

RANCANG BANGUN *DATALOGGER* PADA *UNMANNED SURFACE VEHICLE* UNTUK MONITORING POSISI DAN HEADING KAPAL BERBASIS *INTERNET OF THINGS*

Setyawan Ajie Sukarno^{1*}, Ridwan²

^{1,2,3,4} Politeknik Manufaktur Bandung; Jl. Kanayakan no.21, Bandung; +62-22-2500241

Riwayat artikel:

Received: 14 Maret 2024

Accepted: 30 Maret 2024

Published: 2 April 2024

Keywords:

USV, Autopilot, Navigasi, GPS, Arduino, Kompas.

Correspondent Email:

ajie@ae.polman-bandung.ac.id

Abstrak. Dengan meningkatnya minat dunia dalam masalah komersial, ilmiah dan militer yang berkaitan dengan laut dan perairan dangkal, telah terjadi peningkatan permintaan untuk pengembangan kendaraan permukaan tak berawak (Unmanned Surface Vehicle - USV) dengan kemampuan pemandu, navigasi, dan kontrol yang canggih. Oleh karena itu kita membutuhkan sebuah perangkat yang praktis dan mudah dibawa kemana-mana. MEMS (Micro Electro Mechanical System), GPS, dan giroskop adalah contoh teknologi yang berguna dan praktis untuk digunakan. Berdasarkan kondisi tersebut, dirancang sistem kendali Unmanned Survey Vechile (USV) yaitu sebuah kapal tanpa awak yang dapat menentukan rute pergerakan kapal secara otomatis dengan bantuan sensor GPS. Komponen utama dari sistem ini adalah sensor GPS, Arduino, dan sensor kompas.

Abstract. The increase of worldwide interest in commercial, scientific and military issues related to the sea and shallow waters, there has been an increasing demand for the development of unmanned surface vehicles (USV) with advanced guidance, navigation and control capabilities. Therefore, we need a device that is practical and easy to carry everywhere. MEMS (Micro Electro Mechanical System), GPS, and gyroscope are examples of technologies that are useful and practical to use. Based on these conditions, this Unmanned Survey Vehicle (USV) control system is designed i.e. an unmanned ship that can determine the route of movement ship automatically with the help of GPS sensors. The main components of this system are GPS sensors, Arduino, and compass sensors.

1. PENDAHULUAN

Di era ini, perkembangan teknologi yang menerapkan ilmu elektronika dan sistem kendali khususnya mikrokontroler semakin populer. Dalam pelayaran, banyak pekerjaan yang mengalami kesulitan dalam hal pengawasan dan pengamatan pekerjaan [1]. Selain itu, Indonesia dengan luas laut hampir dua pertiga dari luas daratannya, menjadi perhatian khusus Presiden Joko Widodo untuk menegaskan kedaulatan maritim Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) [2].

Dalam beberapa tahun terakhir, penggunaan wahana tanpa awak telah menjadi solusi untuk banyak permasalahan-permasalahan sipil [3], dan aplikasinya telah digunakan dalam beberapa aspek kegiatan baik dalam bidang pertahanan, pertanian, logistic, SAR dan geomatika [4]. Salah satu aplikasi wahana tanpa awak penerapan Unmanned Survey Vehicle (USV) telah meningkat di bidang oseanografi [5][6], meteorologi, aplikasi militer, pertanian [7] dan komersial, sehingga USV memiliki prospek yang baik untuk masa depan. USV merupakan salah satu bentuk penerapan teknologi sistem

kemudi otomatis atau autopilot pada kendaraan laut [8][9]. Autopilot adalah sistem yang digunakan untuk mengontrol lintasan pesawat, kapal atau pesawat ruang angkasa tanpa memerlukan kontrol manual yang konstan oleh operator manusia. Autopilot tidak menggantikan operator manusia. Sebaliknya, autopilot membantu operator mengendalikan kendaraan, memungkinkan operator untuk fokus pada aspek operasi yang lebih luas (misalnya pemantauan lintasan, cuaca dan sistem on-board) [10][11][12].

Kinerja navigasi dengan metode tradisional (menggunakan kapal berawak) di perairan yang sangat dangkal, yaitu danau, sungai dan pantai dengan kedalaman kurang dari 1 m, seringkali sulit atau, dalam banyak kasus, tidak mungkin karena berbagai masalah karena manuver kapal yang aman. Untuk alasan ini, penggunaan kapal permukaan tak berawak hidrografi draft dangkal (USV) tampaknya memberikan metode alternatif yang menjanjikan untuk melakukan navigasi tersebut [13][14].

Penelitian ini berfokus pada rancang bangun autopilot pada USV dengan menggunakan mikrokontroler. Mikrokontroler telah banyak dipakai dalam aplikasi USV [15], namun kebanyakan berfungsi sebagai tools pembaca data saja. Dalam penelitian ini, mikrokontroler menjalankan sistem autopilot dengan integrasi GPS (Global Positioning System) (Specht dkk., 2017) dan akuisisi data sensor GY-521/MPU 6050 menggunakan ESP 8266 hingga ThingSpeak untuk memperkirakan orientasi sudut suatu objek dan dapat dipantau di cloud [16].

2. TINJAUAN PUSTAKA

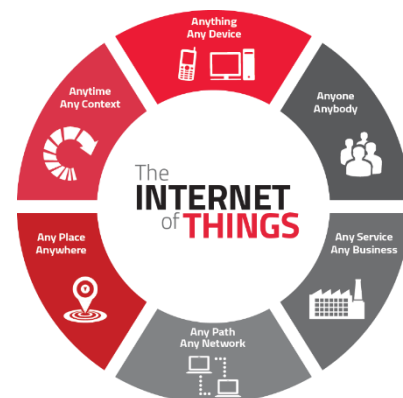
2.1. Unmanned Surface Vehicle (USV)



Gambar 1. Ilustrasi USV Untuk Komersial

Kendaraan permukaan tak berawak (USV) juga dikenal sebagai kapal permukaan tak berawak (USV) atau (dalam beberapa kasus) kendaraan permukaan otonom (ASV), atau kapal drone sehari-hari adalah kapal yang beroperasi di permukaan air tanpa awak [17]. Permukaan air yaitu permukaan air yang berada pada zona epipelagic secara teknis meliputi 200 meter di atas permukaan laut [18]. Kapal tanpa awak tidak hanya digunakan sebagai kapal militer, melainkan dapat digunakan sebagai kapal riset, survei, inspeksi keadaan sekitar sungai, survei seismik, operasi pembuatan detail desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk penyelamatan, dan masih banyak lainnya. Kapal biasa yang menavigasi di atas air, pendorong khusus yang mengubah arah dorong yang dihasilkan dan memberikan daya belok ke kapal (seperti baling-baling Voithsieder, baling-baling sekrup ayun, dll. Pada saat ini, Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang banyak melakukan penelitian mengenai Unmanned Surface Vehicle (USV). Baik dari segi elektronik maupun dari segi bentuk maupun pelengkap kapal tersebut.

