

Rancang Bangun Aplikasi *AIS Backend* Untuk Pemantauan Lalu Lintas Kapal di Selat Melaka

Depandi Enda¹, Agustiawan², Muhamad Milchan³, Emmy Pratiwi⁴

^{1,2}Politeknik Negeri Bengkalis, Jl. Bathin Alam, Sei. Alam, Bengkalis, Riau, Indonesia

³Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Jl. Raya ITS - Kampus PENS Sukolilo, Surabaya, Indonesia

⁴Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya, Indonesia

E-mail: depandienda@polbeng.ac.id¹, agustiawan@polbeng.ac.id², milchan@pens.ac.id³, emmy.p@its.ac.id⁴

Abstract - The Malacca Strait is the second busiest strait in the world, where about 80,000 ships pass each year. As an Indonesian territory which is directly adjacent to the southern side of the Malacca Strait, Bengkalis district has an important role in monitoring and surveillance activities in the waters of the Melaka Straits. To achieve this, a monitoring system is needed that can monitor ship traffic passing through the waters of the Malacca Strait. As a system that can capture the signals of ships crossing the Malacca Strait, Automatic Identification System (AIS) is one solution that can be used to carry out ship traffic monitoring activities. This research focuses on the design of a backend application for realtime monitoring of ship traffic in the waters of the Malacca Strait based on AIS. The built backend application functions as a data processing service provider and RESTful API. The performance of the built application is measured based on the efficiency aspect of data storage using the data filtering algorithm that has been designed. Where by applying the data filtering algorithm, the efficiency of using data storage in the database is 18.45%.

Keywords - AIS, Ship Traffic, Monitoring, Malacca Strait.

Intisari - Selat Melaka merupakan selat tersibuk kedua di dunia, dimana terdapat sekitar 80.000 kapal yang berlalu lalang tiap tahunnya. Sebagai wilayah Indonesia yang berbatasan langsung disisi selatan Selat Melaka, kabupaten Bengkalis memiliki peran penting dalam aktivitas pemantauan dan pengawasan di perairan Selat Melaka. Untuk mewujudkan hal tersebut, maka diperlukan sebuah sistem monitoring yang dapat memantau lalu lintas kapal yang melewati perairan Selat Melaka. Sebagai sebuah sistem yang dapat menangkap sinyal-sinyal kapal yang melintasi selat melaka, *Automatic Identification System* (AIS) merupakan salah satu solusi yang dapat digunakan untuk melakukan aktivitas monitoring lalu lintas kapal. Penelitian ini berfokus pada rancang bangun aplikasi *backend realtime monitoring* lalu lintas kapal di perairan Selat Melaka berbasis AIS. Aplikasi *backend* yang dibangun berfungsi sebagai penyedia layanan pemrosesan data dan RESTful API. Performa aplikasi yang dibangun diukur berdasarkan aspek efisiensi penyimpanan data menggunakan algoritma penyaringan data yang telah dirancang. Dimana dengan menerapkan algoritma penyaringan data diperoleh efisiensi penggunaan penyimpanan data pada *database* sebesar 18.45%.

Kata Kunci - AIS, Lalu Lintas Kapal, Pemantauan, Selat Melaka.

I. PENDAHULUAN

Selat Melaka adalah salah satu selat internasional terpenting di dunia yang digunakan sebagai jalur pelayaran lalu lintas kapal. Selain itu, selat ini juga merupakan selat tersibuk kedua di dunia setelah Selat Hormuz, kenyataan ini tak lepas dari letaknya yang strategis dan sejarah penggunaan selat yang sangat panjang. Kekuasaan dalam mengatur penggunaan Selat Malaka menjadi tanggung jawab ketiga negara pantai yang berbatasan langsung dengan Selat Melaka, yaitu Indonesia, Malaysia dan Singapura. Ketiga negara tersebut adalah negara pantai (*coastal state*) yang memiliki tanggung jawab dalam menjaga keselamatan dan memberi kebebasan bagi

pelintas secara aman (*innocent passage*) untuk melintasi Selat Malaka sesuai dengan aturan di dalam UNCLOS [1].

Sebagai jalur yang sangat strategis dalam perdagangan dunia, Selat Malaka menghadapi berbagai macam masalah seperti masalah keamanan, pengelolaan lalu lintas, kebijakan dalam penggunaan Selat yang menjadi masalah yang cukup menyita perhatian dan melibatkan banyak instrumen hukum [2]. Ancaman lain menurut pandangan Nazery Khaled adalah penangkapan ikan yang bersifat merusak dan penangkapan ikan ilegal, penambangan pasir secara ilegal, reklamasi pantai, degradasi zona kehidupan di sekitar pantai, seperti rusaknya hutan mangrove, hancurnya karang, erosi pantai akibat aktivitas manusia dan faktor alamiah, perselisihan masalah batas teritorial, kecelakaan kapal dan kapal karam, bencana alam seperti tsunami dan manuver angkatan laut secara agresif [3]. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah sistem pemantauan *realtime* yang dapat memantau lalu lintas kapal di sekitar perairan Selat Melaka.

