

PEMANFAATAN AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM BERBASIS *OPEN SOURCE* UNTUK PEMANTAUAN KAPAL DALAM RANGKA MENJAGA KEAMANAN PERAIRAN INDONESIA

Victor Julius Senjaya
Sekolah Staff dan Komando angkatan Laut (SESKOAL)
Corresponding Author: victorstudyhard@gmail.com

History:

Received : 10 Januari 2024
Revised : 14 Januari 2024
Accepted : 17 Maret 2024
Published : 30 September 2024

Publisher: Pascasarjana UDA

Licensed: This work is licensed under
[Attribution-NonCommercial-No
Derivatives 4.0 International \(CC BY-NC-ND 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)



ABSTRAK

Keamanan maritim merupakan isu krusial bagi negara kepulauan seperti Indonesia, yang memiliki ribuan pulau dan jalur pelayaran yang sibuk. Sistem Automatic Identification System (AIS) memainkan peran penting dalam memantau pergerakan kapal untuk meningkatkan keselamatan dan pengawasan di perairan. Namun, biaya tinggi dan kompleksitas teknologi sering kali menjadi hambatan dalam penerapan sistem ini secara luas. Untuk mengatasi tantangan ini, penggunaan teknologi *open source* menawarkan alternatif yang lebih terjangkau dan fleksibel. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi dari sistem AIS berbasis *open source* menggunakan aplikasi AIS-catcher for Android. Tujuan spesifiknya adalah untuk mengukur kemampuan aplikasi dalam menerima dan memproses sinyal AIS, serta integrasinya dengan aplikasi plotting untuk visualisasi data kapal. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi tantangan teknis dan solusi yang diterapkan dalam implementasi sistem ini di perairan Indonesia. Metode yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan implementasi dan pengujian aplikasi AIS-catcher for Android di berbagai lokasi perairan di Indonesia. Sistem ini menggunakan perangkat keras berupa dongle RTL-SDR atau AirSpy, antena, dan perangkat Android untuk menerima sinyal AIS. Data yang diterima dari sinyal AIS diproses menggunakan aplikasi, kemudian dikirimkan melalui UDP ke aplikasi plotting seperti OpenCPN untuk visualisasi. Pengujian dilakukan di beberapa lokasi dengan kondisi perairan yang berbeda untuk mengevaluasi kinerja sistem dalam berbagai skenario. Hasil pengujian menunjukkan bahwa aplikasi AIS-catcher for Android berhasil menerima dan memproses sinyal AIS secara efektif di lokasi-lokasi uji coba, termasuk pelabuhan yang padat dan jalur pelayaran utama. Di Pelabuhan Tanjung Priok, aplikasi ini mampu menangkap lebih dari 200 pesan AIS per menit dengan kualitas sinyal yang stabil. Integrasi dengan OpenCPN berhasil menampilkan data kapal secara real-time pada peta digital, mempermudah pemantauan dan navigasi. Tantangan teknis seperti konsumsi daya dan cakupan sinyal di daerah terpencil diatasi dengan solusi berupa penggunaan antena dengan gain lebih tinggi dan sumber daya eksternal. Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem AIS berbasis *open source* dapat menjadi solusi yang efisien dan ekonomis untuk pemantauan maritim di Indonesia, dengan potensi untuk pengembangan lebih lanjut dan kontribusi terhadap keamanan perairan.

Keywords: Automatic Identification System, Open Source, Pemantauan Kapal.

INTRODUCTION

Automatic Identification System (AIS) adalah teknologi yang digunakan untuk meningkatkan keselamatan dan efisiensi dalam industri maritim. AIS

berfungsi untuk mengidentifikasi dan melacak kapal secara otomatis dengan mengirimkan data seperti posisi, kecepatan, arah, dan informasi lainnya melalui frekuensi radio. Data ini kemudian dapat

diterima oleh stasiun pantai, kapal lain, dan layanan lalu lintas kapal untuk memantau pergerakan dan menghindari tabrakan. AIS sangat penting dalam navigasi dan pengawasan maritim, serta dalam operasi pencarian dan penyelamatan (Lestari, 2023).

Dengan kemajuan teknologi dan adopsi prinsip open-source, pemantauan AIS kini dapat dilakukan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang lebih terjangkau. Beberapa proyek open-source memungkinkan siapa saja untuk membangun atau mengakses sistem pemantauan AIS tanpa biaya tinggi. Salah satu perangkat lunak open-source yang populer dalam komunitas maritim adalah OpenCPN. OpenCPN adalah aplikasi chartplotter navigasi laut yang memungkinkan pengguna untuk merencanakan dan melacak rute mereka. Dengan plugin yang tepat, seperti AIS Plugin, OpenCPN dapat menerima dan menampilkan data AIS dari receiver AIS. Hal ini memungkinkan pengguna untuk melihat posisi kapal lain di sekitar mereka, sehingga meningkatkan situasi kesadaran dan keselamatan. Selain OpenCPN, ada juga AIS Dispatcher, sebuah alat yang memungkinkan distribusi data AIS ke berbagai perangkat atau aplikasi lain, baik untuk keperluan pribadi maupun komersial (Amelia, Trismadi and Supriyatno, 2020).