2.2. Internet of Things (IoT)



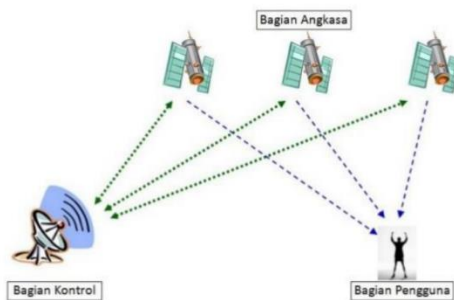
Gambar 2. Ilustrasi IoT

Internet of Things adalah gagasan umum tentang sesuatu, terutama benda sehari-hari, yang dapat dibaca, dikenali, ditemukan, dialamatkan melalui perangkat penginderaan informasi dan/atau dapat dikontrol melalui Internet, terlepas dari sarana komunikasi (baik melalui RFID, LAN nirkabel, jaringan area luas, atau cara lain). Objek sehari-hari tidak hanya mencakup perangkat elektronik yang kita temui atau produk dari perkembangan teknologi

yang lebih tinggi seperti kendaraan dan peralatan, tetapi juga hal-hal yang biasanya tidak kita anggap sebagai elektronik sama sekali - seperti makanan, pakaian, kursi, hewan, pohon, air, dan lain-lain.

2.3. Global Positioning System (GPS)

GPS adalah sistem navigasi yang menggunakan satelit yang didesain agar dapat menyediakan posisi secara instan, kecepatan dan informasi waktu di hampir semua tempat di muka bumi [20]. Bagian yang paling penting dalam sistem navigasi GPS adalah beberapa satelit yang berada di orbit bumi atau yang sering kita sebut di ruang angkasa. Satelit GPS saat ini berjumlah 24 unit yang semuanya dapat memancarkan sinyal ke bumi yang lalu dapat ditangkap oleh alat penerima sinyal tersebut atau GPS Tracker. Selain satelit terdapat 2 sistem lain yang saling berhubungan, sehingga jadilah 3 bagian penting dalam sistem GPS. Ketiga bagian tersebut terdiri dari: GPS Control Segment (Bagian Kontrol), GPS Space Segment (bagian angkasa), dan GPS User Segment (bagian pengguna).

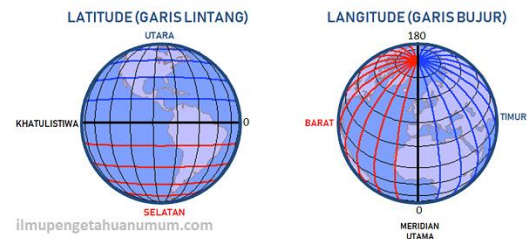


Gambar 3. Ilustrasi Cara Kerja GPS

2.4. Latitude dan Longitude

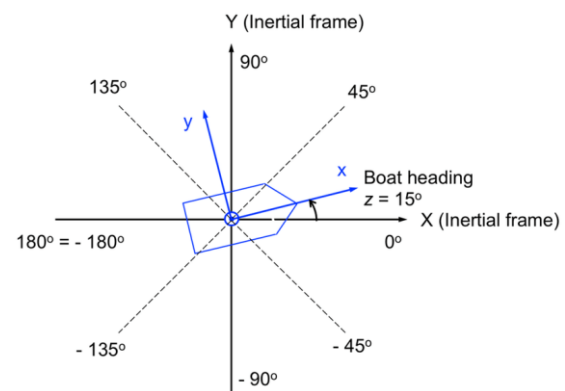
Latitude disebut juga garis lintang. Garis lintang merupakan garis vertikal yang mengukur sudut antara suatu titik dengan garis katulistiwa. Titik di utara garis khatulistiwa dinamakan lintang utara, sedangkan titik di selatan khatulistiwa dinamakan lintang selatan. Longitude disebut juga garis bujur. Garis bujur yaitu garis horizontal yang mengukur sudut antara satu titik dengan titik nol bumi, yaitu Greenwich di London, Britania Raya yang merupakan titik 00 atau 3600 yang diterima

secara internasional. Titik di barat bujur 00 dinamakan bujur barat, sedangkan titik di timur 3600 dinamakan bujur timur.



Gambar 4. Ilustrasi Latitude dan Longitude

2.5. Heading



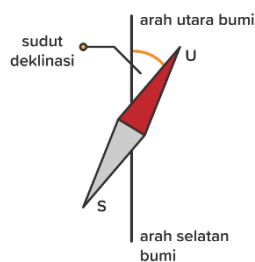
Gambar 5. Ilustrasi Heading pada Kapal.

Heading adalah arah yang dituju oleh kendaraan atau kapal pada saat tertentu. Ini dinyatakan sebagai jarak sudut relatif ke utara, biasanya 000° di utara, searah jarum jam melalui 359°, dalam derajat baik arah sebenarnya, magnet, atau kompas. Ini adalah nilai yang terus berubah saat kapal bergerak maju mundur melintasi jalur karena efek gabungan dari laut, angin, dan kesalahan kemudi. Misalnya, di atas kapal juru mudi mungkin mencoba mengarahkan arah 180°, tetapi arahnya satu saat adalah 188° dan saat berikutnya adalah 074°, Sudutnya tetap 180°. Biasanya, penentuan heading adalah tugas IMU. Namun, hanya IMU terbaik yang mampu melakukannya dengan baik pada kecepatan rendah.

2.6. Deklinasi Magnetik

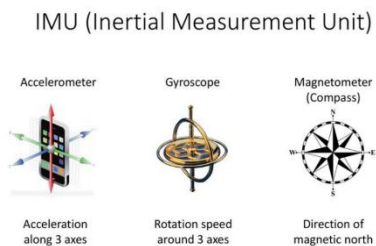
Karena kutub magnet bumi tidak bertepatan dengan kutub geografis dan karena

ketidakteraturan lain dari medan magnet bumi, komponen horizontal medan magnet pada posisi tertentu, yang disebut meridian magnetik, Biasanya membentuk sudut dengan meridian geografis lokal. Sudut ini disebut deklinasi magnetik atau, dalam istilah pelaut bahasa, variasi magnetis. Dengan demikian, jarum kompas magnetik, menyelaraskan dirinya dengan magnet lokal meridian, tidak secara tepat menunjukkan arah utara yang sebenarnya.



Gambar 6. Ilustrasi Deklinasi Magnetik.

