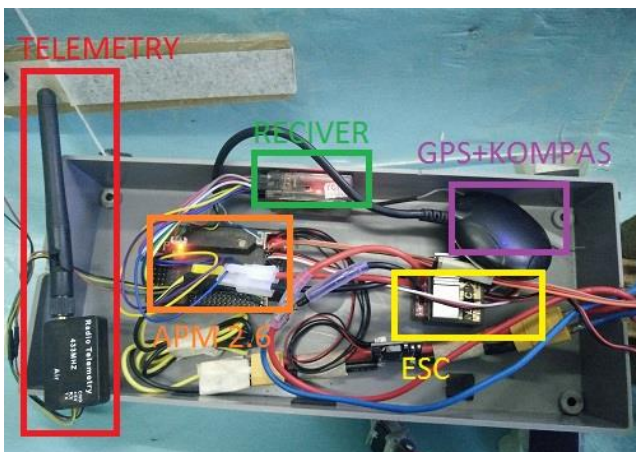
Kecepatan maksimal kapal dapat diketahui dengan melihat indikator kecepatan pada *mission planner*, dan hasil maksimal yang didapat selama pengujian adalah 1.45 m/s. Daya tahan baterai didapat dengan mengukur waktu hidup

kapal tanpa awak di daratan dengan kecepatan maksimal, persentase kapasitas awal baterai 98 % yang terukur pada jam 16.00 dan sampai jam 18.32 menjadi 0 %.



Gambar 12 Tata letak komponen dalam kapal tanpa awak

Gambar 12 menunjukkan kotak rangkaian berada pada bagian depan dengan tujuan untuk menghindari gangguan magnetik dari getar motor DC dan servo yang terletak pada bagian belakang kapal, dalam kontak rangkain terdapat beberapa komponen lain yang dapat dilihat pada gambar 13



Gambar 13 Tata letak komponen dalam kotak rangkaian

Pada bagian depan kapal diletakkan Module GPS dan kompas dengan tujuan agar bekerja dengan baik dan terhindar dari noise yang ditimbulkan getaran motor yang diletakkan di tengah. Selanjutnya telemetry pada samping kapal supaya bisa berdiri tegak dengan tujuan komunikasi antara kapal dan GCS. Kemudian peletakan komponen MCU (Micro Controller Unit) atau APM 2.6 dan Motor driver pada bagian kotak rangkain dengan tujuan agar bisa membaca titik keseimbangan dari kapal.

4.2. Hasil Pengujian Kapal tanpa Awak dengan 2 Waypoint

Ada pun pengujian lapangan pada kapal tanpa Awak dengan kendali berbasis GPS dilakukan di hutan kota BNI Darusalam, dalam pengujian ini jarak yang dibuat antara waypoint 1 menuju 2 sepanjang 30 meter. Waypoint terdiri dari koordinat lintang (*latitude*) dan bujur (*longitude*) yang telah tentukan. berikut adalah jalur yang dibuat pengujian ini:



Gambar 14 Tampilan *waypoint* pada GCS sebelum AUTO

Setelah ditentukan *waypoint* dan dikoneksikan dengan kapal maka akan muncul pada GCS seperti gambar 4.6 yang menampilkan peta area pengujian, *waypoint*, *home*, sinyal telemetry, jumlah satelit, kecepatan kapal dan indikator lainnya. Rover warna ungu merupakan perumpamaan kapal tanpa awak dalam pengujian TA ini, posisi kapal tanpa awak sesuai dengan titik koordinat yang terbaca GPS yang terletak dalam kapal. Titik hijau merupakan titik koordinat yang tentukan sebagai tujuan dari kapal tanpa awak, dan lingkaran putih diantara titik koordinat merupakan *waypoint* radius (WP Radius) yang berfungsi sebagai area kerja kapal tanpa awak untuk intruksi atau *waypoint* selanjutnya. Dan garis kuning adalah garis yang menghubungkan antara titik-titik koordinat yang telah ditentukan.



Gambar 15 Tampilan *track* jalan kapal

Warna ungu pada gambar 15 adalah *xtrack* atau rekaman jalur yang dilewati kapal tanpa awak berbasis GPS. Dari diketahui bahwa kapal dalam kondisi auto telah berpindah dari titik koordinat awal sebagai *home* menuju titik koordinat 1 sebagai *waypoint* 1 dan kemudian menuju titik koordinat 2 sebagai *waypoint* 2 yang berjarak sekitar 30 meter dan ketika berada dalam radius *waypoint* 2 maka secara berurutan segera memasuki instruksi titik koordinat 3 yang berfungsi sebagai RTL (*return to launch*) untuk mengembalikan kapal pada titik koordinat awal atau *home*. Ada data pengujian dapat dilihat dari tabel berikut.

