

# PENGEMBANGAN KAPAL *AUTOPILOT* UNTUK NELAYAN TRADISIONAL BERBASIS JARINGAN LORA DAN PETA PERSEBARAN IKAN

Abdul Gafur<sup>1)</sup>, M. D. Artanti<sup>2)</sup>, A.F.Santosa<sup>3)</sup>, Aminatus Sa'diyah<sup>4)</sup>, I Putu Sindhu Asmara<sup>5)</sup>, Afif Zuhri Arfianto<sup>6)</sup>\*, D.P. Riananda<sup>7)</sup>, Hozairi<sup>8)</sup>

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia

<sup>2) 3) 6) 7)</sup> Program Studi Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia

<sup>4)</sup> Program Studi Teknik Keselamatan Dan Kesehatan Kerja, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia

<sup>5)</sup> Program Studi Teknik Keselamatan dan Resiko, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya  
Surabaya, Indonesia

<sup>8)</sup> Program Studi Teknik Informatika, Universitas Islam Madura

e-mail: afif@ppns.ac.id<sup>6)</sup>

\*Corresponding author

## ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan wilayah perairan yang lebih luas dari daratan. Sektor perikanan menjadi potensi sumber daya laut Indonesia. Balai Riset dan Observasi Laut (BROL) kementerian kelautan membuat peta persebaran ikan yang bertujuan untuk memberikan informasi lokasi dan ancaman sekitar di perairan Indonesia yang tidak menentu terkhusus bagi nelayan. Di Indonesia, informasi tentang kondisi bahaya diberikan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG), mencakup cuaca dan tinggi gelombang. Namun, nelayan tidak dapat memanfaatkannya dengan baik. Dalam penelitian ini, sebuah perangkat navigasi daerah persebaran ikan dirancang untuk membantu para nelayan tradisional di wilayah Jawa, Bali, dan Nusa Tenggara. Perangkat navigasi ini memiliki media informasi berupa peta daerah persebaran ikan dan kondisi bahayanya, yang dapat diakses melalui URL berikut: <http://188.166.242.227:8888/>. Selain itu, data latitude dan longitude dimasukkan ke dalam perangkat navigasi melalui gateway, yang kemudian dikirim ke perangkat navigasi menggunakan komunikasi LoRa. sensor GPS bertugas untuk menerima data dari perangkat dan mengirimkan ke mikrokontroler untuk diolah. Hasil Penelitian menunjukkan tingkat keberhasilan perangkat dengan jarak 1,9km antara gateway dengan perangkat navigasi daerah memiliki presentase nilai pengukuran jarak lokasi awal adalah 99,8317% dan 99,9798% untuk tingkat keberhasilan dalam pengukuran sudut target tujuan.

**Kata Kunci:** GPS, LoRa, Peta Daerah Persebaran Ikan, Perangkat Navigasi

## ABSTRACT

Indonesia is an archipelago with a larger water area than land. The fisheries sector is the potential of Indonesia's marine resources. The Marine Research and Observation Centre (BROL) of the Ministry of Marine Affairs created a fish distribution map that aims to provide information on the location and surrounding threats in Indonesia's uncertain waters, especially for fishermen. In Indonesia, information on hazardous conditions is provided by the Meteorological, Climatological and Geophysical Agency (BMKG), including weather and wave height. However, fishermen cannot utilise it properly. In this research, a fish distribution navigation device is designed to help traditional fishermen in Java, Bali, and Nusa Tenggara. This navigation tool has information media in the form of a map of fish distribution areas and their hazardous conditions, which can be accessed through the following URL: <http://188.166.242.227:8888/>. In addition, latitude and longitude data are entered into the navigation device through the gateway, which is then sent to the navigation device using LoRa communication. the GPS sensor is tasked with receiving data from the device and sending it to the microcontroller for processing. The results showed the success rate of the device with a distance of 1.9km between the gateway and the regional navigation device has a presentae initial location distance measurement value of 99.8317% and 99.9798% for the success rate in measuring the angle of the destination target.

**Keywords:** Fish Distribution Area Map, GPS, LoRa, Navigation Device

## I. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki area perairan yang lebih besar daripada area daratannya karena negara ini terdiri dari kepulauan. Dengan luas dua per tiga dari totalnya, wilayah laut Indonesia memiliki potensi sumber daya laut sebesar 6,1 ton per tahun. Saat ini, hanya sekitar 57% dari sumber daya tersebut dimanfaatkan. [1].

Sektor perikanan menjadi salah satu pilar utama dalam meyakinkan kebutuhan pangan masyarakat Indonesia. Perkembangan industri perikanan saat ini telah mencapai kemajuan pesat, dengan potensi sumber daya ikan lestari mencapai 6,4 juta ton setiap tahun, di mana 80 persennya merupakan jumlah tangkapan yang sesuai dengan regulasi. Produksi ikan Indonesia mengalami peningkatan signifikan, dari 6,78 juta ton pada tahun 2006 menjadi 8,71 juta ton pada tahun 2008. Hal ini berdampak pada peningkatan jumlah Unit Pengolahan Ikan, dari 45% pada tahun 2005 menjadi 55,2% pada tahun 2008. Meskipun terjadi peningkatan, Unit Pengolahan Ikan di Indonesia masih mengalami ketertinggalan jika dibandingkan dengan negara-negara di kawasan ASEAN. Untuk mendukung industri perikanan tangkap, pengetahuan tentang lokasi di mana ikan berkumpul menjadi faktor yang sangat krusial. [2].

