

Pengembangan Perangkat *Fish Aggregating Device* (FAD) dengan Monitoring Data Deteksi Ikan Jarak Jauh Menggunakan Komunikasi LoRa

**Lilik Subiyanto^{1*}, Dwi Sasmita Aji Pambudi², Aang Wahidin³, I Putu Arta Wibawa⁴,
Rini Indarti⁵, Yoradhika Anugrah⁶, Geraldi Zati⁷**

Jurusan Teknik Kelistrikan Kapal^{1,2,5,6}, Jurusan Teknik Bangunan Kapal^{3,4,7}
Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya
Jl. Teknik Kimia Kampus ITS Sukolilo, 60111
Email: llksubiyanto@ppns.ac.id

Abstrak

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian sebelumnya yang diberi nama e-FADL (*Electric Fish Aggregating Devices and Liferaft*), adalah rumpun sebagai alat bantu nelayan menangkap ikan juga berfungsi sebagai rakit penolong (life raft) bagi awak kapal jika terjadi musibah. Sumber penerangan dibangkitkan oleh energi surya yang tersimpan di baterai untuk menarik ikan. FAD dapat dikendalikan jarak jauh dari kapal menuju ke lokasi yang diharapkan banyak terdapat ikan. Sistem yang telah dibuat tidak memiliki umpan balik dari FAD ke kapal, sehingga posisi dan jarak dari FAD tidak dapat dipantau dari kapal.

Untuk memastikan keberadaan ikan pada lokasi yang dituju, maka pada penelitian ini dibuatlah pengembangan dari perangkat FAD dari penelitian sebelumnya dengan menambahkan peralatan monitoring jarak dan arah FAD dengan menggunakan komunikasi LoRa (Long Range). Selain itu juga ditambahkan data deteksi ikan sehingga nelayan yang ada di kapal dapat memperoleh informasi ada atau tidaknya ikan pada lokasi FAD.

Komunikasi LoRa (*Long Range*) menggunakan type EBYTE E22-900T30D yang bekerja pada frekuensi 920MHz dengan daya 30dBm dan GPS Ublox NEO-7M yang dipasang di kedua perangkat FAD dan kapal. Dengan menggunakan rumus Haversine untuk menghitung jarak 2 titik dari hasil pembacaan GPS (latitude, longitude) diperoleh simpangan sebesar 3,8 m pada pengukuran setiap 100m. Sudut pengarah FAD terhadap kapal memiliki faktor kesalahan sebesar 3,2 derajat. Pengiriman data dari FAD ke kapal dengan menggunakan komunikasi LoRa, mampu mengirimkan data dengan baik sampai dengan jarak 800 m dengan indikator kualitas sinyal (RSSI) sebesar -104 dBm pada kondisi tanpa halangan (LoS).

Kata kunci : FAD, GPS, Haversine, LoRa, RSSI

Abstract

This research is a continuation of previous research called e-FADL (Electric Fish Aggregating Devices and Liferaft), namely FADs as a tool to help fishermen catch fish and also function as a life raft for ship crews in the event of a disaster. The lighting source is generated by solar energy stored in the battery to attract fish. FAD can be controlled remotely from the ship to locations where there are expected to be lots of fish. The system that has been created does not have feedback from the FAD to the ship, so the position and distance of the FAD cannot be monitored from the ship.

To ensure the presence of fish at the target location, this research developed the FAD device from previous research by adding equipment for monitoring the distance and direction of the FAD using LoRa (Long Range) communication. Apart from that, fish detection data has also been added so that fishermen on board can obtain information on whether or not fish are present at the FAD location.

LoRa (Long Range) communication uses the EBYTE E22-900T30D type which works at a frequency of 920MHz with a power of 30dBm and Ublox NEO-7M GPS installed on both FAD and ship devices. By using the Haversine formula to calculate the distance of 2 points from the GPS readings (latitude, longitude), a deviation of 3.8 m is obtained in measurements every 100m. The FAD steering angle towards the ship has an error factor of 3.2 degrees. Sending data from the FAD to the ship using LoRa communication, is capable of sending data well up to a distance of 800 m with a signal quality indicator (RSSI) of -104 dBm in unobstructed conditions (LoS).

Keywords : FAD, GPS, Haversine, LoRa, RSSI

1. Pendahuluan

Fish Aggregating Devices (FAD) atau disebut juga rumpun merupakan tradisi cara menangkap ikan di Indonesia khususnya di wilayah Indonesia Timur (Yusfiandayani, 2013). Adalah alat apung yang berfungsi untuk menarik ikan agar berkumpul sehingga memudahkan nelayan untuk menangkapnya.. Alat ini dibawa oleh nelayan menggunakan kapal dan ditempatkan pada perairan dangkal ataupun perairan dalam, dilengkapi lampu penerangan yang dibangkitkan dari genset untuk memikat ikan.