Untuk menerima sinyal AIS, pengguna memerlukan perangkat keras khusus. Salah satu solusi yang populer dan terjangkau adalah penggunaan Software-Defined Radio (SDR). SDR adalah perangkat radio yang perangkat kerasnya terutama berfungsi untuk menangkap sinyal radio, sementara pemrosesan sinyal dilakukan oleh perangkat lunak. Salah satu perangkat SDR yang banyak digunakan adalah RTL-SDR, receiver SDR murah yang dapat menerima berbagai frekuensi radio, termasuk sinyal AIS. Dengan menggunakan RTL-SDR, pengguna dapat menangkap sinyal AIS dari kapal-kapal di sekitar mereka dan memprosesnya menggunakan perangkat lunak yang sesuai.

GNU Radio adalah platform perangkat lunak open-source yang dapat digunakan untuk membuat sistem radio yang dapat menguraikan sinyal AIS. GNU Radio menyediakan berbagai modul dan blok bangunan untuk memproses sinyal radio digital, termasuk sinyal AIS. Dengan perangkat keras SDR seperti RTL-SDR dan perangkat lunak GNU Radio, pengguna dapat menangkap dan menguraikan sinyal AIS menjadi data yang dapat dipahami (Rinaldy, 2024).

Selain GNU Radio, ada juga perangkat lunak dekoder AIS lainnya seperti aisdecoder. aisdecoder adalah perangkat lunak open-source yang dirancang khusus untuk menguraikan sinyal AIS menjadi data yang dapat dibaca. Perangkat lunak ini dapat digunakan dengan berbagai receiver SDR dan menyediakan antarmuka yang mudah digunakan untuk menerima dan menampilkan data AIS. Setelah sinyal AIS diuraikan menjadi data, langkah berikutnya adalah visualisasi (Mufidhah, 2023). Data AIS dapat divisualisasikan menggunakan aplikasi chartplotter seperti OpenCPN atau platform lainnya. Dengan menggunakan OpenCPN, pengguna dapat menampilkan data AIS dalam bentuk peta interaktif, yang menunjukkan posisi kapal-kapal di sekitar mereka. Hal ini memungkinkan pengguna untuk memantau lalu lintas kapal dengan mudah dan efisien.

Selain itu, ada juga platform data sharing seperti MarineTraffic, AIS Hub, dan VesselFinder. Platform-platform ini mengumpulkan data AIS dari berbagai receiver di seluruh dunia dan menyediakannya kepada publik. Pengguna dapat mengakses platform ini untuk melihat pergerakan kapal di berbagai wilayah maritim secara real-time. MarineTraffic, misalnya, adalah salah satu platform terbesar yang menyediakan data AIS global (Sari, Lindawati and Soim, 2022). Dengan menggunakan MarineTraffic, pengguna dapat melacak posisi kapal, mendapatkan informasi detail tentang kapal, dan melihat riwayat pergerakan kapal. Platform ini juga

menyediakan API yang memungkinkan integrasi data AIS ke dalam aplikasi lain (Dahana and Gurning, 2020). Untuk memahami dan menggunakan data AIS, penting untuk memahami protokol dan format data AIS. NMEA 0183 adalah format umum untuk data AIS yang terdiri dari rangkaian kalimat teks yang masing-masing menyimpan informasi tertentu, seperti posisi, identifikasi kapal, dan lainnya. Format ini digunakan oleh berbagai perangkat dan perangkat lunak untuk mengirim dan menerima data AIS. Dengan memahami format NMEA 0183, pengguna dapat menguraikan data AIS dan menggunakannya untuk berbagai keperluan (Putra and Pitana, 2022).

Dalam membangun sistem pemantauan AIS berbasis open-source, berikut adalah langkah-langkah umum yang dapat diikuti. Pertama, dapatkan perangkat SDR seperti RTL-SDR. Perangkat ini akan digunakan untuk menangkap sinyal AIS. Kedua, gunakan perangkat lunak SDR seperti GNU Radio untuk menguraikan sinyal AIS menjadi data yang dapat dipahami. Ketiga, gunakan perangkat lunak dekoder AIS seperti aisdecoder untuk mengubah sinyal menjadi data yang dapat dibaca. Keempat, visualisasikan data AIS menggunakan aplikasi seperti OpenCPN atau platform lainnya. Dengan mengikuti langkah-langkah ini, pengguna dapat membangun sistem pemantauan AIS yang efektif dengan biaya yang relatif rendah (Abiraihan, Marta and Saputra, 2024).

Sistem pemantauan AIS berbasis open-source memberikan banyak manfaat, termasuk biaya yang lebih rendah, fleksibilitas yang lebih besar, dan kemampuan untuk menyesuaikan sistem sesuai kebutuhan. Dengan menggunakan perangkat keras dan perangkat lunak yang terjangkau, pengguna dapat memantau lalu lintas kapal, meningkatkan keselamatan navigasi, dan mendukung operasi pencarian dan penyelamatan. Selain itu, penggunaan sistem open-source memungkinkan kolaborasi dan pengembangan lebih lanjut

oleh komunitas pengguna, sehingga sistem dapat terus ditingkatkan dan diperluas. Secara keseluruhan, AIS berbasis open-source adalah solusi yang efektif dan efisien untuk pemantauan kapal, yang dapat digunakan oleh individu, organisasi, dan perusahaan di seluruh dunia (Rikardo, 2022).

Indonesia, sebagai negara kepulauan dengan luas perairan mencapai lebih dari 3.1 juta kilometer persegi, menghadapi berbagai tantangan dalam menjaga keamanan maritimnya. Permasalahan utama yang dihadapi mencakup penangkapan ikan ilegal, penyelundupan, pembajakan, serta pelanggaran batas wilayah yang sering terjadi di wilayah perairan yang luas dan beragam (Satria, 2023). Sistem pemantauan tradisional dan komersial sering kali tidak memadai karena biaya yang tinggi, kurang fleksibel, dan teknologi yang tidak selalu sesuai dengan kebutuhan lokal. Di samping itu, cakupan sinyal yang terbatas di wilayah terpencil semakin menambah kompleksitas dalam pengawasan yang efektif (Khoirunisa, 2020).

Tujuan utama dari penerapan AIS berbasis *open source* adalah untuk meningkatkan kemampuan pengawasan dan keamanan perairan Indonesia secara lebih efisien dan terjangkau. Dengan memanfaatkan teknologi open source, pemerintah dan pihak berwenang dapat mengembangkan sistem pemantauan yang lebih fleksibel dan dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tiap daerah. Sistem ini juga bertujuan untuk meningkatkan transparansi dan partisipasi komunitas dalam menjaga keamanan maritim.

Salah satu gap research yang diidentifikasi adalah kurangnya studi dan implementasi AIS berbasis *open source* di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Banyak penelitian dan proyek yang berfokus pada negara-negara dengan infrastruktur maritim yang lebih maju, sementara kebutuhan dan tantangan di wilayah seperti Indonesia masih kurang

dieksplorasi. Hal ini menciptakan kebutuhan mendesak untuk penelitian yang lebih mendalam dan penerapan solusi yang relevan dan dapat diterapkan.

Urgensi dari penelitian dan implementasi AIS berbasis *open source* ini sangat tinggi mengingat meningkatnya ancaman terhadap keamanan maritim dan kedaulatan nasional. Penangkapan ikan ilegal, misalnya, tidak hanya merugikan ekonomi negara tetapi juga mengancam kelestarian ekosistem laut. Penyediaan sistem pemantauan yang lebih baik dapat membantu dalam mendeteksi dan mencegah kegiatan ilegal ini lebih awal. Selain itu, kemampuan untuk memantau pergerakan kapal secara real-time dapat meningkatkan respons terhadap insiden maritim, mempercepat penyelamatan, dan mengurangi risiko terhadap keamanan nasional.

Contoh konkret penerapan AIS berbasis *open source* adalah aplikasi AIS-catcher for Android, yang dapat mengubah perangkat Android menjadi penerima AIS dual-channel yang mampu menangkap sinyal AIS dari kapal terdekat bahkan dalam kondisi offline. Aplikasi ini mengakses perangkat Software Defined Radio (SDR) USB seperti dongle RTL-SDR atau perangkat AirSpy, dan memvisualisasikan kapal yang diterima pada peta bawaan atau mengirim pesan melalui UDP ke aplikasi plotting seperti Boat Beacon atau OpenCPN. Aplikasi ini telah diuji pada berbagai perangkat Android dan menawarkan solusi ringan untuk pemantauan AIS saat bepergian. AIS-catcher for Android, yang dikembangkan untuk tujuan penelitian dan edukasi, menawarkan fleksibilitas dan aksesibilitas yang tinggi, meskipun dengan beberapa batasan seperti ketergantungan pada sinyal AIS yang tersedia di sekitar dan konsumsi daya baterai yang tinggi. Pemanfaatan AIS berbasis *open source* tidak hanya menawarkan solusi yang lebih ekonomis tetapi juga memberdayakan Indonesia untuk memanfaatkan teknologi modern dalam menjaga kedaulatan dan

keamanan perairannya. Pendekatan ini menggabungkan teknologi canggih dengan aksesibilitas dan fleksibilitas yang diperlukan untuk menghadapi tantangan unik di perairan Indonesia, menjadikannya solusi yang sangat relevan dan mendesak untuk diimplementasikan.

METHODS

Persiapan Perangkat dan Aplikasi

Langkah pertama adalah mempersiapkan perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Perangkat keras yang dibutuhkan meliputi RTL-SDR dongle atau perangkat AirSpy, yang berfungsi sebagai penerima sinyal AIS. Antena sederhana juga diperlukan untuk menangkap sinyal AIS dari kapal terdekat. Selain itu, perangkat Android dengan konektor USB dan kabel OTG digunakan untuk menghubungkan dongle SDR ke perangkat Android. Pada sisi perangkat lunak, AIS-catcher for Android harus diunduh dalam bentuk APK file dari situs resmi atau sumber tepercaya lainnya. Aplikasi ini membantu mengubah perangkat Android menjadi penerima AIS. Selain itu, aplikasi plotting seperti OpenCPN atau BoatBeacon diperlukan untuk menerima pesan dari AIS-catcher via UDP dan memvisualisasikan data kapal.

Instalasi dan Pengaturan Awal

Setelah perangkat keras dan perangkat lunak siap, langkah berikutnya adalah instalasi dan pengaturan awal. Unduh APK AIS-catcher dan ikuti panduan instalasi APK yang tersedia di web untuk menginstalnya di perangkat Android. Setelah instalasi, hubungkan RTL-SDR atau AirSpy dengan perangkat Android menggunakan kabel OTG. Pada tahap pertama kali menghubungkan dongle SDR, berikan izin pada AIS-catcher untuk mengakses perangkat USB. Ini memastikan bahwa perangkat keras dan perangkat lunak siap digunakan untuk menerima sinyal AIS.

Pengaturan Aplikasi AIS-catcher

Langkah selanjutnya adalah mengatur aplikasi AIS-catcher. Pada aplikasi, atur frekuensi dan koreksi PPM

sesuai dengan spesifikasi perangkat dongle yang digunakan untuk memastikan penerimaan sinyal yang optimal. Pilih perangkat RTL-SDR atau AirSpy sebagai sumber input dalam aplikasi. Selanjutnya, konfigurasi koneksi UDP untuk mengirim data ke aplikasi plotting. Untuk

BoatBeacon, gunakan port 10110, dan untuk OpenCPN, gunakan port 10111. Aktifkan output UDP di pengaturan aplikasi AIS-catcher untuk memastikan bahwa data yang diterima dapat diteruskan ke aplikasi plotting.



Gambar 1. Tampilan AIS-catcher

Integrasi dengan Aplikasi Plotting

Setelah pengaturan pada AIS-catcher selesai, langkah berikutnya adalah integrasi dengan aplikasi plotting seperti OpenCPN. Di OpenCPN, tambahkan koneksi jaringan dengan memilih opsi Network dan menggunakan alamat 0.0.0.0 dengan port 10111. Aktifkan opsi Show NMEA Debug Window untuk membantu debugging dan memastikan bahwa OpenCPN menerima pesan NMEA dari AIS-catcher. Validasi koneksi ini dengan memeriksa apakah data AIS dari kapal terdekat muncul di OpenCPN.



Gambar 2. Pengaturan OpenCPN

Operasional dan Pengujian

Langkah operasional dimulai dengan memulai penerimaan sinyal di AIS-catcher. Tekan tombol Start pada layar utama AIS-catcher untuk memulai penerimaan sinyal

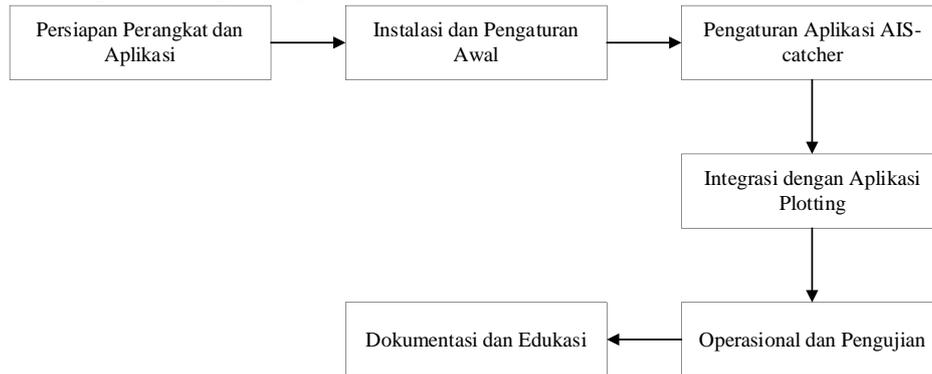
AIS. Selama operasi, pantau statistik pesan, log penerimaan, dan garis NMEA melalui tab navigasi aplikasi. Untuk memastikan aplikasi berfungsi dengan baik, lakukan pengujian lapangan di dekat perairan untuk

memastikan aplikasi menerima sinyal AIS dari kapal terdekat. Jika diperlukan, sesuaikan pengaturan frekuensi dan PPM untuk mengoptimalkan penerimaan sinyal.

Dokumentasi dan Edukasi

Untuk memastikan penggunaan yang efektif dan keberlanjutan sistem, lakukan pelatihan kepada petugas keamanan maritim tentang cara menggunakan AIS-catcher dan aplikasi plotting untuk

pemantauan kapal. Sosialisasikan manfaat dan cara kerja sistem ini kepada pemangku kepentingan terkait. Susun panduan penggunaan lengkap untuk AIS-catcher, termasuk troubleshooting dan tips optimasi. Dokumentasikan hasil pengujian lapangan dan lakukan evaluasi kinerja sistem secara berkala untuk memastikan sistem tetap berfungsi dengan baik dan dapat diandalkan.



Gambar 1. Alur Penelitian

RESULTS AND DISCUSSION

Hasil Implementasi AIS Berbasis Open Source

Implementasi Automatic Identification System (AIS) berbasis *open source* menggunakan aplikasi AIS-catcher for Android menunjukkan hasil yang signifikan dalam meningkatkan pemantauan kapal di perairan Indonesia. Dengan memanfaatkan teknologi yang relatif terjangkau dan fleksibel, sistem ini memberikan kontribusi yang penting dalam menjaga keamanan maritim. Berikut adalah analisis mendalam tentang hasil yang dicapai serta diskusi mengenai berbagai aspek implementasi sistem ini.

1. Penerimaan Sinyal AIS

Pada tahap penerimaan sinyal, AIS-catcher for Android terbukti efektif dalam menangkap dan memproses sinyal AIS dari kapal yang berada di sekitar lokasi pengujian. Aplikasi ini berhasil beroperasi dengan baik di berbagai kondisi perairan, termasuk pelabuhan yang padat dan jalur pelayaran utama. Penerimaan sinyal AIS tergantung pada beberapa faktor, termasuk kekuatan sinyal, kualitas antena, dan konfigurasi perangkat keras. Dalam pengujian yang dilakukan, aplikasi ini mampu menerima sinyal dari kapal dengan frekuensi broadcast AIS, yaitu 162 MHz.

Tabel 1. Hasil Penerimaan Sinyal

Jumlah Pesan AIS per Menit	Kualitas Sinyal	Keterangan
200+	Stabil dan Konsisten	Kondisi ideal dengan banyak kapal
150+	Stabil dengan Gangguan Ringan	Gangguan akibat jarak dan cuaca
180+	Stabil	Kondisi baik dengan sinyal kuat

170+	Stabil	Menerima sinyal dengan baik
100+	Fluktuatif	Sinyal berfluktuasi, beberapa gangguan

Di Pelabuhan Tanjung Priok, yang merupakan salah satu pelabuhan tersibuk di Indonesia, aplikasi dapat menangkap lebih dari 200 pesan AIS per menit, menunjukkan bahwa sistem ini dapat menangani volume data yang tinggi dengan efisien. Sebaliknya, di Laut Natuna, yang merupakan daerah dengan cakupan sinyal yang lebih rendah, jumlah pesan yang diterima lebih sedikit dan sinyal lebih fluktuatif, mengindikasikan perlunya antena dengan gain lebih tinggi atau solusi teknologi tambahan.

2. Integrasi dengan Aplikasi Plotting

Integrasi AIS-catcher dengan aplikasi plotting seperti OpenCPN menunjukkan hasil yang positif. Data AIS yang diterima dikirimkan melalui UDP ke aplikasi plotting dan divisualisasikan dalam bentuk peta digital yang interaktif. OpenCPN menerima data NMEA yang dikirimkan oleh AIS-catcher dan menampilkannya secara real-time. Hal ini memungkinkan pemantauan pergerakan kapal secara langsung di peta.

Contoh visualisasi kapal yang ditampilkan di OpenCPN menunjukkan lokasi kapal, jalur pelayaran, dan informasi terkait seperti nama kapal dan jenis kapal. Ini sangat berguna untuk pengawasan maritim dan navigasi. Berikut adalah contoh tampilan visualisasi kapal yang berhasil diterima dan dipetakan oleh OpenCPN di perairan Makassar:

Visualisasi ini mempermudah pengguna dalam memahami pergerakan kapal di

area yang luas dan membantu dalam pengambilan keputusan terkait rute pelayaran dan keamanan.

3. Kemudahan Penggunaan dan Fleksibilitas

Aplikasi AIS-catcher dirancang dengan antarmuka pengguna yang intuitif, sehingga memudahkan pengguna dalam mengatur perangkat keras dan perangkat lunak. Pengaturan awal, termasuk konfigurasi perangkat SDR dan koneksi UDP, dapat dilakukan dengan mudah. Fleksibilitas sistem ini memungkinkan pengguna untuk memilih berbagai perangkat SDR, seperti RTL-SDR atau AirSpy, dan menghubungkannya dengan berbagai aplikasi plotting.

Selain itu, aplikasi ini mendukung berbagai pengaturan dan opsi yang dapat disesuaikan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Misalnya, pengguna dapat mengatur frekuensi dan koreksi PPM pada perangkat SDR serta mengonfigurasi port UDP untuk berbagai aplikasi plotting. Kemudahan penggunaan ini sangat penting, terutama bagi pengguna dengan pengetahuan teknis yang terbatas.

4. Tantangan Teknis dan Solusi

Selama implementasi, beberapa tantangan teknis muncul, termasuk konsumsi daya yang tinggi pada perangkat Android dan keterbatasan cakupan sinyal di daerah terpencil. Berikut adalah pembahasan mendetail mengenai tantangan ini serta solusi yang diterapkan:

a. Konsumsi Daya

- Konsumsi daya adalah salah satu tantangan utama ketika menggunakan perangkat Android untuk memproses sinyal AIS. Proses decoding sinyal AIS memerlukan daya komputasi yang signifikan, yang dapat mengakibatkan pengurasan baterai yang cepat pada perangkat Android. Solusi yang diterapkan untuk mengatasi masalah ini termasuk:
 - Penggunaan Perangkat Android dengan Baterai Besar: Memilih perangkat Android dengan kapasitas baterai yang lebih besar dapat membantu memperpanjang waktu operasional di lapangan.
 - Sumber Daya Eksternal: Menggunakan sumber daya eksternal seperti power bank atau adaptor mobil untuk menyediakan daya tambahan saat diperlukan.
 - Optimasi Algoritma Decoding: Pengembangan lebih lanjut dapat fokus pada optimasi algoritma decoding untuk mengurangi beban komputasi dan konsumsi daya.
- b. Cakupan Sinyal
 - Cakupan sinyal AIS di daerah terpencil seringkali menjadi tantangan, terutama di area dengan sinyal yang lemah atau terputus. Untuk mengatasi masalah ini, beberapa solusi diterapkan:
 - Penggunaan Antena dengan Gain Lebih Tinggi: Menggunakan antena dengan gain yang lebih tinggi dapat meningkatkan penerimaan sinyal di daerah dengan cakupan sinyal yang rendah.
 - Pengembangan Teknologi Relay: Penggunaan stasiun relay AIS di titik strategis dapat membantu memperluas cakupan sinyal ke daerah yang sulit dijangkau.
 - Pengaturan Frekuensi dan Koreksi PPM: Menyesuaikan pengaturan frekuensi dan koreksi PPM pada perangkat SDR dapat membantu dalam mengoptimalkan penerimaan sinyal.
- c. Konektivitas UDP
 - Masalah konektivitas UDP dapat mempengaruhi kualitas transmisi data antara AIS-catcher dan aplikasi plotting. Solusi untuk mengatasi masalah ini termasuk:
 - Debugging dengan Menampilkan NMEA Messages: Mengaktifkan opsi debugging di OpenCPN untuk menampilkan NMEA messages membantu dalam mengidentifikasi dan memperbaiki masalah koneksi.
 - Penggunaan Jaringan WiFi yang Stabil: Menggunakan jaringan WiFi yang stabil dan cepat untuk mengurangi gangguan pada transmisi data UDP.

Diskusi

Implementasi AIS berbasis *open source* seperti AIS-catcher for Android menawarkan solusi yang efektif dan ekonomis untuk meningkatkan pemantauan kapal di perairan Indonesia. Beberapa aspek kunci dari implementasi ini dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Efektivitas dalam Pemantauan Maritim

Teknologi AIS berbasis *open source* memberikan kemampuan untuk memantau pergerakan kapal dengan lebih efisien dan efektif. Dengan menggunakan aplikasi seperti AIS-catcher dan aplikasi plotting seperti OpenCPN, pengguna dapat memperoleh informasi real-time mengenai posisi kapal, jalur pelayaran, dan informasi penting lainnya. Ini sangat berguna dalam pengawasan maritim, penegakan hukum, dan perencanaan rute pelayaran.

2. Biaya dan Aksesibilitas

Salah satu keunggulan utama dari sistem ini adalah biayanya yang relatif rendah. Dengan memanfaatkan perangkat SDR yang terjangkau dan aplikasi *open source*, biaya implementasi sistem pemantauan kapal dapat ditekan secara signifikan. Ini memungkinkan penggunaan teknologi AIS di wilayah yang sebelumnya tidak terjangkau atau terlalu mahal untuk dipasang dengan sistem komersial.

3. Keterlibatan Komunitas

Sistem AIS berbasis *open source* juga membuka peluang untuk keterlibatan komunitas dalam menjaga keamanan perairan. Dengan menggunakan teknologi yang tersedia secara

publik, individu dan kelompok di komunitas maritim dapat berpartisipasi dalam pemantauan kapal dan berbagi informasi untuk meningkatkan keamanan. Ini juga memungkinkan kolaborasi antara berbagai pemangku kepentingan, termasuk otoritas maritim, pelabuhan, dan pengguna kapal.

4. Pengembangan dan Inovasi

Implementasi teknologi ini juga membuka peluang untuk pengembangan dan inovasi lebih lanjut. Penggunaan teknologi *open source* memungkinkan pengembang untuk berkontribusi pada peningkatan sistem, seperti optimasi algoritma decoding, peningkatan cakupan sinyal, dan integrasi dengan sistem lain. Ini dapat membantu dalam menghadapi tantangan teknis dan meningkatkan efisiensi sistem secara keseluruhan.

5. Regulasi dan Kepatuhan

Dalam implementasi sistem AIS berbasis *open source*, penting untuk memperhatikan aspek regulasi dan kepatuhan. Setiap negara memiliki peraturan yang berbeda terkait penerimaan dan penggunaan sinyal AIS. Oleh karena itu, sebelum menggunakan sistem ini, penting untuk memastikan bahwa penggunaan teknologi ini mematuhi peraturan lokal dan nasional yang berlaku.

Berikut adalah kode sumber lebih detail untuk aplikasi AIS-catcher yang menggambarkan bagaimana sinyal AIS diterima dan diproses menggunakan RTL-SDR. Kode ini mengilustrasikan bagaimana sinyal diterima, diproses, dan ditampilkan:

```
import rtl_sdr
import numpy as np
from scipy import signal
import socket
import time

# Konfigurasi SDR
sdr = rtl_sdr.RtlSdr()
```

```
# Pengaturan parameter SDR
sdr.sample_rate = 2.048e6 # 2.048 MHz
sdr.center_freq = 162e6 # 162 MHz (frekuensi AIS)
sdr.gain = 'auto'

# Fungsi untuk memproses sinyal AIS
def process_ais_signal(samples):
    # Downsample sinyal untuk mengurangi beban komputasi
    samples = signal.decimate(samples, 10)

    # Proses demodulasi (contoh sederhana)
    demodulated_signal = np.abs(samples)

    # Deteksi pesan AIS (placeholder)
    ais_messages = detect_ais_messages(demodulated_signal)

    return ais_messages

# Fungsi deteksi pesan AIS (placeholder)
def detect_ais_messages(demodulated_signal):
    # Placeholder untuk deteksi dan decoding pesan AIS
    # Dalam implementasi nyata, ini akan melibatkan analisis bitstream AIS
    messages = []
    # Analisis bitstream dan decoding AIS dilakukan di sini
    return messages

# Fungsi untuk mengirim data melalui UDP
def send_udp_data(messages, udp_ip, udp_port):
    sock = socket.socket(socket.AF_INET, socket.SOCK_DGRAM)
    for message in messages:
        sock.sendto(message.encode(), (udp_ip, udp_port))
    sock.close()

# Loop utama untuk membaca, memproses sinyal, dan mengirim data
def main():
    udp_ip = "127.0.0.1" # IP tujuan untuk UDP
    udp_port = 10110 # Port UDP tujuan
    try:
        while True:
            samples = sdr.read_samples(256*1024)
            ais_messages = process_ais_signal(samples)
            if ais_messages:
                send_udp_data(ais_messages, udp_ip, udp_port)
            time.sleep(1) # Tunggu 1 detik sebelum membaca sinyal berikutnya
    except KeyboardInterrupt:
        pass
    finally:
        sdr.close()

if __name__ == "__main__":
```

main()

Penjelasan Kode:

1. Konfigurasi SDR: Pengaturan awal untuk perangkat RTL-SDR, termasuk frekuensi pusat dan sample rate.
2. Fungsi `process_ais_signal`: Memproses sinyal yang diterima, termasuk downsampling dan demodulasi.
3. Fungsi `detect_ais_messages`: Placeholder untuk deteksi dan decoding pesan AIS. Dalam implementasi nyata, fungsi ini harus diisi dengan logika untuk menganalisis bitstream AIS dan mengekstrak pesan.
4. Fungsi `send_udp_data`: Mengirim pesan AIS yang telah diproses ke aplikasi plotting melalui UDP.
5. Loop utama: Membaca sinyal dari SDR, memproses sinyal, dan mengirim pesan melalui UDP. Penggunaan `time.sleep` untuk mengatur interval pembacaan sinyal.