Nelayan melakukan penangkapan ikan dengan cara yang masih tradisional yaitu berdasarkan pengalaman dan informasi dari nelayan lainnya tentang lokasi persebaran ikan. Lokasi daerah tangkapan ikan akan berubah dan berpindah mengikuti pergerakan lingkungan (habitat, suhu, dan musim) sesuai dengan parameter oseanografi perairan dan kondisi bahaya [3].

Suhu permukaan laut (SPL) adalah salah satu parameter oseanografi yang digunakan untuk menentukan posisi tangkapan ikan. Peta distribusi suhu permukaan laut menunjukkan front laut, upwelling, arus laut, kondisi cuaca dan iklim, serta area yang mungkin untuk menangkap ikan [4]. Konsentrasi klorofil-a dalam perairan, yang dapat berfungsi sebagai indikator tingkat kesuburan perairan, merupakan parameter lain yang penting. Keterlibatan ini terjadi karena zat hara atau nutrisi yang ada di perairan dapat mendeteksi keberadaan fitoplankton, yang bergantung pada nutrisi untuk melakukan fotosintesis [5].

Kapal *autopilot* untuk nelayan tradisional. *Autopilot* adalah sistem yang memungkinkan kapal untuk mengemudi sendiri tanpa adanya intervensi manusia secara langsung. Meskipun *autopilot* pada umumnya digunakan pada kapal besar seperti kapal pesiar atau kapal kargo, beberapa nelayan tradisional juga mulai menggunakan teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi dan keamanan dalam menjalankan aktivitas penangkapan ikan.

Penggunaan *autopilot* pada kapal nelayan tradisional memiliki beberapa keuntungan. Pertama, *autopilot* memungkinkan kapal untuk berlayar dengan stabil dan konsisten, meminimalkan risiko terjadinya gangguan seperti tergelincir atau terombang-ambing oleh ombak. Hal ini dapat membantu nelayan untuk tetap fokus pada proses penangkapan ikan dan mengurangi kelelahan yang disebabkan oleh pengoperasian kapal secara manual.

Selain itu, *autopilot* juga dapat membantu nelayan menghemat waktu dan bahan bakar. Dengan menggunakan *autopilot*, kapal dapat mengikuti rute yang telah ditentukan sebelumnya dengan presisi tinggi, menghindari perjalanan yang tidak perlu dan mengoptimalkan penggunaan bahan bakar. Hal ini dapat sangat berguna dalam mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi dalam penangkapan ikan.

Namun, penggunaan *autopilot* pada kapal nelayan tradisional juga memiliki beberapa kendala. Pertama, biaya pengadaan dan pemasangan *autopilot* dapat cukup mahal, terutama bagi nelayan dengan sumber daya terbatas. Selain itu, penggunaan *autopilot* juga membutuhkan pemahaman dan keterampilan teknis yang cukup tinggi, sehingga nelayan perlu mendapatkan pelatihan khusus sebelum dapat mengoperasikannya dengan aman dan efektif.

Meskipun demikian, dengan perkembangan teknologi yang terus berkembang, diharapkan penggunaan *autopilot* pada kapal nelayan tradisional akan semakin umum dan terjangkau. Dengan memanfaatkan teknologi ini, nelayan tradisional dapat meningkatkan produktivitas dan keamanan dalam melakukan aktivitas penangkapan ikan, serta berkontribusi pada keberlanjutan sektor perikanan [6-8].

Kapal *autopilot* berdasarkan peta persebaran ikan. Kapal *autopilot* dapat digunakan dengan menggunakan data peta persebaran ikan. Dengan menggunakan teknologi pemetaan dan sensor, kapal *autopilot* dapat diatur untuk mengikuti jalur yang telah ditentukan berdasarkan persebaran ikan yang terdeteksi. Hal ini memungkinkan kapal untuk secara otomatis mengikuti jalur yang paling optimal untuk menangkap ikan.

Dengan memanfaatkan kapal *autopilot* berdasarkan peta persebaran ikan, nelayan dapat memaksimalkan hasil tangkapan mereka. Kapal dapat menghindari daerah yang jarang memiliki ikan dan mengarahkan diri ke daerah yang lebih kaya dengan ikan. Selain itu, kapal *autopilot* juga dapat membantu menghemat waktu dan tenaga nelayan, karena mereka tidak perlu terus-menerus mengendalikan kapal secara manual.

Namun, penting untuk diingat bahwa kapal *autopilot* hanya dapat membantu dalam menavigasi dan mengikuti jalur yang telah ditentukan. Nelayan masih perlu memiliki pengetahuan dan pengalaman dalam mengetahui di mana dan kapan ikan biasanya berkumpul. Pemahaman tentang faktor-faktor seperti musim, suhu air, dan kondisi cuaca juga tetap penting dalam menentukan keberhasilan penangkapan ikan.

Dengan perkembangan teknologi, kapal *autopilot* yang dilengkapi dengan fitur-fitur seperti pemetaan ikan semakin umum digunakan dalam industri perikanan. Meskipun demikian, keputusan akhir tetap ada di tangan nelayan untuk memanfaatkan teknologi tersebut secara efektif dalam usaha penangkapan ikan mereka [9-11].