2.7. Inertial Measurement Unit (IMU)



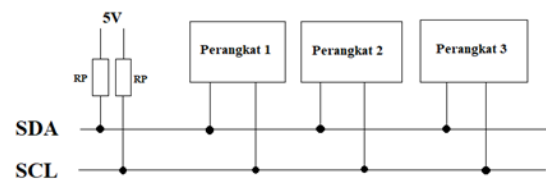
Gambar 7. Ilustrasi IMU

Inertial Measurement Unit (IMU) merupakan alat yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti gyroskop dan akselerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor. IMU adalah bagian dari navigasi system yang dikenal sebagai Inertial Navigation System atau INS. Pertama kali didemonstrasikan oleh C.S. Draper tahun 1949, IMU menjadi komponen navigasi umum dari bidang dan kapal [21].

2.8. Komunikasi I2C

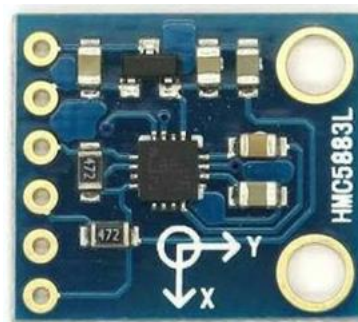
Inter-Integrated Circuit atau yang biasa dikenal dengan sebutan I2C merupakan sebuah sistem untuk mengirim dan menerima informasi antara dua perangkat atau lebih yang menggunakan 2 jalur yang disebut dengan sistem bus. Bus I2C merupakan bus serial

bidirectional (dua arah) yang berfungsi untuk membawa data antar IC. Protokol I2C ini terdiri dari dua jalur sinyal yaitu jalur SDA dan jalur SCL, dimana SDA merupakan jalur untuk Data dan SCL merupakan jalur untuk Clock atau digunakan untuk mensinkronisasi transfer data pada jalur I2C. Kedua jalur ini digunakan untuk berkomunikasi antar perangkat dan bersifat open drain yang berarti Integrated Circuit (IC) yang digunakan dapat membuat keluarannya LOW, tetapi tidak dapat membuat keluarannya menjadi HIGH. Maka dari itu dibutuhkan pull – up resistor dan menghubungkannya dengan daya masukan 5V untuk membuat keluarannya menjadi HIGH. Resistansi dari pull – up resistor yang dapat digunakan berkisar dari 1k Ω sampai dengan 47K Ω (besar resistansi tidak menjadi masalah). Implementasi dari I2C dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.



Gambar 8. Implementasi Jalur I2C.

2.9. Sensor Kompas HMC5883L

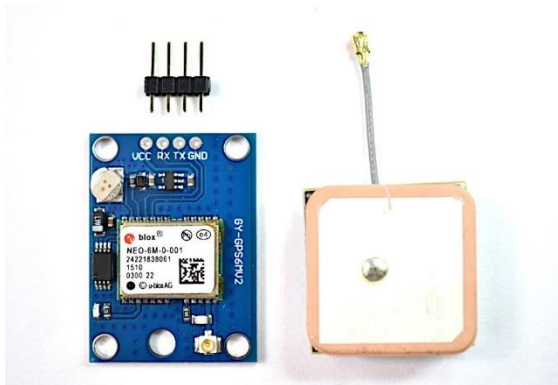


Gambar 9. Sensor Kompas HMC5883L

HMC5883L adalah sebuah sensor yang digunakan untuk menunjukkan arah mata angin, atau bisa juga disebut sebagai kompas digital. Sensor ini menggunakan komponen utama berupa IC HMC5883L yang merupakan IC kompas digital 3 axis yang memiliki interface berupa 2 pin I2C. HMC5883L memiliki sensor magneto-resistive HMC118X series ber-resolusi tinggi, ditambah ASIC dengan konten

amplification, automatic degaussing strap driver, offset cancellation dan 12 bit ADC yang memungkinkan keakuratan kompas mencapai 1 sampai 2 derajat. Modul ini biasa digunakan untuk keperluan sistem navigasi otomatis, mobile phone, netbook dan perangkat navigasi personal. Modul ini memiliki 5 pin, diantaranya adalah VCC, Gnd, SDA, SCL, dan DRDY [22].

2.10. GPS U-blox Neo 6M



Gambar 10. Sensor GPS U-blox Neo 6M

Modul ini dapat melacak hingga 22 satelit pada 50 saluran dan mencapai tingkat sensitivitas tertinggi di industri yaitu pelacakan -161 dB, sementara hanya menggunakan arus suplai 45mA. Tidak seperti modul GPS lainnya, ia dapat melakukan pembaruan lokasi hingga 5 detik dengan akurasi posisi Horizontal 2.5m. Mesin pemosisian u-blox 6 juga menawarkan Time-To-First-Fix (TTFF) di bawah 1 detik. Salah satu fitur terbaik yang disediakan chip ini adalah Power Save Mode (PSM). Hal ini memungkinkan pengurangan konsumsi daya sistem dengan secara selektif mengalihkan bagian penerima ON dan OFF. Ini secara dramatis mengurangi konsumsi daya modul menjadi hanya 11mA sehingga cocok untuk aplikasi sensitif daya seperti jam tangan GPS. Pin data yang diperlukan dari chip GPS NEO-6M dipecah menjadi header pitch 0,1". Ini termasuk pin yang diperlukan untuk komunikasi dengan mikrokontroler melalui UART. Modul ini mendukung baud rate dari 4800bps hingga 230400bps dengan baud default 9600 [23].

2.11. ESP8266

ESP8266 adalah microchip Wi-Fi dengan stack TCP/IP penuh dan kemampuan mikrokontroler, diproduksi oleh Espressif Systems di Shanghai, Cina. Chip ini pertama kali menjadi perhatian pembuat Barat pada Agustus 2014 dengan modul ESP-01, yang dibuat oleh pabrikan pihak ketiga Ai-Thinker. Modul kecil ini memungkinkan mikrokontroler terhubung ke jaringan Wi-Fi dan membuat koneksi TCP/IP sederhana menggunakan perintah gaya Hayes. Namun, pada awalnya, hampir tidak ada dokumentasi berbahasa Inggris pada chip dan perintah yang diterimanya. Harga yang sangat rendah dan fakta bahwa hanya ada sedikit komponen eksternal pada modul, yang menunjukkan bahwa volumenya pada akhirnya bisa sangat murah, menarik banyak peretas untuk menjelajahi modul, chip, dan perangkat lunak di dalamnya, serta untuk menerjemahkan dokumentasi bahasa Mandarin. ESP8285 adalah ESP8266 dengan 1 MiB flash built-in, memungkinkan pembuatan perangkat chip tunggal yang mampu terhubung ke Wi-Fi.