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari penelitian-penelitian sebelumnya dimana telah dibuat FAD (*Fish Aggregating Devices*) yang sekaligus berfungsi sebagai liferaft dengan menggunakan panel surya sebagai sumber penerangan, seperti ditunjukkan pada gambar 1 oleh Wahidin pada tahun 2019. Pada penelitian berikutnya, telah dikembangkan dengan membuat peralatan kendali sehingga FAD yang dapat dikendalikan dari jarak jauh yang diberi nama e-FADL (*Electric Fish Aggregating Devices and Liferaft*) oleh Subiyanto pada tahun 2022. Dimana FAD dapat dikendalikan jarak jauh menuju lokasi tertentu dengan berharap bahwa lokasi tersebut merupakan tempat berkumpulnya ikan. Pada waktu tertentu FAD tersebut harus ditinjau untuk memastikan dan sekaligus menjaring ikan jika telah berkumpul ikan disekitar FAD tersebut. Akan tetapi tidak jarang ternyata lokasi tersebut bukan lokasi terbaik bagi ikan, sehingga nelayan tidak memperoleh hasil yang maksimal. Disamping itu juga lokasi FAD tidak dapat diketahui dengan jelas posisinya, karena tidak adanya informasi posisi dan arah dari FAD yang dikendalikan.



a. FAD dengan liferaft



b. e-FADL

Gambar 1. FAD pada penelitian sebelumnya

Untuk memastikan keberadaan ikan pada lokasi yang dituju, maka pada penelitian ini dibuatlah pengembangan dari perangkat FAD dari penelitian sebelumnya dengan menambahkan peralatan monitoring data posisi dan arah FAD dan deteksi keberadaan ikan jarak jauh dengan menggunakan komunikasi LoRa (*Long Range*). Dengan demikian diharapkan perangkat ini dapat membantu nelayan tradisional yang menggunakan FAD sebagai alat bantu penangkapan ikan, sehingga dalam pengoperasiannya menjadi lebih hemat bahan bakar dan mendapatkan hasil penangkapan ikan yang maksimal.

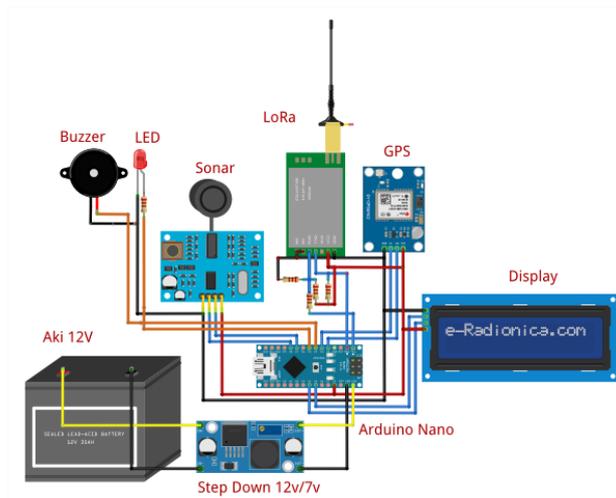
2. Metode Penelitian

Metode penelitian dimulai dari perancangan, pemilihan komponen dengan spesifikasi sesuai dengan kebutuhan, perhitungan, perakitan, pemrograman mikrokontroler dan terakhir dilakukan pengujian.

2.1. Perancangan Alat

Terdapat 2 perangkat keras yang saling berkomunikasi yaitu perangkat yang ada di kapal dan di FAD. Perangkat keras yang ada di FAD berfungsi untuk membaca data posisi (*latitude, longitude*) dan deteksi ikan dimana FAD berada. Selanjutnya data tersebut dikirimkan ke kapal. Perangkat keras yang ada di kapal berfungsi untuk menerima data yang dikirimkan dari FAD dan melakukan perhitungan jarak dan arah FAD (*heading*) terhadap kapal, sehingga posisi FAD dan arahnya dapat dimonitor dari jarak jauh.

Perangkat keras FAD terdiri dari modul sonar untuk deteksi ikan, modul GPS untuk penentu posisi, modul LoRa untuk komunikasi data, modul penggerak motor yang dapat dikendalikan jarak jauh, dan mikrokontroler Arduino nano sebagai kontrolernya. Wiring diagram perangkat keras dan table port dapat dilihat pada gambar 2.



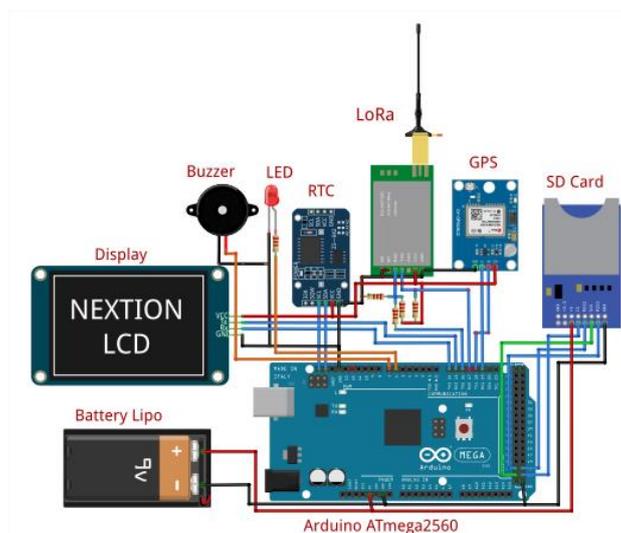
Gambar 2. Wiring Diagram Sistem Komunikasi Data Pada FAD