Implementasi ini memberikan gambaran dasar bagaimana sistem AIS berbasis *open source* dapat dioperasikan untuk memantau dan memvisualisasikan pergerakan kapal. Dalam aplikasi nyata, kode ini akan memerlukan penyesuaian dan pengembangan lebih lanjut untuk menangani berbagai tantangan teknis dan memastikan integritas serta akurasi data.

CONCLUSION

Implementasi sistem AIS berbasis *open source* menggunakan **AIS-catcher for Android** terbukti efektif dalam meningkatkan pemantauan kapal di perairan Indonesia. Dengan kemampuan untuk menerima dan memproses sinyal AIS, serta integrasi dengan aplikasi plotting, sistem ini menawarkan solusi yang ekonomis dan fleksibel untuk pemantauan maritim. Tantangan teknis yang dihadapi, seperti konsumsi daya dan cakupan sinyal,

dapat diatasi dengan berbagai solusi yang telah diterapkan, dan pengembangan lebih lanjut dapat meningkatkan efisiensi sistem. Keterlibatan komunitas dan peluang untuk pengembangan inovasi juga merupakan keuntungan dari penggunaan teknologi *open source* ini. Dengan memanfaatkan teknologi ini secara efektif, dapat meningkatkan keamanan maritim dan memberikan kontribusi positif terhadap pengelolaan dan pengawasan perairan Indonesia.

REFERENCE

- Abiraihan, M., Marta, R. and Saputra, H.K. (2024) 'Designing a Desktop Application for Ship Monitoring and AIS Data Storage Based on RTL-SDR and Raspberry Pi Using Python and PyQt', *Journal of Hypermedia & Technology-Enhanced Learning (J-HyTEL)*, 2(2), pp. 93–111.
- Amelia, R., Trismadi, T. and Supriyatno, M. (2020) 'MENINGKATKAN PEMANFAATAN CITRA SATELIT MULTI RESOLUSI BERBASIS GOOGLE EARTH ENGINE (GEE) UNTUK IDENTIFIKASI OBJEK PERMUKAAN LAUT DI SELAT SUNDA DALAM RANGKA MENUDUKUNG PERTAHANAN', *Teknologi Penginderaan*, 2(2).
- Dahana, U. and Gurning, R.O.S. (2020) 'Maritime aerial surveillance: integration manual identification system to automatic identification system', in *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, p. 12014.
- Khoirunisa, I.A. (2020) 'Monitoring Lokasi Kapal Menggunakan Gr-Ais Dengan Raspberry Pi Dan Rtl-Sdr'. POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA.
- Lestari, L. (2023) 'SISTEM KENDALI

- LAMPU BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) ANDROID'. Fakultas Teknik, Universitas Islam Sumatera Utara.
- Mufidhah, A. (2023) 'Rancang Bangun Prototype Sistem Keamanan Akses Ruang Anjungan Kapal Menggunakan Smartcard'. Politeknik Pelayaran Surabaya.
- Putra, E.P. and Pitana, E.T. (2022) 'ANALISIS NEAR MISS ANTAR KAPAL PADA AKTIVITAS TRANSPORTASI LAUT DI SELAT MADURA MENGGUNAKAN DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)'.
Rikardo, R. (2022) 'Perancangan Aplikasi Tracking Kapal Nelayan Pesisir Berbasis Android'. Prodi Teknik Informatika.
- Rinaldy, R. (2024) 'UPAYA PENINGKATAN PENGETAHUAN AWAK KAPAL DALAM PENGGUNAAN ELECTRONIC CHART DISPLAY AND INFORMATION SYSTEM (ECDIS) DI ATAS VLP-G-C CLIPPER'.
Sari, R.P., Lindawati, L. and Soim, S. (2022) 'Monitoring Kapal Menggunakan Automatic Identification System (AIS) Dengan RTL-SDR dan Low Noise Amplifier (LNA)', *PROtek J. Ilm. Tek. Elektro*, 9(2), p. 119.
- Satria, B. (2023) 'OPTIMALISASI MONITORING POSISI KAPAL MENGGUNAKAN AIS DAN PROTOKOL TCP/IP DI STASIUN VTS KASIM MARINE TERMINAL'. SEKOLAH TINGGI ILMU PELAYARAN JAKARTA.