Gambar 11. ESP8266

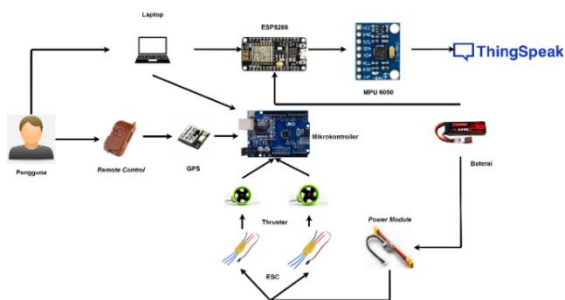
2.12. ThingSpeak

ThingSpeak adalah aplikasi dan API Internet of Things (IoT) sumber terbuka untuk menyimpan dan mengambil data dari berbagai hal menggunakan protokol HTTP dan MQTT melalui Internet atau melalui Jaringan Area Lokal. ThingSpeak memungkinkan pembuatan aplikasi pencatatan sensor, aplikasi pelacakan lokasi, dan jejaring sosial berbagai hal dengan pembaruan status.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Gambaran Umum Sistem

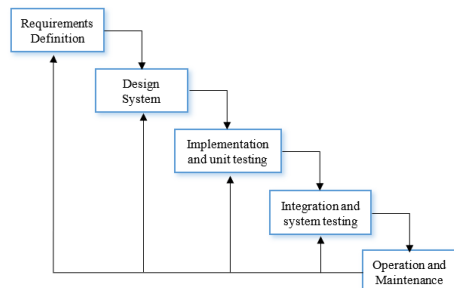
Penelitian ini menghasilkan sistem kendali autopilot pada USV. Pengguna menekan tombol start secara manual atau menggunakan remote control untuk memulai penangkapan koordinat oleh GPS dan setelah itu USV dapat dioperasikan. Kemudian data dari sensor gyro dapat diakses melalui Thingspeak dengan syarat ESP 8266 terhubung dengan internet. Gambar 12 menunjukkan gambaran arsitektur pembuatan autopilot pada kendaraan survei tanpa awak berbasis mikrokontroler yang akan dibuat.



Gambar 12. Gambaran Umum Sistem.

Pada sistem autopilot ini, ketika autopilot menyala, dalam hitungan detik GPS akan memperoleh posisi, kecepatan dan arah kapal serta mampu mempertahankan arah (rute). Sistem kemudi yang menggunakan thruster yang biasanya digerakkan oleh nahkoda, kini dikendalikan oleh Autopilot melalui driver ESC yang terhubung ke thruster.

Dalam merancang pemrograman mikrokontroler, penulis menggunakan metode waterfall sebagai metode perancangan perangkat lunak. Gambar 13 berikut merupakan tahapan-tahapan pengaplikasian metode *waterfall*.



Gambar 13. Skema Metode Penelitian *Waterfall*

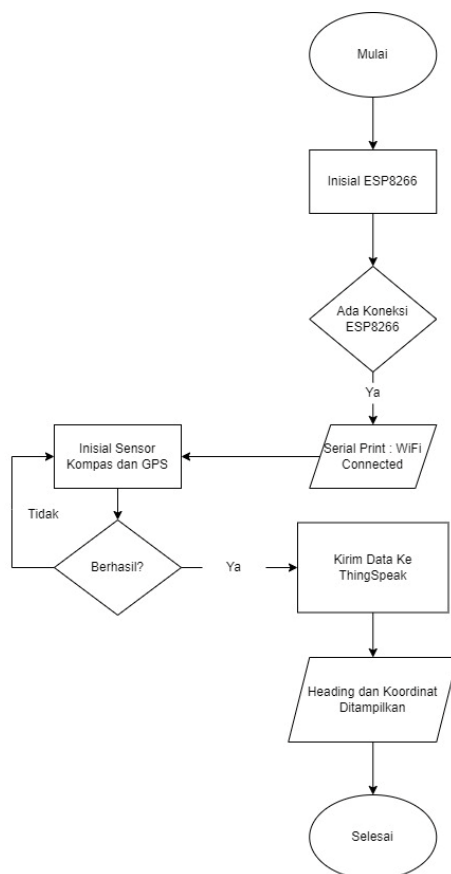
Pada gambar 13 diatas terdapat skema langkah kerja dari metode penelitian Waterfall ini. Secara keseluruhan langkah kerja terdapat 5 tahapan. Tahapan pertama yaitu mendefinisikan tugas dan tuntutan. Tahapan ini dilakukan dengan mengumpulkan data kebutuhan dari membaca penelitian terdahulu untuk sistem. Tahapan kedua yaitu merancang sebuah sistem untuk menyelesaikan kebutuhan yang ada. Tahapan ketiga yaitu implementasi dan pengtesan dari setiap sistem yang telah dibuat. Tahapan keempat yaitu integrasi dari setiap sistem yang telah diuji, tahapan ini untuk memastikan sistem sudah memenuhi semua persyaratan yang ada. Tahapan kelima yaitu operasikan dan perawatan, perangkat lunak yang sudah diluncurkan dioperasikan pada kapal dan membutuhkan sebuah perawatan baik karena kesalahan sistem atau karena terdapat kebutuhan baru. Tuntutan dalam setiap tahapan yang dimaksud diatas dapat dilihat pada tabel 1 berikut.

Tabel 1. Tuntutan dalam tahapan *waterfall*

No	Tahapan	Tuntutan
1	Requirements Definition	Sistem yang dibutuhkan, seperti: Komunikasi data, mengetahui posisi kapal ketika bergerak dan datalogging posisi kapal
2	Design System	<ul style="list-style-type: none"> Merancang sistem komunikasi data yang akan digunakan Merancang sistem monitoring yang akan digunakan Merancang sistem datalogging yang akan digunakan
3	Implementation and Unit Testing	<ul style="list-style-type: none"> Pengujian sistem komunikasi data yang telah dirancang Pengujian sistem monitoring yang telah dirancang Pengujian sistem datalogging yang telah dirancang
4	Integration and System Testing	Penggabungan seluruh sub sistem yang telah diuji pada tahap sebelumnya
5	Operation and Maintenance	Proses pengambilan data

Dalam tahap *Requirements Definition*, dibutuhkan informasi-informasi mengenai sistem yang dibutuhkan. Untuk mengumpulkan informasi tersebut dilakukan dengan membaca studi penelitian terdahulu. Pada tahap *Design System*, perancangan sistem dibuat berdasarkan analisa kebutuhan sistem pada tahap *Requirements Definition*. Pada tahap *Implementation and Unit Testing*, dilakukan beberapa pengujian seperti: pengujian komunikasi data dan pengujian pembacaan sensor-sensor. Pada tahap *Integration and System Testing*, dilakukan pengujian pada beberapa pembacaan sensor-sensor, seperti Kompas dan GPS. Dan pada tahap terakhir, dilakukan pengecekan data pada platform ThingSpeak dan juga data pada datalogger.

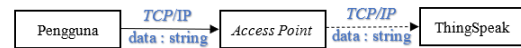
3.2. Diagram Alir Sistem



Gambar 14. Diagram Alir Sistem.

Sistem kerja pemantauan diawali dengan menginisialisasi ESP8266. Apabila terjadi koneksi, maka Arduino IDE menampilkan serial print: connecting to ssid, dan bila tidak maka

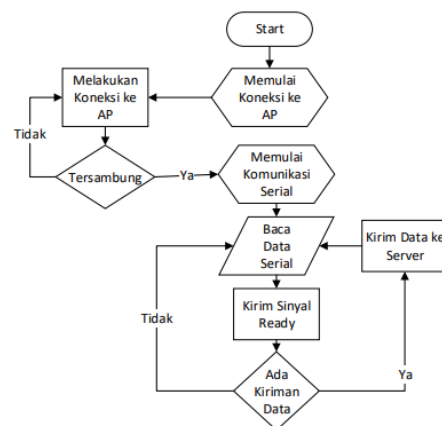
kembali ke inisialisasi ESP8266. Kemudian sensor kompas dan GPS diinisialisasi maka data heading dan koordinat akan terkirim ke ThingSpeak yang kemudian menampilkan informasi data heading dan koordinat.



Gambar 15. Komunikasi Data.

Gambar 15 diatas merupakan kebutuhan untuk mengirim data sensor kompas dan GPS yang dikirim dari pengguna menggunakan Arduino IDE. Komunikasi data dari pengguna ke Access Point menggunakan protokol TCP/IP, dimana komunikasi ini harus saling terkoneksi menggunakan alamat IP. Kemudian data yang diterima di publikasikan ke ThingSpeak.

3.3. Diagram Alir Sistem Perangkat Lunak

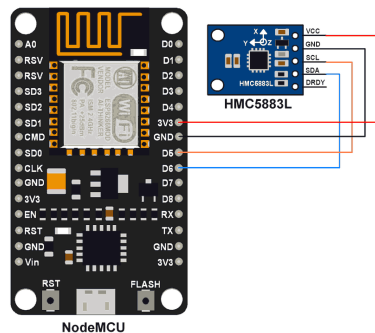


Gambar 16. Diagram Alir Sistem Perangkat Lunak.

Perancangan perangkat lunak pada aplikasi ini bertujuan untuk mengirimkan data yang diterima dari sensor kompas dan sensor GPS ke server yang telah ditentukan. Servernya ialah server ThingSpeak. ESP8266 melakukan pembacaan data yang dikirimkan oleh sensor kompas yang terhubung pada pin digital. Inisialisasi komunikasi serial dilakukan dengan menggunakan baud rate sebesar 115200bps. Ketika inisialisasi berhasil maka selanjutnya mengaktifkan library sensor kompas.

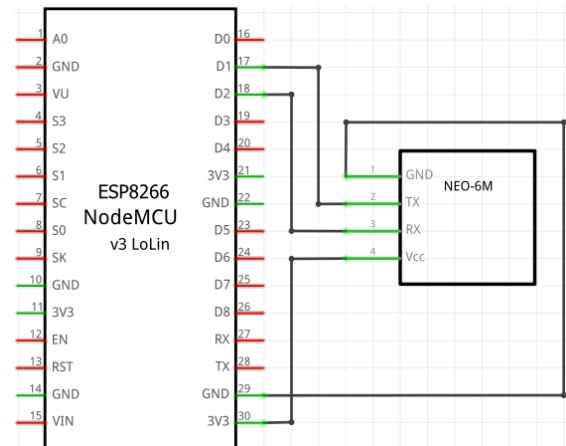
3.4. Perancangan Perangkat Keras

Kebutuhan Hardware Mikrokontroler ESP 8266 ESP 8266 yang tertanam dalam NodeMCU yang merupakan sebuah open source platform IoT dan pengembangan kit untuk membantu pembuat dalam membuat prototype produk IoT atau bisa dengan memakai sketch dengan arduino IDE. Pengembangan Kit ini didasarkan pada modul ESP8266, yang mengintegrasikan GPIO, PWM (Pulse Width Modulation), I2C, 1-Wire dan ADC (Analog to Digital Converter) semua dalam satu papan. Keunikan dari NodeMCU ini sendiri yaitu papannya yang berukuran sangat kecil yaitu panjang 4,83cm, lebar 2,54cm, dan dengan berat 7 gram. Tapi walaupun ukurannya yang kecil, papan ini sudah dilengkapi dengan fitur wifi dan *firmware*-nya yang bersifat *opensource*.



Gambar 17. Rangkaian Skematik ESP8266 dengan Sensor Kompas

Pada gambar 17 diatas tampak bahwa sensor kompas HMC5883L menggunakan I2C untuk berkomunikasi dengan Arduino, sehingga hanya dua kabel data dan dua kabel daya yang diperlukan untuk menghubungkannya.



Gambar 18. Rangkaian Skematik ESP8266 dengan Sensor GPS

Pada gambar 18 diatas tampak bahwa sensor GPS Ublox Neo 6M menggunakan komunikasi serial USART untuk berkomunikasi dengan NodeMCU, sehingga hanya dua kabel data masing masing untuk menghubungkan RX dan TX dan dua kabel daya.

3.5. Pengaturan Server pada ThingSpeak

Gambar 19. Pembuatan Akun ThingSpeak.

Thingspeak merupakan server Internet of Things yang cukup diminati karena konfigurasinya yang mudah, untuk memulai Thingspeak pertama-tama kita harus membuat akun pada server tersebut dengan alamat email yang kita miliki. Setelah mendapat akun pada server tersebut, maka langkah selanjutnya ialah mengatur dashboard atau tampilan awalnya dengan perangkat kita yang akan digunakan untuk melakukan pengiriman data. Gambar berikut menunjukkan halaman ketika kita memulai menggunakan Thingspeak, dan akan diarahkan untuk membuat akun jika belum terdaftar sebagai pengguna Thingspeak.

Pada gambar 19 diatas, setelah akun selesai dibuat, pada tampilan awal Thingspeak akan diarahkan untuk membuat channel untuk perangkat yang akan kita hubungkan dengan server. Gambar 20 dibawah menunjukkan pembuatan channel yang menggunakan field sebagai parameter pengiriman data yang dikirimkan melalui Modul WiFi ESP8266 menggunakan HTTP POST.

Channel Settings

Percentage complete 50%

Channel ID 1455209

Name Data Logging

Description Heading

Field 1 Angle ☒

Gambar 20. Pembuatan Channel pada ThingSpeak.

Pembuatan channel dilakukan dengan melakukan pengaturan untuk membuat apakah channel yang akan digunakan bersifat public atau private. Tujuan pembuatan ini ialah membuat hak pengaksesan terhadap data yang diolah. Pada tugas akhir ini channel dibuat public supaya dapat diakses oleh server lain untuk melakukan embed terhadap grafik dari Thingspeak. Setelah channel berhasil dibuat maka API (Application Programming Interface) Key akan otomatis tergenerate untuk dilakukan sebagai penghubung antara Thingspeak dan modul WiFi. Jika ada permasalahan mengenai koneksi antara perangkat dengan API Key kita bisa melakukan generate ulang API Key. Pada

API Key terdapat write API Key dan Read API Key. Yang digunakan dalam sistem ini ialah write API Key, karena kita akan menuliskan data pada server.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Komunikasi Data

Pengujian komunikasi data dilakukan untuk mengetahui data komunikasi dari pengguna ke Access Point maupun ke ThingSpeak yang telah terkirim dan tujuan penerimanya. Pengguna mengirim data string ke Access Point melalui koneksi TCP/IP, kemudian data tersebut diteruskan ke ThingSpeak. Kemudian ThingSpeak mengambil data string yang telah dipublikasikan di TCP/IP.



Gambar 21. Pengujian Konektivitas WiFi terhadap Akses Poin.

Pada Gambar 21 diatas, pengujian dilakukan pada modul WiFi pada ESP8266 yang terhubung dengan serial monitor untuk melakukan pengiriman data. Dari pengujian ini diperoleh hasil yang baik dengan tidak ada kesalahan pada saat melakukan koneksi.

4.2. Pengujian Pembacaan Kompas

Pengujian dilakukan untuk menganalisis apakah rancangan sensor kompas yang telah dibuat sudah sesuai dari target percobaan. Sensor kompas digerakan ke 8 arah mata angin yaitu, utara, timur laut, timur, tenggara, selatan, barat daya, barat, dan barat laut.

Tabel 2 dibawah merupakan salah satu dari 8 hasil pengujian sensor kompas terhadap 8 arah mata angin. Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian sensor kompas menghadap timur laut dengan penunjukkan 450. Dapat dilihat maksimum selisih derajat sebesar 0.690, minimum selisih derajat 0.070 dan rata-rata selisih derajat sebesar 0.10.

Tabel 2. Hasil Pembacaan Sensor Kompas
Arah Timur Laut

Ke	Arah Mata Angin	Penunjukan Derajat	Hasil Percobaan
1	Timur Laut	45	44.79
2			45.38
3			45.69
4			44.50
5			45.67
6			45.28
7			44.93
8			44.25
9			44.72
10			44.76
Maksimum selisih derajat			0.69
Minimum selisih derajat			0.07
Rata-rata selisih derajat			0.1

4.3. Pengujian Pembacaan GPS

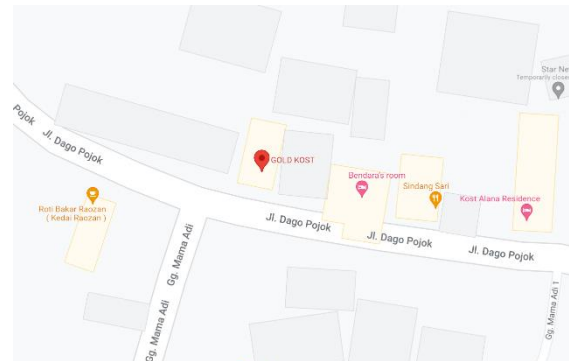
Pengujian dilakukan untuk menganalisis apakah rancangan sensor GPS yang telah dibuat sudah. Untuk menghitung selisih jarak digunakan formula haversin pada excel. Formula ini menghitung jarak terdekat antara dua titik pada permukaan lengkung dengan memanfaatkan nilai latitude dan longitude dari titik tersebut. Formula Haversin adalah sebagai berikut :

$$a = \sin^2(\Delta\phi/2) + \cos \phi_1 \cdot \cos \phi_2 \cdot \sin^2(\Delta\lambda/2)$$

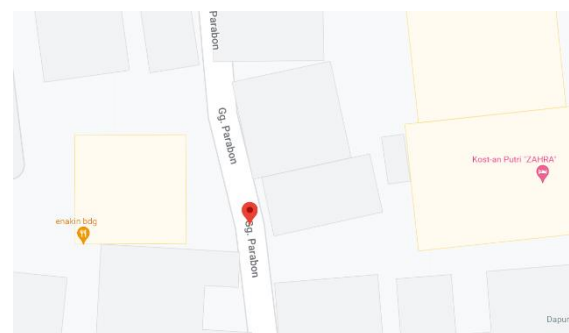
$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{1-a})$$

$$d = R \cdot c$$

dimana ϕ adalah latitude, λ adalah longitude, R radius bumi (rerata radius = 6,371km) dengan catatan, untuk bisa menjalankan fungsi trigonometri, maka nilai sudutnya harus dalam radian. Pada pengujian ini dilakukan di dua lokasi yang berbeda. Lokasi-lokasi tersebut dapat dilihat pada gambar 22 dan gambar 23 dibawah ini.



Gambar 22. Lokasi 1 Pengetesan Sensor GPS di Gold Kost



Gambar 23. Lokasi 2 Pengetesan Sensor GPS di Gang Parabon Dago

Hasilnya pengujian pada lokasi diatas dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 3. Hasil Pembacaan Sensor GPS di GOLD KOST

Data Ke	Koordinat GOLD KOST	Data Sensor GPS		Jarak (meter)
		Latitude	Longitude	
1	-6.87127, 197.61549	- 6.87126	197.61549	1.1
2		- 6.87126	197.61548	1.5
3		- 6.87126	197.61548	1.5
4		- 6.87126	197.61548	1.5
5		- 6.87126	197.61547	2.4
6		- 6.87126	197.61548	1.5

7		- 6.87127	197.61547	2.2
8		- 6.87127	197.61547	2.2
9		- 6.87127	197.61547	2.2
10		- 6.87127	197.61547	2.2
Minimum selisih jarak				1.1
Maksimum selisih jarak				2.4
Rata-rata selisih jarak				1.8

Pada tabel 3 dilakukan pengujian sensor GPS di GOLD KOST dengan titik koordinat - 6.87127, 197.61549. Dapat dilihat maksimum selisih jarak sebesar 2.4 meter, minimum selisih jarak 1.1 meter dan rata-rata selisih jarak sebesar 1.8 meter.

Tabel 4. Hasil Pembacaan Sensor GPS di Gang Parabon

Data Ke	Koordinat Gang Parabon	Data Sensor GPS		Jarak (meter)
		Latitude	Longitude	
1	-6.87702, 107.61895	- 6.87703	107.61896	1.5
2		- 6.87703	107.61896	1.5
3		- 6.87703	107.61896	1.5
4		- 6.87703	107.61896	1.5
5		- 6.87702	107.61897	2.2
6		- 6.87702	107.61897	2.2
7		- 6.87702	107.61897	2.2
8		- 6.87702	107.61897	2.2
9		- 6.87702	107.61897	2.2
10		- 6.87702	107.61897	2.2

Minimum selisih jarak	1.5
Maksimum selisih jarak	2.2
Rata-rata selisih jarak	1.9

Pada tabel 4, dilakukan pengujian sensor GPS di gang Parabon dengan titik koordinat - 6.87702, 107.61895. Dapat dilihat maksimum selisih jarak sebesar 2.2 meter, minimum selisih jarak 1.5 meter dan rata-rata selisih jarak sebesar 1.9 meter.

4.4. Uji Coba Monitoring Posisi dan Heading USV

Pengujian dilakukan di Situ Ciburuy untuk mengetahui apakah sensor GPS berfungsi dengan sesuai. Pada pengujian ini dilakukan 2 rute pengujian yang berbeda dan telah ditentukan waypointnya. Pengujian dilakukan dengan masing masing 3 putaran. Lokasi-lokasi tersebut dapat dilihat pada gambar 24 dan gambar 25 dibawah.



Gambar 24. Titik Tujuan Pertama Ujicoba Posisi dan Heading Kapal



Gambar 25. Titik Tujuan Kedua Ujicoba Posisi dan Heading Kapal

Dari pengujian pertama ini, ESP8266 mampu mengirimkan data sensor kompas dan GPS dari USV ke ThingSpeak dengan baik,

data yang dikirimkan berupa heading, longitude dan latitude. Data yang diterima ditampilkan pada tabel 5, 6 dan 7.

Tabel 5. Hasil Pengujian Rute Satu Pada Putaran Pertama

Titik Tujuan	Target Waypoint		Pembacaan Pada GPS		Pembacaan Kompas per rerata 5 data
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Heading
WP 1	-6.83100	107.47047	-6.83101	107.47047	273
WP 2	-6.83099	107.47002	-6.83101	107.47003	177
WP 3	-6.83123	107.47000	-6.83125	107.47002	89
WP 4	-6.83121	107.47046	-6.83122	107.47047	359
Rata-rata selisih jarak					2.2
Rata-rata selisih derajat					2

Tabel 6. Hasil Pengujian Rute Satu Pada Putaran Kedua

Titik Tujuan	Target Waypoint		Pembacaan Pada GPS		Pembacaan Kompas per rerata 5 data
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Heading
WP 1	-6.83100	107.47047	-6.83099	107.47046	268
WP 2	-6.83099	107.47002	-6.83098	107.47002	182
WP 3	-6.83123	107.47000	-6.83124	107.47001	91
WP 4	-6.83121	107.47046	-6.83120	107.47045	358
Rata-rata selisih jarak					2.07
Rata-rata selisih derajat					1.5

Tabel 7. Hasil Pengujian Rute Satu Pada Putaran Ketiga

Titik Tujuan	Target Waypoint		Pembacaan Pada GPS		Pembacaan Kompas per rerata 5 data
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Heading
WP 1	-6.83100	107.47047	-6.83101	107.47047	273
WP 2	-6.83099	107.47002	-6.83103	107.47003	177
WP 3	-6.83123	107.47000	-6.83125	107.47003	92
WP 4	-6.83121	107.47046	-6.83122	107.47047	358
Rata-rata selisih jarak					2.8
Rata-rata selisih derajat					2.5

Dari hasil pengujian pertama dapat dilihat rata-rata selisih jarak sebesar 2.5 meter dan rata-rata selisih derajat sebesar 2 derajat.

Dari pengujian kedua, ESP8266 mampu mengirimkan data sensor kompas dan GPS dari USV ke ThingSpeak dengan baik, data yang dikirimkan berupa heading, longitude dan latitude. Data yang diterima ditampilkan pada tabel 8, 9 dan 10.

Tabel 8. Hasil Pengujian Rute Dua Pada Putaran Pertama

Titik Tujuan	Target Waypoint		Pembacaan Pada GPS		Pembacaan Kompas per rerata 5 data
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Heading
WP 1	-6.83109	107.47025	-6.83109	107.47026	226
WP 2	-6.83119	107.47000	-6.83120	107.47001	183
WP 3	-6.83128	107.47002	-6.83127	107.47003	132
WP 4	-6.83119	107.47026	-6.83118	107.47027	271
Rata-rata selisih jarak					1.45
Rata-rata selisih derajat					1.75

Tabel 9. Hasil Pengujian Rute Satu Pada Putaran Kedua

Titik Tujuan	Target Waypoint		Pembacaan Pada GPS		Pembacaan Kompas per rerata 5 data
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Heading
WP 1	-6.83109	107.47025	-6.83107	107.47023	227
WP 2	-6.83119	107.47000	-6.83120	107.47001	183
WP 3	-6.83128	107.47002	-6.83126	107.47002	138
WP 4	-6.83119	107.47026	-6.83118	107.47025	267
Rata-rata selisih jarak					2.12
Rata-rata selisih derajat					2.5

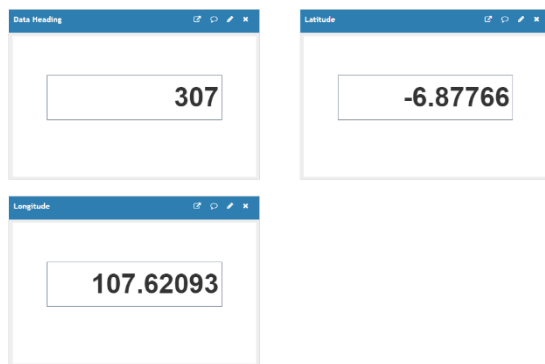
Tabel 10. Hasil Pengujian Rute Satu Pada Putaran Ketiga

Titik Tujuan	Target Waypoint		Pembacaan Pada GPS		Pembacaan Kompas per rerata 5 data
	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Heading
WP 1	-6.83109	107.47025	-6.83111	107.47027	227
WP 2	-6.83119	107.47000	-6.83120	107.47002	181
WP 3	-6.83128	107.47002	-6.83126	107.47004	138
WP 4	-6.83119	107.47026	-6.83120	107.47028	273
Rata-rata selisih jarak					2.8
Rata-rata selisih derajat					2.25

Dari hasil pengujian kedua dapat dilihat rata-rata selisih jarak sebesar 2.12 meter dan rata-rata selisih derajat sebesar 2.16 derajat.

4.5. Pengujian Pada Server ThingSpeak

Pengujian ini dilakukan untuk menguji apakah server yang menangani data maupun notifikasi berjalan dengan baik, pada gambar 26 dapat dilihat tampilan yang menunjukkan tampilan server lokal yang berasal dari ThingSpeak. Hasil pengujian menunjukkan bahwa server berjalan dengan baik.



Gambar 26. Tampilan Data Pada ThingSpeak

5. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada sistem datalogging pada unmanned surface vehicle untuk monitoring posisi dan heading kapal berbasis internet of things dan selama proses penyusunan karya tulis ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Komunikasi data yang digunakan untuk koneksi dari pengguna ke Access Point menggunakan komunikasi serial I2C dan koneksi dari Access Point ke ThingSpeak menggunakan protokol TCP/IP.
2. Metode pembacaan kompas pada 8 arah mata angin adalah metode untuk mendapatkan data sensor kompas.
3. Untuk mengetahui posisi gerak kapal menggunakan metode GPS Tracking menuju Waypoint lalu mengolah data tersebut menjadi data posisi latitude dan longitude.
4. Hasil pengujian pembacaan sensor kompas memiliki selisih maksimum derajat sebesar 2.860, minimum selisih derajat sebesar 00 dan rata-rata selisih derajat sebesar 1.090.
5. Hasil pengujian pembacaan sensor GPS memiliki selisih maksimum jarak sebesar 2.8 meter, minimum selisih jarak sebesar 1.1 meter, dan rata-rata selisih jarak sebesar 2.14 meter.
6. Hasil pengujian webserver dan datalogger ThingSpeak dapat menampilkan data dan menyimpan data.