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. *Haversine Formula*

Formula Haversine memanfaatkan panjang garis lurus antara dua lokasi di permukaan bumi tanpa mengabaikan kelengkungannya [12]. Teori Haversine digunakan untuk menghitung jarak antara dua titik di permukaan Bumi. Dengan menggunakan garis bujur dan lintang sebagai variabel input, persamaan Haversine digunakan dalam bidang

navigasi untuk menghitung jarak lingkaran besar antara dua titik di permukaan bola (bumi), dengan merujuk pada bujur dan lintang, dengan asumsi bahwa Bumi memiliki bentuk bulat sempurna.

Formula *Haversine* digunakan dalam perhitungan jarak antara 2 koordinat yang berisikan derajat latitude dan longitude [13]. Berikut rumus *haversine* formula:

Keterangan :

$R$  = Jari-jari bumi sebesar 6371 (km)

$\Delta lat$  = Besaran perubahan *latitude*

$\Delta long$  = Besaran perubahan *longitude*

$c$  = Kalkulasi perpotongan sumbu

$d$  = Jarak 2 titik (km)

Banyak bentuk *haversine* formula lainnya digunakan untuk berbagai tujuan, seperti menghitung luas atau jarak penerbangan. Rumus di atas adalah rumus *haversine* formula paling sederhana[13].

### B. Sensor GPS NEO-M7

Modul GPS NEO-M7 memiliki sensitifitas 167 dBm dan dapat menerima tiga GNSS, termasuk GPS, Galileo, Glonass, dan Beidou. Selain itu, GPS NEO-M7 dapat bekerja dengan semua sistem stelit saat ini, yang mengoptimalkan komunikasi antara perangkat navigasi dan sistem pembaruan data [14].

### C. Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan

Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan (PDPI), sebuah peta tematik yang berfokus pada teknologi tangkapan ikan, menunjukkan lokasi prediksi daerah penangkapan ikan pelagis di perairan Indonesia. Tujuan utama pembuatan Peta PDPI adalah untuk membantu nelayan dalam penangkapan ikan.

Peta PDPI memberi nelayan kemampuan untuk memperkirakan arah angin dan tinggi gelombang sehingga mereka dapat memperkirakan kondisi cuaca di sekitar lokasi penangkapan ikan demi keselamatan pelayaran. Dengan menggunakan informasi yang disajikan oleh Peta PDPI, nelayan dapat mengetahui dan mencapai daerah dasar penangkapan ikan dengan lebih cepat dan akurat, sehingga meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan penangkapan ikan, terutama dalam hal mengurangi penggunaan bahan bakar [15].

$$\Delta lat = lat_2 - lat_1 \tag{1}$$

$$\Delta long = long_2 - a = \sin^2\left(\frac{\Delta lat}{2}\right) + \cos(lat_1) \cdot \cos(lat_2) \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta long}{2}\right) \tag{2}$$

$$c = 2 \cdot \text{atan2}(\sqrt{a}, \sqrt{(1-a)}) \tag{3}$$

$$d = R \cdot c \tag{4}$$

### D. LoRa (Long Range)

Proses LoRa (Long Range) mengubah gelombang periodik tertentu menjadi sinyal yang dapat membawa informasi. Perubahan teratur dan berulang-ulang gelombang periodik ini berasal dari gangguan yang berlangsung secara bertahap atau kontinu, seperti getaran. Modulasi adalah proses perubahan gelombang periodik yang menggunakan modulasi FM (Frequency Modulation) pada LoRa. Proses ini memungkinkan untuk memasukkan informasi frekuensi rendah ke dalam gelombang pembawa, yang pada akhirnya menghasilkan gelombang frekuensi yang stabil. Selain modulasi FM, metode lain yang dapat digunakan untuk proses ini termasuk PSK (Keying Phase Shift), FKS (Keying Frequency Shift), dan metode lainnya [16].

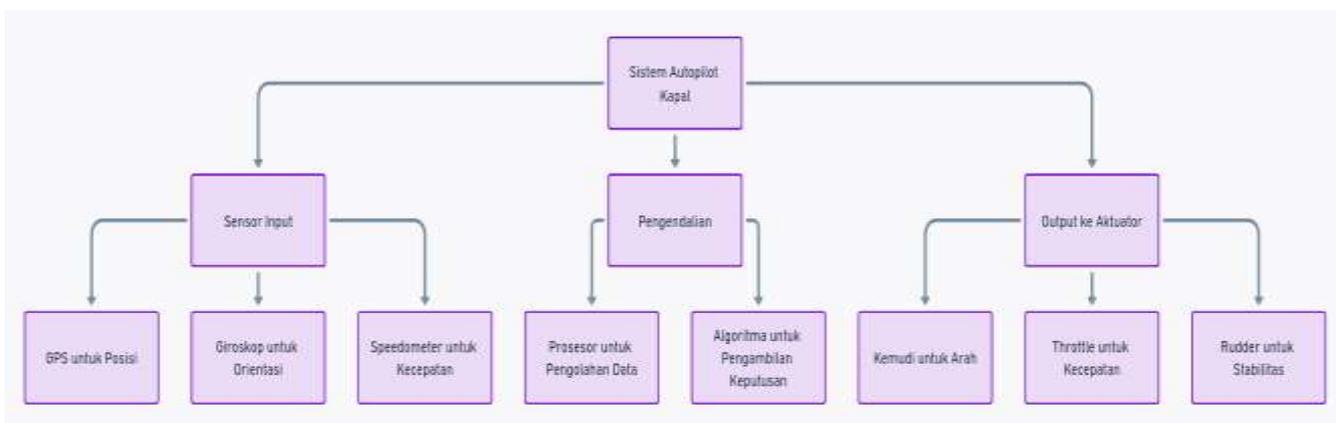
Dengan menggunakan teknik modulasi LoRa yang dipatenkan oleh Semtech, modul ini memiliki sensitivitas hingga -148 dBm sambil tetap menjaga biaya operasional yang rendah. Selain itu, modul LoRa ini memiliki keunggulan yang signifikan dalam hal selektivitas dan blocking dibandingkan dengan sistem modulasi konvensional. Ini menjadikannya perangkat transceiver yang unggul dalam hal jangkauan, daya hemat, dan ketahanan terhadap gangguan [17].