TABLE 2
HASIL PENGUJIAN

Waktu	Satelit	xtrack	Koordinat		Waypoint
			L	B	
11:35:22	8	-0,04	5°58'66.32"N	95°34'95.92"E	14>1
11:35:23	9	-0,11	5°58'66.28"N	95°34'95.83"E	
11:35:24	9	-0,09	5°58'66.21"N	95°34'95.72"E	
11:35:25	9	-0,03	5°58'66.14"N	95°34'95.60"E	
11:35:26	9	-0,07	5°58'66.07"N	95°34'95.48"E	
11:35:27	9	0,07	5°58'66.00"N	95°34'95.36"E	
11:35:28	9	-5,83	5°58'65.93"N	95°34'95.20"E	33>2
11:35:29	9	-4,21	5°58'65.90"N	95°34'95.16"E	
11:35:30	9	-3,06	5°58'65.69"N	95°34'95.08"E	
11:35:31	9	-1,6	5°58'65.56"N	95°34'95.01"E	
11:35:32	9	-1,11	5°58'65.48"N	95°34'95.97"E	
11:35:33	9	-0,29	5°58'65.34"N	95°34'94.95"E	
11:35:34	9	-0,34	5°58'65.13"N	95°34'95.02"E	
11:35:35	9	-0,25	5°58'65.08"N	95°34'95.04"E	
11:35:36	9	-0,14	5°58'64.92"N	95°34'95.08"E	
11:35:37	9	-0,15	5°58'64.84"N	95°34'95.11"E	
11:35:38	9	-0,18	5°58'64.63"N	95°34'95.19"E	
11:35:39	9	-0,14	5°58'64.50"N	95°34'95.23"E	
11:35:40	9	-0,13	5°58'64.44"N	95°34'95.25"E	
11:35:41	8	-0,15	5°58'64.23"N	95°34'95.32"E	
11:35:42	8	-0,12	5°58'64.15"N	95°34'95.35"E	
11:35:43	8	-0,09	5°58'64.02"N	95°34'95.39"E	
11:35:44	8	-0,05	5°58'63.90"N	95°34'95.43"E	
11:35:45	8	-0,06	5°58'63.75"N	95°34'95.59"E	
11:35:46	8	-0,06	5°58'63.62"N	95°34'95.53"E	
11:35:47	8	0	5°58'63.50"N	95°34'95.58"E	
11:35:48	9	0	5°58'63.39"N	95°34'95.66"E	34>3
11:35:49	9	0	5°58'63.39"N	95°34'95.73"E	
11:35:50	9	0,09	5°58'63.48"N	95°34'95.81"E	
11:35:51	9	0	5°58'63.64"N	95°34'95.81"E	
11:35:52	8	0	5°58'63.64"N	95°34'95.81"E	
11:35:53	8	0,03	5°58'63.79"N	95°34'95.81"E	
11:35:54	8	-0,02	5°58'63.94"N	95°34'95.82"E	
11:35:55	8	0	5°58'64.07"N	95°34'95.83"E	
11:35:56	9	-0,02	5°58'64.22"N	95°34'95.85"E	
11:35:57	9	-0,02	5°58'64.29"N	95°34'95.85"E	
11:35:58	9	0	5°58'64.42"N	95°34'95.86"E	
11:35:59	9	0	5°58'64.56"N	95°34'95.87"E	
11:36:00	9	-0,01	5°58'64.63"N	95°34'95.88"E	
11:36:01	9	0	5°58'64.74"N	95°34'95.89"E	
11:36:02	9	-0,03	5°58'64.88"N	95°34'95.90"E	
11:36:03	9	0	5°58'64.98"N	95°34'95.90"E	
11:36:04	9	0	5°58'65.10"N	95°34'95.91"E	
11:36:05	9	-0,02	5°58'65.16"N	95°34'95.92"E	
11:36:06	9	0	5°58'65.28"N	95°34'95.93"E	
11:36:07	9	-0,02	5°58'65.40"N	95°34'95.94"E	
11:36:08	9	0	5°58'65.49"N	95°34'95.94"E	
11:36:09	9	0	5°58'65.55"N	95°34'95.95"E	
11:36:10	9	-0,01	5°58'65.65"N	95°34'95.96"E	

11:36:11	9	0	5°58'65.79"N	95°34'95.97"E	
11:36:12	9	0	5°58'65.84"N	95°34'95.98"E	
11:36:13	9	0	5°58'65.86"N	95°34'95.98"E	
11:36:14	9	0	5°58'65.93"N	95°34'95.99"E	
11:36:15	9	0	5°58'66.01"N	95°34'95.99"E	HOLD
11:36:16	9	0	5°58'66.13"N	95°34'95.99"E	MANUAL