5.2. Saran

Berikut saran yang penulis paparkan agar berguna untuk pengembangan topik penelitian ini nantinya, yaitu:

1. Monitoring menggunakan software android pada smartphone agar monitoring dapat dilakukan dengan fleksibel.
2. Menggunakan sensor GPS yang lebih canggih lagi supaya bisa meningkatkan keakuratan titik koordinat yang dituju.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini. (*The author would like to thank the related parties who have provided support for this research.*)

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arfianto, A. Z., Rahmat, M. B., Dhiyavia, F., Santoso, T. B., Gunantara, N., Supriyanto, E., Ardhana, V. Y. P. "Autopilot Unmanned Smart Boat Vehicle (AUSV) Communication with LoRa RFM95". *International Journal on Informatics Visualization*, vol. 4, no. 4, p. 219–224, 2020.
- [2] Ramadhan, F. "Pembuatan Detail Desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia", *Jurnal Teknik ITS* Vol. 6, No. 2, 2017.
- [3] Sukarno, S. A., Atitallah, R.B. & Djemai, M. "Approximation Algorithm for 3-Dimensional Vehicle Routing Problem for Fleet of Multi-Agents". *2018 6th International Conference on Control Engineering & Information Technology (CEIT)*, Istanbul, Turkey, pp. 1-6, 2018. doi: <https://doi.org/10.1109/CEIT.2018.8751928>
- [4] Sukarno, S. A., & Erdani, Y. (2020). "Desain Antarmuka Pada Vehicle Routing Problem Untuk Manajemen Armada Multi-Drone". *Jurnal Ilmiah Ilmu Komputer*, 6(2), 7–14, 2020.
- [5] Joseph, J., Horner, D., Nott, B. "Integration and optimization of UUV/USV operations in environmental characterization". *Naval Postgraduate School, USA*, 2015.
- [6] Huixi, X., Jiang, C. "Heterogeneous oceanographic exploration system based on USV and AUV: A survey of developments and challenges". *Journal of University of Chinese Academy of Sciences*, 2021.

- [7] Osen, OL, Liavåg, SO, Sætre, LE, Morken, O, Zhang, H. "Integration and performance study of full functional sea farm inspection platform for aquaculture application". OCEANS 2019 MTS/IEEE SEATTLE, 2019, pp. 1-9, 2019.
- [8] Manda, D., Thein, M-W., D'Amore, A., Armstrong, A. "A Low Cost System for Autonomous Surface Vehicle based Hydrographic Survey". U.S. Hydrographic Conference, National Harbor, MD. 2015.
- [9] Nikishin, V., Durmanov, M., Skorik, I. "Low-Cost Unmanned Surface Vehicle for Autonomous Bathymetric Surveillance". In: Bauk, S., Ilčev, S.D. (eds) The 1st International Conference on Maritime Education and Development. Springer, Cham, 2021. https://doi.org/10.1007/978-3-030-64088-0_8
- [10] Suja, M. J. J., Sulistiyanti, S. R., Komarudin, M. "Sistem Navigasi pada Unmanned Surface Vehicle untuk Pemantauan Daerah Perairan". Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro, Vol. 11 No. 1, 2017.
- [11] Hardiyanto, D., Aryawan, W. D. "Pembuatan Konsep Desain Unmanned Surface Vehicle (USV) untuk Monitoring Wilayah Perairan Indonesia". Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 2, 2017.
- [12] Zhao, D., Yang, T., Ou, W., Zhou, H. "Autopilot Design for Unmanned Surface Vehicle based on CNN and ACO". International Journal of Computers Communications & Control. 13. 429-439. 2018. 10.15837/ijccc.2018.3.3236.
- [13] Marchel, L., Specht, C., Specht, M. "Assessment of the Steering Precision of a Hydrographic USV along Sounding Profiles Using a High-Precision GNSS RTK Receiver Supported Autopilot". Energies. 2020. 13. 5637. 10.3390/en13215637.
- [14] Specht, C., Świtalski, E., Specht, M. "Application of an Autonomous/Unmanned Survey Vessel (ASV/USV) in Bathymetric Measurements". Polish Maritime Research. 24. 36-44. 2017. 10.1515/pomr-2017-0088.
- [15] Busquets, J., Busquets, J. V., Tudela, D., Pérez, F., Busquets-Carbonel, J., Barbera, A. "Low-cost AUV based on Arduino open source microcontroller board for oceanographic research applications in a collaborative long term deployment missions and suitable for combining with an USV as autonomous automatic recharging platform". IEEE/OES Autonomous Underwater Vehicles (AUV), 2012, pp. 1-10, doi: 10.1109/AUV.2012.6380720.
- [16] Mangkusasmito, F., Tadeus, D. Y., Winarno, H., Winarno, E. "Peningkatan Akurasi Sensor GY-521 MPU-6050 dengan Metode Koreksi Faktor Drift". Ultima Computing : Jurnal Sistem Komputer. 12. 91-95. 2020. 10.31937/sk.v12i2.1791.
- [17] Yan, R. J., Pang, S., Sun, H., B., Pang, Y., J. "Development and missions of unmanned surface vehicle," J. Mar. Sci. Appl., vol. 9, no. 4, pp. 451–457, 2010, doi: 10.1007/s11804-010-1033-2.
- [18] S. Waters and L. G. Allen, "Surface Waters," no. February 2006, 2014, doi: 10.1525/california/9780520246539.003.0012.
- [19] Patel, K., K., Patel, S., M., Scholar, P., G, "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges," Int. J. Eng. Sci. Comput., vol. 6, no. 5, pp. 1–10, 2016, doi: 10.4010/2016.1482.
- [20] Aryusmal, N. "Aplikasi Sensor Gps (Global Positioning System) Pada Kapal Penghitung Udang Tanpa Awak Untuk Navigasi Pergerakan Kapal Secara Otomatis," 2018.
- [21] Suryani, D., I. "Inertial Measurement Unit (Imu) Pda Sistem Pengendali Satelit," Faktualita, vol. 12, no. 2, pp. 7–9, 2017.
- [22] Putra, Y, "Rancang Bangun Sistem Data Logger Pergerakan Sepeda Motor Berbasis Mikrokontroler," 2015.
- [23] Suryana, T. "Antarmuka ublox NEO-6M GPS Module dengan NodeMCU ESP8266," 2021.