### E. Diaram Alir Sistem

Pada Gambar 1 adalah diagram alir sistem *autopilot* untuk kapal nelayan tradisional. Gambar 1 menjelaskan bagaimana input dari berbagai sensor diproses untuk mengendalikan kapal secara otomatis. Secara keseluruhan, diagram ini menggambarkan cara kerja sistem *autopilot* kapal dari pengambilan data oleh sensor hingga aksi yang diambil oleh aktuator untuk mengendalikan kapal. Sistem *autopilot* mengintegrasikan semua data sensor dan menghasilkan *output*.

Berikut penjelasan setiap komponen dalam diagram:

- 1) Sensor Input merupakan titik awal sistem *autopilot*, di mana sensor memberikan data yang diperlukan.



Gambar. 1. Diagram Alir Sistem *Autopilot*



Gambar. 2. (a) Sistem Kerja Perangkat, (b) Diagram Alur Sistem Aplikasi Peta

- 2) GPS untuk posisi menggunakan GPS untuk menentukan posisi geografis kapal. Giro untuk Orientasi, sebuah giroskop digunakan untuk menentukan orientasi atau arah kapal. Speedometer untuk kecepatan, sensor kecepatan untuk mengukur kecepatan kapal.
- 3) Pengendalian dalam hal ini modul pengendalian yang mengatur dan menyinkronkan proses selanjutnya.

Prosesor untuk pengolahan data, sebuah prosesor mungkin digunakan untuk mengolah data dari sensor sebelum membuat keputusan. Algoritma untuk pengambilan keputusan, algoritma digunakan untuk menentukan tindakan berdasarkan data yang diproses.

Output ke aktuator adalah tahap di mana keputusan algoritma diubah menjadi tindakan fisik. Kemudian untuk arah, ada aktuator yang mengontrol kemudi untuk mengubah arah kapal. Throttle untuk kecepatan, sebuah throttle yang mengontrol kecepatan kapal. Rudder untuk stabilitas, untuk menjaga stabilitas kapal, terutama saat berubah arah atau dalam kondisi laut yang berombak.

### III. METODE PENELITIAN

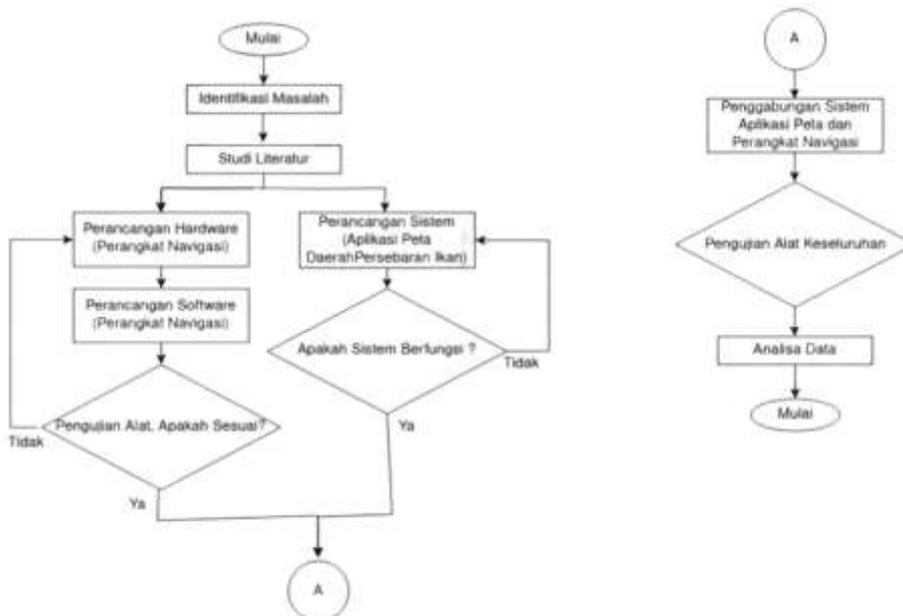
#### A. Alur Penelitian

Pada Gambar 3 adalah gambar diagram alir penelitian bahwa dalam proses pengerjaan penelitian ini terdapat beberapa tahapan hingga selesai. Tahapan pertama dimulai dari identifikasi masalah yang terjadi saat ini, selanjutnya dilakukan studi literatur, untuk menambah referensi dan teori mengenai masalah yang diambil, setelah ditemukannya