Tabel diatas dapat kita lihat hasil pengujian sistem kendali berbasis GPS pada kapal tanpa awak dari jumlah satelit, *xtrack*, titik koordinat *xtrack* yang terekam dan jarak antara *waypoint*. Data koordinat yang diambil dari setiap perpindahan adalah perdetik dengan jumlah total waktu pengujian 90 detik dari kapal tanpa awak bekerja AUTO sampai kembali pada titik koordinat awal sebagai home dengan status HOLD atau berhenti. Jumlah satelit yang diperoleh dalam pengujian bagus karena satelit yang terdeteksi lebih 6 satelit sehingga kapal tanpa awak bisa bekerja dengan sempurna.

Track Arah perjalanan yang sedang ditempuh dengan menggunakan GPS. Biasanya digambarkan berupa garis pada display GPS, dan *xtrack* dalam penelitian ini adalah selisih antara *track* *waypoint*. Dari tabel dapat kita lihat nilai rata-rata *xtrack* sangat bagus kecuali di titik koordinat 1 atau *waypoint* 1 karena *waypoint* radius sebesar 6 meter. Jarak *waypoint* adalah jarak antara titik kordinat yang dilalui kapal tanpa awak, jarak antara home ke *waypoint* 1 sekitar 24 meter yang akan ditempuh kapal tanpa awak kemudian antara *waypoint* 1 menuju *waypoint* 2 sepanjang 33 meter dan jarak kembali pada titik awal atau home ssepanjang 34 meter.

V. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian yang didapatkan bahwa sistem kendali berbasis GPS pada kapal tanpa awak dapat memindahkan kapal tanpa awak dari satu koordinat atau *waypoint* menuju *waypoint* selanjutnya berdasarkan data GPS yang didapatkan kapal. Kapal tanpa awak bekerja dengan membaca data GPS kemudian diproses pada APM 2.6 dan dikirim data pada *mission planner* yang kemudian memberi intruksi pada kapal tanpa awak untuk mengikuti *waypoint* yang telah ditentukan. sistem kendali berbasis GPS pada kapal tanpa awak berhasil diterapkan pada kapal tanpa untuk berpindah secara otonom menuju *waypoint* yang telah di tentukan .

Sistem kendali berbasis GPS pada kapal tanpa awak bisa dibuat pengembangan dengan menambahkan sistem keamanan untuk kapal dan juga penambahan perangkat lain yang berfungsi untuk penelitian pada lingkungan perairan.

REFERENSI

- [1] Dadiv G.Alciator dan michel B.Histand, *Intruduction to mechtronics and measurement system*. North Amerika:International edition, 2003.
- [2] Future electronics, 2016, *Arduipilot APM 2.6 simplified setup*, ArduPilot Dev Team.

- [3] Murie Dwiyantri. *Journal Aplikasi GPS Berbasis GSM Modem ada Monitoring Bus*. Depok: Politehnik Negeri Jakarta. 2011
- [4] Ahmad Rifai. *Journal Sistem Informasi Pemantauan Posisi Kendaraan Dinas Unsri Menggunakan Teknologi GPS*. Palembang: Universitas Sriwijaya. 2013
- [5] Ari Rahayuningtyas. *Journal Pembuatan Sistem Pengendali 4 Motor DC Penggerak 4 Roda Secara Independent Berbasis Mikrokontroler AT89C2051*. Jawa Barat: Balai Besar Pengembangan Teknologi Tepat Guna. 2009
- [6] Purwanto. *Journal Pengedali Motor Servo DC Standard dengan Berbasis Mikrokontroler ATMEGA8535*. Depok: Universitas Gunadarma. 2009
- [7] Bartolomeus Bregas, DKK. *Pengendali Motor Servo DC Menggunakan PI untuk Diimplementasikanpada Mesin CNC*. Jakarta: Binus University. 2011
- [8] Benjamin Tefay, DKK. *Journal Design of an Integrated Electronic Speed Controller for Compact Robotic Vehicles*. Brisbane: University of Queensland. 2011
- [9] Clive Maxfield, DKK. *Journal Electrical Engineering Know it All*. USA: Elsevier. 2008.
- [10] Ismail Rizka Pambudi, DKK. *Journal Sistem Telemetri Pemandu Gempa Menggunakan Jaringan GSM*. Bandung: Institut Teknologi Bandung. 2012.
- [11] Mr. Manikya Gupta dan Prof. Apeksha Sakhare. *An Overview of Otonom Marine Robotic Vehicle*. India: G. H. Rasoni College of Engineering. 2015