Tabel 1. Konfigurasi PIN Mikrokontroler pada perangkat FAD

| Mikrokontroler Nano | | Alat/Modul | |
|---------------------|------|------------|------|
| PIN | Ket. | PIN | Ket. |
| LoRa | | | |
| 0 | RX | 4 | TX |
| 1 | TX | 3 | RX |
| GPS | | | |
| 2 | D2 | 2 | RX |
| 3 | D3 | 3 | TX |
| LED1 | | | |
| 4 | D4 | | |

| Mikrokontroler Nano | | Alat/Modul | |
|---------------------|------|------------|------|
| PIN | Ket. | PIN | Ket. |
| 5 | D5 | LED2 | |
| 6 | D6 | LED3 | |
| Sonar | | | |
| 7 | D7 | 2 | Trig |
| 8 | D8 | 3 | Echo |
| Display LCD | | | |
| 18 | SDA | 3 | SDA |
| 19 | SCL | 4 | SCL |

Perangkat keras pengendali yang ada di kapal terdiri dari modul GPS untuk membaca posisi kapal dan perhitungan jarak dan arah terhadap FAD, modul RTC untuk membaca waktu operasional, modul SD untuk menyimpan data atau sebagai data logger, modul LoRa untuk komunikasi data, modul remote control untuk mengendalikan FAD dan display untuk menampilkan data posisi, arah, deteksi ikan dan waktu operasional.



Gambar 2. Wiring Diagram Sistem Komunikasi Data Pada Kapal

Tabel 2. Konfigurasi PIN Mikrokontroler pada perangkat kapal

| Mikrokontroler ATmega 2560 | | Alat/Modul | | Mikrokontroler ATmega 2560 | | Alat/Modul | |
|----------------------------|------|-------------|------|----------------------------|------|---------------|------|
| PIN | Ket. | PIN | Ket. | PIN | Ket. | PIN | Ket. |
| | | LoRa | | | | LED2 | |
| 16 | TX2 | 3 | RX | 6 | D6 | | |
| 17 | RX2 | 4 | TX | 7 | D7 | Buzzer | |
| | | GPS | | | | RTC | |
| 18 | TX1 | 2 | RX | 20 | SDA | 4 | SDA |
| 19 | RX1 | 3 | TX | 21 | SCL | 3 | SCL |
| | | LCD Nextion | | | | Micro SD Card | |
| 14 | TX3 | 2 | RX | 50 | MISO | 2 | MISO |
| 15 | RX3 | 3 | TX | 51 | MOSI | 4 | MOSI |
| 5 | D5 | LED1 | | 52 | SCK | 3 | SCK |
| | | | | 53 | SS | 5 | SS |

2.2. Metode Haversin

Metode Haversin digunakan untuk menentukan jarak dan arah (heading) FAD terhadap kapal. Adalah jarak terdekat antara 2 titik pada lengkung bumi. Formulasi dari haversin adalah sebagai berikut :

$$a = \sin^2\left(\frac{\Delta\omega}{2}\right) + \cos\omega_1 \cdot \cos\omega_2 \cdot \sin^2\left(\frac{\Delta\lambda}{2}\right) \quad 1)$$

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

$$d = R \cdot c \quad 3)$$

Dimana :

$\Delta\omega$: latitude1 – latitude2 dalam radian

$\Delta\lambda$: longitude1 – longitude2 dalam radian

R : radius bumi (rata-rata = 6.371 km)

Untuk menentukan arah dari titik awal ke titik akhir (bearing) digunakan digunakan rumus (IGISMAP) :

$$\theta = \text{atan2}(\sin\Delta\lambda \cdot \cos\omega_2, \cos\omega_1 \cdot \sin\omega_2 - \sin\omega_1 \cdot \cos\omega_2 \cdot \cos\Delta\lambda) \quad 4)$$

Dimana :

ω_1, λ_1 : koordinat titik awal

ω_2, λ_2 : koordinat titik akhir

$\Delta\lambda$: perbedaan longitude

2.3. SONAR

SONAR adalah singkatan dari *Sound Navigation Ranging*. Perangkat sonar mengirimkan gelombang suara ultrasonic ke bawah melalui media air. Ketika gelombang ini mengenai objek seperti ikan, tumbuh-tumbuhan, atau dasar laut, gelombang tersebut akan dipantulkan kembali ke permukaan. Perangkat sonar mengukur berapa lama gelombang suara merambat ke bawah mengenai suatu obyek, dan kemudian memantul kembali. Informasi ini memungkinkan perangkat untuk menilai kedalaman obyek yang dipantulkannya. Ini juga mengukur kekuatan pulsa balik. Semakin keras benda, semakin kuat pulsa baliknya. Setelah pulsa kembali diterima, pulsa lainnya dikirim. Karena gelombang suara merambat dengan kecepatan sekitar satu mil per detik di dalam air, sonar dapat mengirimkan kurang lebih 15 pulsa per detik. Pulsa suara yang kembali diubah menjadi sinyal listrik dan kemudian ditampilkan, memberikan informasi kedalaman, kekerasan dasar dan benda apa pun di antaranya (Selvabalan at al., 2016). Jarak obyek yang terdeteksi mengikuti rumus

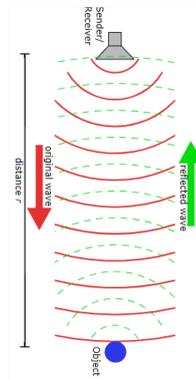
$$R = \frac{v \times \Delta t}{2} \quad 5)$$

Dimana :

R : jarak sumber terhadap target

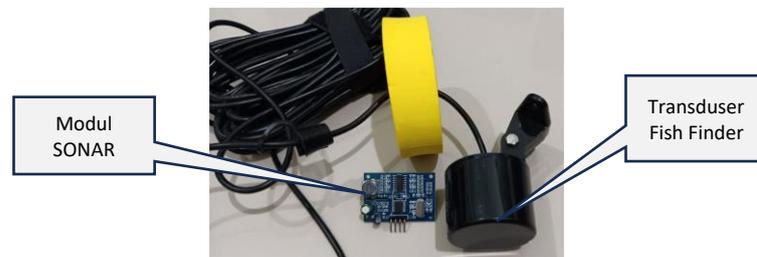
v : cepat rambat bunyi di air (1500m/s)

t : waktu delay saat pulsa dipancarkan sampai diterima Kembali pantulannya



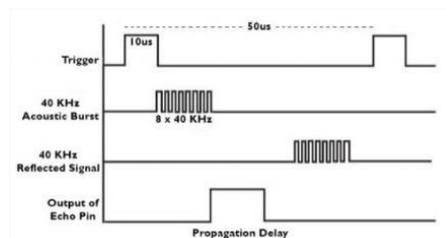
Gambar 3. Prinsip kerja SONAR

Modul pembangkitan ultrasonic menggunakan SONAR type JSN-SR04T dengan tranduser *fish finder* yang kedap terhadap air seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Modul SONAR

Modul tersebut terhubung ke mikrokontroler untuk menjalankan program Arduino melakukan proses pembangkitan pulsa ultrasonic dan pembacaan waktu delay. Sensor SONAR dapat beroperasi baik di air tawar maupun air asin pada temperature -20°C sampai 70°C dan dapat membaca kedalaman maksimum 100m. Sensor SONAR dapat membaca kontur dibawah air dan lokasi obyek termasuk kedalaman air, vegetasi dan struktur dasar. Sensor berbentuk tabung dengan diameter 4,5cm dengan tinggi 3,5cm, kabel sepanjang 9 m dan sudut pancar 45° (Manual “Lucky” Fish Finder). Sensor memiliki daya akustik tinggi dan bekerja pada rentang frekuensi 13 kHz hingga 60kHz. Prinsip kerja SONAR dapat dilihat pada gambar 5



Gambar 5. Pembangkitan dan pembacaan pulsa SONAR

Prinsip kerja SONAR sebagai berikut (Manual JSN-SR04T) :

1. Pada port IO Trig diawali dengan kondisi “LOW” selama 5us (clear)
2. Selanjutnya dibangkitkan pulsa “High” pada port IO Trig selama 10 us
3. Pada saat itu modul secara otomatis mengirimkan 8 square wave 40kHz (Burst)
4. Saat dibangkitkan sampai dengan sinyal pantul kembali ditandai dengan kondisi port IO ECHO berada pada kondisi “High”. Maka Jarak dihitung berdasarkan durasi selama “High” x kecepatan /2
5. Obyek dianggap tidak terdeteksi jika tidak ada sinyal pantul selama kurang lebih 60 ms. Ditandai dengan kondisi “LOW” pada port IO ECHO secara otomatis.
6. LED menyala saat menerima sinyal, menandakan modul berfungsi.

2.4. Komunikasi LoRa

LoRa atau Long Range merupakan teknologi wireless yang pertama kali dikembangkan di USA dan Eropa. Adalah system komunikasi berdaya rendah (*Low Power*) dengan jangkauan jarak jauh (Murdiantoro at al., 2019). Komunikasi data jarak jauh sangat dipengaruhi oleh beberapa factor, semakin jauh jarak pancar, sinyal yang diterima akan semakin lemah dan pengiriman data akan semakin lama. Beberapa parameter penting terkait dengan komunikasi data jarak jauh diantaranya parameter RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) dan PDR (*Paket Delivery Radio*) (Yohanes at. al., 2022).

RSSI (*Received Signal Strength Indicator*), merupakan parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas sinyal. Dimana RSSI dipengaruhi oleh noise, multi-path fading, power transmit, gangguan dan hal lain yang fluktuatif pada kekuatan yang diterima (Ismail, 2018).

Nilai RSSI dinyatakan dalam dBm berupa dilai negative. Sinyal yang diterima akan baik jika nilai dari RSSI yang dihasilkan mendekati 0 (Chinthya at. al., 2016)

Tabel 3. Sandar Level RSSI (Utama at. al., 2012)

| Level RSSI | Keterangan |
|-----------------------|--------------|
| > -70 dBm | Sangat kuat |
| -70 dBm s/d -86 dBm | Sangat baik |
| -86 dBm s/d -100 dBm | Baik |
| -101 dBm s/d -110 dBm | Buruk |
| < -110 dBm | Sangat buruk |

PDR (*Paket Delivery Ratio*) adalah persentase keberhasilan paket data yang dikirim dari pengirim sampai pada penerima

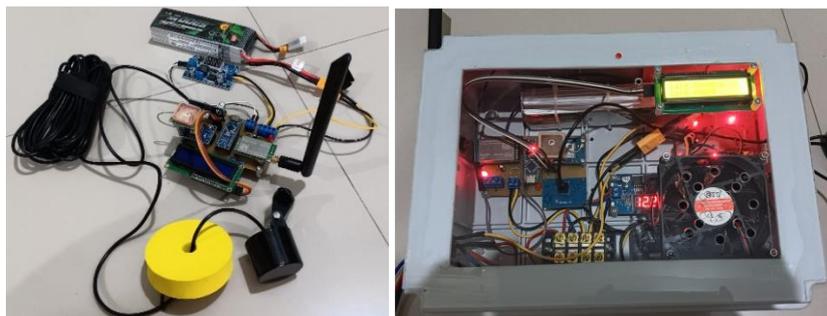
$$PDR = \frac{\text{Jumlah paket diterima}}{\text{Jumlah paket dikirim}} \times 100\% \quad (6)$$

3. Hasil dan Diskusi

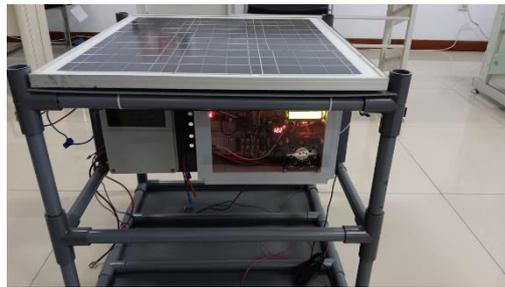
Untuk mendapatkan hasil pengujian yang akurat, dimana obyek tidak terkendala gerak akibat gelombang dan angin maka pengujian dilakukan di darat pada kondisi tanpa halangan, dipilihlah tempat di tanah lapang dan jalan yang lurus. GPS yang digunakan type Ublox NEO-7M. Perangkat yang diuji ada 2 :

1. Perangkat pengendali pada FAD yang terdiri dari komponen utama : SONAR type JSN-SR04T, GPS type Ublox NEO-7M, LoRa type EBYTE E22-900T30D dan mikrokontroler Arduino nano sebagai pengendali. Perangkat ini berfungsi membaca data deteksi ikan, membaca posisi GPS dan mengirimkan data-data tersebut ke pengendali di kapal.
2. Perangkat pengendali pada kapal yang terdiri dari komponen utama : GPS type Ublox NEO-7M, LoRa type EBYTE E22-900T30D, RTC type DS3231, Micro SD Card reader, LCD Nextion 3,5", dan mikrokontroler Arduino ATmega 2560 sebagai pengendali. Perangkat ini berfungsi membaca data yang dikirimkan dari perangkat FAD, mengolah data dan menampilkan ke display dan menyimpannya pada memori micro SD.

Kedua perangkat tersebut dapat ditunjukkan seperti pada gambar 6 dan 8



Gambar 6. Perangkat Sistem Komunikasi Data pada FAD



Gambar 7 Instalasi Perangkat pada FAD



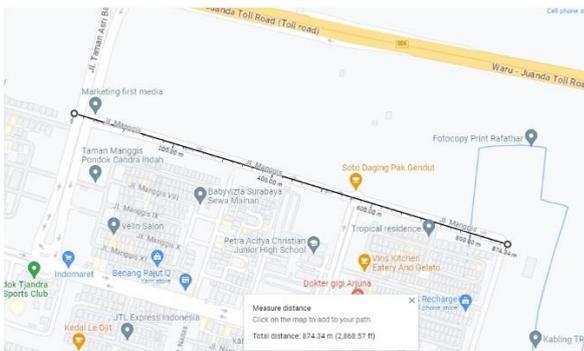
Gambar 8. Perangkat Sistem Komunikasi Data pada Kapal

3.1. Pengujian Jarak

Pengujian jarak untuk menguji hasil pembacaan masing-masing posisi perangkat yaitu perangkat GPS pada FAD yang selanjutnya disebut GPS FAD dan posisi kapal dengan GPS yang ada di kapal selanjutnya disebut GPS kapal. Pengujian dilakukan pada jalan lurus sepanjang 874 meter seperti ditunjukkan oleh google map pada gambar 9. Pengujian dilakukan pada setiap 100 meter dengan hasil seperti ditunjukkan pada tabel 4. Hasil pengujian dibandingkan terhadap pembacaan pada smart phone.

Tabel 4. Hasil pengukuran pada pembacaan GPS

| No. | Jarak (meter) | GPS Smart phone | | GPS Kapal | | GPS FAD | |
|-----|---------------|-----------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|
| | | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude | Latitude | Longitude |
| 1 | 0 | -7,34883 | 112,78532 | -7,34890 | 112,78547 | -7,34885 | 112,78546 |
| 2 | 100 | -7,34909 | 112,78619 | -7,34924 | 112,78634 | -7,34920 | 112,78633 |
| 3 | 200 | -7,34938 | 112,78709 | -7,34953 | 112,78718 | -7,34940 | 112,78710 |
| 4 | 300 | -7,34964 | 112,78793 | -7,34955 | 112,78797 | -7,34954 | 112,78794 |
| 5 | 400 | -7,34989 | 112,78880 | -7,34990 | 112,78900 | -7,34989 | 112,78883 |
| 6 | 500 | -7,35016 | 112,78966 | -7,35024 | 112,78969 | -7,35020 | 112,78967 |
| 7 | 600 | -7,35040 | 112,79055 | -7,35100 | 112,79060 | -7,35033 | 112,79057 |
| 8 | 700 | -7,35065 | 112,79143 | -7,35070 | 112,79144 | -7,35066 | 112,79142 |
| 9 | 800 | -7,35095 | 112,79228 | -7,35102 | 112,79230 | -7,35100 | 112,79229 |



Gambar 9. Peta Lintasan Uji Coba GPS

Dengan menggunakan rumus Haversin (rumus 1 s/d 3) untuk perhitungan jarak pada setiap 100 meter pada pembacaan GPS Kapal dan GPS FAD dibandingkan terhadap pembacaan smart phone adalah sebagai berikut .:

Tabel 5 Simpangan Pembacaan Posisi GPS

| No. | Jarak (meter) | GPS Kapal (meter) | GPS FAD (meter) |
|---------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| 1 | 0 | 4,447803349 | 3,490312775 |
| 2 | 100 | 4,549252595 | 1,566090241 |
| 3 | 200 | 2,205631352 | 5,468328091 |
| 4 | 300 | 6,980614044 | 5,530562952 |
| 5 | 400 | 4,964650397 | 4,582483428 |
| 6 | 500 | 4,582483242 | 7,861392785 |
| 7 | 600 | 2,223901674 | 2,4700652 |
| 8 | 700 | 2,482324327 | 1,566087513 |
| 9 | 800 | 2,482324018 | 2,223901675 |
| Rata-rata simpangan | | 3,879887222 | 3,862136073 |

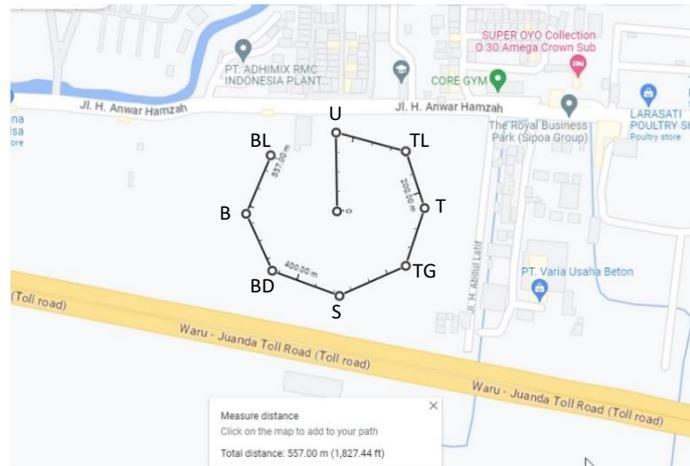
Dari table xx diperoleh pembacaan GPS kapal dan GPS FAD dibandingkan terhadap pembacaan smart phone pada setiap 100 meter memperoleh simpangan rata-rata 3,88 meter untuk GPS kapal dan 3,86 meter untuk GPS FAD artinya GPS tersebut memiliki tingkat akurasi 3,88% dan 3,86%.

3.2. Pengujian Arah (Bearing)

Pengujian arah (bearing atau heading) dilakukan di tanah lapang dengan dimensi 200m x 200m. Dengan menggunakan Kompas selanjutnya dibuat titik-titik pengukuran untuk menentukan arah Utara (U), Timur Laut (TL), Timur (T), Tenggara (TG), Selatan (S), Barat Daya (BD), Barat (B) dan Barat Laut (BL) seperti pada gambar 10. Berdasarkan pengukuran GPS dan perhitungan pada rumus no.4 diperoleh titik-titik tersebut pada posisi arah mata angin adalah sebagai berikut :

Tabel 6. Pengukuran arah FAD

| Posisi | Acuan (derajat) | Latitude | Longitude | Arah (derajat) | Simpangan (derajat) |
|----------------------------|-----------------|-----------|-----------|----------------|---------------------|
| Center | | -7,347610 | 112,79728 | --- | --- |
| U | 0 | -7,346934 | 112,79729 | 0,458638 | 0 |
| TL | 45 | -7,347115 | 112,79783 | 48,1125 | 3,112502 |
| T | 90 | -7,347653 | 112,79801 | 93,31148 | 3,311477 |
| TG | 135 | -7,348094 | 112,79785 | 129,9143 | 5,085665 |
| S | 180 | -7,348339 | 112,79725 | 182,5494 | 2,549352 |
| BD | 225 | -7,348084 | 112,79668 | 231,7377 | 6,737666 |
| B | 270 | -7,347589 | 112,79652 | 271,5985 | 1,598461 |
| BL | 315 | -7,347131 | 112,79674 | 311,2351 | 3,764873 |
| Simpangan rata-rata | | | | | 3,737142 |



Gambar 10. Titik-titik Penentu Arah

Dari table 6 diperoleh simpangan arah pengukuran GPS FAD terhadap GPS kapal dibandingkan terhadap sudut acuan memiliki simpangan sebesar 3,73 derajat.

3.3. Pengujian SONAR

Pengujian dilakukan dengan membuat program pada mikrokontroler untuk membangkitkan pulsa Triger, melakukan pembacaan waktu pantul dan melakukan perhitungan menjadi satuan jarak dengan mengikuti tahapan seperti pada gambar 9 dan rumusan jarak :

$$d(cm) = \frac{v (cm/\mu s) \times t(\mu s)}{2}$$

Dimana :

v : kecepatan suara di air (1500m/s = 0,15cm/μs = 150cm/ms)

t : waktu pantul (ms)

Pengujian dilakukan di akuarium dengan kedalaman maksimum 1m dengan obyek penghalang dari bahan plastic

Tabel 7. Pengujian Jarak dan Waktu Pantul

| No. | Jarak (cm) | Waktu Pantul (ms) | Jarak terbaca (cm) | Pembacaan waktu tunda (ms) | Error (%) |
|-----------------|------------|-------------------|--------------------|----------------------------|-----------|
| 1 | 10 | 0,13 | Tdk terdeteksi | -- | -- |
| 2 | 20 | 0,27 | Tdk terdeteksi | -- | -- |
| 3 | 30 | 0,40 | 32,25 | 0,43 | 7,5 |
| 4 | 40 | 0,53 | 45,75 | 0,61 | 14,4 |
| 5 | 50 | 0,67 | 58,50 | 0,78 | 17,0 |
| 6 | 60 | 0,80 | 63,75 | 0,85 | 6,3 |
| 7 | 70 | 0,93 | 82,50 | 1,10 | 17,9 |
| 8 | 80 | 1,07 | 99,00 | 1,32 | 23,8 |
| 9 | 90 | 1,20 | 108,00 | 1,44 | 20,0 |
| 10 | 100 | 1,33 | 112,50 | 1,50 | 12,5 |
| Rata-rata error | | | | | 14,6 |

Terdapat perbedaan hasil pengukuran jarak hal ini disebabkan karena beberapa factor antara lain, kekuatan gelombang bunyi yang merambat dalam air dilemahkan secara proporsional terhadap jarak pantul obyek. Hal ini menyebabkan sinyal teredam pada permukaan obyek karena defraksi atau terserap sehingga gelombang suara tidak terpantul atau terjadi penundaan waktu. Cepat rambat gelombang suara pada medium air juga sangat tergantung dari tekanan, suhu dan kerapatan (density).

3.4. Pengujian Komunikasi LoRa

LoRa yang digunakan type EBYTE E22-900T30D bekerja pada frekuensi 850,125MHz – 930,125MHz memiliki daya pancar 30dBm dengan antenna 5dBi. Dilakukan seting frekuensi terlebih dulu pada LoRa agar bekerja pada channel frekuensi 920MHz dengan merubah register pada address 05H sesuai rumusan : $F = 850,125 + CH * 1MHz$, dimana CH dapat dipilih dari 00 – 80. Frekuensi tersebut sesuai dengan frekuensi yang dipersyaratkan pada peraturan PERDIRJEN SDPPI No. 3 Tahun 2019 tentang penggunaan jalur frekuensi LPWA di Indonesia yang berada pada frekuensi radio 920-923 MHz (Kominfo, 2019).

Pengujian LoRa dilakukan pada kondisi LoS (Line of Sight) yaitu kondisi tanpa halangan. Dipilih jalur jalan yang sepi dimana jalan masih baru dan belum dioperasikan. Panjang jalan 874 meter seperti ditunjukkan pada gambar 9. Komunikasi dilakukan dengan mengirimkan data dari perangkat Node 2 yaitu perangkat yang ada di FAD dan Node 1 sebagai perangkat penerima data RSSI yang ada di kapal. Pengiriman data dilakukan Node 2 setiap 100 meter sepanjang 800 meter. Hasil pengujian dapat dilihat pada table 8.

Tabel 8. Hasil Pengujian Kekuatan Sinyal LoRa

| No. | Jarak (m) | RSSI (dBm) | PDR (%) |
|-----|-----------|------------|---------|
| 1 | 0 | -23 | 100 |
| 2 | 100 | -30 | 100 |
| 3 | 200 | -44 | 100 |
| 4 | 300 | -60 | 100 |
| 5 | 400 | -70 | 100 |
| 6 | 500 | -87 | 100 |
| 7 | 600 | -95 | 98 |
| 8 | 700 | -100 | 98 |
| 9 | 800 | -104 | 90 |

4. Kesimpulan

Pengembangan FAD dengan penambahan perangkat komunikasi data untuk membaca jarak FAD dan monitoring arah FAD dan deteksi ikan, berdasarkan hasil pengujian beberapa komponen maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor GPS yang dipasang pada kedua perangkat FAD maupun di kapal memiliki tingkat ketelitian masing-masing 3,86% dan 3,88% artinya dalam setiap jarak 100 meter akan terjadi penyimpangan sebesar 3,86 meter dan 3,88 meter. Hal ini sesuai dengan spesifikasi dari kedua type GPS yang dipakai yaitu berkisar antara 3-4 meter.
2. Berdasarkan pengujian pada pengukuran arah FAD, diperoleh penyimpangan sudut 3,7 derajat yang diperoleh pada setiap perubahan 45 derajat
3. Pada pengujian SONAR untuk mendeteksi obyek di bawah air, jarak minimum yang dapat dideteksi 20 cm dengan rata-rata factor kesalahan sebesar 14,6%. Simpangan terjadi karena keterlambatan gelombang pantul, hal ini dimungkinkan dikarenakan kecepatan gelombang suara di air sangat dipengaruhi oleh tekanan, suhu dan kerapatan (density) yang memperlemah gelombang.
4. Pengujian komunikasi data dengan menggunakan LoRa dilakukan mulai dari jarak 100 sampai dengan 800 meter pada kondisi tanpa halangan (LoS). Berdasarkan pembacaan RSSI, kualitas sinyal buruk terjadi pada jarak lebih dari 700 m dengan nilai RSSI kurang dari -100 dBm. Pengujian berdasarkan pengiriman paket data, mulai terjadi kegagalan pada jarak 600 m dengan persentase rasio pengiriman (PDR) sebesar 98, artinya dalam 100 pengiriman data terdapat 2 data yang hilang atau gagal. Hal ini tidak terlalu beresiko dikarenakan dalam penggunaannya tidak dibutuhkan komunikasi yang real time.

Secara keseluruhan system yang dikembangkan telah dapat diimplementasikan dengan baik untuk kebutuhan pengendalian dan monitoring FAD. Satu hal yang masih perlu ditingkatkan lagi adalah SONAR untuk deteksi ikan yaitu dengan melakukan pengujian di bawah air dengan jarak yang lebih dalam dan keakuratannya terhadap obyek ikan

5. Daftar Pustaka

- Chinthya A., P. Doan, and K. A. E. I, (2016), Platform ANTARES Berbasis LoRa, IEEE 802 15 . 4G *Lanslide Center Monitoring System With ANTARES*.
- IGISMAP, *Group of passionate GIS experts*, , <https://www.igismap.com/formula-to-find-bearing-or-heading-angle-between-two-points-latitude-longitude/>
- Ismail M. (2018), Rancang Bangun Pengukuran RSSI (*Receive Signal Strength Indicator*) Berbasis Aplikasi Android Menggunakan APP Inventor, pp. 25–30.
- Murdyantoro, E., I. Rosyadi, and H. Septian, (2019), Studi Performansi Jarak Jangkauan Lora-Dragino Sebagai Infrastruktur Konektifitas Nirkabel Pada WP-LAN, *Din. Rekayasa*, vol. 15, no. 1, p. 47, 2019, doi: 10.20884/1.dr.2019.15.1.239.
- Manual Book Modul SONAR JSN-SR04T
- Manual Book “Lucky” *Fish Finder*
- Satrio Y. P., Dharu A., Edwar, (2019), *Underwater Object Detection Based On Distance Measurement Using Ultrasonic*, e-*Proceeding of Engineering* : Vol.6, No.2 Agustus 2019
- Selvabalan M., Deshpande P., Dr. S. M. Yadav, and Dr. (Mrs.) S. S. Lokhande, (2016), *Underwater object identification using ultrasound*. *International Conference on Innovative Trends in Engineering Research*.
- Subiyanto, L., (2022), Perancangan *Electric Fish Aggregating Device Liferaft (e-FADL)* Yang Dapat Dikendalikan Jarak Jauh”, *Jurnal Teknologi Maritim* Vol.5 No.1 Mei 2022, Surabaya
- Utama, Rangga, Hari, Imansyah, Fitri, Marpaung, Jannus, (2021), Upaya Optimasi Jaringan 4G LTE Dengan Parameter RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) dan RSRP (*Reference Signal Received Power*), *Jurnal Teknik Elektro Universitas Tanjungpura*, Vol. 2 No. 1.
- Wahidin, A., (2018), Perancangan *Fish Aggregating Devices (FAD)* Sekaligus Sebagai Liferaft Untuk Mendukung Kapal Ikan Berkelanjutan di Indonesia, *Prosiding Seminar Master 2018, PPNS, Surabaya*
- Wibawa, I. P.A., Wahidin A., Subiyanto L., (2021), *Fish Aggregating Device as Buoyant Apparatus for Improving Safety on Traditional Fishing Vessel*, *IOP Conference Series : Material Science and Engineering* vol.1175, *The International Conference on Maritime Technology and its Application (ICOMTA 2020)* 12th Dec 2020, Surabaya, Indonesia.
- Yohanes, A., P., Michael A. , Kartiko A.W., (2022), Perancangan Sistem Komunikasi Lora untuk Deteksi Dini Tanah Longsor, *Seminar Nasional SENIATI 2022, ITN Malang*
- Yusfiandayani, (2013), *Aggregating devices in Indonesia: Past and present status on sustainable capture fisheries*, *Galaxea, Journal of Coral Reef Studies (Special Issue)*: 260-268.