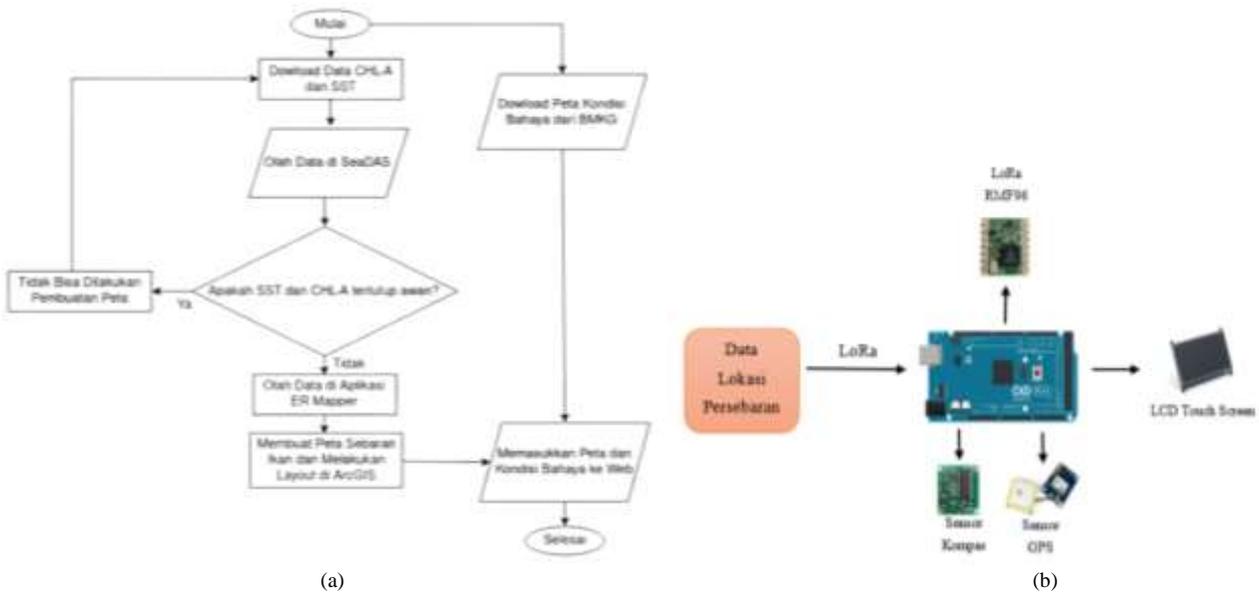
pemecahan masalah dilanjutkan dengan perancangan *hardware*, perancangan *software* dan perancangan sistem, yang selanjutnya dilakukan pengujian. Setelah pengujian berhasil, dilanjutkan dengan penggabungan aplikasi dan perangkat, kemudian dilanjutkan dengan pengujian alat secara keseluruhan. Analisa permasalahan akan dilakukan jika didapati adanya permasalahan ketika pengujian alat untuk mengatasi masalah tersebut. Setelah semua sesuai yang diharapkan selanjutnya dilakukan analisa akhir dengan membuat kesimpulan dan saran untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

#### B. Perancangan Sistem

Perancangan sistem menguraikan gambaran umum dari perangkat yang akan dibuat. Gambaran umum dari sistem kerja Perangkat ini yaitu dengan diawali pada sistem kontrol di darat berupa input titik koordinat daerah



Gambar. 3. Diagram Alir Penelitian



Gambar. 4 (a) Diagram Alur Sistem Aplikasi Peta, (b) Perancangan Perangkat Keras

persebaran ikan ke *gateway* sesuai dengan koordinat pada peta daerah persebaran ikan yang telah dibuat. Peta daerah persebaran ikan dapat diakses melalui web sebagai media informasi. Yang kedua yaitu pada sistem perangkat keras alat navigasi daerah persebaran ikan harus meminta data lokasi persebaran ikan ke *gateway* dengan komunikasi LoRa. Setelah memperoleh titik koordinat daerah persebaran ikan, perangkat akan menampilkan jarak kapal dengan daerah persebaran ikan dan arah daerah persebaran ikan yang dituju

Pada Gambar 2a dapat dilihat bahwa pada sistem ini, secara garis besar menjadi dua bagian, yakni bagian stasiun kontrol, dan bagian perangkat keras dikapal untuk navigasi menuju daerah persebaran ikan. Kedua bagian ini saling berkomunikasi menggunakan perantara LoRa.