Sebagai salah satu negara maritim terbesar di dunia, Indonesia khususnya di wilayah sekitar Selat Melaka seperti kabupaten Bengkalis provinsi Riau harus turut andil untuk memantau aktivitas perairan di Selat Melaka. Hal ini tentunya dapat diwujudkan dengan keberadaan sistem atau teknologi pemantau aktivitas perairan seperti *Automatic Identification System* (AIS) yang dapat digunakan untuk memantau dan mengidentifikasi lalu lintas kapal di sekitar pemantauan dengan radius pemantauan hingga 180 nautika mil.

Beberapa penelitian terkait yang membahas tentang penggunaan teknologi AIS sebagai sistem *monitoring*, pelacakan, keamanan dan keselamatan dijabarkan pada penjelasan berikut. Penelitian dengan judul *Localized Monitoring Mobile Application for Automatic Identification System (AIS) for Sea Vessels*, dikembangkan bertujuan untuk mempermudah petugas laut memantau lalu lintas laut dan memberikan informasi untuk menghindari tabrakan dan meminimalisir kecelakaan laut. Selain itu, sistem yang dikembangkan juga dikonseptualisasikan untuk mempertimbangkan pemantauan kapal yang tak dikenal (penyusup) dalam wilayah lokal yang mungkin dapat berfungsi sebagai ancaman terhadap keamanan nasional [4]. Kajian tentang pemanfaatan AIS untuk mendeteksi pelanggaran wilayah perbatasan maritim oleh kapal nelayan penangkap ikan juga telah dilakukan. Sistem akan memberikan peringatan terhadap penjaga pantai jika terjadi pelanggaran Garis Perbatasan Maritim Internasional [5].

Studi penggabungan sistem AIS dan radar dalam layanan lalu lintas kapal juga telah dibahas, dimana data AIS dan radar digabungkan menggunakan teknik penggabungan data dengan metode *fuzzy*. Data input yang digunakan pada sistem *fuzzy* yaitu data posisi (*latitude* dan *longitude*), *course* dan *speed* pada sistem AIS dan radar. *Output* sistem setelah melalui proses *defuzification* yaitu apakah target data tersebut sama atau berbeda [6]. Penelitian berikutnya membahas tentang klasifikasi jenis kapal berdasarkan data DWT, *width* dan *length* menggunakan metode K-Nearest Neighbour (KNN). Sebagai perbandingan, proses klasifikasi data juga diuji menggunakan metode *Neighbour Component Analysis* KNN (NCA-KNN), dimana hasilnya metode NCA-KNN memiliki akurasi yang lebih baik dibandingkan metode KNN asli [7].

Data AIS juga dapat dimanfaatkan untuk misi pencarian, pendeteksian dan penyelamatan (SAR) di laut. Dimana data AIS memberikan informasi yang sangat berharga seperti data posisi, jalur, dan kecepatan kapal yang terdekat dari lokasi penyelamatan. Sehingga akan sangat membantu misi operasi penyelamatan [8]. Kajian penggunaan peralatan AIS *transponder* kelas B untuk pelayaran kecil yang aman telah dilakukan. *Transponder* AIS kelas B ditujukan untuk kapal kecil yang belum memiliki peralatan AIS yang memadai (*transponder* AIS kelas A) yang biaya peralatannya relatif mahal. Penelitian tersebut membuat rancangan sistem navigasi kapal sederhana yang dilengkapi dengan tampilan informasi AIS pada layar navigasi [9]. Penelitian lainnya yaitu membahas tentang optimalisasi area cakupan penempatan peralatan AIS *Remote Base Station* (RBS) menggunakan Algoritma Genetika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

algoritma genetika berhasil mendapatkan total wilayah cakupan (*coverage area*) yang dapat mencapai hingga 86% pulau pesisir bagian utara Jawa mulai dari pelabuhan Tanjung Perak Surabaya, Jawa Timur ke pesisir Cilegon, Jawa Barat [10].

Dari beberapa penelitian yang telah dibahas sebelumnya, masih sedikit kajian penelitian yang membahas tentang efisiensi penyimpanan data AIS. Sehingga kajian efisiensi penyimpanan data AIS menarik untuk dilakukan dengan tujuan dapat menghemat media penyimpanan server. Adapun tujuan penelitian ini ialah merancang dan membangun aplikasi *realtime monitoring* berbasis AIS dan mengetahui tingkat performa sistem *monitoring* yang dibangun, khususnya pada efisiensi penyimpanan data-data kapal yang direkam kedalam *database*. Manfaat penelitian ini antara lain dapat mempermudah pemangku kepentingan untuk memantau lalu lintas kapal di sekitar perairan Selat Melaka dan menyediakan akses informasi lalu lintas kapal yang tersimpan dan terkelola kedalam *database* relasional agar dapat dengan mudah diakses secara *online*, diolah dan diproses selanjutnya secara *realtime* oleh pihak yang membutuhkan. Serta meningkatkan pengawasan terhadap lalu lintas kapal di sekitar perairan selat Melaka.

II. SIGNIFIKANSI STUDI

A. Sistem Pemantauan

Sistem pemantauan memegang peranan penting dalam segala sektor, baik industri, transportasi, pertanian, perkebunan, irigasi persawahan, perikanan maupun sektor lainnya [11]. Sistem pemantauan ini antara lain berguna untuk meningkatkan produktivitas pada sektor industri, meningkatkan hasil dibidang pertanian, perkebunan dan perikanan, meningkatkan efektifitas dalam melakukan kegiatan irigasi persawahan dan memudahkan pemantauan trafik lalu lintas di bidang transportasi.