C. Perancangan Sistem Aplikasi Peta

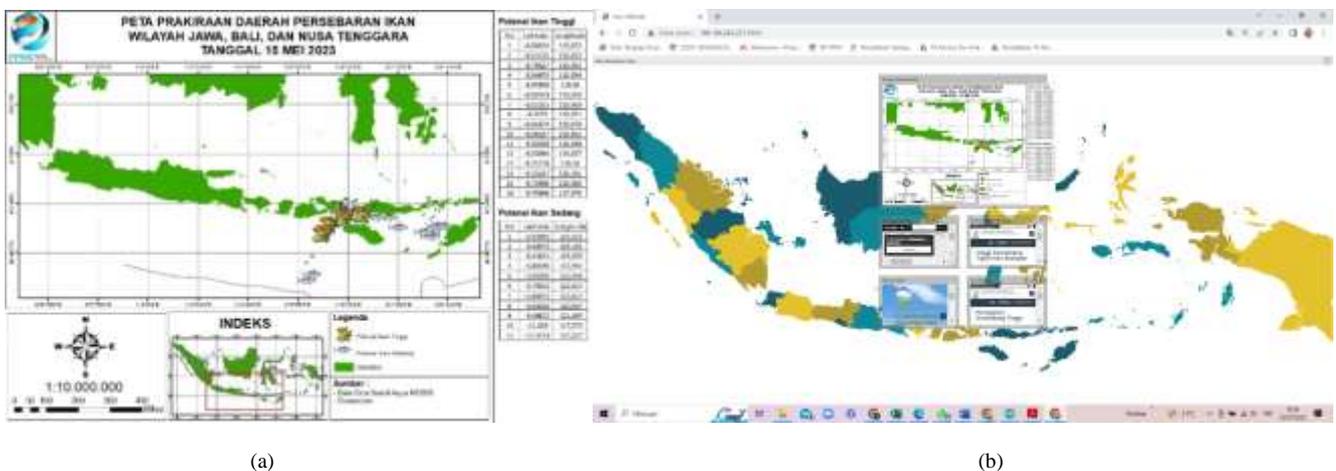
Pada Gambar 4 Merupakan diagram alur system aplikasi pada peta perancangan dari sistem aplikasi peta ini yang pertama yaitu kita membutuhkan data *chlorophyll-a* dan sea

*surface temperature* yang nantinya akan digunakan sebagai penentu daerah berpotensi ikan.

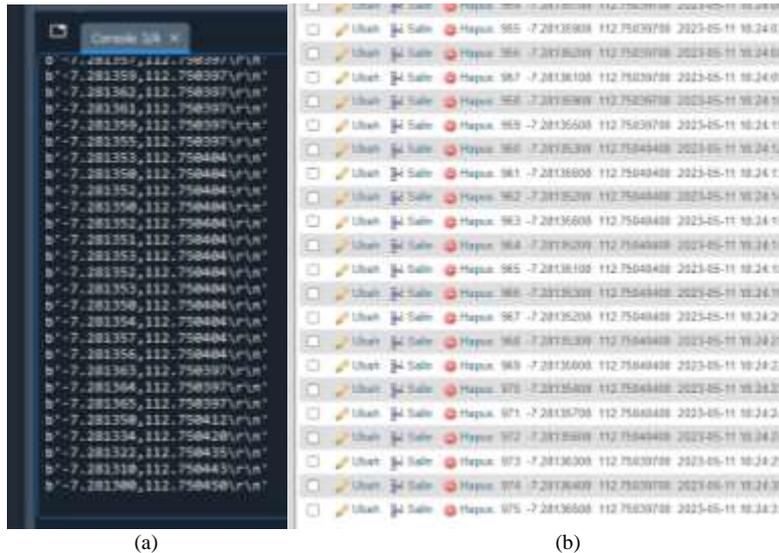
Data tersebut diolah melalui aplikasi SeaDAS. Untuk menentukan apakah data dapat digunakan yaitu dengan melihat apakah data *chlorophyll-a* dan *sea surface temperature* tertutup awan. Jika tertutup awan, maka tidak dapat dilakukan pembuatan, sehingga harus mengunduh ulang data *chlorophyll-a* dan *sea surface temperature* diwaktu yang berbeda. Setelah data diperoleh, maka data diolah melalui aplikasi ER Mapper dan dilanjutkan membuat peta sebaran ikan melalui aplikasi ArcGIS. Di tahap terakhir yaitu menggabungkan peta dengan data kondisi bahaya yang diperoleh dari BMKG ke dalam *web*. Gambar 3b merupakan desain tampilan web untuk aplikasi peta

D. Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras untuk perangkat navigasi daerah persebaran ikan dibutuhkan LoRa RFM96, ESP 32, sensor GPS, sensor kompas, dan LCD touch screen. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4b.



Gambar. 5. (a) Hasil Pembuatan Peta Daerah Persebaran Ikan, (b) Tampilan Website Peta Daerah Persebaran Ikan



Gambar. 6 (a) Komunikasi LoRa TX dan LoRa RX, (b) Data Hasil Jangkauan LoRa

#### IV. PEMBAHASAN

##### A. Hasil Pembuatan Peta Daerah

Peta daerah persebaran ikan dibuat berdasarkan data klorofil-A dan suhu permukaan laut yang diambil dari satelit AQUA-MODIS di website [www.Oceancolor.gsfc.nasa](http://www.Oceancolor.gsfc.nasa). Peta tersebut diolah menggunakan software SeaDAS 7.5.3, ER Mapper 7.1, dan ArcGIS 10.8. Hasil pembuatan peta daerah persebaran ikan dapat dilihat pada Gambar 5a.

##### B. Hasil Pembuatan Website Daerah Sebaran Ikan

Pada penelitian ini, pembuatan *website* menggunakan HTML CSS sebagai sarana untuk membuat *web*. *Web* ini berisi peta daerah persebaran ikan dan kondisi bahaya berupa perkiraan cuaca, perkiraan tinggi gelombang, perkiraan angin dan juga saran berlayar. Tampilan *website* dapat dilihat pada Gambar 5b.

##### C. Pengujian LoRa

Pada pengujian ini, dilakukan pengujian komunikasi LoRa TX dan LoRa RX. Pengujian ini juga dilakukan dengan dimana tidak ada objek atau halangan antara pengirim dan penerima. Berikut hasil pengujian komunikasi LoRa TX dan LoRa RX dapat dilihat pada Gambar 6a. dan Gambar 6b. Pada pengujian LoRa juga dilakukan pengujian untuk

mengetahui seberapa jauh jangkauan LoRa antara perangkat dan *gateway*. Pengujian dilakukan dengan mengirim data posisi perangkat ke *gateway* untuk mengetahui LoRa masih terhubung atau tidak. Dalam pengujian ini didapat jangkauan LoRa sejauh 1,9 kilometer dengan kondisi minim hambatan.

##### D. Pengujian Jarak Posisi Terhadap Target

Pengujian jarak posisi terhadap target ini bertujuan untuk mengetahui ketelitian pengukuran pembacaan jarak pada perangkat. Oleh karena itu diperlukan data pembandingan. Data pembandingan yang digunakan dalam penelitian ini adalah perhitungan jarak menggunakan haversine formula.

Berdasarkan Gambar 7a. dapat dijelaskan bahwa pengujian perhitungan jarak menggunakan perangkat navigasi daerah persebaran ikan yang dibandingkan dengan perhitungan Haversine Formula terdapat kesalahan pembacaan jarak dengan menggunakan perangkat sebesar 0,1683% atau tingkat keberhasilan pembacaan jarak sebesar 99,8317%.

##### E. Pengujian Sudut Target

Pada pengujian sudut target ini dilakukan pengujian perhitungan sudut antara dua titik koordinat. Perhitungan sudut antara dua titik koordinat ini adalah perhitungan sudut antara titik posisi awal dengan titik lokasi tujuan terhadap arah utara. Tujuan dari pengujian sudut target ini adalah untuk mengetahui nilai ketelitian dan ketepatan sudut target. Untuk mengetahui nilai ketelitian dan ketepatan dari

Titik Target (Waypoint)		Perangkat				Perhitungan		Titik Target (Waypoint)		Perangkat				Perhitungan		Error (%)			
Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Jarak (Km)	Jarak (Km)	Jarak (Km)	Error (%)	Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	Sudut Target (°)	Sudut Target (°)	Sudut Target (°)	Sudut Target (°)	Sudut Target (%)	Error (%)		
-9,350000	118,339996	-7,281441	112,750379	656,56	656,5695109	0,0014		-9,350000	118,339996	-7,281441	112,750379	110,89	110,894646	0,0042					
-9,430000	123,190002	-7,281450	112,750472	1172,98	1172,9771220	0,0000		-9,430000	123,190002	-7,281450	112,750472	102,47	102,4793568	0,0091					
-8,920000	118,919998	-7,281430	112,750492	703,15	703,1569486	0,0010		-8,920000	118,919998	-7,281430	112,750492	105,43	105,4378664	0,0075					
-8,979999	118,989997	-7,281458	112,750478	700,33	712,2910698	1,6792		-8,979999	118,989997	-7,281458	112,750478	105,96	105,8022671	0,1491					
-8,859999	119,040000	-7,281454	112,750453	714,31	714,3099356	0,0000		-8,859999	119,040000	-7,281454	112,750453	104,65	104,6521278	0,0020					
-9,520000	123,220001	-7,281395	112,750404	1178,15	1178,1533440	0,0003		-9,520000	123,220001	-7,281395	112,750404	102,92	102,9295435	0,0093					
-8,930000	119,830001	-7,281425	112,750456	800,57	800,5754759	0,0007		-8,930000	119,830001	-7,281425	112,750456	103,71	103,7192835	0,0090					
-8,800000	119,089996	-7,281428	112,750452	718,10	718,1010734	0,0001		-8,800000	119,089996	-7,281428	112,750452	104,02	104,0297077	0,0093					
-8,890000	119,870002	-7,281410	112,750453	803,90	803,9009414	0,0001		-8,890000	119,870002	-7,281410	112,750453	103,34	103,3402156	0,0002					
-9,739999	118,089996	-7,281414	112,750402	647,67	647,6701429	0,0000		-9,739999	118,089996	-7,281414	112,750402	115,34	115,3432517	0,0028					
Rata - rata Error (%)							0,1683	Rata - rata Error (%)							0,0202				

Gambar. 7. (a) Hasil Pengukuran Jarak Target dengan Perangkat, (b) Hasil Pengukuran Sudut Target

perhitungan sudut target oleh perangkat dibutuhkan data pembandingan. Data yang digunakan sebagai data pembandingan dalam penelitian ini adalah data perhitungan menggunakan *Haversine Formula*.

Berdasarkan Gambar 7b. dapat dijelaskan bahwa pengujian perhitungan sudut target menggunakan perangkat navigasi daerah persebaran ikan yang dibandingkan dengan perhitungan *Haversine Formula* terdapat kesalahan pembacaan jarak dengan menggunakan perangkat sebesar 0,0202% atau tingkat keberhasilan pembacaan jarak sebesar 99,9798%.