B. Automatic Identification System (AIS)

Sistem Identifikasi Otomatis adalah layanan lalu lintas kapal (*Vessel Traffic Service*) yang digunakan untuk pelacakan dan pemantauan lalu lintas laut, fungsinya hampir sama dengan kontrol lalu lintas udara (*Air Traffic Control*) untuk pesawat. Fungsi utama AIS yaitu untuk meningkatkan keamanan, keselamatan dan navigasi lalu lintas laut dengan mengidentifikasi arah, posisi dan kecepatan antar kapal yang memiliki sistem AIS yang ditampilkan pada layar atau Tampilan Grafik Elektronik dan Sistem Informasi atau ECDIS. Data AIS pada sebuah kapal ditransmisikan melalui standar frekuensi radio *Very High Frequency* (VHF) yang memungkinkan setiap kapal yang memiliki system AIS untuk dapat melihat data mereka satu sama lain dan bekerja sama dengan peta slot AIS [12]. Selain untuk pemantauan, AIS juga dapat dimanfaatkan sebagai sistem identifikasi dan peringatan dini untuk menghindari kecelakaan kapal seperti tabrakan kapal dan gangguan infrastruktur bawah laut.

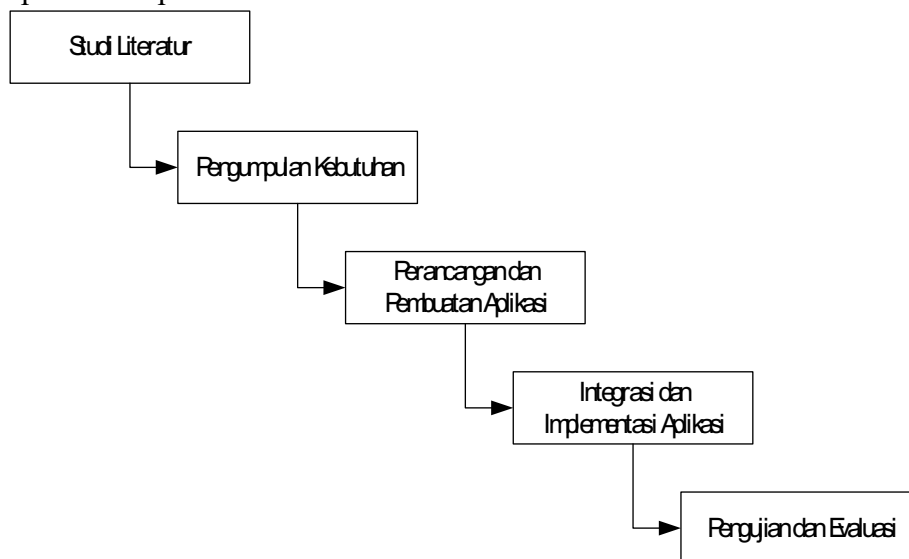
C. Aplikasi Web Backend

Infrastruktur layanan web biasanya terdiri dari: server web *front-end* yang menerima permintaan dan memprosesnya dan server *backend* yang mengelola data dan layanan. *Web server* saat ini menggunakan berbagai kumpulan API untuk mengakses layanan *backend* [13]. Sehingga pengembangan aplikasi *front end* dapat berfokus pada pemberian antarmuka dan pengalaman yang terbaik pada pengguna.

Adapun inti dari layanan *backend* adalah berhati-hati terhadap pemeliharaan lingkungan lain-lain, termasuk lingkungan *runtime backend*, *database* dan semua jenis layanan *backend*, untuk menyediakan pengiriman sumber daya yang nyaman dan andal. Dengan demikian, pengembang aplikasi dapat meletakkan beban pemeliharaan *backend* dan fokus pada pengembangan aplikasi [14].

D. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini dimulai dari studi literatur, pengumpulan kebutuhan, perancangan dan pembuatan aplikasi, integrasi dan implementasi aplikasi, pengujian dan evaluasi. Prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian ini diawali dengan mengumpulkan data dan referensi yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian, dalam hal ini ialah mencari dan memahami karakteristik data apa saja yang dibutuhkan untuk membuat rancangan aplikasi *realtime monitoring*. Melakukan analisa terhadap kebutuhan fungsional dan non-fungsional aplikasi yang dilanjutkan dengan membuat rancangan aplikasi. Setelah membuat rancangan aplikasi langkah berikutnya ialah tahap pembuatan aplikasi, kemudian melakukan integrasi dan implementasi aplikasi dengan peralatan AIS yang telah dipasang dan dikonfigurasi. Langkah terakhir yaitu menguji dan mengevaluasi hasil rancang bangun aplikasi *realtime monitoring* yang telah dibangun untuk mendapatkan tingkat performa aplikasi. Penjelasan rinci dari tiap tahapan penelitian yang ada pada prosedur penelitian dapat dilihat dari sub pembahasan berikut.

1. Studi Literatur

Langkah awal dalam melakukan penelitian ini adalah mengumpulkan data yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian. Data penelitian yang digunakan pada penelitian ini berupa data pesan dengan format AIS NMEA. Format data pesan ini digunakan untuk melakukan konversi format *raw data* AIS (*encoding*) ke data yang telah di *decode* (*plain data*). Data pesan dengan format AIS NMEA ini terdiri dari dua jenis yaitu:

- a. !AIVDM : data yang diterima dari kapal lain
- b. !AIVDO : informasi yang berasal dari kapal sendiri

Pada penelitian ini berfokus pada data yang diterima dari kapal lain, karena sejatinya seluruh data yang diterima berasal dari kapal lain yang ditangkap oleh perangkat RBS AIS Polbeng. Secara umum format data AIS yang dikirim dari kapal-kapal yang dilengkapi sistem AIS adalah bertipe NMEA 0183 [15]. Adapun contoh dari format data NMEA 0183 ini adalah seperti berikut [16]:

!AIVDM,1,1,,A,14eG;o@034o8sd<L9i:a;WF>062D,0*7D

Penjelasannya adalah sebagai berikut:

- !AIVDM : Jenis pesan NMEA
- 1 : Jumlah kalimat (beberapa pesan membutuhkan lebih dari satu)
- 1 : Nomor kalimat (1 kecuali pesan multi-kalimat)

- : Bagian yang kosong adalah ID Pesan Berurutan (untuk pesan multi-kalimat)
- A : Saluran AIS (A atau B)
- 14eG;... : Data AIS yang dikodekan menggunakan AIS-ASCII6
- 0* : Akhir data
- 7D : NMEA Checksum

Setiap data pada sebuah pesan di *encode* sesuai format dan menggunakan tanda koma sebagai pemisahannya. Sedangkan setiap pesan yang telah di *decode* akan termasuk kedalam salah satu tipe dari 27 tipe pesan AIS yang tersedia.

2. Pengumpulan Kebutuhan

Analisa kebutuhan dilakukan guna untuk mendapatkan kebutuhan sistem yang dirancang, mendeskripsikan kebutuhan fungsional dan non fungsional sistem dan membuat sebuah daftar kebutuhan fungsional yang diurut berdasarkan tingkat prioritasnya (tinggi, menengah dan rendah). Dari analisis yang telah dilakukan diperoleh daftar kebutuhan fungsional sebagai berikut:

TABEL I
DAFTAR KEBUTUHAN FUNGSIONAL

No	Kode	Kebutuhan Fungsional	Prioritas
1	FR-01	Sistem dapat menerima <i>raw data</i> dari perangkat AIS	Tinggi
2	FR-02	Sistem dapat mengkonversi AIS Message menjadi <i>plain data</i> AIS	Tinggi
3	FR-03	Sistem dapat menyimpan <i>plain data</i> AIS ke dalam <i>database</i>	Tinggi
4	FR-04	Sistem dapat menampilkan <i>plain data</i> AIS	Menengah
5	FR-05	Sistem dapat menghapus <i>plain data</i> AIS	Menengah
6	FR-06	Pengguna aplikasi dapat mengelola akun	Menengah

Adapun kebutuhan non-fungsional aplikasi adalah sebagai berikut:

TABEL II
DAFTAR KEBUTUHAN NON FUNGSIONAL

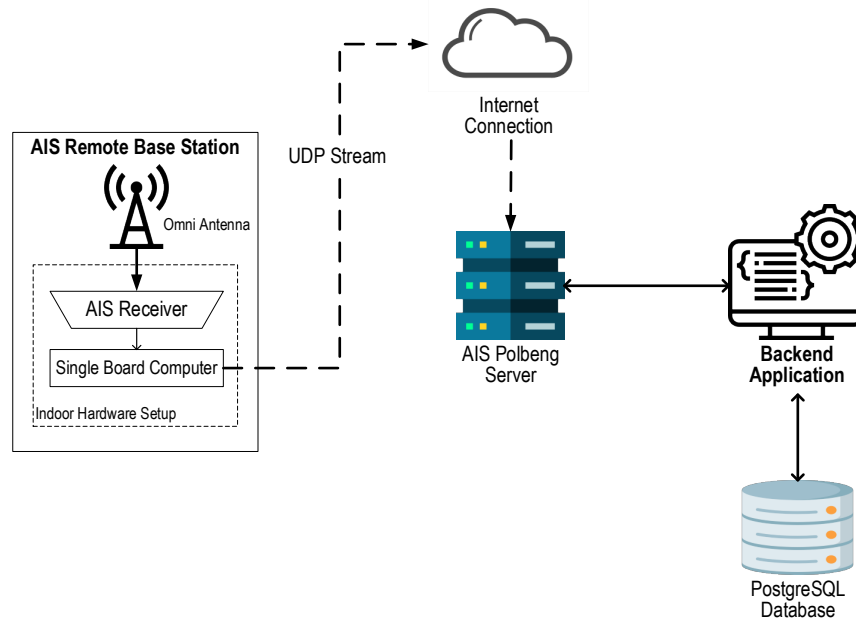
No	Kode	Kebutuhan Non Fungsional	Prioritas
1	NFR-01	Sistem membatasi akses aplikasi hanya untuk pengguna yang terautentikasi	Tinggi
2	NFR-02	Sistem menyediakan keamanan akun pengguna dengan password yang terenkripsi	Tinggi
3	NFR-03	Sistem dapat mengabaikan data AIS yang tidak sesuai format atau rusak	Tinggi
4	NFR-04	Sistem dapat menyaring data AIS dengan tipe 1, 2, 3, 5, 18, 19, 24 dan 27	Tinggi
5	NFR-05	Sistem dapat menyimpan data AIS dengan tipe 1, 2, 3, 5, 18, 19, 24 dan 27	Tinggi
6	NFR-06	Pengguna aplikasi dapat melakukan query data AIS berdasarkan daftar layanan web API terlampir (Tabel 3)	Menengah

Setelah mendapatkan beberapa kebutuhan sistem yang dipersyaratkan, langkah berikutnya adalah perancangan aplikasi. Perancangan aplikasi meliputi perancangan arsitektur aplikasi, *flowchart decode* data AIS, algoritma penyaringan data AIS, skema data pada *database* dan layanan web API aplikasi *backend*.

3. Perancangan dan Pembuatan Aplikasi

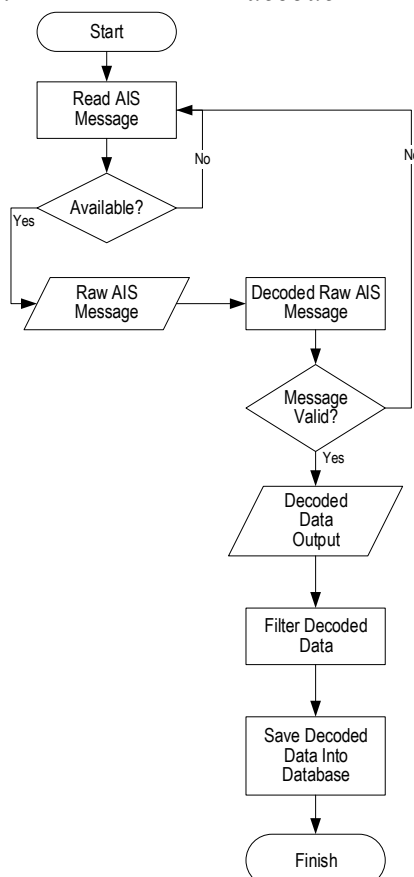
Aplikasi *backend* bertanggung jawab untuk melakukan transformasi (*decode*) data dari *ais raw message* ke bentuk *ais plain data* yang dikirimkan melalui jalur atau protokol *streaming* UDP dari RBS AIS Polbeng ke *server*. Data yang telah di-*decode* selanjutnya disimpan kedalam *database server* PostgreSQL. Adapun teknologi bahasa pemrograman yang digunakan untuk mengembangkan aplikasi *backend* adalah Python berbasis *framework Flask*, dimana aplikasi *backend* ini berjalan di sisi *server* dengan sistem operasi berbasis *linux* dan *database* PostgreSQL.

Berikut merupakan arsitektur aplikasi *backend* AIS Polbeng yang telah dikembangkan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Arsitektur Aplikasi Backend

Data *ais raw message* dari RBS Polbeng dikirim melalui *streaming data* dengan protokol UDP. Aplikasi *backend* melakukan proses *decode ais raw message* menjadi *plain ais data* terlebih dahulu. *Plain AIS data* yang telah di *decode* terdiri dari 2 jenis data, yaitu data statis dan data dinamis (posisi). Data statis antara lain *mmsi*, *imo*, *callsign*, *shipname*, *shiptype*, *destination* dan data dinamis antara lain *mmsi*, *status*, *turn*, *speed*, *accuracy*, *lon*, *lat*, *course* dan *heading*. Adapun *flowchart* untuk melakukan *decode* data adalah seperti Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Flowchart Decode AIS Raw Message

Aplikasi *backend* membuka port 10033 dengan teknik *tunneling* untuk melayani penerimaan data dari RBS AIS Polbeng menggunakan *streaming* UDP. Jika terdapat AIS Raw Message, maka sistem akan melakukan proses *decode* data untuk mengubah data tersebut menjadi *plain* data. Apabila hasil proses *decode* data valid maka menampilkan hasil *plain data* yang telah di *decode* dan selanjutnya melakukan proses penyaringan data. Sebaliknya, jika data yang telah di *decode* tidak valid maka data tersebut akan diabaikan. Berikut adalah *pseudocode* program untuk melakukan penyaringan data AIS.

```
# Pseudocode Filtering Decoded Data:
static_data = (5, 24)
dynamic_data = (1, 2, 3, 18, 19, 27)

foreach message in UDPStream(host, port) do
  decoded_data = message.decode()
  if decoded_data != null then
    content_data = decoded_data.content()
    if content_data['type'] in static_data then
      #add or update ship static data into database
    else if content_data['type'] in position_data then
      #add position_data into database
    else
      #pass
    else
      print('decode data error!')
    end if
  end if
end for
```

Penyaringan data AIS ini berguna untuk memilah data ke dalam dua jenis yaitu data statis dan data dinamis. Jenis data ini ditentukan melalui jenis atau tipe pesan AIS yang diterima. Jika tipe pesan AIS yang diterima adalah 5 dan 24 maka data yang diterima termasuk kedalam data statis, sedangkan apabila tipe pesan AIS yang diterima adalah 1, 2, 3, 18, 19, dan 27 maka data tersebut termasuk kedalam data dinamis, selain itu abaikan data AIS tersebut. Hasil penyaringan data AIS yang termasuk kedalam data statis dan dinamis selanjutnya disimpan kedalam *database* PostgreSQL. Data yang tersimpan ini lebih mudah diakses melalui layanan API jika diperlukan oleh aplikasi *frontend*. Skema *database* yang telah dirancang dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Skema Database

Pada Gambar 4 terdapat 2 tabel pada skema *database* yang dirancang yaitu *tb_ship* dan *tb_position*. Tabel *tb_ship* digunakan untuk menyimpan data statis yang terdiri dari *mmsi*, *callsign*, *shipname*, *shiptype*, *imo*, *to_bow*, *to_stern*, *to_port*, *to_starboard*, *draught*, *destination*, *partno*, *vendor_id*, *model*, *serial*, *mothership_mmsi*, *created_at* dan *update_at*. Sedangkan tabel *tb_position* digunakan untuk menyimpan data dinamis yang terdiri dari *mmsi*, *lat*, *lon*, *heading*, *speed*, *turn*, *maneuver*, *course*, *status* dan *accuracy*.

Adapun data yang tersimpan ke dalam *database* dapat di *query* menggunakan layanan web API yang telah dibangun. Berikut adalah layanan permintaan web API yang dapat dimanfaatkan untuk mengakses data-data kapal.

TABEL III
DAFTAR LAYANAN PERMINTAAN WEB API

Request Name	Method	Description
<i>getShipData</i>	GET	Get all ship data
<i>getShipData/<mmsi></i>	GET	Get selected ship information
<i>searchSip/<mmsi></i>	GET	Search ship with particular mmsi
<i>addShip</i>	POST	Add ship data
<i>deleteShip/<mmsi></i>	DELETE	Remove ship data with particular mmsi
<i>updateShip</i>	PUT	Update ship data with particular mmsi
<i>shipPositionHistory</i>	GET	Get all ship position history
<i>shipPositionHistory/<mmsi></i>	GET	Get selected ship position history
<i>shipPositionBetweenTimestamp</i>	GET	Get all ship position history based on between two timestamp
<i>shipPositionTimestamp/<mmsi></i>	GET	Get ship position history based on timestamp
<i>addPosition</i>	POST	Add ship position data

Terdapat beberapa *request* yang dapat dimanfaatkan seperti menyeleksi semua data kapal (*getShipData*), mencari data kapal tertentu (*getShipData/<mmsi>*), menambah (*addShip*), menghapus (*deleteShip/<mmsi>*) dan mengubah data kapal (*updateShip*), menyeleksi semua data posisi kapal (*shipPositionHistory*), mencari posisi dari kapal tertentu (*shipPositionHistory/<mmsi>*), mencari data posisi diantara rentang waktu tertentu (*shipPositionBetweenTimestamp*), mencari data posisi kapal tertentu dengan rentang waktu tertentu (*shipPositionTimestamp/<mmsi>*) dan menambahkan data posisi kapal (*addPosition*).

4. Integrasi dan Implementasi

Integrasi dan implementasi aplikasi dilakukan pada perangkat RBS Polbeng. Tahapan integrasi dan implementasi meliputi instalasi aplikasi ke peralatan AIS, memantau dan memastikan aplikasi dapat berjalan di perangkat AIS, serta melakukan pemeliharaan yang diperlukan selama aplikasi diimplementasikan.

5. Pengujian dan Evaluasi

Analisa hasil rancang bangun aplikasi *realtime monitoring* dilakukan untuk memperoleh penilaian terhadap hasil rancangan, apakah aplikasi *realtime monitoring* yang dibangun sudah layak untuk diimplementasikan, menjelaskan kelebihan dan kekurangan aplikasi yang dirancang dan memberikan analisis awal bagaimana aplikasi *realtime monitoring* ini dapat dikembangkan lagi untuk kedepannya. Hasil rancang bangun aplikasi *realtime monitoring* yang dibuat diuji coba untuk mendapatkan tingkat performa sistem yang dibangun. Pengujian dilakukan dengan durasi 66 detik, dimana aspek yang diamati yaitu total data, jumlah paket dan rata-rata *delay* pengiriman data yang dikirim dari RBS AIS Polbeng ke server, serta presentase efisiensi yang diperoleh dari penerapan algoritma penyaringan data.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Adapun aplikasi *backend* yang dihasilkan berupa layanan web berbasis *framework Flask*. Untuk melihat log aktivitas data yang diterima dan yang telah di-*decode* oleh aplikasi bisa menggunakan *command line interface* bawaan sistem operasi seperti *windows command*

prompt (cmd) dan *linux bash command*. Hasil log aktivitas aplikasi *backend* di *command prompt* adalah seperti berikut:

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe - python run_udp.py
data type is position
{'type': 1, 'repeat': 0, 'mmsi': '227006760', 'status': <NavigationStatus.UnderWayUsingEngine: 0>, 'turn': -128, 'speed': 0.0, 'accuracy': 0, 'lon': 0.13138, 'lat': 49.47557666666667, 'course': 36.7, 'heading': 511, 'second': 14, 'maneuver': <ManeuverIndicator.NotAvailable: 0>, 'raim': 0, 'radio': 22136}
Ship with mmsi 227006760 has been successfully added!
Position with mmsi 227006760, latitude: 49.47557666666667, longitude: 0.13138 has been successfully added!
<Response [200]>
```

(a)

```
Administrator: C:\Windows\System32\cmd.exe - python run_udp.py
data type is static
{'type': 5, 'repeat': 0, 'mmsi': '351759000', 'ais_version': 0, 'imo': 9134270, 'callsign': '3FOF8', 'shipname': 'EVER DIADEM', 'shiptype': <ShipType.Cargo: 70>, 'to_bow': 225, 'to_stern': 70, 'to_port': 1, 'to_starboard': 31, 'epfd': <EpfdType.GPS: 1>, 'month': 5, 'day': 15, 'hour': 14, 'minute': 0, 'draught': 12.2, 'destination': 'NEW YORK', 'dte': 0}
Ship with mmsi 351759000 has been successfully added!
<Response [200]>
```

(b)

Gambar 5. (a) Decode Data Dinamis (b) Decode Data Statis

Pada Gambar 5a dan 5b merupakan hasil proses *decode* data (dinamis dan statis) dan menyimpan data tersebut kedalam *database*.

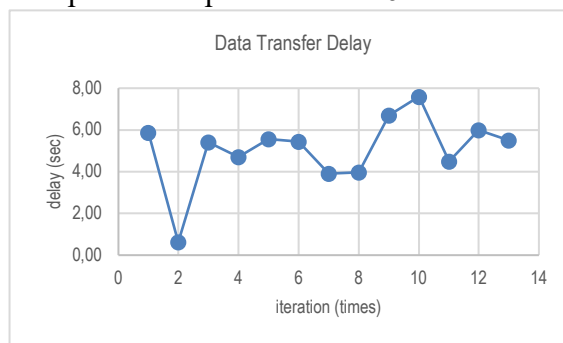
Hasil pengujian pengiriman data yang telah dilakukan selama 66 detik, dengan total paket data yang dikirim sebanyak 271, jumlah kapal yang terdeteksi sebanyak 93 kapal dan maksimal cakupan sinyal AIS sebesar 62.50 nm dapat dilihat pada Tabel 4 berikut.

TABEL IV

TOTAL PAKET DATA

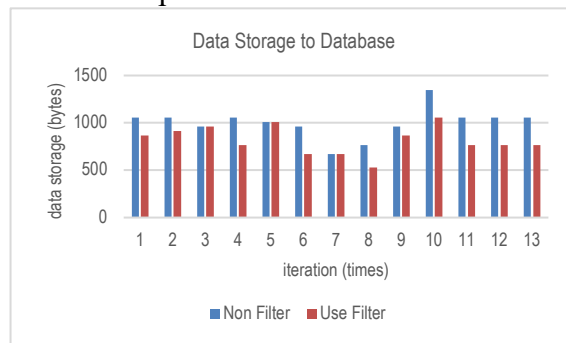
Iteration	Data Sending (DS)	Total Packages (TP)	DS / TP
1	998	22	45,36
2	1024	22	46,55
3	1004	20	50,20
4	1031	22	46,86
5	987	21	47,00
6	998	20	49,90
7	682	14	48,71
8	732	16	45,75
9	983	20	49,15
10	1299	28	46,39
11	998	22	45,36
12	1001	22	45,50
13	1009	22	45,86
Total Data	12746	Mean	43,76

Pada Tabel 4 diperoleh total *raw data* yang dikirimkan pada 13 kali iterasi sebesar 12746 bytes dengan rata-rata setiap paket yang diterima yaitu sebesar 43,76 bytes. Jenis paket yang diterima yaitu paket kelas A sebanyak 128 dan paket kelas B sebanyak 143. Rata-rata *delay* penerimaan tiap paket data dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Rata-rata Delay Penerimaan Data

Pada Gambar 6 diperoleh rata-rata *delay* penerimaan paket pada 13 kali iterasi adalah sebesar 5.06 detik. Selanjutnya paket *raw data* akan di *decode* ke dalam bentuk *plain data*, dimana pada pengujian yang dilakukan semua *raw data* berhasil di *decode* oleh sistem. Kemudian *plain data* akan disimpan ke *database server* melalui penyaringan data terlebih dahulu. Adapun hasil perbandingan data yang disimpan ke *database* dengan menerapkan penyaringan data dan tidak adalah seperti berikut:



Gambar 7. Penyimpanan Data ke Database

Pada Gambar 7 diperoleh total data yang tersimpan ke *database* menggunakan algoritma penyaringan data ialah sebesar 10608 *bytes*, sedangkan jika tidak melalui proses penyaringan data sebesar 13008 *bytes*. Sehingga diperoleh efisiensi penyimpanan data kedalam *database* melalui proses penyaringan data sebesar 18.45%.

IV. KESIMPULAN

Uji coba hasil rancangan dilakukan pada aplikasi *backend* yang berjalan pada sisi *server* dengan durasi 66 detik, jumlah iterasi pengiriman paket data sebanyak 13 kali dengan total paket data yang dikirim sebanyak 271. Dari hasil uji coba diperoleh total *raw data* yang diterima sebanyak 12746 *bytes* dengan rata-rata penerimaan data tiap paket sebanyak 43,76 *bytes* dan rata-rata *delay* 5.06 detik. Adapun total data yang tersimpan ke *database* melalui proses penyaringan data yaitu sebesar 10608 *bytes*, sedangkan tanpa melalui proses penyaringan data sebesar 13008 *bytes*, maka diperoleh efisiensi penyimpanan data sebesar 18.45%. Sehingga algoritma penyaringan data yang dirancang pada penelitian ini dapat digunakan untuk menghemat media penyimpanan data AIS.

REFERENSI

- [1] M. Saeri, "Karakteristik dan Permasalahan Selat Malaka," *J. Transnasional*, vol. 4, no. 2, pp. 809–822, 2013.
- [2] M. Cleary and G. K. Chuan, *Environment and development in the Straits of Malacca*. London: Routledge, 2000.
- [3] N. Khalid, "Signifikansi Keselamatan Selat Melaka Terhadap Kepentingan Ekonomi Dan Strategik Malaysia," *Marit. Inst. Malaysia*, vol. 16, no. 5, 2005.
- [4] J. M. M. Alba, G. C. Dy, N. I. M. Virina, M. J. C. Samonte, and F. R. G. Cruz, "Localized Monitoring Mobile Application for Automatic Identification System (AIS) for Sea Vessels," in *2020 IEEE 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications, ICIEA 2020*, 2020, pp. 790–794, doi: 10.1109/ICIEA49774.2020.9102087.
- [5] K. Saravanan, S. Aswini, R. Kumar, and L. H. Son, "How to prevent maritime border collision for fisheries?-A design of Real-Time Automatic Identification System," *Earth Sci. Informatics*, vol. 12, no. 2, pp. 241–252, 2019, doi: 10.1007/s12145-018-0371-5.
- [6] C. Liu and X. Shi, "Study of data fusion of AIS and radar," in *SoCPaR 2009 - Soft Computing and Pattern Recognition*, 2009, pp. 674–677, doi: 10.1109/SoCPaR.2009.133.

- [7] N. Damastuti, A. Siti Aisjah, and A. A. Masroeri, "Classification of Ship-Based Automatic Identification Systems Using K-Nearest Neighbors," in *Proceedings - 2019 International Seminar on Application for Technology of Information and Communication: Industry 4.0: Retrospect, Prospect, and Challenges, iSemantic 2019*, 2019, pp. 331–335, doi: 10.1109/ISEMANTIC.2019.8884328.
- [8] I. Varlamis, K. Tserpes, and C. Sardonios, "Detecting search and rescue missions from AIS data," in *Proceedings - IEEE 34th International Conference on Data Engineering Workshops, ICDEW 2018*, 2018, no. June, pp. 60–65, doi: 10.1109/ICDEW.2018.00017.
- [9] M. Fujii, K. Yamashita, M. Urakami, and N. Wakabayashi, "The study of simple navigation system for small craft using Class B AIS," *Ocean. 2014 - Taipei*, 2014, doi: 10.1109/OCEANS-TAIPEI.2014.6964411.
- [10] I. V. Kartika, N. A. Siswandari, O. Puspitorini, H. Mahmudah, and A. Wijayanti, "Application of Genetic Algorithm for Placement of AIS (Automatic Identification System) Base Station," in *2018 Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar, EECCIS 2018*, 2018, pp. 310–314, doi: 10.1109/EECCIS.2018.8692969.
- [11] T. Mujawar and L. Deshmukh, "Smart Environment Monitoring System Using Wired and Wireless Network: A Comparative Study," *IntechOpen*, vol. i, no. Atmospheric Air Pollution and Monitoring, p. 13, 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.86316>.
- [12] S. K. Chaturvedi, "Study of synthetic aperture radar and automatic identification system for ship target detection," in *Journal of Ocean Engineering and Science*, 2019, vol. 4, no. 2, pp. 173–182, doi: 10.1016/j.joes.2019.04.002.
- [13] H. Chen and P. Mohapatra, "Using service brokers for accessing backend servers for web applications," *Proc. - 23rd Int. Conf. Distrib. Comput. Syst. Work. ICDCSW 2003*, pp. 928–933, 2003, doi: 10.1109/ICDCSW.2003.1203670.
- [14] J. H. Kuo, H. M. Ruan, C. Y. Chan, and C. L. Lei, "Investigation of mobile App behaviors, from the aspect of real world mobile backend system," *2017 IEEE Jordan Conf. Appl. Electr. Eng. Comput. Technol. AEECT 2017*, vol. 2018-Janua, pp. 1–6, 2017, doi: 10.1109/AEECT.2017.8257762.
- [15] NMEA0183, "NMEA," 2021. https://en.wikipedia.org/wiki/NMEA_0183 (accessed Feb. 05, 2021).
- [16] AIS, "Automatic Identification System," 2021. https://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_identification_system (accessed Feb. 05, 2021).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini dibiayai dan didukung oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Politeknik Negeri Bengkalis dan PUI-KEKAL ITS.