## V. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem informasi *web* peta persebaran ikan dan kondisi bahaya berhasil dibuat dan lebih mudah digunakan. Penelitian ini telah berhasil memanfaatkan kondisi bahaya dari BMKG. Sistem informasi *web* daerah persebaran ikan dan kondisi bahaya memuat daerah potensial ikan, tinggi gelombang air laut, arah angin, dan cuaca.
2. Perangkat dapat dapat menghitung jarak lokasi tujuan terhadap lokasi awal dengan tingkat keberhasilan sebesar 99,8317% dan pengukuran sudut target lokasi tujuan dengan tingkat keberhasilan sebesar sebesar 99,9798%.
3. Jarak Komunikasi perangkat navigasi daerah persebaran ikan dengan *gateway* menggunakan LoRa kurang lebih 1,9 km. Pada perangkat navigasi menggunakan antena 3dB<sub>i</sub> dan *gateway* menggunakan antena 8dB<sub>i</sub>.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mardhatillah, N., Raharjo, M. F., & Olivya, M., "Sistem Informasi zona Potensi penangkapan ikan berbasis GIS di daerah perairan Sulawesi" In *Prosiding Seminar Teknik Elektro & Informaika.*, Makassar, 2016. pp. 31-48.
- [2] ICCSR. (2010). Sektor Kelautan dan Perikanan. (I. Mintzer, S. Thamrin, H. Von Luepke, & T. Hertz, Eds.). Jakarta.
- [3] Waters, In Pangkep. "Identifikasi dan Prediksi Daerah Penangkapan Ikan Kembang (*Rastrelliger spp*) di Perairan Kabupaten Pangkep" *Amanisal PSP FPIK Unpatti-Ambon.*, Vol. 2. No.2, November 2013. Hal 55 –65. ISSN.2085-5109
- [4] Arief, M., "Aplikasi Data Satelit Resolusi Rendah Dan Sig Untuk Analisa Distribusi Spattial Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) Di Selat Makassar Periode: Juli-Agustus 2004" In *Majalah Sains dan Teknologi Dirgantara.*, Vol. 1. No.4, 2010.
- [5] Romimohtarto, K dan S. Juana. (2001). Biologi Laut (Ilmu Pengetahuan Tentang Biologi Laut). Jakarta: Djambatan.
- [6] Hidayat, M., "Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Sebagai Campuran Polyurethane Pada Insulasi Palka Kapal Ikan Tradisional" In *Surabaya: ITS.*, Surabaya, 2017.
- [7] Damayanti, H., O., "Struktur Usaha Penangkapan Ikan oleh Nelayan Tradisional di Desa Pecangaan Kecamatan Batangan Kabupaten Pati" In *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK.*, Vol. 13. No. 2, 2017. Pp 80-92.
- [8] Rahman, A., Santosa, A., W., B., Jokosisworo, S., "KAJIAN TEKNIS DAN EKONOMIS KAPAL IKAN TRADISIONAL 10 GT DIPERAIRAN KENDAL" In *Jurnal Teknik Perkapalan.*, Vol. 2. No.4, 2014.
- [9] Aditya, R., "Studi Faktor Oseanografi (Spl, Arus, Gelombang) Dan Meteorologi Pada Perikanan Pancing Kapal Sekoci Di Perairan Sendangbiru Kabupaten Malang Provinsi Jawa Timur (Maret-Mei 2018)" In *Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya.*, 2018.
- [10] Ardinata, A., "Rancang Bangun Peta Daerah Penangkapan Ikan Di Pantai Selatan Jawa Timur Dengan Webgis" In *Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya.*, 2017.
- [11] Anggraeni, Lovita Diah Putri, "MONITORING CUACA MARITIM DAN PERSEBARAN IKAN MENGGUNAKAN TEKNIK WEB SCRAPING SERTA EFISIENSI PERHITUNGAN BBM MENGGUNAKAN FORMULA HAVERSINE" In *Doctoral dissertation, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta.*, 2019.
- [12] Farid, & Yunus, Y., "Analisa Algoritma Haversine Formula Untuk Pencarian Lokasi Terdekat Rumah Sakit Dan Puskesmas Provinsi Gorontalo" In *ILKOM Jurnal Ilmiah.*, Vol. 9. No. 3, 2017. Pp 353-355.
- [13] Arfianto, A. Z., Rahmat, M. B., & Santoso, T., "Kapal Autopilot Berbasis Data Persebaran Ikan" In *Zifatama Jawara.*, 2019.
- [14] Budiarto, M. Y., Rahmat, M. B., & Endrasmono, J., "Simulasi Ship Identification Dilengkapi Warning Accident Control Untuk Mengantisipasi Tabrakan Pada Kapal Nelayan". In *Conference On Automation Engineering And It's Application*, Vol 1, No. 2809-7548, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, 2020.
- [15] Sistem Prediksi Kelautan (SIDIK). 2018. Peta Prakiraan Daerah Penangkapan Ikan. Diakses pada 9 November 2023 dari <http://118.97.27.101/peta-daerah-penangkapan-ikan-nasional>.
- [16] Hadi, Hardian, "RANCANG BANGUN LONG AREA (LoRa RA) UNTUK PENGAMAN PADA MOBIL LISTRIK" In *Doctoral dissertation, ITN MALANG.*, 2022.
- [17] Virgiani, S. (2021). Rancang Bangun Virtual Digital Asisstant Nelayan Dengan Persebaran Ikan Berbasis Komunikasi LORA RFM95. Tugas Akhir, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya.