



NO. KATALOG : 1306051

KAJIAN PEMANFAATAN DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS)



2023



BADAN PUSAT STATISTIK

KAJIAN PEMANFAATAN DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (ASI)

<https://www.bps.go.id>

2023



BADAN PUSAT STATISTIK

Kajian Pemanfaatan *Data Automatic Identification System (AIS)*

Katalog: 1306051

ISBN: -

No. Publikasi: 07300.2319

Ukuran Buku: 17,6 X 25 cm

Jumlah Halaman: xiv+129 halaman

Naskah:

Direktorat Analisis dan Pengembangan Statistik

Penyunting:

Direktorat Analisis dan Pengembangan Statistik

Desain Kover oleh:

Direktorat Analisis dan Pengembangan Statistik

Penerbit:

Badan Pusat Statistik

Sumber Ilustrasi:

www.freepik.com

Dilarang mereproduksi dan/atau menggandakan sebagian atau seluruh isi buku ini untuk tujuan komersial tanpa izin tertulis dari Badan Pusat Statistik

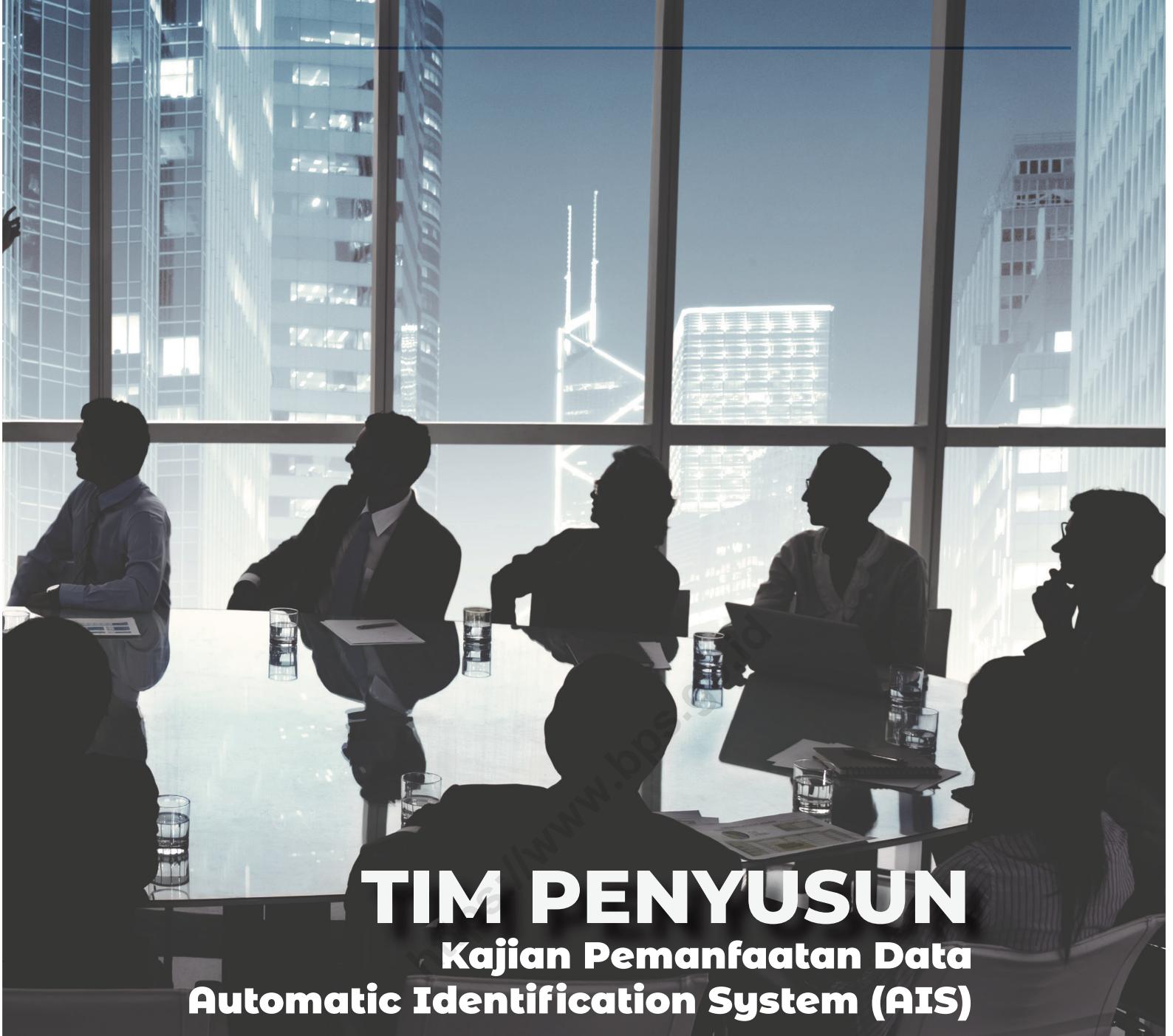


A. Pengarah

Dr. Muhammad Romzi

B. Editor

Usman Bustaman S.Si, M.Sc
Dewi Krismawati SST, M.T.I



TIM PENYUSUN

Kajian Pemanfaatan Data Automatic Identification System (AIS)

C. Penulis

Dhiar Niken Larasati SST, M.E.
Dewi Krismawati SST, M.T.I
Yohanes Eki Apriliawan SST
Ranu Yulianto SST
Nensi Fitria Deli SST
Dede Yoga Paramartha S.Tr.Stat
Satria Bagus Panuntun S.Tr.Stat.
I Nyoman Setiawan S.Tr.Stat.
Muhammad Irsyad Robbani

D. Desain Kover & Tata Letak

Dede Yoga Paramartha S.Tr.Stat

KATA PENGANTAR

Publikasi Kajian Pemanfaatan Data Automatic Identification System (AIS) merupakan publikasi series 1 (pertama) dari kajian terkait penggunaan data AIS yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS). Publikasi ini merupakan series awal dari upaya penggunaan *big data* yaitu data AIS sebagai data pendukung *official statistics*.

Statistik diselenggarakan melalui pengumpulan data yang dilakukan dengan cara sensus, survei, kompilasi produk administrasi dan cara lain sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi. Salah satu cara lain tersebut adalah penggunaan *big data*. *Big data* mengacu pada volume, kecepatan, dan variasi data yang sangat besar yang dihasilkan dari berbagai sumber digital, seperti media sosial, sensor, transaksi online, dan perangkat seluler. Salah satu sumber data besar yang muncul adalah AIS, sebuah sistem lalu lintas yang awalnya dirancang untuk mencegah tabrakan kapal selama navigasi. Pesan AIS yang dikirimkan oleh kapal-kapal di seluruh dunia merupakan data besar karena volumenya yang tinggi, kecepatan, dan variasi informasinya. Ketersediaan data AIS secara *real-time* telah memicu pertumbuhan minat para peneliti dalam potensi penggunaan data tersebut untuk menghasilkan indikator terkait perdagangan atau kemaritiman. Publikasi ini menyajikan penjelasan data AIS, akuisisi data, pengolahan data dan studi kasus penggunaan data AIS di beberapa negara. Data AIS merupakan salah satu sumber *big data* yang sudah luas digunakan oleh *National Statistics Office* di berbagai negara.

Kepada seluruh pembaca publikasi ini diharapkan masukan dan saran yang konstruktif untuk perbaikan publikasi di masa mendatang. Akhirnya, penghargaan dan ucapan terimakasih disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu menyusun publikasi Kajian Pemanfaatan Data Automatic Identification System ini.

Jakarta, November 2023

PLT. KEPALA BADAN PUSAT STATISTIK



Amalia Adininggar Widyasanti



DAFTAR ISI

Kajian Pemanfaatan Data Automatic Identification System (AIS)

Tim Penyusun	iii
Kata pengantar	v
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabelix
Daftar Gambarxi
PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	3
B. Tujuan Penulisan.....	3
C. Skema Penulisan.....	4
D. Ucapan Terimakasih.....	5
PENGENALAN AIS.....	7
A. AIS	9
B. Metadata AIS.....	12
C. IMO Ship Identification Number Scheme	12
D. Sistem Pengkodean Tipe Kapal.....	13
E. Relasi antar Data	14
PENGENALAN TOOLS UNTUK MENGOLAH DATA AIS	19
A. Pengenalan Spark.....	21
B. Pengenalan H3.....	22
C. GraphDB	26
PENGOLAHAN DATA AIS	29
A. Tata Cara Akuisisi Data AIS.....	31

B.	Pendefinisan Pelabuhan	44
C.	Pendefinisan Jenis Kapal	49
D.	Pendefinisan Rute	56
E.	Download Data.....	58
IMPLEMENTASI AIS UNTUK OFFICIAL STATISTICS.....		61
A.	Irlandia	63
B.	Belanda.....	71
C.	Inggris	72
D.	Norwegia.....	74
E.	Denmark.....	76
F.	Australia	81
G.	Polandia.....	85
H.	UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development)	88
I.	ADB (Asian Development Bank).....	90
J.	OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)	94
Daftar Pustaka		97
LAMPIRAN		99
A.	Lampiran 1. Atribut pada Data AIS dan Penjelasannya	101
B.	Lampiran 2. Jenis Pesan AIS.....	105
C.	Lampiran 3. Sistem Pengkodean Tipe Kapal	107

DAFTAR TABEL

Tabel 1.....	Sistem pengkodean Level 5	15
Tabel 2.....	Contoh digit pertama kode level 5	16
Tabel 3.....	Contoh digit kedua kode level 5	16
Tabel 4.....	Contoh digit ketiga kode level 5	16
Tabel 5.....	Contoh penggabungan kode hingga level 5	16
Tabel 6.....	Pemetaan kode HS ke kelas kapal	18
Tabel 7.....	Rata-rata Luas Area Grid H3 pada Setiap Level	24
Tabel 8.....	Kedalaman K dan Jumlah Hexagon dalam K	66
Tabel 9.....	Metadata Variabel Data Pelacakan Kapal AMSA	82
Tabel 10.....	Keterangan Nilai Statistik	85

https://www.pps.ugm.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.....	Ilustrasi pengiriman sinyal pada AIS	9
Gambar 2.....	Transponder AIS Klas A	11
Gambar 3.....	Transponder AIS Klas B	11
Gambar 4.....	Kapal Non Propelled (a) Pontoon dan (b) Tongkang/Barge	13
Gambar 5.....	Kapal Non-ship Structure (a) Buoy dan (b) Hovercraft	14
Gambar 6.....	Proses filter data AIS	17
Gambar 7.....	Apache Spark	21
Gambar 8.....	H3 menggunakan proyeksi gnomonik	23
Gambar 9.....	Gambaran Pembagian Grid H3	24
Gambar 10.....	Gambaran Graph Database	26
Gambar 11.....	Arsitektur UNGP	31
Gambar 12.....	Contoh Isi Pesan Pengajuan Izin Akses UNGP	32
Gambar 13.....	Contoh Email Tiket Antrian Izin Akses UNGP	32
Gambar 14.....	Contoh Email Balasan Izin Akses UNGP	33
Gambar 15.....	Halaman Login pada UNGP	33
Gambar 16.....	Halaman Pembaruan Password pada UNGP	34
Gambar 17.....	Halaman Autentikasi Akun pada UNGP	34
Gambar 18.....	Halaman Pemberitahuan Verifikasi Email pada UNGP	35
Gambar 19.....	Tampilan Berhasil Sign In ke UNGP	35
Gambar 20.....	Halaman Sign In pada Spot	36
Gambar 21.....	Halaman Sign In pada Spot	36
Gambar 22.....	Tampilan Berhasil Sign In ke Spot	36
Gambar 23.....	Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 1	37
Gambar 24.....	Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 2	37

Gambar 25.....	Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 3	37
Gambar 26.....	Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 4	38
Gambar 27.....	Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 5	38
Gambar 28.....	Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 1	39
Gambar 29.....	Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 2	39
Gambar 30.....	Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 3	39
Gambar 31.....	Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 4	40
Gambar 32.....	Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 5	40
Gambar 33.....	Tampilan Notebook pada Jupyterlab	41
Gambar 34.....	Kode untuk Impor Library untuk Mengakses GIT	41
Gambar 35.....	Kode untuk Mengakses GIT	41
Gambar 36.....	Kode untuk Impor Library untuk Kueri Data AIS	41
Gambar 37.....	Kode untuk Inisiasi Daftar Lokasi	42
Gambar 38.....	Kode untuk Membentuk Heksagon dari Indeks H3	42
Gambar 39.....	Kode untuk Impor Sedona dan PySpark	42
Gambar 40.....	Kode untuk Membangun Spark Session	42
Gambar 41.....	Kode untuk Menarik Data AIS	43
Gambar 42.....	Kode untuk Menampilkan Data AIS	43
Gambar 43.....	Sampel Data AIS	43
Gambar 44.....	Data Mentah AIS dari Ditjen Hubla Kemenhub RI	44
Gambar 45.....	Data Sampel AIS dari Ditjen Hubla Kemenhub RI	44
Gambar 46.....	World Port menurut WPI	45
Gambar 47.....	Pelabuhan Negara Indonesia menurut WPI	45
Gambar 48.....	Pelabuhan di Indonesia menurut Kementerian Perhubungan	46
Gambar 49.....	Kode Metode 1	46
Gambar 50.....	Contoh Visualisasi Pelabuhan Jakarta	47
Gambar 51.....	Grid_disk dengan k=1	47
Gambar 52.....	Output Fungsi af.get_ais()	48
Gambar 53.....	Kode H3 dengan k-rings untuk Jumlah k=2	48
Gambar 54.....	Output List H3 dengan k-rings untuk Jumlah k=2	48
Gambar 55.....	Kode Pembentukan Poligon Pelabuhan Jakarta	49
Gambar 56.....	Output Poligon Pelabuhan Jakarta	49

Gambar 57.....	Kode untuk Melakukan Pengambilan Data AIS	50
Gambar 58.....	Kode untuk Menampilkan Tipe Kapal	50
Gambar 59.....	Tipe Kapal yang Ada di Data AIS	51
Gambar 60.....	Kode untuk menampilkan kapal Kargo, Tangker dan Penumpang	51
Gambar 61.....	Kode untuk Memilih Heksagon	51
Gambar 62.....	Visualisasi Heksagon dengan Kapal Tertambat	52
Gambar 63.....	Kode untuk Melakukan Visualisasi Heksagon dengan Kapal Tertambat	52
Gambar 64.....	Visualisasi Heksagon dengan Kapal Tertambat menggunakan Folium	53
Gambar 65.....	Kode untuk Melakukan Filter Heksagon dengan Kapal	53
Gambar 66.....	Visualisasi Filter Heksagon dengan Kapal	54
Gambar 67.....	Kode untuk Mengabungkan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan	54
Gambar 68.....	Visualisasi Hasil Pengabungan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan	55
Gambar 69.	Kode Visualisasi Hasil Pengabungan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan	55
Gambar 70.....	Visualisasi Mengabungkan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan	56
Gambar 71.....	Visualisasi Rute Kapal Menggunakan Data AIS	58
Gambar 72.....	Kode untuk Mengubah Poligon Heksagon Menjadi Geodataframe	58
Gambar 73.....	Kode untuk Membuat Poligon Point dari Data AIS	59
Gambar 74.....	Kode untuk Melakukan Filtrasi Data AIS dari Poligon Heksagon	59
Gambar 75.....	Kode untuk Mengkonversi Data AIS menjadi Pandas Dataframe	59
Gambar 76.....	Kode untuk Mengubah File menjadi HTML	59
Gambar 77.....	Kode untuk Melakukan Download Data csv	59
Gambar 78.....	Kode untuk Melakukan Download Data Parquet	60
Gambar 79.....	Poligon Pelabuhan Dublin	64
Gambar 80.....	Bounding Box Pelabuhan di Negara Irlandia	64
Gambar 81.....	Contoh H3 dalam wilayah perairan	67
Gambar 82.....	Hexagon H3 dan Kotak Irlandia	68
Gambar 83.....	Ringkasan Proses Validasi Data AIS	71
Gambar 84.....	Tahapan Pemrosesan Data AIS pada Proyek MMO	73
Gambar 85.....	Output Proyek Mapping UK Shipping Density and Routes from AIS	74
Gambar 86.....	Tampilan Website ArcticInfo	75
Gambar 87.....	Tampilan Website Wave Forecast	75
Gambar 88.....	Tampilan Website Wave FishInfo	76

Gambar 89.....	Danish Maritime Authority	76
Gambar 90.....	Jumlah Kapal Per Tahun Selama Periode 2011-2019	77
Gambar 91.....	Penentuan Passage Lines dalam Pengamatan Kedatangan	78
Gambar 92.....	Tampilan Website AMSA	81
Gambar 93.....	Peta Kepadatan Titik dari Data AIS Periode 1 Januari - 31 Desember	83
Gambar 94...	Kepadatan Kapal Laut dan Pusat Lokasi Paus di Zona Ekonomi Australia	84
Gambar 95.....	Peta Kepadatan Kapal dengan Panjang Kurang dari 80 m	84
Gambar 96.....	Alur Analisis Data AIS Untuk Tracking Kapal Nelayan	85
Gambar 97.....	Perbandingan Hasil Analisis Menggunakan Data AIS Stasiun Daratan	86
Gambar 98.....	Tiga Indikator Utama pada Dashboard TranStat	87
Gambar 99.....	Liner Shipping Connectivity Index, 5 Negara (China Q1 2006=100)	90
Gambar 100.	Monthly Government Stringency Index	91
Gambar 101.	Port Calls Kapal Kontainer Bulanan	92
Gambar 102.	Informasi Perdagangan dari Data AIS	92
Gambar 103.	Alur Perdagangan Berbasis AIS vs Statistik Perdagangan Resmi	93
Gambar 104.	Hasil Pengukuran Dampak Insiden Menggunakan Data AIS	94
Gambar 105.	Porsi Emisi CO ₂ dari Pelayaran Global (%) 2019-2022	95
Gambar 106.	Emisi CO ₂ dari Transportasi Udara dan Maritim, 2019 Hingga 2022	95
Gambar 107.	Emisi CO ₂ dari Pelayaran Global Menurut Negara, OECD, 2022	96



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam era globalisasi dan kemajuan teknologi informasi, peranan data dan statistik resmi semakin penting dalam pengambilan keputusan yang berhubungan dengan perkembangan ekonomi, transportasi, dan manajemen sumber daya. Salah satu instrumen yang menjadi dapat digunakan dalam memperoleh data berkualitas dan *real-time* di sektor transportasi laut adalah *Automatic Identification System* (AIS). AIS adalah sistem otomatis yang telah terbukti sangat efektif dalam memantau pergerakan kapal-kapal di perairan. Peluang penggunaan data AIS semakin luas sebagai salah satu sumber data untuk menghasilkan statistik resmi.

AIS adalah sistem komunikasi nirkabel yang memungkinkan kapal di laut untuk saling bertukar informasi secara otomatis. Informasi yang dikirim melalui AIS meliputi data identifikasi kapal, seperti nama kapal dan negara bendera kapal, serta parameter navigasi seperti posisi, kecepatan, arah, dan status lainnya. Keakuratan dan ketepatan data *dynamic AIS* membuka peluang bagi instansi pemerintah serta badan statistik di beberapa negara di dunia untuk menghasilkan beberapa indikator baru. Beberapa analisis yang bisa dihasilkan seperti pemantauan lalu lintas kapal, estimasi volume perdagangan dan impor-ekspor, serta analisis dampak ekonomi dari sektor maritim. Selain itu, penerapan AIS juga dapat meningkatkan akurasi dan keandalan statistik, mengurangi potensi kesalahan manusia dalam proses pengumpulan dan pelaporan data.

Namun, penting untuk diingat bahwa penggunaan AIS dalam statistik resmi juga membawa sejumlah kendala dan tantangan. Diperlukan aturan hukum serta proses bisnis yang jelas untuk mengatur pengumpulan, pengolahan, dan penggunaan data AIS dalam konteks statistik resmi.

Publikasi ini akan membahas konsep dasar terkait AIS, beberapa tools yang dapat digunakan untuk mengolah data AIS, beberapa contoh pengolahan data AIS dan studi kasus dari beberapa negara yang menggambarkan implementasi AIS dalam penyediaan data statistik. Dengan memahami potensi dan keterbatasan AIS dalam konteks statistik resmi, diharapkan masyarakat dan pemangku kepentingan terkait dapat mengambil langkah-langkah yang tepat untuk memaksimalkan manfaat dari teknologi ini untuk menghasilkan *insight* yang dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dan berdasarkan bukti (*evidence based policy*).

B. Tujuan Penulisan

Tujuan dari penulisan publikasi tentang Pemanfaatan Data *Automatic Identification System* (AIS) adalah untuk memberikan pemahaman yang mendalam kepada pembaca tentang bagaimana AIS dapat digunakan sebagai alat yang efektif dalam pengumpulan data statistik yang berkaitan dengan transportasi laut, dan aktivitas ekonomi di sektor maritim. Beberapa tujuan khusus dari publikasi ini meliputi:

1. Meningkatkan kesadaran masyarakat, para pemangku kepentingan, dan pihak berwenang tentang potensi AIS dalam mendukung pengumpulan data statistik yang lebih akurat, cepat, dan efisien di sektor maritim.
2. Memberikan penjelasan yang mendalam tentang konsep dasar AIS, manfaat penggunaannya dalam statistik resmi, serta implikasi positifnya terhadap perencanaan, pengambilan keputusan, dan analisis kebijakan di bidang

kelautan.

3. Mendorong penggunaan teknologi modern yaitu *big data*, seperti AIS, dalam konteks statistik resmi. Ini dapat membantu mengatasi beberapa tantangan dalam pengumpulan data statistik tradisional dan mempercepat proses pelaporan.
4. Menyajikan studi kasus konkret yang menggambarkan bagaimana AIS telah berhasil diterapkan dalam pengumpulan data statistik di berbagai negara di dunia. Studi kasus ini akan memberikan ilustrasi nyata tentang potensi dan manfaat penggunaan AIS.
5. Menyebarluaskan pengetahuan dan pemahaman tentang teknologi AIS dan aplikasinya dalam bidang statistik kepada para akademisi, peneliti, praktisi industri, serta masyarakat umum.
6. Mendorong kolaborasi antara Badan Pusat Statistik, Kementerian Perhubungan, akademisi, dan sektor swasta dalam memanfaatkan potensi AIS untuk tujuan statistik resmi

Dengan mencapai tujuan-tujuan ini, diharapkan publikasi ini dapat memberikan kontribusi positif dalam pengembangan dan pemahaman tentang penggunaan *Automatic Identification System* (AIS) sebagai alat yang bermanfaat dalam mengumpulkan data statistik yang relevan dan penting untuk pengambilan keputusan.

C. Skema Penulisan

Publikasi Kajian Pemanfaatan Data *Automatic Identification System* (AIS) berusaha untuk memberikan panduan terkait konsep dasar terkait AIS, beberapa *tools* yang dapat digunakan untuk mengolah data AIS, beberapa contoh pengolahan data AIS dan studi kasus dari beberapa negara yang menggambarkan implementasi AIS. Penulisan pedoman ini pada setiap bab menggunakan bentuk penulisan “Bunga Rampai” sehingga pembaca bisa membaca setiap bab dengan bebas tanpa harus berurutan.

Adapun skema penulisan buku ini adalah sebagai berikut:

- Pada Bab 2 berisi tentang Pengenalan AIS. Pada bab ini membahas pengenalan data AIS, metadata AIS dan IMO sebagai nomor identifikasi kapal.
- Pada Bab 3 berisi menjelaskan beberapa *tools* yang dapat digunakan untuk mengolah data AIS. Pada bab ini membahas tentang bahasa pemrograman Spark, pengenalan terkait H3 dan pengenalan Graph Database.
- Pada Bab 4 berisi penjelasan terkait bagaimana contoh pengolahan data AIS. Pada bab ini menjelaskan bagaimana melakukan akuisisi data AIS menggunakan platform UNGP atau kerjasama BPS dengan Kementerian Perhubungan, pendefinisian pelabuhan, jenis kapal dan rute kapal.
- Pada Bab 5 berisi studi kasus implementasi pada kantor statistik dan lembaga lain yang sudah menggunakan data AIS. Beberapa negara yang ditampilkan seperti Ireland, Inggris, Belanda, Norwegia, Denmark, Australia, Polandia. Serta beberapa lembaga internasional seperti United Nations Conference

on Trade and Development (UNCTAD), Asian Development Bank (ADB), dan Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD).

D. Ucapan Terimakasih

Penulisan kajian ini dalam prosesnya telah mendapatkan ulasan serta saran dan masukan dari para pakar. Untuk itu ucapan terima kasih ditujukan khususnya kepada Markie Muryawan, Chief of Trade Statistics Section, United Nations Statistics Division atas komentar dan masukan yang sangat berharga dalam penyusunan kajian ini. Selain itu kami juga mengucapkan penghargaan dan terima kasih kepada seluruh tim penyusun.

https://www.bps.go.id





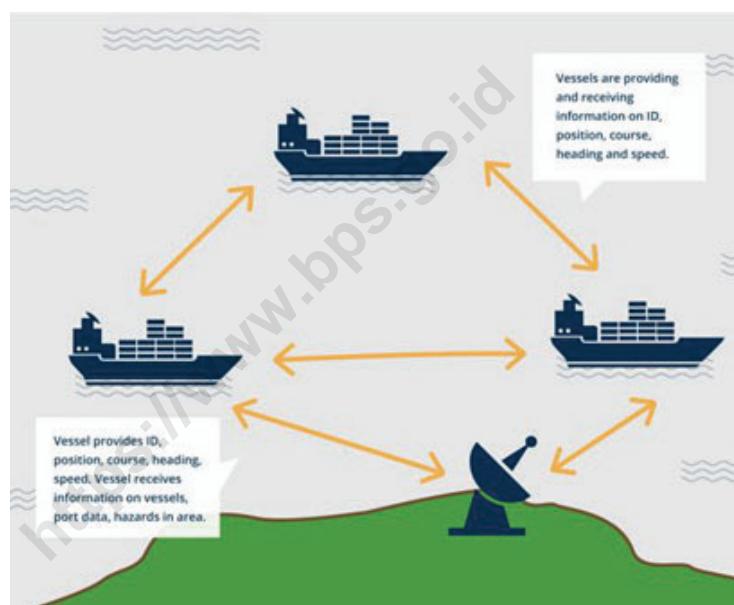
BAB II

PENGENALAN AIS

A. AIS

1. Sekilas Tentang AIS

Sistem Identifikasi Otomatis (*Automatic Identification System*) yang selanjutnya disebut AIS adalah sistem pemancaran radio *Very High Frequency* (VHF) yang menyampaikan data-data melalui VHF Data Link (VDL) untuk mengirim dan menerima informasi secara otomatis ke kapal lain, stasiun *Vessel Traffic Services* (VTS), dan/atau stasiun radio pantai. Definisi tersebut tercantum dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 18 Tahun 2022 tentang Sistem Identifikasi Otomatis bagi Kapal yang Melakukan Kegiatan di Wilayah Perairan Indonesia Pasal 1. Secara umum AIS merupakan suatu sistem pemasian otomatis untuk kapal. Cara kerjanya adalah dengan menempatkan alat berupa transponder yang mentransmisikan sinyal secara terus menerus. Sinyal tersebut dapat ditangkap oleh kapal lain, stasiun yang ada di darat, dan satelit yang dilengkapi dengan receiver AIS. Informasi yang dikirimkan antara lain posisi kapal dan identitas kapal.



Sumber: AIS Handbook

Gambar 1. Ilustrasi pengiriman sinyal pada AIS

Pada awalnya, tujuan utama AIS adalah untuk memberitahu kapal apakah ada kapal lain yang juga beroperasi di sekitar mereka sehingga mencegah terjadinya tabrakan antar kapal. Dengan adanya pemberitahuan ini, kapal masih bisa berlayar dengan tenang di malam hari. Namun, dengan perkembangan teknologi, informasi yang bisa dikirimkan oleh transponder semakin bertambah banyak dan juga dapat diterima oleh satelit. Hal ini memungkinkan pengguna AIS bisa melakukan pelacakan kapal dan memetakan pergerakan kapal menggunakan data tersebut.

AIS sudah dipakai secara universal dalam industri maritim di seluruh dunia. Hukum maritim internasional mengharuskan kapal pelayaran internasional dengan berat paling rendah GT 300 (300 gross tonnage) untuk memasang transponder AIS. Selain itu, seluruh kapal penumpang juga diharuskan untuk memasang transponder, terlepas dari ukuran kapal tersebut. Karena tujuan utama AIS adalah untuk pelacakan dan keselamatan, banyak juga kapal kecil yang secara sukarela

memasang transponder AIS. Di samping penggunaannya yang sudah universal, yang perlu digaris bawahi adalah tidak semua kapal dapat dilacak menggunakan data AIS. Salah satunya adalah kapal militer angkatan laut. Untuk keamanan, kapal angkatan laut tidak bisa dilacak ketika sedang aktif bertugas.

Sebagian data AIS ada yang tersedia untuk publik. Saat ini sudah terdapat beberapa penyedia data AIS daring yang memungkinkan pengguna untuk menemukan lokasi kapal hanya dengan memasukkan nama kapalnya. Data yang tersedia bebas untuk publik merupakan fungsi dasar berupa pelacakan maksimal 5 kapal. Disamping itu juga terdapat beberapa penyedia data komersial yang menyediakan data AIS yang lebih lengkap namun kita harus mengeluarkan sejumlah uang tertentu untuk mengakses data tersebut.

2. Jenis Transponder AIS

Terdapat 2 jenis transponder AIS, yaitu Klas A dan Klas B. Secara umum, perbedaannya adalah Klas A digunakan oleh kapal komersial yang besar sedangkan Klas B untuk kapal kecil. Penjelasan dari masing-masing tipe adalah sebagai berikut:

1. Transponder AIS Klas A.

Pada peraturan internasional Safety of Life at Sea (SOLAS) 1974, setiap kapal penumpang (terlepas dari berapapun ukuran kapal tersebut) dan kapal internasional yang berukuran paling rendah GT 300 (300 gross tonnage) diharuskan untuk memasang transponder ini. Alat ini mentransmisikan data secara terus menerus menggunakan daya 12,5 watt dan memiliki jangkauan hingga 40 nm (1 nm atau *nautical mile* setara dengan 1,85 km). Alat ini menggunakan teknologi SOTDMA (*Self-Organized TDMA*) yang memungkinkan untuk menyesuaikan waktu transmisi untuk menghindari interfensi antar transponder yang berada dalam jangkauan. Dalam wilayah yang ramai kapal seperti pelabuhan, sistem dapat memperpendek area cakupan transmisi jika diperlukan, agar sistem tidak kelebihan beban.

Data yang disampaikan pada transponder klas A terdiri dari 2 tipe, yaitu:

- a. Data statik. Informasi ini dimasukkan pada transponder ketika instalasi alat, dan hanya akan berubah ketika kapal mengganti nama atau melakukan perubahan besar seperti mengganti tipe kapal dan lain sebagainya. Informasi yang disampaikan antara lain: nama dan jenis kapal, tanda panggilan (*call sign*), kebangsaan kapal, MMSI (*maritime mobile services identities*), nomor IMO (*international maritime organization*), bobot kapal, sarat (*draught*) kapal, serta panjang dan lebar kapal.
- b. Data dinamik. Informasi yang disampaikan meliputi: status navigasi, titik koordinat kapal, tujuan berlayar dengan perkiraan waktu tiba, kecepatan kapal, dan haluan kapal.



Sumber: AIS Handbook

Gambar 2. Transponder AIS Klas A

2. Transponder AIS Klas B.

Transponder jenis ini dikembangkan untuk kapal yang lebih kecil agar mereka juga dapat mendapatkan manfaat sistem AIS. Alat ini mentransmisikan sinyal tiap 30 detik menggunakan daya yang lebih kecil dari Klas B, yaitu hanya 2 watt saja. Jangkauannya hanya mencapai sejauh jarak pandang saja. Penggunaan teknologi CSTDMA (Carrier Sense TDMA) memungkinkan alat ini untuk mengecek apakah terdapat transponder Klas A di area sekitar untuk mendahuluikan mereka mengirimkan sinyal, lalu kemudian baru alat ini mengirimkan sinyal setelahnya. Informasi pada transponder Klas B hanya akan dikirimkan jika terdapat ruang yang cukup pada saluran AIS. Data yang disampaikan pada transponder klas B adalah: nama dan jenis kapal, kebangsaan kapal, MMSI, titik koordinat kapal, kecepatan kapal, dan haluan kapal.



Sumber: AIS Handbook

Gambar 3. Transponder AIS Klas B

3. Penggunaan AIS di Indonesia

Penggunaan AIS di Indonesia diatur pada Peraturan Menteri Perhubungan No. PM 18 Tahun 2022 tentang Sistem Identifikasi Otomatis Bagi Kapal yang Melakukan Kegiatan di Wilayah Perairan Indonesia. Permenhub tersebut merupakan tindak lanjut dari dikeluarkannya IMO resolution 2004 yang merupakan hasil amandemen terhadap Konvensi Internasional SOLAS pada tahun 2002.

Pada Permenhub No. PM 18 Tahun 2022 Pasal 2 dinyatakan bahwa kapal berbendera Indonesia dan kapal asing yang melakukan kegiatan di wilayah perairan Indonesia wajib memasang dan mengaktifkan AIS. Selanjutnya, pada Pasal 4 diatur kapal jenis apa saja yang wajib memasang transponder klas A ataupun klas B. Transponder AIS klas A wajib dipasang dan diaktifkan pada kapal asing dan kapal berbendera Indonesia yang memenuhi ketentuan konvensi SOLAS 1974 beserta perubahannya. Sementara itu, transponder AIS klas B wajib dipasang dan diaktifkan pada kapal berbendera Indonesia dengan ketentuan:

1. Kapal penumpang dan kapal barang non konvensi dengan ukuran paling rendah GT 35 (35 gross tonnage) yang berlayar di wilayah perairan Indonesia.
2. Kapal yang berlayar antar lintas negara atau yang melakukan perdagangan lintas batas (*barter-trade*) atau kegiatan lain yang diatur dalam ketentuan peraturan perundang-undangan di bidang kepabeanan.
3. Kapal penangkap ikan berukuran dengan ukuran paling rendah GT 60 (60 gross tonnage).

Bagi kapal yang melakukan pelanggaran kewajiban pemasangan dan pengaktifan AIS dan tidak memberikan informasi yang benar, pemilik kapal dapat dikenai sanksi administratif berupa penundaan keberangkatan maupun denda.

B. Metadata AIS

Terdapat berbagai macam informasi pada data AIS. Atribut dan penjelasannya dapat dilihat pada Lampiran 1.

C. IMO Ship Identification Number Scheme

IMO *Ship Identification Number Scheme* adalah suatu kode yang digunakan sebagai referensi publik universal untuk kapal [1]. Kode ini diambil dari database maritim global yang dikelola oleh IHS Markit, sebuah perusahaan yang diberi mandat oleh *International Maritime Organization* (IMO) untuk menghasilkan IMO *Ship Identification Number Scheme*. IHS Markit adalah satu-satunya otoritas yang bertanggung jawab untuk menetapkan dan memvalidasi kode-kode ini. Kode ini terdiri atas 7 digit dan bersifat unik.

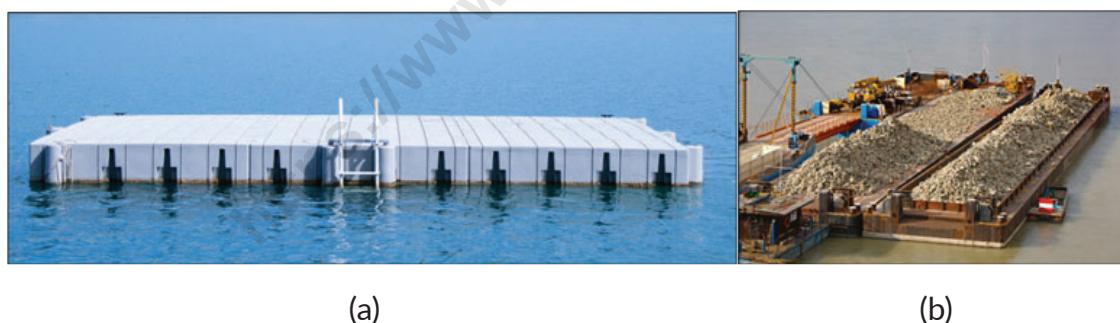
Dalam kurun waktu 30 tahun sejak peluncurannya, IMO *Ship Identification Number Scheme* telah dijadikan referensi oleh publik dan diadopsi menjadi nomor unik kapal oleh beberapa sistem baru seperti *Automatic Identification System* (AIS) dan *Long-Range Identification and Tracking* (LRIT). IMO *Ship Identification Number Scheme* diadopsi pada tanggal 19 November 1987 berdasarkan Resolusi IMO A.600(15) dengan memanfaatkan sistem Penomoran Kapal Lloyds Register yang ada pada saat itu. Sistem Penomoran Kapal Lloyds Register ini diwajibkan bagi semua kapal yang berada di bawah peraturan *Safety of Life at Sea* (SOLAS) XI-1/3.

Pada awalnya, IHS Markit menetapkan skema penomoran untuk kapal dagang 100 GT ke atas dengan pengecualian pada kapal-kapal berikut: kapal tanpa alat penggerak mekanis, yacht, kapal yang menggunakan layanan khusus (mis. kapal suar, kapal SAR), tongkang hopper, kendaraan bantalan udara, floating docks dan bangunan yang diklasifikasikan dengan cara serupa, kapal perang, kapal pasukan dan kapal kayu. Seiring dengan berjalannya waktu, skema tersebut diperluas untuk mencakup kapal penangkap ikan dari baja dan konstruksi lambung non-baja, kapal penumpang kurang dari 100 GT, kapal penumpang kecepatan tinggi, dan unit pengeboran bergerak yang termasuk dalam pelayaran internasional (Peraturan SOLAS V/19-1); dan semua kapal penangkap ikan bermotor di bawah 100 GT hingga batas ukuran LOA 12 meter yang diizinkan untuk beroperasi di luar perairan di bawah yurisdiksi nasional negara bendera.

IMO Ship Identification Number dicantumkan pada sertifikat kapal yang tercantum dalam SOLAS regulasi I/12. Selanjutnya menurut peraturan SOLAS XI - 1/3, IMO Ship Identification Number harus ditandai secara permanen dan terlihat di kapal. Prosedur pencantuman *IMO Ship Identification Number* diatur oleh Surat Edaran IMO 1886/Rev.6. Pembuat kapal dan pemilik kapal diminta untuk memberikan data rinci kapal kepada IHS Markit untuk diterbitkan nomor kodennya.

D. Sistem Pengkodean Tipe Kapal

IHS Markit telah menetapkan lima level dalam sistem pengkodean tipe kapal [2]. Pada level 1, tipe kapal dikategorikan menjadi 5 tipe yaitu : *cargo carrying, non merchant, non propelled, non ship structure, dan work vessels*.



Gambar 4. Kapal Non Propelled (a) Pontoon dan (b) Tongkang/Barge

Kapal yang bertipe *non merchant* secara umum merupakan kapal naval (kapal militer), *sail training ships* (kapal untuk berlatih berlayar), dan *yacht*. Di sisi lain, yang termasuk dalam kapan non propelled adalah perahu datar (*pontoon/flat boat*) dan tongkang. Sedangkan yang termasuk *non ship structure* atau struktur mengapung yang bukan kapal adalah *buoy* (pelampung laut untuk navigasi), *floating dock*, dan *hovercraft*.



(a)

(b)

Gambar 5. Kapal Non-ship Structure (a) Buoy dan (b) Hovercraft

Pada level dua, tipe kapal *cargo carrying* dikategorikan menjadi *Bulk Carriers*, *Dry Cargo/ Passenger*, *Tankers* dan *Non-merchant*. Sedangkan tipe kapal *work vessels* dikategorikan menjadi *Fishing*, *Miscellaneous*, dan *Offshore*. Kapal kargo yang bertipe *tankers* selanjutnya pada level 3 dikategorikan menjadi *Chemical*, *Liquefied gas*, *Oil*, dan *Other liquids*. Sistem pengkodean kapal yang lebih rinci dapat dilihat pada Lampiran 3.

E. Relasi antar Data

Sistem pengkodean kapal yang telah disebutkan pada bagian 2.4 disebut sebagai Statcode 5, merupakan sebuah metode standar industri yang ditetapkan oleh IHS Markit untuk memudahkan ekstraksi statistik tipe kapal, sistem ini juga membantu para editor memastikan kapal-kapal yang serupa direpresentasikan secara konsisten dan benar.

Kode-kode tersebut terdiri dari 7 karakter, dengan karakter berikutnya mewakili penyempitan definisi. Huruf pertama menentukan tipe umum kapal (Level 1), seperti A untuk kapal pengangkut kargo, B untuk kapal kerja, dan huruf lain untuk kapal non-bentuk kapal, non-layanan laut, dan non-kapal dagang. Karakter kedua adalah angka yang menyempitkan jenis kargo yang dapat diangkut oleh kapal. Untuk pengangkut kargo, A1 adalah untuk kargo cair, A2 untuk kargo curah, dan A3 untuk kargo kering dan tipe penumpang. Karakter ketiga menentukan jenis umum kargo yang dapat diangkut kapal, begitu seterusnya hingga karakter ketujuh.

Sistem Statcode 5 merupakan pembaharuan dari sistem sebelumnya yang terdiri dari 4 level. Sistem ini menambahkan keterangan yang lebih rinci, seperti pada beberapa tipe kapal pengangkut kargo mencakup lebih dari satu kategori, sehingga pengelompokan lebih lanjut akan bermanfaat bagi pengguna analitis. Sistem ini juga memperkenalkan referensi digit untuk bentuk lambung kapal dan referensi dua huruf untuk membantu mengidentifikasi kapal-kapal yang terlibat dalam pengangkutan kargo tertentu atau didefinisikan oleh cara pengoperasiannya.

Tabel 1. Sistem pengkodean Level 5

Level 1		Level 2		Level 3		Level 4		Level 5	
(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
A	Cargo-Carrying	A1	Tankers	A11	Liquefied Gas	A11A	LNG Tanker	A11A	LNG Tanker
						A11B	LPG Tanker	A11B	LPG Tanker
								A11B	Ethylene Tanker
								A11B	LPG Barge, propelled
						A11C	CO2 Tanker	A11C	CO2 Tanker
			A12	Chemical	A12A	Chemical Tanker	A12A	Chemical Tanker	
								A12A	Parcels Tanker
								A12A	Chemical Tanker barge, propelled
								A12A	Mollen Sulphur Tanker
				A12B	Chemical / Oil Products Tanker	A12B	Chemical / Products Tanker		
							A12B	Chemical / Products Tanker Barge, propelled	
		A13	Oil	A13A	Crude Oil Tanker	A13A	Crude Oil Tanker		
							A13A	Shuttle Tanker	
				A13B	Oil Products Tanker	A13B	Products Tanker		
							A13B	Oil Tanker (unspecified)	
							A13B	Products Tanker Barge propelled	
		A14	Other Liquids	A14A	Water Tanker	A14A	Water Tanker		
							A14A	Water Tanker barge, propelled	
				A14B	Bitumen Tanker	A14B	Asphalt / Bitumen Tanker		

Tabel di atas menunjukkan sistem pengkodean hingga level 4, dimana jenis kapal yang ditandai dengan warna merah adalah penjelasan lebih rinci dari kategori dari level 4, seperti contohnya kapal LPG Tanker dibagi menjadi Ethylene Tanker dan LPG Barge. Level kelima ini terdiri dari 3 digit, dimana digit pertama merepresentasikan struktur lambung kapal, seperti yang dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Contoh digit pertama kode level 5

Kode Tipe Lambung (1)	Deskripsi Lambung (2)
2	Ship shape including multihulls
3	Ship shape semisub
4	Non ship shape
5	Barge

Digit kedua merupakan huruf yang merepresentasikan kemampuan operasional atau kargo umum, seperti yang dicontohkan pada tabel 3.

Tabel 3. Contoh digit kedua kode level 5

Alpha (1)	Speciality (2)
A	Naval auxiliary
B	Dry bulk cargo
C	Cellular container
D	Dredger
F	Fishing
G	General cargo

Dan yang terakhir digit ketiga dari level 5 adalah pengidentifikasi individual.

Tabel 4. Contoh digit ketiga kode level 5

Alpha + 1 (1)	Deskripsi (2)
AA	Crane vessel, naval auxiliary
AC	Crewboat, naval auxiliary
AD	Replenishment dry cargo vessel

Tabel 5. Contoh penggabungan kode hingga level 5

Level 4 (1)	Kode Level 4 (2)	Level 5 (3)	Kode Level 5 (4)	Fullcode (5)
LPG Tanker	A11B	Ethylene Tanker	2TN	A11B2TN
	A11B	LPG Barge, propelled	5TG	A11B5TG

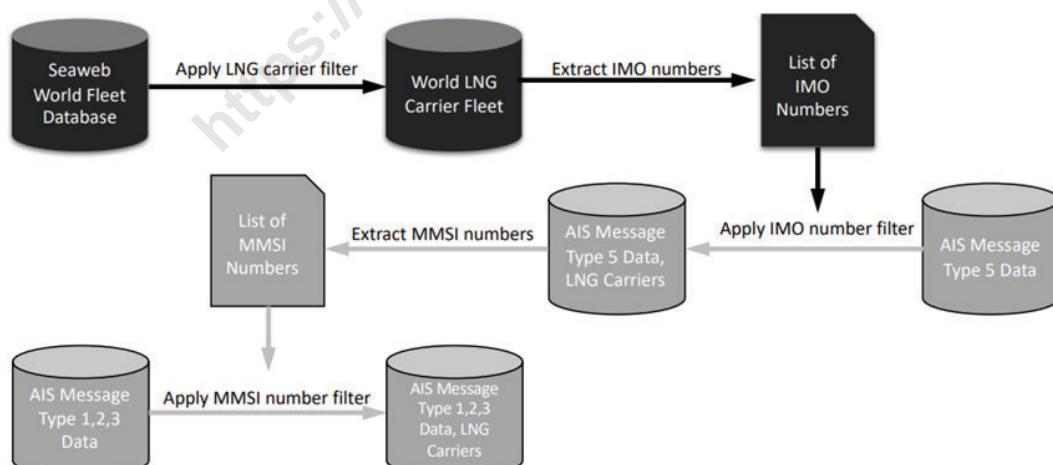
Data daftar kapal yang dimiliki oleh IHS Markit dan data AIS memiliki hubungan yang saling melengkapi dalam memberikan informasi terkait kapal dan aktivitasnya. IHS Markit menyediakan data terperinci mengenai kapal self-propelled dan kapal dagang bertonase 100 ton keatas yang mencakup lebih dari 200.000 kapal di seluruh dunia. Masing-masing entry pada data IHS mencakup informasi sebagai

berikut :

- Nomor IMO
- Nama Kapal
- Tipe Kapal
- Fasilitas dan Kapasitas Kargo
- Pembuat dan tanggal pembuatan kapal
- Pemilik dan Manager
- Registrasi, bendera, dan klasifikasi kapal
- Callsign dan Official Number
- Tonase (kapasitas muatan kapal)
- Dimensi (ukuran kapal)

Beberapa studi telah memanfaatkan data AIS dan IHS secara bersamaan, seperti penelitian yang dilakukan oleh IMF untuk mengestimasi alur perdagangan laut di Asia Pasifik. Untuk mengestimasi jumlah perdagangan yang dilakukan, diperlukan informasi terkait kapasitas muatan dan jenis kapal yang spesifik, informasi ini tidak terdapat pada dataset AIS sehingga dilakukan penggabungan antara data AIS dan data IHS dengan melakukan matching atau pencocokan unique identifier yaitu nomor IMO, nomor MMSI, dan nama kapal pada kedua dataset tersebut.

Sebuah penelitian juga pernah dilakukan untuk mengestimasi perdagangan *Liquified Natural Gas* (LNG) di Norwegia. Pada penelitian ini data IHS digunakan untuk memfilter data AIS agar hanya mencakup kapal yang mengangkut LNG. Pemfilteran dilakukan dengan mengekstrak nomor IMO dari semua kapal pengangkut LNG pada database IHS Markit, kemudian nomor IMO tersebut akan digunakan sebagai referensi untuk memfilter data AIS.



Gambar 6. Proses filter data AIS

Selain sistem pengkodean Statcode5 oleh IHS Markit yang digunakan untuk mengidentifikasi spesifikasi kapal, terdapat juga sistem pengkodean khusus untuk barang dan komoditas yang diangkut oleh kapal yang dikeluarkan oleh Organisasi Bea dan Cukai Dunia (WCO). Sistem ini disebut *Harmonized Commodity Description and Coding System* atau biasa disingkat sebagai kode HS. Kode ini terdiri dari 6 digit angka, di mana dua digit pertama merujuk pada bab kode HS, dua digit kedua merujuk pada heading di bab tersebut dan dua digit terakhir merujuk pada subheading. Sebagai contoh, kode HS “090220” berarti merujuk pada bab 09, yang

berisi tentang kopi teh dan rempah-rempah, angka "02" merujuk pada bagian di bab 9 yang khusus tentang teh, dan angka "20" merujuk pada bagian yang khusus membahas teh hijau yang tidak terfermentasi.

Beberapa studi telah mencoba menggunakan kode HS dalam analisis data AIS dan menghubungkannya dengan kode dari IHS Markit. Salah satunya adalah studi kasus oleh IMF (*International Monetary Fund*) yang membuat indeks yang mengestimasi volume perdagangan negara-negara di dunia yang dinamai Global Trade Intelligence Index (GTI). Salah satu pengembangan pada perhitungan indeks ini adalah dengan memetakan kode HS ke klasifikasi kapal oleh IHS sebagai pembobot pada masing-masing kapal.

Tabel 6. Pemetaan kode HS ke kelas kapal

Kelas Kapal (1)	Kode HS (2)
Dry Bulk	09-14, 17, 25-26, 27 (kecuali 2709-2711), 68, 72-81
Container / General Cargo	06, 18-24, 30-67, 69-71, 82-86, 87 (kecuali 8701-8705), 90-97
Oil & Chemicals	2709-2710, 28-29
Roll on / Roll off	8701-8705
LPG and LNG Tankers	2711
Foodstuff (selain Dry Bulk)	01-05, 07-08, 15-16

Dari pemetaan diatas, IMF tidak hanya menggunakan estimasi berat kargo dari kapal tersebut tetapi juga menambahkan berat dagangan suatu komoditas tertentu dari suatu negara yang diambil dari data COMTRADE. Sebagai contoh, kapal kelas dry bulk diasosiasikan dengan komoditas dengan kode 09, yaitu kopi teh dan rempah-rempah, maka dalam perhitungan indeks, estimasi berat muatan kapal tersebut adalah berat kargo kapal dry bulk ditambah berat dagangan kopi, teh, dan rempah-rempah dari suatu negara dalam periode waktu tertentu.





BAB III

PENGENALAN TOOLS UNTUK MENGOLAH DATA AIS

A. Pengenalan Spark

Apache Spark adalah platform pemrosesan data terdistribusi yang dirancang untuk memproses dan menganalisis data secara efisien dalam skala besar. Spark menyediakan cara cepat dan mudah untuk melakukan berbagai jenis operasi pada data, seperti transformasi, agregasi, dan analisis. Salah satu fitur utama Spark adalah kemampuannya untuk memproses data dalam mode *in-memory*, yang berarti data dijaga dalam memori komputer selama pemrosesan. Ini membuat Spark menjadi sangat cepat karena menghindari *overhead* dari proses pembacaan dan penulisan ke disk secara berulang.

Spark memiliki API untuk beberapa bahasa pemrograman seperti Python, Scala, Java, dan R, sehingga memungkinkan para developer dan data engineer untuk bekerja dengan bahasa yang mereka kuasai. Selain itu, Spark juga menyediakan pendekatan unified data processing, yang berarti kita dapat melakukan pemrosesan batch, pemrosesan aliran (*streaming*), pemrosesan SQL, dan pembelajaran mesin (*machine learning*) dalam satu platform. Hal ini dapat memudahkan sebuah tim dalam mengelola alur kerja dan mengintegrasikan berbagai tugas pemrosesan data. Dengan fitur-fitur ini, Spark menjadi solusi yang populer untuk mengatasi tantangan pemrosesan data skala besar dan pemrosesan data *real-time*. Spark sangat cocok untuk analisis big data, mengolah log data dari sistem *streaming*, melakukan analisis data interaktif, dan banyak lagi.



Sumber: Apache Spark Website

Gambar 7. Apache Spark

Apache Spark memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan sebelum memutuskan untuk menggunakan dalam proyek data Anda. Berikut adalah beberapa kelebihan Spark antara lain:

4. Kinerja cepat: Spark dirancang untuk kinerja yang tinggi dan dapat memproses data secara lebih cepat daripada solusi pemrosesan data tradisional, seperti Hadoop MapReduce.
5. Scalability (skalabilitas): Spark didesain untuk dapat beroperasi di atas kluster terdistribusi dengan ratusan atau bahkan ribuan node. Ini memungkinkan Spark untuk dengan mudah mengatasi volume data yang besar dan meningkatkan kapasitasnya seiring dengan pertumbuhan data.
6. Mudah digunakan: Spark menyediakan API yang ramah pengguna dalam bahasa pemrograman yang populer seperti Python, Scala, Java, dan R.
7. Dukungan untuk beragam sumber data: Spark dapat membaca dan menulis

data dari berbagai sumber, termasuk file CSV, JSON, Parquet, database JDBC, dan masih banyak lagi. Ini memberikan fleksibilitas dalam mengintegrasikan data dari berbagai sumber.

8. Pendekatan unified data processing: Spark menyatukan berbagai jenis pemrosesan data, seperti pemrosesan batch, aliran (*streaming*), SQL, dan pembelajaran mesin (*machine learning*), dalam satu platform.

Di sisi lain, Spark juga memiliki kekurangan antara lain:

1. Membutuhkan sumber daya yang cukup: Spark memerlukan jumlah sumber daya yang cukup besar untuk beroperasi dengan baik, terutama ketika memproses data dalam mode *in-memory*. Ini termasuk memori RAM yang cukup dan kapasitas penyimpanan yang memadai.
2. Kompleksitas konfigurasi: Konfigurasi Spark dapat menjadi rumit, terutama ketika berurusan dengan kluster besar. Menyesuaikan parameter dan sumber daya yang tepat dapat mempengaruhi performa secara signifikan.
3. Pemecahan masalah: Ketika terjadi kesalahan atau masalah di lingkungan yang terdistribusi, pemecahan masalah bisa menjadi lebih rumit daripada di lingkungan pemrosesan data single-node. Debugging di Spark membutuhkan pemahaman yang mendalam tentang platform dan teknologi yang digunakan.
4. Memerlukan memori yang cukup: Spark menggunakan model pemrosesan *in-memory*, yang berarti ia menyimpan sejumlah besar data di memori untuk meningkatkan kinerja. Jika data yang diolah sangat besar, ini dapat menyebabkan penggunaan memori yang tinggi.
5. Kompatibilitas dengan beberapa alat: Meskipun Spark kompatibel dengan berbagai format data, alat, dan sistem penyimpanan, kadang-kadang mungkin memerlukan penyesuaian tambahan untuk mengintegrasikan secara mulus dengan beberapa lingkungan yang lebih khusus.

Kesimpulannya, Spark adalah platform yang kuat dan efisien untuk pemrosesan data terdistribusi. Meskipun memiliki beberapa kekurangan, keuntungan yang ditawarkan, seperti kinerja yang cepat dan skalabilitas tinggi, membuatnya menjadi pilihan yang tepat untuk berbagai aplikasi pemrosesan data skala besar, salah satunya pemrosesan data AIS.

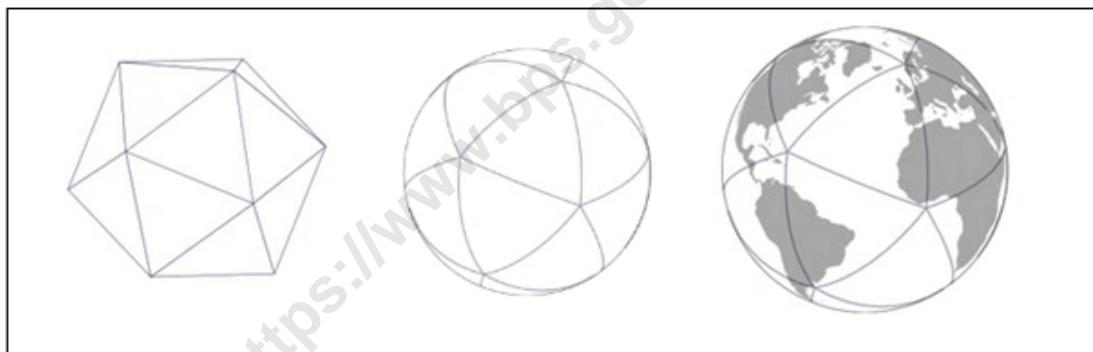
B. Pengenalan H3

H3 adalah sistem pengindeksan geospasial yang dikembangkan oleh perusahaan Uber secara open source dengan lisensi Apache 2. Sistem pengindeksan H3 ini membagi area atau kawasan permukaan bumi menjadi sel/grid heksagonal. Secara umum sistem pengindeksan muka bumi sangat penting dalam analisis data spasial yang besar, karena dengan membagi muka bumi menjadi sel yang dapat diidentifikasi akan memudahkan dan mempercepat proses binning ataupun penggabungan karena tidak perlu melakukan analisis dengan koordinat

PENGENALAN TOOLS UNTUK MENGOLAH DATA AIS

bumi secara langsung. Selain dari kemudahan dan kecepatan dalam melakukan analisis data spasial, H3 memiliki beberapa fitur dan keunggulan dalam desain pengindeksan yang digunakan sehingga menjadi pilihan karena dinilai cocok dalam pengolahan data AIS.

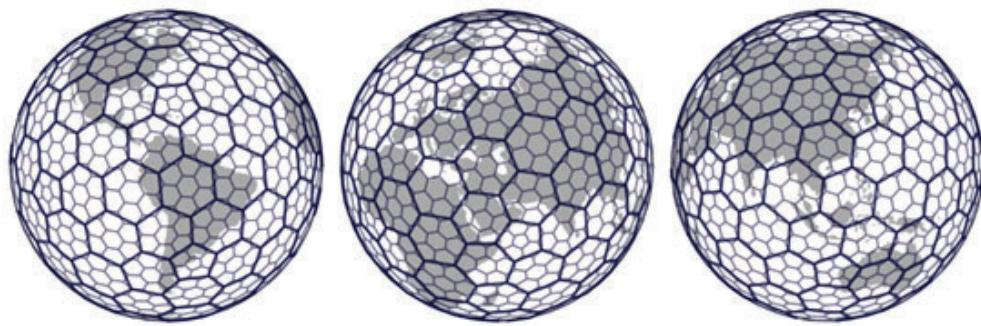
H3 dibuat untuk menggabungkan keuntungan dari sistem grid global berbentuk heksagonal dengan sistem indeks hierarkis. Sistem grid global tradisional memerlukan proyeksi peta dan lapisan grid, tetapi memiliki keterbatasan seperti distorsi ukuran dan hubungan tetangga yang kompleks dalam grid persegi. Untuk mengatasi masalah ini, H3 menggunakan proyeksi gnomonik yang berpusat pada wajah ikosahedron, menghasilkan sistem grid global diskrit geodesik. Heksagon digunakan sebagai bentuk sel dalam H3 karena mereka menyederhanakan analisis dan penghalusan. Grid H3 terdiri dari 122 sel dasar yang diletakkan di Bumi, dengan beberapa sel yang tumpang tindih di beberapa wajah. Dua belas pentagon diperkenalkan untuk membingkai sudut-sudut ikosahedron. H3 mendukung enam belas resolusi, dengan sel yang lebih halus hampir sepenuhnya terkandung dalam sel induk. Identifikasi yang dipotong memungkinkan indeks yang efisien dengan menemukan sel nenek pada resolusi yang lebih kasar, dengan distorsi bentuk yang tetap. Distorsi ini hanya terjadi saat pemotongan, dan indeks pada resolusi tertentu akurat.



Sumber: Blog Uber

Gambar 8. H3 menggunakan proyeksi gnomonik yang berpusat pada permukaan ikosahedron (kiri) untuk proyeksi peta H3, memproyeksikan Bumi sebagai ikosahedron bola (kanan)

Pengembangan H3 Spatial Grid dimulai sebagai respons terhadap kompleksitas dan volume besar data geospasial yang berkaitan dengan operasi transportasi dan pengiriman Uber. Sistem ini dirancang untuk mengatasi beberapa masalah, termasuk kebutuhan akan representasi data yang seragam, komputasi yang efisien, dan kemampuan pemetaan dengan tingkat presisi yang dapat disesuaikan.



Sumber: Blog Uber

Gambar 9. Gambaran Pembagian Grid H3

H3 bekerja dengan membagi permukaan bumi menjadi sel-sel heksagonal. Setiap sel heksagonal memiliki tingkat atau level yang berbeda. Level-level ini menciptakan hierarki yang memungkinkan pemetaan dengan presisi yang dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Berikut adalah level dalam H3 dan ukuran sel heksagonal yang berkaitan dengan level-level tersebut:

Tabel 7. Rata-rata Luas Area Grid H3 pada Setiap Level

Level (1)	Rata-rata Luas Hexagon (km ²) (2)	Luas Area Pentagon (km ²) (3)
0	4,357,449.416078381	2,562,182.162955496
1	609,788.441794133	328,434.586246469
2	86,801.780398997	44,930.898497879
3	12,393.434655088	6,315.472267516
4	1,770.347654491	896.582383141
5	252.903858182	127.785583023
6	36.129062164	18.238749548
7	5.161293360	2.604669397
8	0.737327598	0.372048038
9	0.105332513	0.053147195
10	0.015047502	0.007592318
11	0.002149643	0.001084609
12	0.000307092	0.000154944
13	0.000043870	0.000022135
14	0.000006267	0.000003162
15	0.000000895	0.000000452

Sistem indeks geospasial H3 sangat cocok untuk memproses data AIS (Automatic Identification System) karena beberapa alasan:

PENGENALAN TOOLS UNTUK MENGOLAH DATA AIS

1. Struktur Hirarkis: H3 dirancang dengan struktur heksagon hirarkis yang dapat mewakili permukaan Bumi pada berbagai tingkat granularitas. Struktur hirarkis ini bermanfaat untuk data AIS karena memungkinkan pengindeksan spasial yang efisien dan agregasi data pada skala yang berbeda. Data AIS dapat bervariasi dalam kepadatan, dan struktur hirarkis H3 dapat mengatasi area dengan kepadatan tinggi (misalnya, pelabuhan) dan area dengan kepadatan rendah (misalnya, laut terbuka) secara efektif.
2. Keseragaman Spasial: Heksagon H3 hampir sama luasnya, yang membantu memastikan keseragaman spasial. Dalam analisis data AIS, penting untuk mempertahankan unit spasial yang konsisten untuk analisis dan visualisasi. Heksagon H3 menyediakan keseragaman ini sambil beradaptasi dengan lingkungan Bumi.
3. Pendekatan Berbasis Grid: Data AIS sering perlu diproses secara berbasis grid. H3 menyediakan grid reguler heksagon yang dapat menyederhanakan query spasial dan perhitungan. Pendekatan berbasis grid ini memudahkan untuk melakukan penggabungan spasial, penyaringan, dan operasi agregasi pada data AIS.
4. Fleksibilitas Resolusi: H3 memungkinkan Anda memilih resolusi (ukuran heksagon) yang sesuai dengan kebutuhan analisis Anda. Anda dapat memilih resolusi yang lebih kasar untuk analisis spasial tingkat tinggi dan resolusi yang lebih halus untuk investigasi yang lebih detail. Fleksibilitas ini berharga ketika berurusan dengan data AIS yang mungkin memerlukan tingkat granularitas yang berbeda untuk tugas yang berbeda.
5. Geo-Indexing: H3 mencakup alat dan perpustakaan untuk pengindeksan geospasial dan optimasi query. Ini dapat secara signifikan mempercepat query spasial pada dataset besar, seperti data AIS, membuatnya lebih mudah untuk mengambil informasi yang relevan dengan efisien.
6. Cakupan Global: Heksagon H3 mencakup seluruh permukaan Bumi, termasuk area darat dan laut. Karena data AIS terutama berkaitan dengan lalu lintas maritim, cakupan global H3 sejalan dengan lingkup analisis data AIS.
7. Open Source dan Dukungan Komunitas: H3 adalah sumber terbuka dan memiliki komunitas pengguna dan kontributor yang aktif. Ini berarti ada sumber daya, library, dan dokumentasi yang tersedia untuk membantu Anda mengimplementasikan H3 dalam pipeline pemrosesan data AIS Anda.

Secara ringkas, sistem indeks geospasial H3 menawarkan solusi yang serbaguna dan efisien untuk memproses data AIS karena struktur hirarkinya, keseragaman spasial, pendekatan berbasis grid, fleksibilitas resolusi, cakupan global, dan dukungan komunitas. Ini menyederhanakan analisis spasial dan dapat meningkatkan kinerja tugas terkait data AIS.

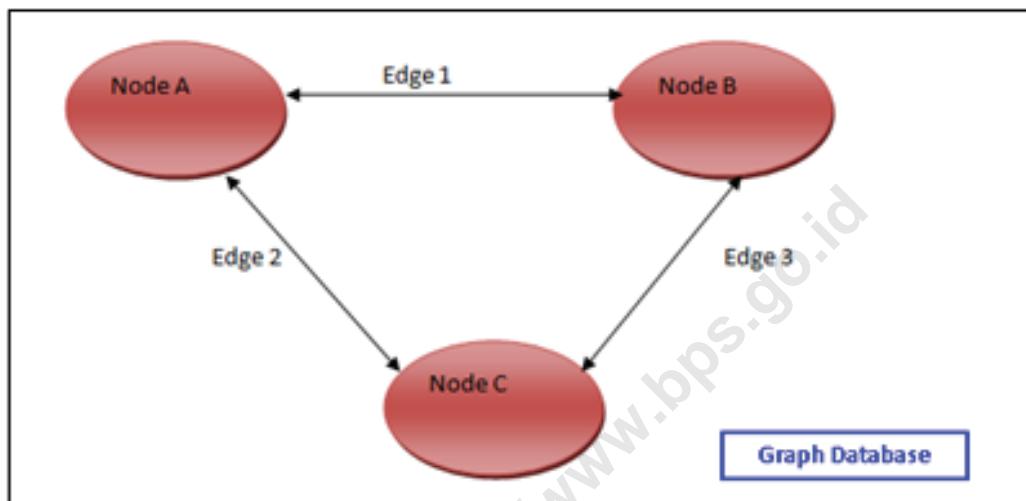
Selain itu, sistem indeks geospasial H3 memiliki berbagai aplikasi yang berkaitan dengan pemetaan, analisis geospasial, dan transportasi. Beberapa contoh penggunaan H3 Spatial Grid meliputi:

- Pemetaan dan Geocode: H3 memungkinkan geocode lokasi dengan presisi tinggi, yang dapat digunakan untuk pelacakan kendaraan, pengiriman, dan identifikasi lokasi pelanggan.
- Perutean: Dengan tingkat pemetaan yang dapat disesuaikan, H3 memungkinkan perutean yang lebih akurat dan optimal untuk kendaraan.
- Analisis Pola Transportasi: Dengan H3, Anda dapat menganalisis pola

- pergerakan dan kepadatan transportasi di berbagai tingkat resolusi.
- Optimisasi Operasional: Perusahaan transportasi dapat menggunakan H3 untuk mengoptimalkan operasi mereka, memahami dinamika lalu lintas, dan mengambil keputusan berdasarkan data geospasial yang akurat.

C. GraphDB

Graph Database (GraphDB) adalah jenis basis data yang dirancang khusus untuk menyimpan dan mengelola data dalam bentuk grafik. Grafik adalah struktur data yang terdiri dari simpul (node) yang terhubung oleh sisi (edge). Setiap simpul mewakili entitas, seperti orang, tempat, atau benda, sedangkan sisi mewakili hubungan atau interaksi antara entitas tersebut.



Sumber: GraphDB

Gambar 10. Gambaran Graph Database

Perbedaan utama antara GraphDB dengan basis data lainnya adalah kemampuannya untuk menyimpan dan mengakses data berdasarkan koneksi dan hubungan antar entitas, bukan hanya berdasarkan atribut individu. Ini membuat GraphDB sangat efisien untuk menganalisis data yang memiliki banyak interaksi dan keterhubungan, seperti jaringan sosial, rekomendasi produk, analisis jaringan, dan sebagainya, termasuk data AIS.

Berikut beberapa kelebihan dari GraphDB:

1. Model data yang fleksibel: GraphDB dapat mengakomodasi berbagai jenis data dan relasi yang kompleks dengan mudah. Ia memungkinkan untuk mewakili data dengan cara yang paling sesuai dengan struktur hubungannya.
2. Performa yang tinggi untuk pertanyaan terkait hubungan: GraphDB menawarkan kinerja yang sangat baik untuk pertanyaan terkait hubungan antara entitas. Ini membuatnya sangat efisien dalam menganalisis grafik besar dengan banyak sambungan.
3. Pencarian cepat: Dalam GraphDB, pencarian berbasis indeks memungkinkan akses cepat ke simpul dan sisi, sehingga mengurangi kompleksitas dan meningkatkan kecepatan pencarian.
4. Pembaruan efisien: GraphDB memungkinkan pembaruan yang cepat dan efisien pada grafik besar tanpa mempengaruhi kinerja keseluruhan sistem.

PENGENALAN TOOLS UNTUK MENGOLAH DATA AIS

5. Analisis data yang mendalam: Dalam GraphDB, Anda dapat menggunakan algoritma grafik canggih untuk melakukan analisis dan mendapatkan wawasan yang lebih dalam tentang koneksi dan pola data.

Disisi lain beberapa kekurangan dari GraphDB antara lain:

1. Tidak cocok untuk semua jenis data: GraphDB paling sesuai untuk data yang memiliki banyak hubungan dan interaksi antar entitas. Namun, ia mungkin tidak efisien untuk menyimpan data yang berstruktur sederhana atau data yang tidak memiliki banyak keterhubungan.
2. Kompleksitas pengelolaan data: Pengelolaan basis data grafik bisa menjadi rumit karena perlu mempertahankan konsistensi referensi antar simpul dan sisi.
3. Skalabilitas horizontal terbatas: Beberapa sistem GraphDB memiliki batasan dalam skalabilitas horizontalnya, yang berarti mereka mungkin menghadapi kendala ketika berhadapan dengan grafik besar yang harus dipecah menjadi beberapa node.

GraphDB digunakan dalam berbagai bidang dan aplikasi. Beberapa contoh penggunaan seperti di platform media sosial misalnya, GraphDB sangat cocok untuk merepresentasikan jaringan sosial dengan simpul sebagai pengguna dan sisi sebagai hubungan pertemanan. Di bidang e-commerce atau aplikasi hiburan menggunakan GraphDB untuk menganalisis preferensi pengguna dan merekomendasikan produk atau konten yang relevan. Di bidang sains, GraphDB membantu menganalisis interaksi molekul dalam biologi, model kecenderungan dan pola dalam data sosial dan ekonomi, dan banyak lagi.

Beberapa platform yang dapat digunakan untuk menggunakan GraphDB antara lain seperti:

- Neo4j: Neo4j adalah salah satu platform GraphDB yang paling populer dengan dukungan API yang kaya dan performa tinggi. Ia banyak digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk media sosial, rekomendasi, dan analisis jaringan.
- Amazon Neptune: Amazon Neptune adalah layanan GraphDB yang dikelola oleh AWS, yang memungkinkan Anda dengan mudah membuat dan mengelola basis data grafik di cloud.
- JanusGraph: JanusGraph adalah platform GraphDB yang mendukung skala besar dengan dukungan untuk berbagai backend penyimpanan data, termasuk Apache Cassandra dan HBase.
- OrientDB: OrientDB adalah platform GraphDB yang menggabungkan basis data grafik dan basis data dokumen dalam satu sistem. Ia dapat digunakan untuk berbagai jenis aplikasi, termasuk jejaring sosial, analisis data, dan manajemen konten.
- AllegroGraph: AllegroGraph adalah platform GraphDB yang fokus pada analisis data semantik dan kecerdasan buatan. Ia banyak digunakan dalam aplikasi intelelegensi bisnis dan penambangan data.

Kesimpulannya, Graph Database (GraphDB) adalah jenis basis data yang kuat dan efisien untuk merepresentasikan dan mengelola data dalam bentuk grafik. Ia memiliki keunggulan dalam performa, analisis data yang mendalam, dan kemampuan untuk merepresentasikan hubungan kompleks. Meskipun memiliki beberapa kekurangan dan kompleksitas dalam pengelolaan data, GraphDB adalah pilihan yang tepat untuk berbagai aplikasi yang melibatkan data dengan banyak interaksi dan hubungan antar entitas seperti data AIS.

1. Neo4J

Neo4j adalah salah satu platform Graph Database (GraphDB) yang paling populer dan terkemuka. Ia dikembangkan oleh perusahaan asal Amerika Serikat bernama Neo4j, Inc., dan dirilis pertama kali pada tahun 2007. Neo4j menyediakan lingkungan yang kuat dan efisien untuk menyimpan, mengelola, dan menganalisis data dalam bentuk grafik. Grafik yang diwakili oleh Neo4j terdiri dari simpul (node) yang merepresentasikan entitas dan sisi (edge) yang mewakili hubungan antara entitas.

Kelebihan Neo4j:

1. Performa yang cepat: Neo4j dirancang untuk memberikan performa yang sangat cepat dalam menganalisis dan menjelajahi data grafik. Ia menggunakan struktur indeks yang efisien dan algoritma pencarian yang canggih untuk memastikan respons yang cepat bahkan pada grafik besar dengan banyak koneksi.
2. Skalabilitas tinggi: Neo4j mendukung skalabilitas horizontal, yang berarti dapat dengan mudah menambahkan lebih banyak node ke kluster untuk meningkatkan kapasitas dan kinerja sistem saat data tumbuh.
3. Model data yang fleksibel: Neo4j memungkinkan untuk dengan mudah mewakili data dan hubungan yang kompleks dengan menggunakan node dan edge. Ia mendukung atribut pada node dan edge, sehingga data dapat diatur secara lebih terstruktur.
4. Bahasa pemrograman: Neo4j menyediakan antarmuka dengan bahasa pemrograman seperti Java, Python, JavaScript, dan banyak lagi. Ini memungkinkan para developer untuk berintegrasi dengan mudah dan menggunakan Neo4j dalam lingkungan yang sesuai dengan pilihan mereka.
5. Komunitas besar dan dukungan aktif: Neo4j memiliki komunitas yang besar dan aktif, dengan dukungan yang kuat dari pengguna dan kontributor di seluruh dunia.

Kekurangan Neo4j:

1. Konsumsi memori yang tinggi: Meskipun Neo4j menyediakan performa yang cepat, Neo4j juga membutuhkan konsumsi memori yang cukup tinggi, terutama ketika berurusan dengan grafik besar. Hal ini dapat menjadi kendala pada sistem dengan sumber daya terbatas.
2. Biaya lisensi: Neo4j memiliki edisi komersial yang memerlukan lisensi berbayar untuk digunakan dalam produksi. Meskipun Neo4j juga menyediakan edisi komunitas yang gratis, beberapa fitur dan dukungan tambahan mungkin tidak tersedia di edisi gratis.

Penyimpanan bentuk grafik yang menggambarkan hubungan antar entitas inilah yang kemudian membuat Neo4j kemudian cocok digunakan sebagai sarana penyimpanan dan pengolahan data AIS. Data AIS dapat direpresentasikan dengan hubungan antar pelabuhan, sebagai node, yang dihubungkan dengan perjalanan kapal antar pelabuhan tersebut, sebagai edge. Representasi ini akan mudah diimplementasikan menggunakan Neo4j.



BAB IV

PENGOLAHAN DATA AIS

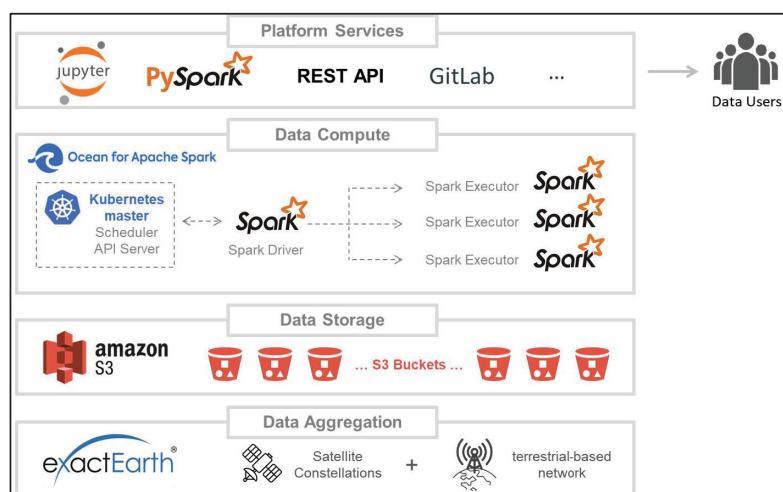
A. Tata Cara Akuisisi Data AIS

Dewasa ini, penyediaan data yang bersumber dari AIS sudah mengalami perkembangan baik dari sisi efektivitas dan efisiensi waktu. Tidak hanya itu, biaya yang dikeluarkan untuk mendapatkan dan mengolah data AIS juga terbilang ramah terhadap pengguna karena terdapat penyedia data yang telah menyiapkan platform bersifat open source atau melayani permintaan data. Untuk pembahasan pada bagian ini akan difokuskan pada dua penyedia data AIS meliputi United Nations via United Nation Global Platform (UNGP) yang disediakan dan dikelola oleh UN Statistics Division of DESA serta pemerintah Indonesia via Kementerian Perhubungan Republik Indonesia (Kemenhub RI).

1. Via UNGP

UNGP merupakan ekosistem berbasis layanan cloud yang penyediaannya dilatarbelakangi oleh pengembangan statistik resmi di berbagai negara menggunakan sumber data dan metode inovatif serta untuk melengkapi indikator-indikator dalam *Sustainable Development Goals* (SDGs). Platform ini bersifat kolaboratif yang artinya setiap pengguna dapat bekerja, belajar, dan berbagi pengetahuan secara bersama-sama selaku komunitas statistik global. Seiring berjalannya waktu, UNGP telah menjadi platform yang dapat diandalkan karena beracuan pada empat pilar, yaitu mitra terpercaya, data terpercaya, metode terpercaya, dan pengetahuan terpercaya yang dibuktikan dengan tercapainya kolaborasi serta peer review dan persetujuan terhadap semua proyek yang dihasilkan melalui platform ini. Selain itu, platform ini menyediakan berbagai tools, data, metode bahkan algoritma yang cukup lengkap sehingga terjadi peningkatan jumlah pengguna dari seluruh dunia yang berkolaborasi untuk memenuhi kebutuhan data statistiknya masing-masing.

Selaku platform yang bersifat kolaboratif, UNGP menggunakan Amazon Web Service (AWS) untuk AIS dalam penyediaan *cloud environment*. Layanan cloud ini memungkinkan akses ke JupyterHub dan GitLab melalui web. Terlebih lagi, pemanfaatan Spot API memperluas kesempatan pengguna untuk menggunakan tools lainnya seperti VScode atau Google Collab. Bahkan, layanan ini mendukung cukup banyak bahasa pemrograman seperti Python, R, dan bahasa pemrograman lainnya. Dalam penyediaan data, salah satunya data AIS, layanan ini menyimpan data dalam S3 buckets yang dapat dikueri oleh pengguna. Mengenai arsitektur UNGP secara lengkap dapat dilihat melalui gambar berikut.



Gambar 11. Arsitektur UNGP

Arsitektur UNGP di atas memang terlihat kompleks, namun dalam penerapannya akan sangat mempermudah segala aktivitas pengolahan oleh pengguna. Fitur-fitur yang disediakan cukup lengkap sehingga pengguna dapat menyesuaikan kebutuhannya. Dalam penerapannya untuk akuisisi data AIS, pengguna harus mengikuti beberapa tahapan, meliputi pemerolehan izin akses, pengaksesan token API, dan koding melalui Jupyterlab. Setiap tahapan tersebut akan dijelaskan satu per satu sebagai berikut.

3. Pemerolehan Izin Akses UNGP

Pengguna yang ingin memanfaatkan fitur-fitur UNGP harus mengikuti prosedur untuk mendapatkan hak akses terlebih dahulu. Adapun prosedur pemerolehan hak akses terdiri dari langkah-langkah berikut.

c. Pengajuan Izin Akses

Pengajuan izin akses dilakukan melalui pengiriman surat elektronik ke support@officialstatistics.org. Isi pesan menyesuaikan maksud dan tujuan pengguna dalam mengakses data AIS melalui UNGP. Pengajuan dilakukan menggunakan email resmi instansi.

Dear the UN Global Platform Team,

Good Morning,
My name is [REDACTED], from BPS Statistics Indonesia. Through this email, I would like to apply for permission to be able to access data to the AIS Data Platform. Please inform me what steps should I take to gain access to the data.
Thank you in advance.

Best Regards,

[REDACTED]
Badan Pusat Statistik (Statistics Indonesia)

Gambar 12. Contoh Isi Pesan Pengajuan Izin Akses UNGP

d. Penerimaan Tiket Antrian

Tiket antrian diperoleh setelah pengguna mengirim pengajuan izin akses melalui email. Tiket antrian ini menunjukkan bahwa email telah diterima oleh pihak UN dan masih menunggu untuk diberikan respon.

Thank you for your support request! We are tracking your request as ticket #51, and will respond as soon as we can.

—
[Unsubscribe](#)

Gambar 13. Contoh Email Tiket Antrian Izin Akses UNGP

e. Penerimaan Email Balasan

Pesan dari email balasan berisi informasi mengenai izin akses yang telah diberikan dan password untuk mengakses UNGP.

Dear [REDACTED],

We have created your UNGP AIS user account (JupyterHub). For administrative purposes, may we request you to fill out the form at: <https://forms.office.com/r/0k1QBZunKe>.

You should receive an email shortly to set your password and verify your address. The main page login page is <https://id.officialstatistics.org>. Your credentials also give you access to the code service, <https://code.officialstatistics.org/> our internal Gitlab collaboration environment.

You will need an API key to access the environment. For this purpose, you will also receive a separate email from the Spot team (@spot.io) to set your password. This will give you access to the Spot console where you can generate your API key, monitor your jobs and their performance. The link to the Spot console page is <https://console.spotinst.com/spt/auth/signIn>.

A self-paced AIS Introductory Course is available at: <https://learning.officialstatistics.org/course/view.php?id=84> and a user onboarding session on 1 July 2021 video recording is available here: <https://www.youtube.com/watch?v=KgG7LWXxgpA>

Some useful links to get started with UNGP AIS (UNGP AIS Gitlab - Login Required):

- For information on UNGP Jupyter Hub and GitLab, please refer to the user guide at: <https://code.officialstatistics.org/trade-task-team-phase-1/samplecode/-/wikis/home>
- Getting Started with Ocean Spark: <https://code.officialstatistics.org/trade-task-team-phase-1/samplecode/-/wikis/2.-Getting-Started-to-Ocean-Spark> (UNGP AIS Gitlab - login required)
- AIS package in Gitlab: <https://code.officialstatistics.org/trade-task-team-phase-1/ais>.
- Basic Sample Code: <https://code.officialstatistics.org/trade-task-team-phase-1/samplecode>
- Advanced Sample Code: <https://code.officialstatistics.org/trade-task-team-phase-1/dubai-expo>

For any further support and questions, please join the UNGP Discord channel #location-service at: <https://discord.gg/3XtmWkRFUx> or email support@officialstatistics.org.

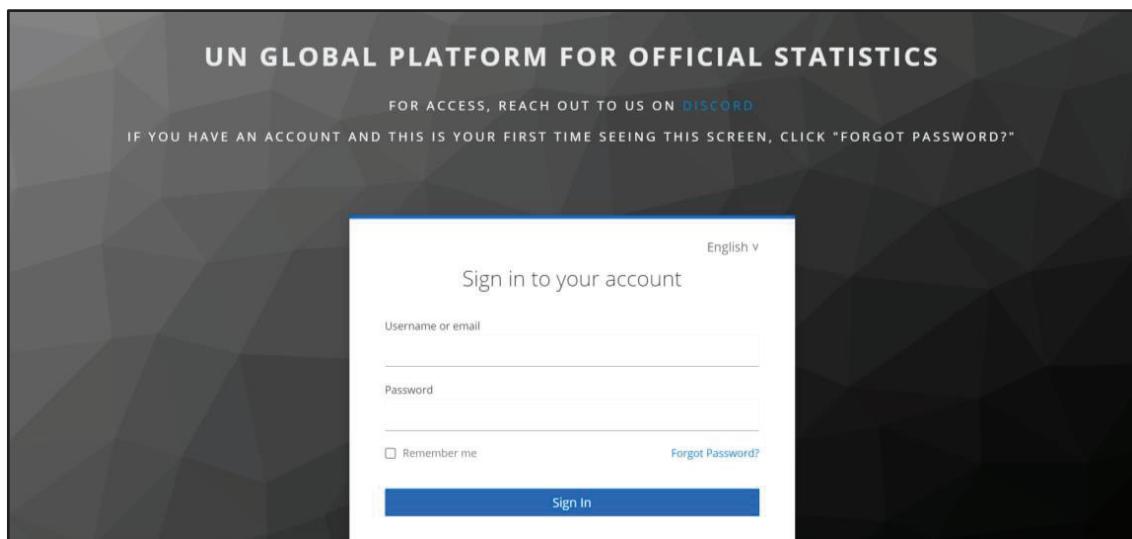
Kind regards,
Melissa

Gambar 14. Contoh Email Balasan Izin Akses UNGP

Jika email yang memuat password tidak diterima, kemungkinan ada permasalahan pada email resmi instansi yang digunakan untuk mendapatkan izin akses. Pengguna disarankan membalsas email dengan melampirkan email alternatif (gmail) untuk memperoleh izin akses UNGP.

f. Pengaksesan UNGP

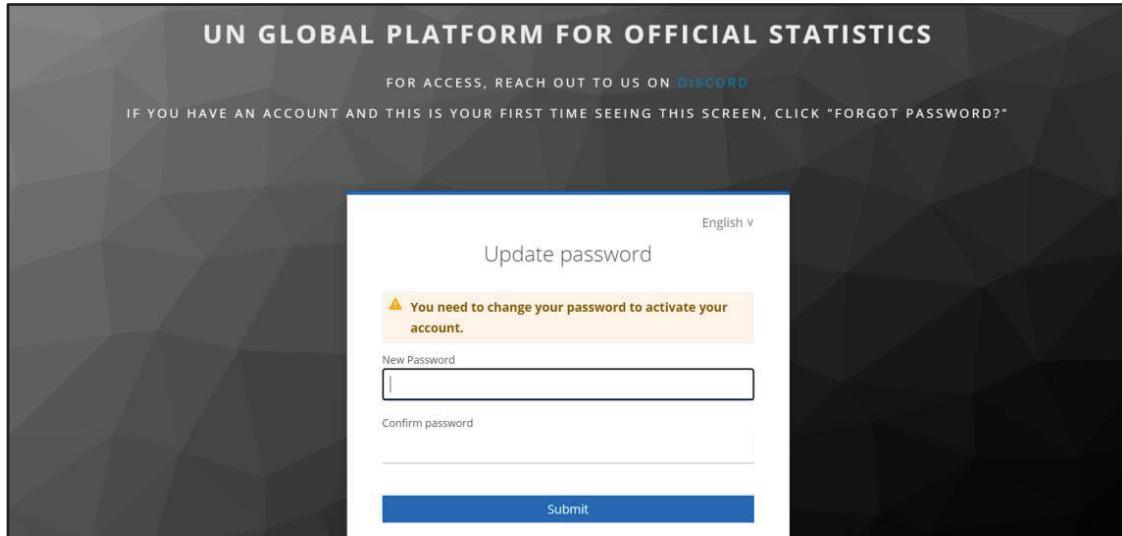
UNGP diakses melalui id.officialstatistics.org. Pada halaman web ini, pengguna harus melakukan sign in terlebih dahulu. Email yang diisi pada formulir adalah email resmi instansi, sedangkan password yang digunakan adalah password sementara yang dikirimkan melalui email.



Gambar 15. Halaman Login pada UNGP

g. Pembaruan Password

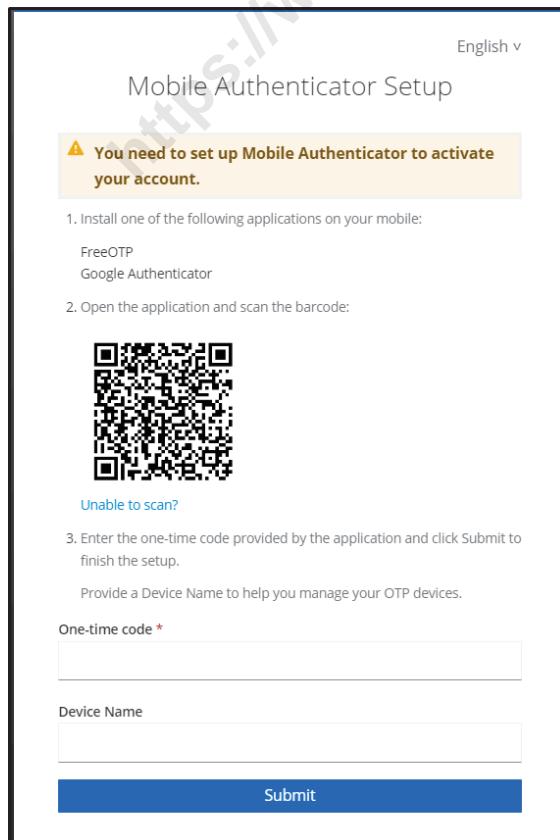
Pengguna diwajibkan untuk mengganti password setelah berhasil sign in. Hal ini bertujuan untuk aktivasi dan meningkatkan keamanan akun serta mempermudah pengguna.



Gambar 16. Halaman Pembaruan Password pada UNGP

h. Autentikasi Akun UNGP

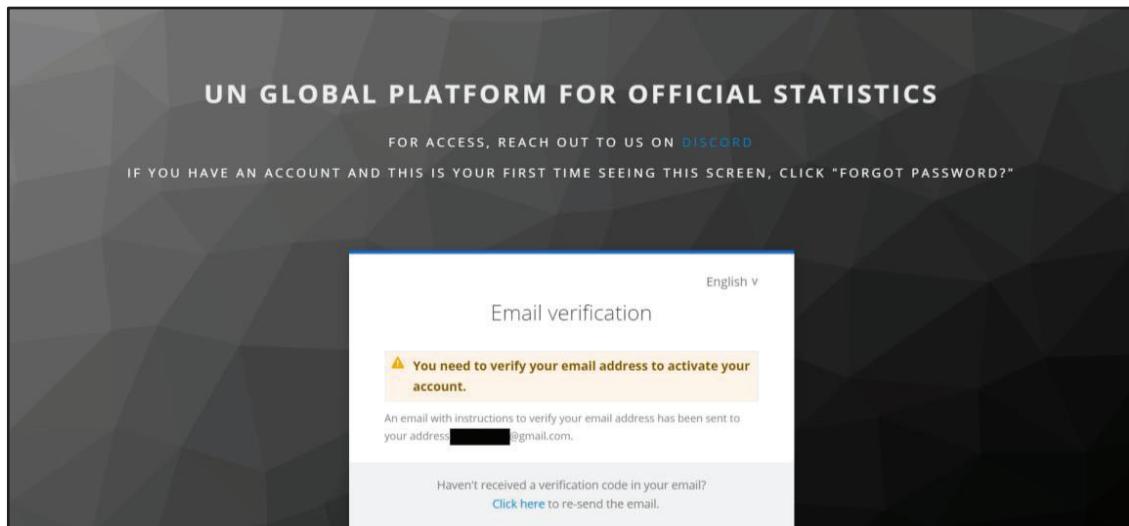
Sebelum berhasil masuk ke UNGP, pengguna diwajibkan melakukan autentikasi. Salah satu cara untuk melakukan autentikasi adalah menarik kode autentikasi melalui FreeOTP atau Google Authenticator yang telah dipasang pada gawai pengguna.



Gambar 17. Halaman Autentikasi Akun pada UNGP

i. Verifikasi Email dan Aktivasi Akun

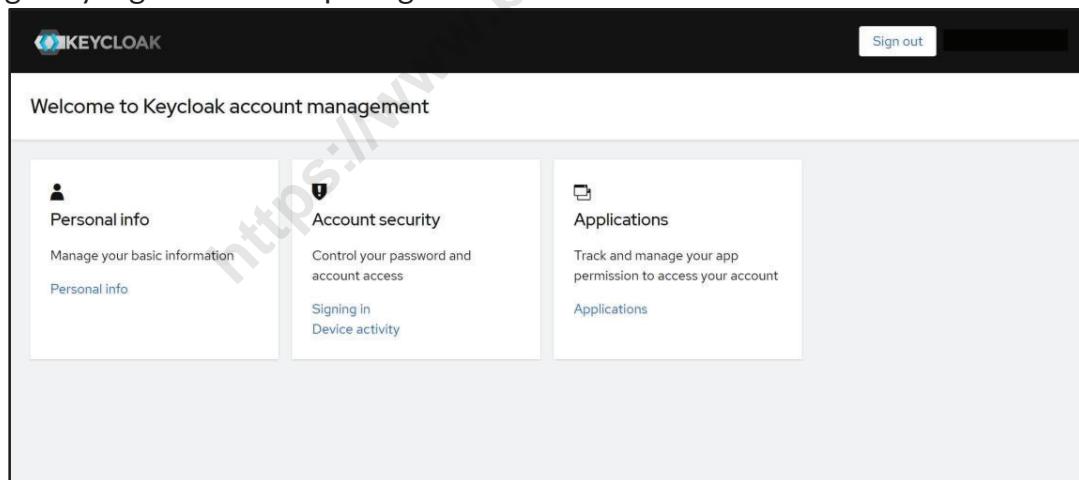
Sebagai tahap akhir dari proses sign in ke UNGP, pengguna diharuskan melakukan verifikasi melalui email untuk mengaktifkan akun.



Gambar 18. Halaman Pemberitahuan Verifikasi Email pada UNGP

j. Hak Akses Berhasil Diperoleh

Tanda bahwa pengguna berhasil mendapatkan hak akses adalah suksesnya proses sign in yang dilakukan seperti gambar berikut.



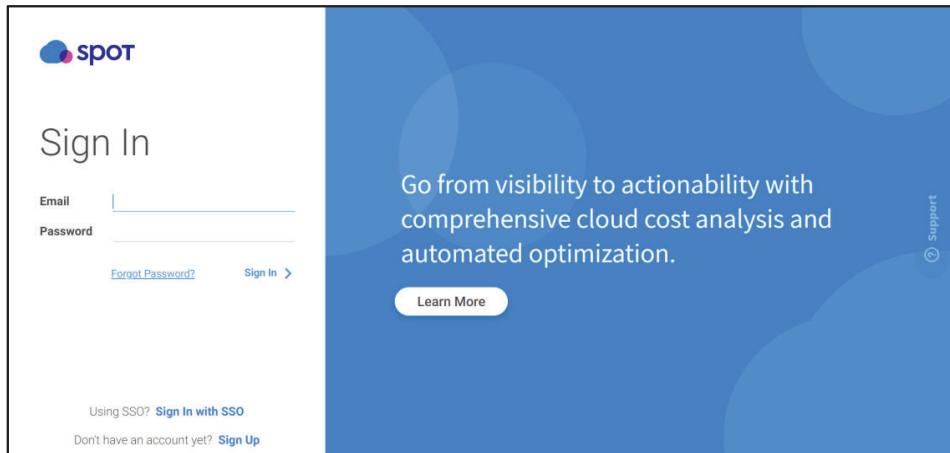
Gambar 19. Tampilan Berhasil Sign In ke UNGP

4. Pengaksesan Token API

Setelah pengguna berhasil memperoleh izin akses, tahap selanjutnya adalah pengaksesan Token API. Nantinya, token API akan digunakan untuk mengakses Jupyterlab. Adapun prosedur pengaksesan token API terdiri dari langkah-langkah berikut.

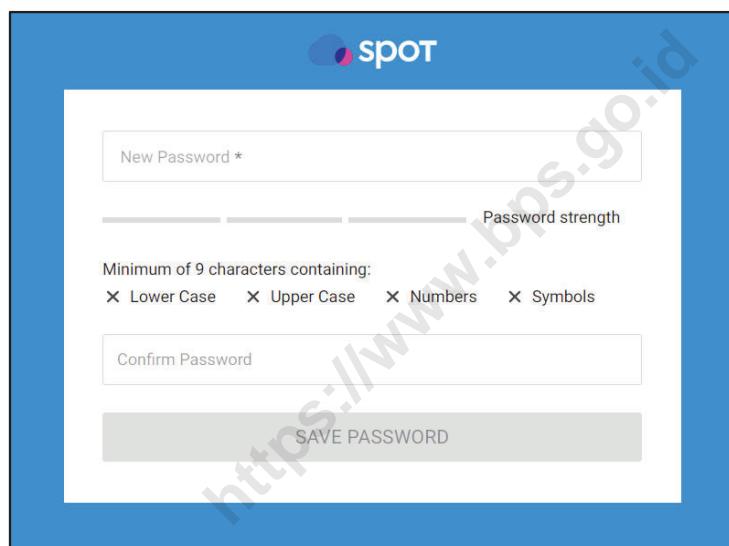
a. Sign In ke Spot

Spot diakses melalui tautan <https://console.spotinst.com/>. Namun, pengguna diharuskan melakukan ganti password melalui fitur forgot password terlebih dahulu.



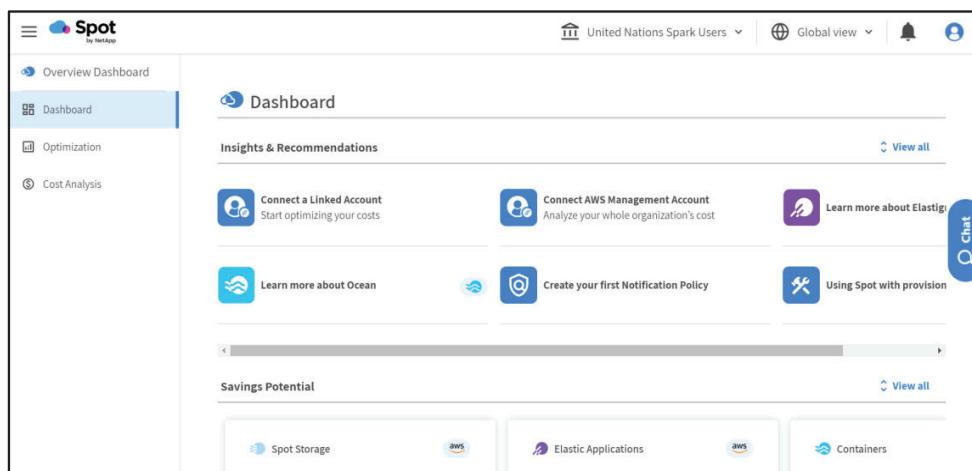
Gambar 20. Halaman Sign In pada Spot

Setelah itu, pengguna akan memperoleh email yang mengarah ke pembaruan password. Password baru harus terdiri dari 9 karakter serta memuat huruf kecil, huruf kapital, nomor, dan simbol.



Gambar 21. Halaman Sign In pada Spot

Kemudian, pengguna dapat melakukan sign in menggunakan password baru. Jika pengguna berhasil, tampilan spot akan seperti berikut.

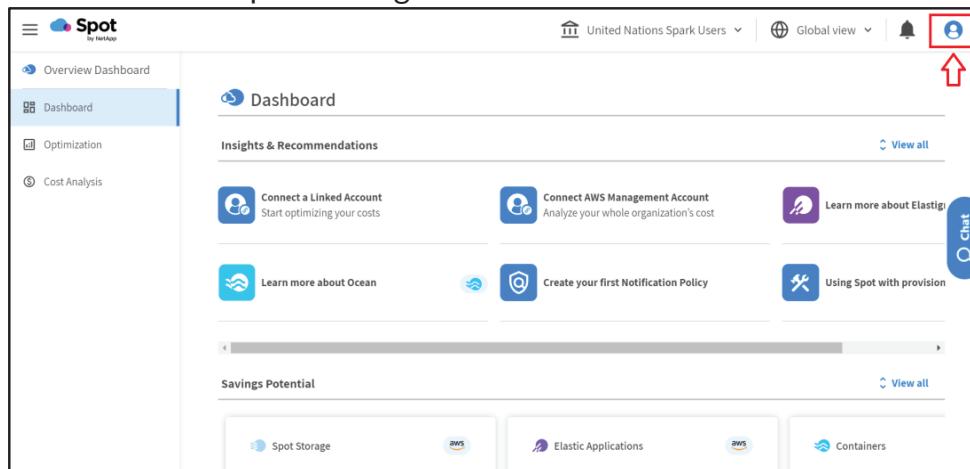


Gambar 22. Tampilan Berhasil Sign In ke Spot

b. Generate Token API

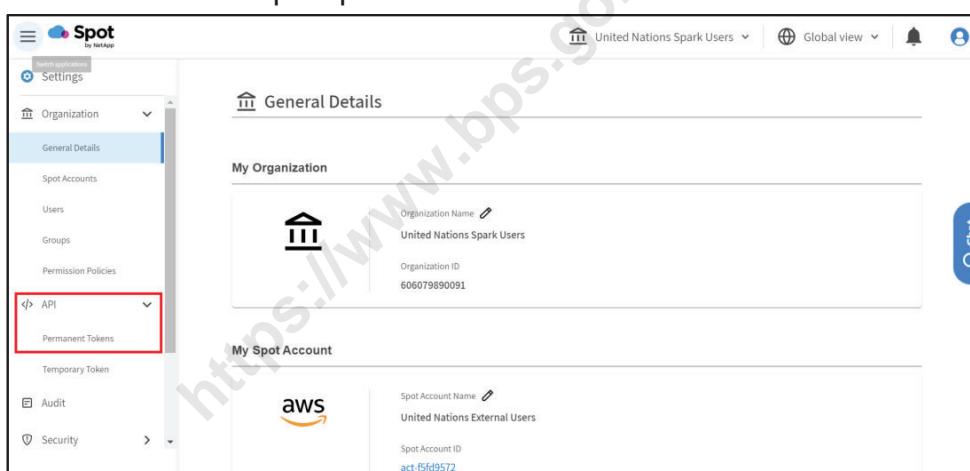
Pengguna dapat memperoleh token API setelah berhasil sign in. Generate token API dapat dilakukan dengan cara berikut ini.

1) Klik ikon akun dan pilih setting



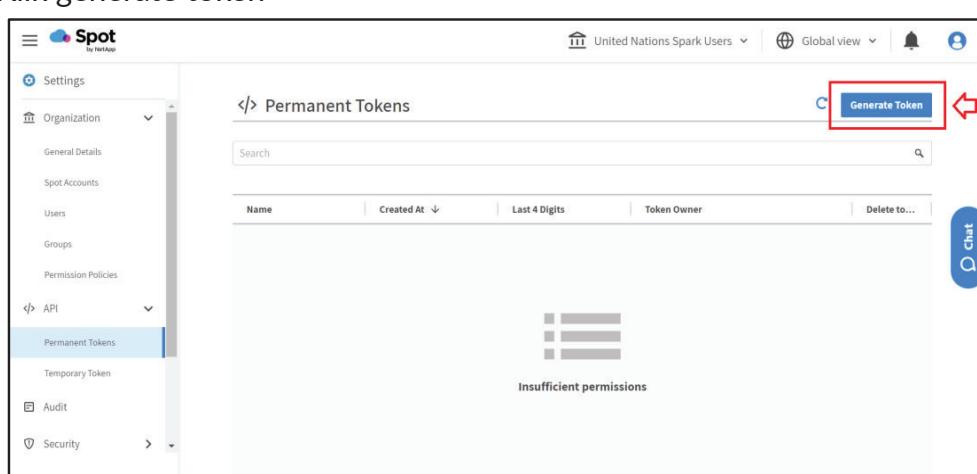
Gambar 23. Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 1

2) Klik sidebar API dan pilih permanent tokens



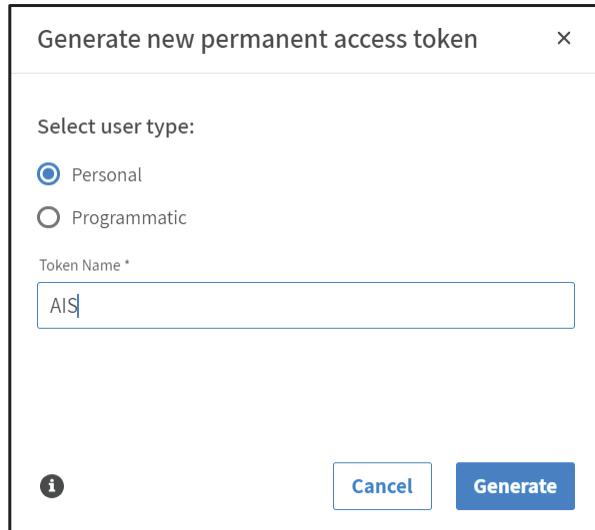
Gambar 24. Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 2

3) Klik generate token



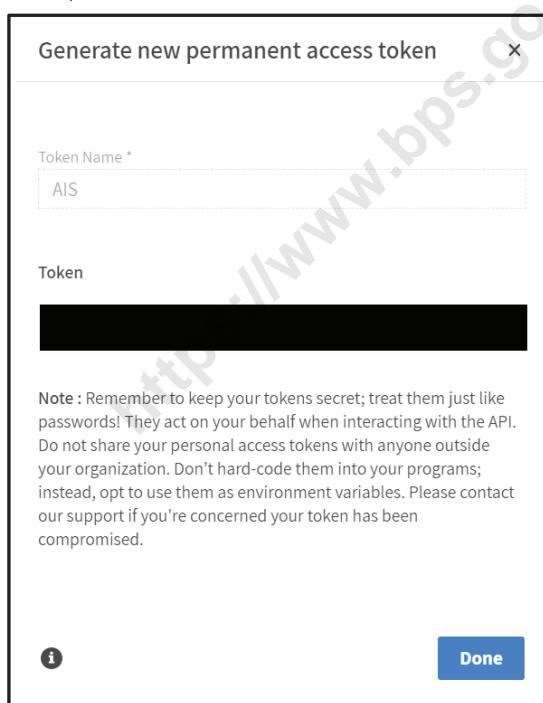
Gambar 25. Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 3

4) Klik tipe personal dan isikan nama token



Gambar 26. Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 4

5) Token berhasil diperoleh, klik done



Gambar 27. Tampilan Spot untuk Generate Token API Step 5

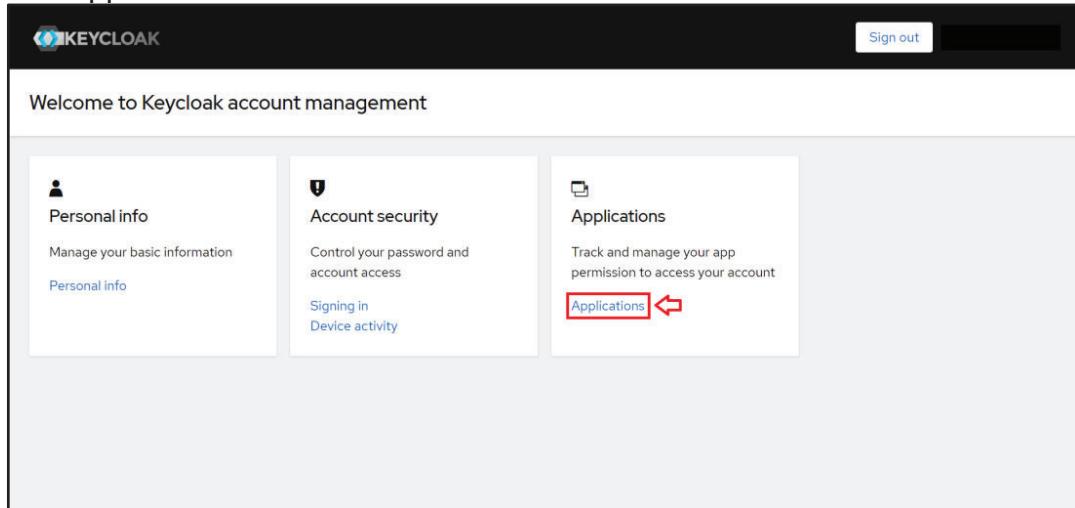
5. Koding melalui Jupyterlab

Setelah berhasil melakukan sign in dan generate token API, pengguna dapat melakukan akuisisi data AIS dengan cara koding melalui Jupyterlab. Adapun cara akses Jupyterlab dan koding untuk kueri data AIS mengikuti langkah-langkah berikut.

a. Akses Jupyterlab

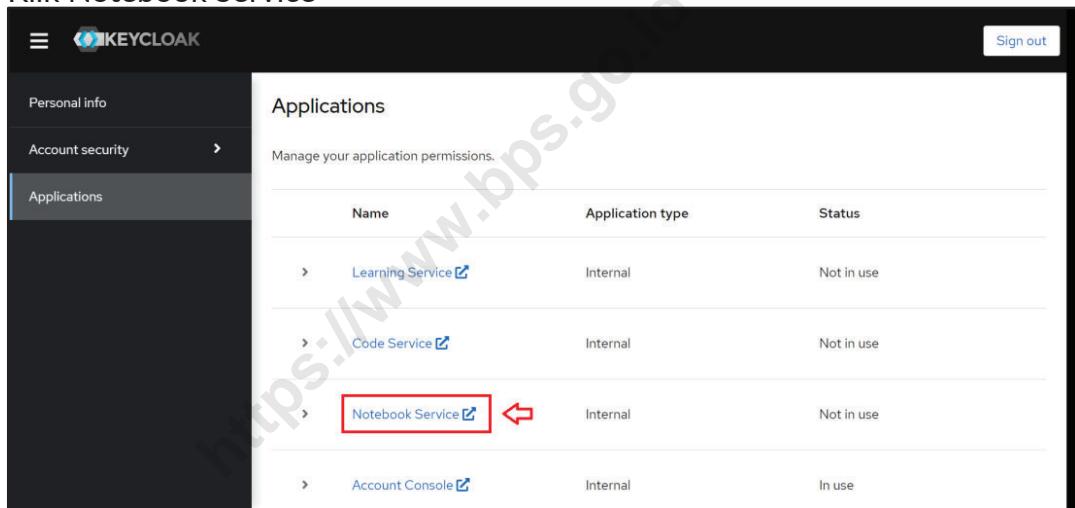
Jupyterlab diakses melalui UNGP atau tautan web id.officialstatistics.org. Setelah berhasil sign in ke UNGP, ikutilah prosedur berikut ini.

1) Klik Applications



Gambar 28. Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 1

2) Klik Notebook Service



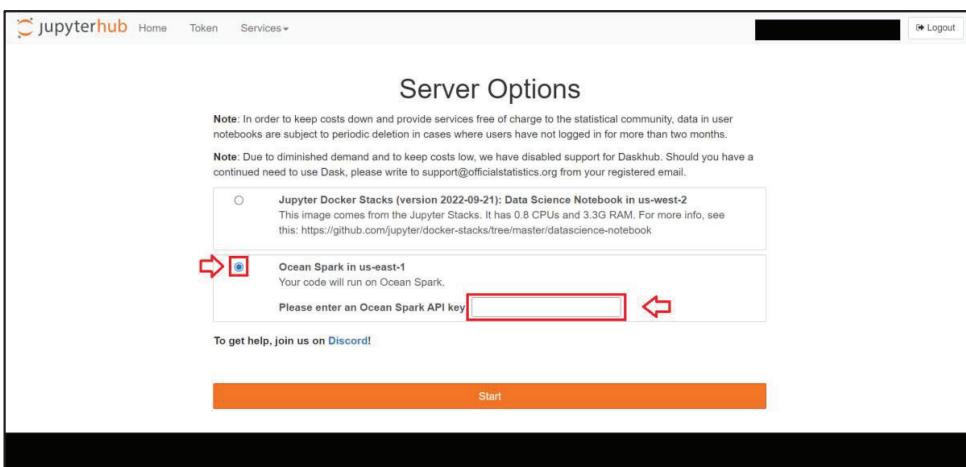
Gambar 29. Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 2

3) Klik Sign in with OAuth 2.0



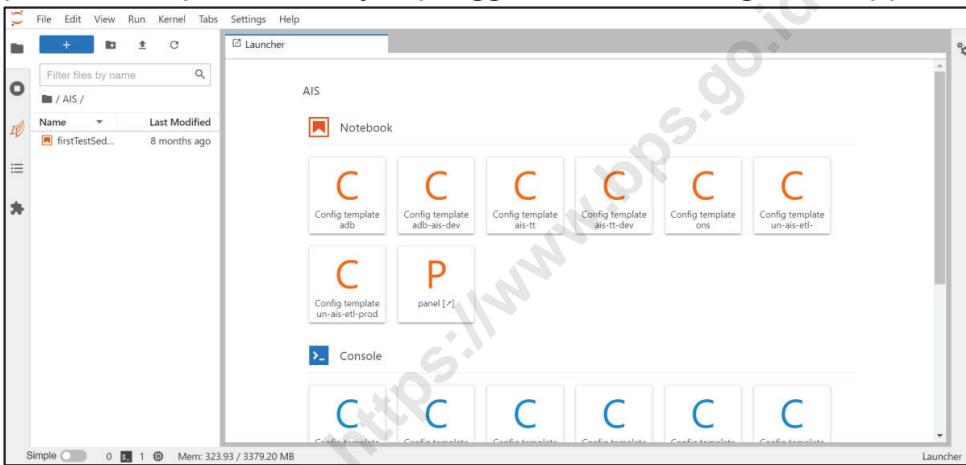
Gambar 30. Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 3

- 4) Klik Ocean Spark in us-east-1 dan masukkan token API yang telah berhasil di-generate sebelumnya. Kemudian, klik Start.



Gambar 31. Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 4

- 5) Tampilan akan seperti berikut jika pengguna berhasil mengakses Jupyterlab.

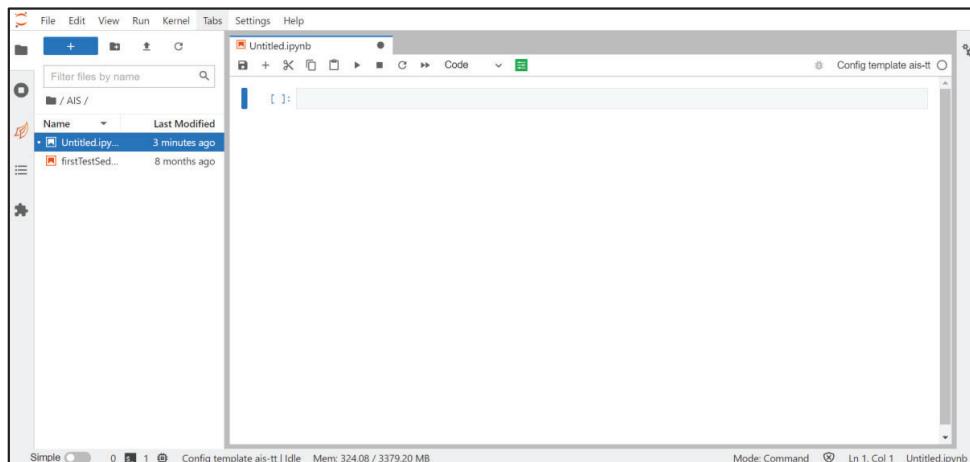


Gambar 32. Tampilan UNGP untuk Akses Jupyterlab Step 5

b. Kueri Data AIS

Ketika sudah berhasil mengakses Jupyterlab, selanjutnya proses koding untuk kueri data dapat dilakukan. Proses kueri data mengikuti prosedur berikut ini.

- 1) Buka Jupyterlab dan klik notebook Config template ais-tt. Tunggu beberapa menit hingga kernel berstatus siap



Gambar 33. Tampilan Notebook pada Jupyterlab

2) Impor beberapa library yang digunakan untuk mengakses GIT

Kode:

```
import sys
import subprocess
```

Gambar 34. Kode untuk Impor Library untuk Mengakses GIT

3) Mengakses GIT

Kode:

```
GITLAB_USER = "read_aistt"
GITLAB_TOKEN = "J1KK8tArfyXB6dZVFcWN"
git_package = f"git+https://{{GITLAB_USER}}:{{GITLAB_TOKEN}}@code.officialstatistics.org/trade-task-team-phase-1/ais.git"

std_out = subprocess.run([sys.executable, "-m", "pip", "install", git_package], capture_output=True, text=True).stdout
print(std_out)

GITLAB_USER = 'ml_group_read_only'
GITLAB_TOKEN = 'eac7ZwiseRdeLwmBsrsm'

git_package = f"git+https://{{GITLAB_USER}}:{{GITLAB_TOKEN}}@code.officialstatistics.org/mlpolygonsalgorithm/ml-group-polygons.git"

std_out = subprocess.run([sys.executable, "-m", "pip", "install", git_package], capture_output=True, text=True).stdout
print(std_out)
```

Gambar 35. Kode untuk Mengakses GIT

4) Impor beberapa library yang digunakan untuk kueri data AIS

Kode:

```
from ais import functions as af
from uncece_ais import uncece_ais as un
import geopandas as gpd
import matplotlib.pyplot as plt
import h3
from shapely.geometry import Polygon
from shapely.ops import transform
from datetime import datetime
from collections import defaultdict
import numpy as np
import pandas as pd
```

Gambar 36. Kode untuk Impor Library untuk Kueri Data AIS

5) Inisiasi daftar lokasi

Daftar lokasi berisi informasi mengenai nama pelabuhan, negara, serta koordinat lintang dan bujur

Kode:

```
data =[['TANJUNG PRIOK', 'ID', -6.09555908325112, 106.88231304125446]]  
df = pd.DataFrame(data, columns=['PORT_NAME', 'COUNTRY', 'LATITUDE', 'LONGITUDE'])  
df
```

Gambar 37. Kode untuk Inisiasi Daftar Lokasi

6) Membentuk heksagon dari indeks H3

Kode:

```
set_of_indices = set()  
  
for index, row in df.iterrows():  
    lat = row['LATITUDE']  
    lng = row['LONGITUDE']  
    k_ring = un.k_ring(un.get_h3_index(lat,lng,5),k=2)  
    set_of_indices.update(k_ring)  
  
the_h3_list = []  
  
for element in set_of_indices:  
    H3_int = h3.string_to_h3(element)  
    the_h3_list.append(H3_int)
```

Gambar 38. Kode untuk Membentuk Heksagon dari Indeks H3

7) Impor Sedona dan PySpark

Sedona merupakan sistem komputasi klaster yang digunakan untuk memproses data spasial skala besar. Sedangkan, PySpark merupakan kerangka kerja untuk pemrosesan data secara terdistribusi.

Kode:

```
import sedona.sql  
from sedona.register import SedonaRegistrar  
from sedona.utils import SedonaKryoRegistrar, KryoSerializer  
from sedona.core.SpatialRDD import PolygonRDD, PointRDD  
from sedona.core.enums import FileDataSplitter  
  
import pyspark.sql.functions as F  
import pyspark.sql.types as pst  
from pyspark import StorageLevel  
from pyspark.sql import SparkSession
```

Gambar 39. Kode untuk Impor Sedona dan PySpark

8) Membangun spark session, registrasi, dan penentuan rentang waktu pengumpulan data

Kode:

```
spark = SparkSession. \  
    builder. \  
        appName('MLGroup_Demonstration'). \  
        config("spark.serializer", KryoSerializer.getName()). \  
        config("spark.kryo.registrator", SedonaKryoRegistrar.getName()). \  
        config('spark.jars.packages'). \  
        config("spark.sql.parquet.enableVectorizedReader", "false"). \  
        getOrCreate()  
  
SedonaRegistrar.registerAll(spark)  
  
start_date = datetime.fromisoformat("2022-12-01")  
end_date = datetime.fromisoformat("2022-12-31")
```

Gambar 40. Kode untuk Membangun Spark Session, Registrasi, dan Rentang Waktu Data

9) Menarik data menggunakan fungsi get_ais()

Kode:

```
ais_sample=af.get_ais(spark,start_date,
                     end_date = end_date,
                     h3_list = the_h3_list)
```

Gambar 41. Kode untuk Menarik Data AIS

10) Menampilkan hasil penarikan data

Kode:

```
ais_sample.show(vertical=True)
```

Gambar 42. Kode untuk Menampilkan Data AIS

-RECORD 0-		-RECORD 1-		-RECORD 2-	
H3_int_index_5	601442784989151231	H3_int_index_5	601442784989151231	H3_int_index_5	601442784989151231
message_type	18	message_type	18	message_type	18
mmsi	312595000	mmsi	312595000	mmsi	312595000
dt_insert_utc	2022-12-03 01:02:18	dt_insert_utc	2022-12-03 01:50:20	dt_insert_utc	2022-12-03 00:14:17
longitude	106.79197333	longitude	106.79197333	longitude	106.79197333
latitude	-6.09627333	latitude	-6.09627167	latitude	-6.096285
imo	null	imo	null	imo	null
vessel_name	PLATINUM SEEKER	vessel_name	PLATINUM SEEKER	vessel_name	PLATINUM SEEKER
callsign	V3GE3	callsign	V3GE3	callsign	V3GE3
vessel_type	Pleasure Craft	vessel_type	Pleasure Craft	vessel_type	Pleasure Craft
vessel_type_code	37	vessel_type_code	37	vessel_type_code	37
vessel_type_cargo	null	vessel_type_cargo	null	vessel_type_cargo	null
vessel_class	B	vessel_class	B	vessel_class	B
length	20.0	length	20.0	length	20.0
width	4.0	width	4.0	width	4.0
flag_country	Belize	flag_country	Belize	flag_country	Belize
flag_code	312	flag_code	312	flag_code	312
destination	null	destination	null	destination	null
eta	2460	eta	2460	eta	2460
draught	0.0	draught	0.0	draught	0.0
sog	0.0	sog	0.0	sog	0.0
cog	310.1	cog	324.6	cog	310.1
rot	0.0	rot	0.0	rot	0.0
heading	0.0	heading	0.0	heading	0.0
nav_status	Unknown	nav_status	Unknown	nav_status	Unknown
nav_status_code	16	nav_status_code	16	nav_status_code	16
source	T-AIS	source	T-AIS	source	T-AIS
dt_pos_utc	2022-12-03 01:02:14	dt_pos_utc	2022-12-03 01:50:16	dt_pos_utc	2022-12-03 00:14:14
dt_static_utc	2022-12-03 00:44:32	dt_static_utc	2022-12-03 01:38:32	dt_static_utc	2022-12-03 00:08:34
vessel_type_main	null	vessel_type_main	null	vessel_type_main	null
vessel_type_sub	null	vessel_type_sub	null	vessel_type_sub	null
eeid	5121403468889838136	eeid	5121403468889838136	eeid	5121403468889838136
source_filename	s3://ungp-ais-da...	source_filename	s3://ungp-ais-da...	source_filename	s3://ungp-ais-da...
H3index_0	808dfffffffffffff	H3index_0	808dfffffffffffff	H3index_0	808dfffffffffffff
H3_int_index_0	578958842721730559	H3_int_index_0	578958842721730559	H3_int_index_0	578958842721730559
H3_int_index_1	583431656023523327	H3_int_index_1	583431656023523327	H3_int_index_1	583431656023523327
H3_int_index_2	587932506871824383	H3_int_index_2	587932506871824383	H3_int_index_2	587932506871824383
H3_int_index_3	592435625462857727	H3_int_index_3	592435625462857727	H3_int_index_3	592435625462857727
H3_int_index_4	596939198730489855	H3_int_index_4	596939198730489855	H3_int_index_4	596939198730489855
H3_int_index_6	605946383945433887	H3_int_index_6	605946383945433887	H3_int_index_6	605946383945433887
H3_int_index_7	610449983539249151	H3_int_index_7	610449983539249151	H3_int_index_7	610449983539249151
H3_int_index_8	614953583156133887	H3_int_index_8	614953583156133887	H3_int_index_8	614953583156133887
H3_int_index_9	619457182782980095	H3_int_index_9	619457182782980095	H3_int_index_9	619457182782980095
H3_int_index_10	623960782410285055	H3_int_index_10	623960782410285055	H3_int_index_10	623960782410285055
H3_int_index_11	628464382037635071	H3_int_index_11	628464382037635071	H3_int_index_11	628464382037635071
H3_int_index_12	632967981665004831	H3_int_index_12	632967981665004831	H3_int_index_12	632967981665004831
H3_int_index_13	637471581292374463	H3_int_index_13	637471581292374463	H3_int_index_13	637471581292374463
H3_int_index_14	641975180919744927	H3_int_index_14	641975180919744927	H3_int_index_14	641975180919744927
H3_int_index_15	646478780547115421	H3_int_index_15	646478780547115421	H3_int_index_15	646478780547115395

Gambar 43. Sampel Data AIS

2. Via Kemenhub RI

Kemenhub RI merupakan salah satu organisasi pemerintahan yang berfokus pada urusan bidang transportasi. Khusus transportasi laut, Kemenhub RI memiliki Direktorat Jenderal Perhubungan Laut (Ditjen Hubla) yang mempunyai tugas merumuskan serta melaksanakan kebijakan dan standardisasi teknis di bidang perhubungan laut.

Berkaitan dengan AIS, beberapa Peraturan Menteri Perhubungan mewajibkan kapal untuk memasang, mengaktifkan dan memberikan informasi yang benar melalui AIS. Hal ini bertujuan agar segala aktivitas perkapalan dapat diamati dan dijalankan dengan optimal, seperti evaluasi desain rute pelayaran, analisis kemungkinan terjadinya kecelakaan kapal, dan pengawasan aktivitas ilegal.

Demi tercapainya optimalisasi aktivitas perkapalan, Ditjen Hubla memantau AIS melalui data yang berhasil ditangkap melalui AIS base station yang tersebar di seluruh Indonesia sebanyak 131 unit. Setelah dipantau dan dimanfaatkan, data yang berhasil ditangkap juga akan disimpan hingga batas waktu tertentu. Data yang disimpan dapat diakses oleh pengguna data melalui pengajuan permintaan data ke Ditjen Hubla. Adapun pengajuan dilakukan dalam bentuk surat permohonan data yang memuat tujuan dan detail informasi yang ingin diperoleh. Berikut ini merupakan contoh hasil permohonan data berupa data mentah dan hasil tabulasi data AIS yang bersumber dari Ditjen Hubla Kemenhub RI.

```
\c:1683698959,sm:5251111111*6D\!BSVDM,1,1,,B,17ldlDoP00WaA;qtPJ8N4?vL2@8J,0*31
\c:1683698959,sm:5251111111*6D\!BSVDM,1,1,,A,H7luk41@:pL59D@6015>3SP0000,2*2A
\c:1683698960,sm:5251111111*67\!BSVDM,1,1,,B,17lj?ea00B7a>g;tPNH7eUtN0@8b,0*44
\c:1683698960,sm:5251111111*67\!BSVDM,1,1,,B,17lcbs8P00Wa>6StQM5FnwvL24hT,0*23
\c:1683698960,sm:5251111111*67\!BSVDM,1,1,,A,17ld1h5P087aBiCtPJafOvL0000,0*6D
\c:1683698960,sm:5251111111*67\!BSVDM,1,1,,B,17m3vmKP00WaVlqtPl>qjOvH0@8f,0*0E
\c:1683698960,sm:5251111111*67\!BSVDM,1,1,,B,17mrLO`P@PWaAKgtPmvUQI1p0p8h,0*7B
\c:1683698960,sm:5251111111*67\!BSVDM,1,1,,A,15EDNp002b7aFWUtVBk0N0LN04hT,0*39
\c:1683698960,sm:5251111111*67\!BSVDM,1,1,,A,17lupg@P00WaH2atPJFVhgvL24hT,0*7B
```

Gambar 44. Data Mentah AIS dari Ditjen Hubla Kemenhub RI

Data mentah AIS yang tertampil di atas diperoleh oleh Ditjen Hubla dari perangkat AIS. Strukturnya menggunakan format data NMEA 0183. Sedangkan, hasil tabulasi data AIS memiliki bentuk seperti gambar di bawah ini. Hasil tabulasi data AIS tersebut termuat dalam aplikasi Indonesian Integrated Monitoring System on Navigation (I-Motion) yang dibangun oleh Direktorat Kenavigasian Ditjen Hubla Kemenhub RI.

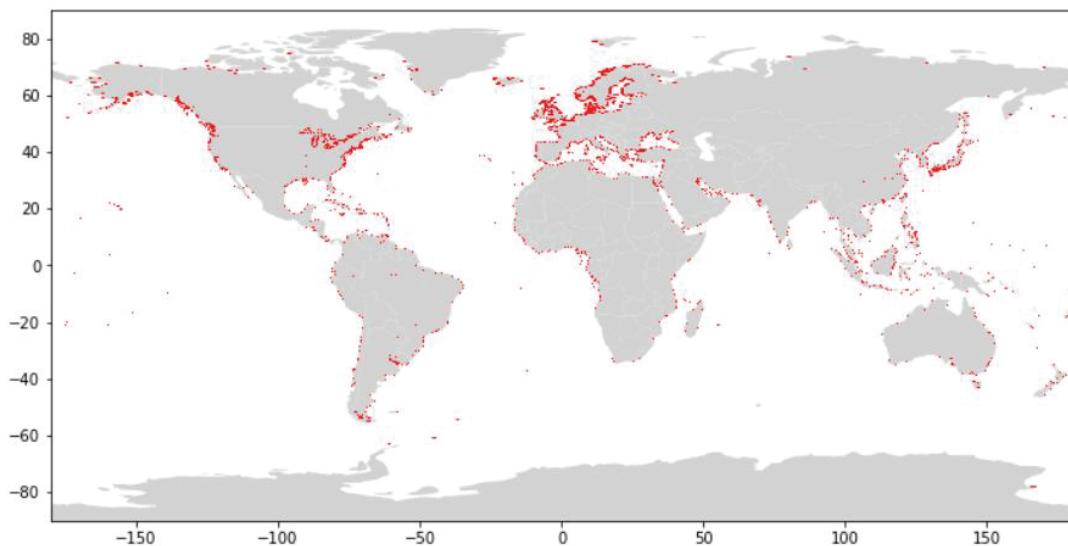
mmsi	name	callsign	shipType	flag	time detected	longitude detected	latitude detected
248302000	HANJIN BUENOS AIRES	9HA2308	Dry Cargo	Malta	09-05-2023 00:00	106.9196167	-6.096408333
253651000	DEVON EXPRESS	LXDB	Dry Cargo	Luxembourg	09-05-2023 00:00	106.8562533	-5.734341667
352001655	INFINITY BLUE	3E2683	Dry Cargo	Panama (Republic of)	09-05-2023 16:06	106.9166783	-5.663496667
352001656	ETG UBUNTU	3E2684	Dry Cargo	Panama (Republic of)	09-05-2023 09:26	107.172675	-5.69554

Gambar 45. Data Sampel AIS dari Ditjen Hubla Kemenhub RI

B. Pendefinisian Pelabuhan

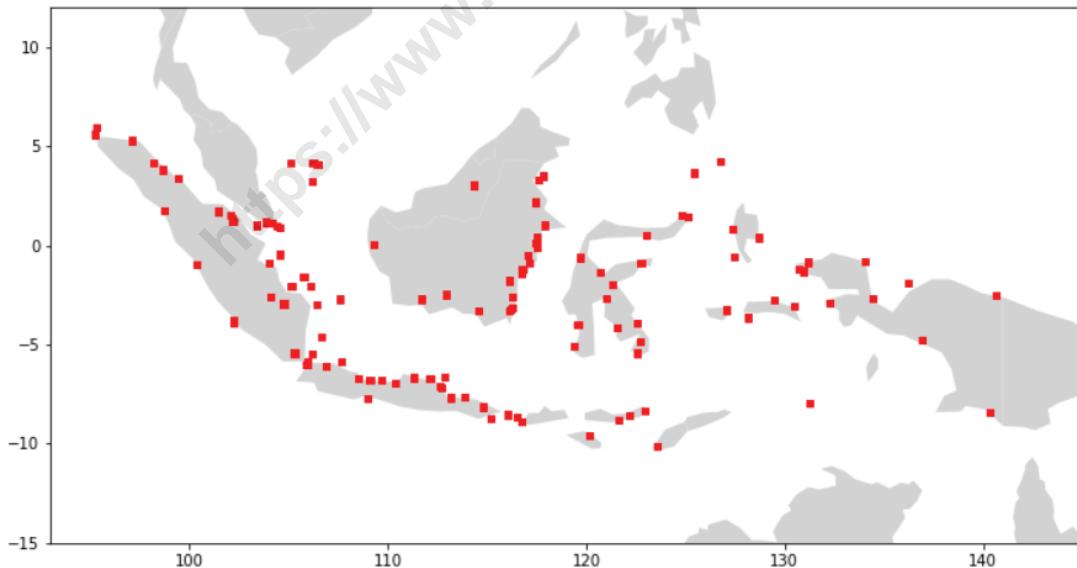
Poligon Pelabuhan merupakan salah satu hal yang penting dalam pengolahan data AIS. Poligon Pelabuhan digunakan untuk menghasilkan statistik pelabuhan misalnya kunjungan pelabuhan, pola berlabuh, dll. Tidak ada standar yang ada untuk menghasilkan poligon pada tingkat detail mikro yang dibutuhkan oleh sebagian besar aplikasi.

Data terkait pelabuhan dapat di dapatkan dari berbagai sumber, salah satu dari sumber yang banyak digunakan di UNGP adalah World Port Index (WPI). WPI (Pub15) berisi lokasi dan karakteristik fisik, serta fasilitas dan layanan yang ditawarkan oleh pelabuhan dan terminal utama di seluruh dunia. Setiap pelabuhan diberi nomor secara geografis. Keterangan lebih lanjut terkait WPI dapat diakses melalui link berikut <https://msi.nga.mil/Publications/WPI>.



Gambar 46. World Port menurut WPI

Berdasarkan data WPI, jumlah pelabuhan yang ada di Indonesia adalah sebanyak 123 pelabuhan.



Gambar 47. Pelabuhan Negara Indonesia menurut WPI

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Perhubungan memiliki Daftar Pelabuhan yang melayani angkutan laut, yang dapat diakses melalui link <https://simpel.dephub.go.id/outerapp>. Jumlah pelabuhan menurut KP. 432 Tahun 2017 Kementerian Perhubungan adalah sebanyak 639 pelabuhan.



Gambar 48. Pelabuhan di Indonesia menurut Kementerian Perhubungan

Berdasarkan kedua data tersebut, ada perbedaan jumlah pelabuhan. Dalam analisis pelabuhan, masing-masing pengguna dapat merujuk ke sumber data yang diinginkan. Terdapat beberapa pendekatan algoritma/metode untuk menghasilkan poligon pelabuhan. Pada publikasi ini akan di paparkan adopsi metode pendefinisian pelabuhan seperti yang telah dilakukan oleh UN ML Group (UNECE-ML-2022 AIS group) yang di inisiasi oleh Justin McGurk dan Gabriel Fuentes. Code ini juga telah di sempurnakan dalam AIS Cooked Book oleh Inkyung dari UNECE.

Pada proyek ini digunakan data titik pelabuhan dari WPI. Bounding Box sekitar 12 mil dari titik yang disediakan dalam WPI. Bounding Boxes dibuat dari geographic buffer, menggunakan Dynamic Equal Distance projection. Data bounding box ini dibuat untuk digunakan pada kelompok belajar ML UN-ECE Machine learning Group 2022 project yang dapat dilihat pada link <https://unstats.un.org/bigdata/task-teams/ais/index.cshtml>.

```
gitlab_un_token=GITLAB_TOKEN # recycle the one for install of packages?
the_id = xxx

# get the port polygons
the_path = 'Version2_BoundingBoxes/csv_WKT/wpi_12nm_bounding_box_port.csv'
pd_ports = af.get_file_gitlab(token= gitlab_un_token, project_id=the_id
, file_path=the_path)

pd_ports = pd_ports.assign(geometry=gpd.GeoSeries.from_wkt(pd_ports['geom_WKT']))
pd_ports=gpd.GeoDataFrame(pd_ports,geometry="geometry")

pd_jakarta = pd_ports.loc[pd_ports.PORT_NAME=="JAKARTA"]

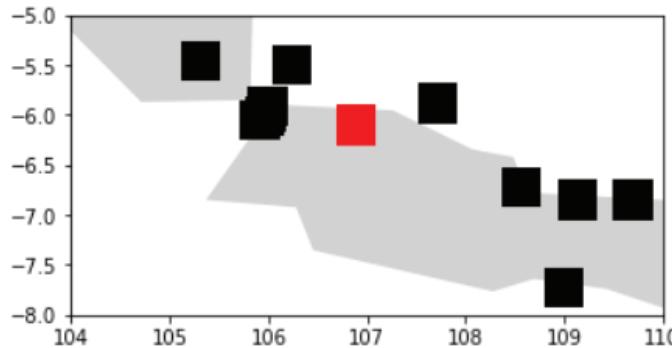
fig, (ax2, ax3)= plt.subplots(1,2,figsize=(8,6))

countries.to_crs(epsg=4326).plot(ax=ax2, color='lightgrey')
pd_ports.plot(ax=ax2, color='red')
ax2.set_xlim(90, 150)
ax2.set_ylim(-10, 20)

countries.to_crs(epsg=4326).plot(ax=ax3, color='lightgrey')
pd_ports.plot(ax=ax3, color='black')
pd_jakarta.plot(ax=ax3, color='red')
ax3.set_xlim(104, 108)
ax3.set_ylim(-8, -5)
```

Gambar 49. Kode Metode 1

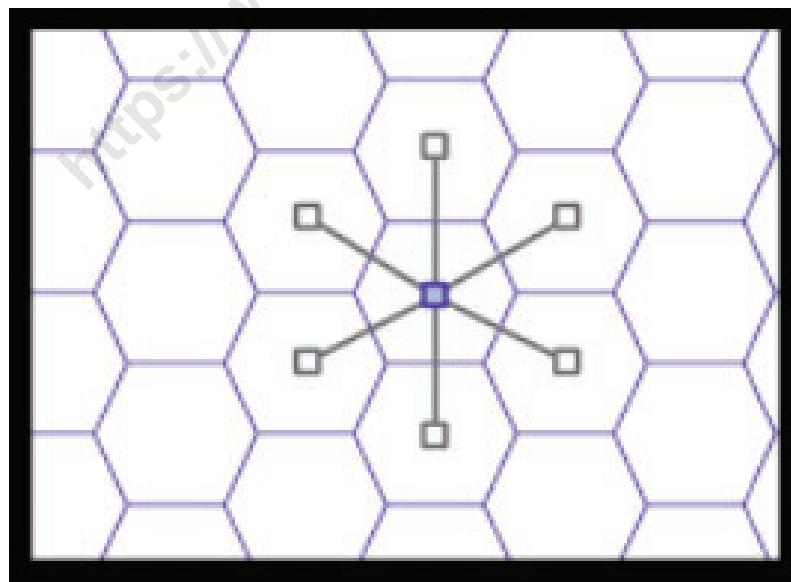
Berikut ini adalah contoh visualisasi dari Pelabuhan Jakarta.



Gambar 50. Contoh Visualisasi Pelabuhan Jakarta

Untuk mendapatkan daftar heksagon area di sekitar posisi pelabuhan sesuai dengan, maka dilakukan dengan metode K-Rings, dengan tahapan sebagai berikut:

- Indeks heksagon untuk area di sekitar titik (warna merah pada gambar di atas)
- Mencari heksagon yang berdekatan. Pada platform UNGP telah tersedia metode untuk melakukannya adalah dengan
 - `h3.k_ring(indeks_asal, k)`
 - `h3.grid_disc di V4.`
 - atau pada projek ini dapat digunakan `un.k_ring(H3_INDEX,k=K)`
 Parameter k-ring adalah berapa banyak tetangga, dari heksagon asal. Gambar berikut mengilustrasikan sebuah grid_disk dengan k=1:



Gambar 51. Grid_disk dengan k=1

Hasil indeks h3 yang berupa huruf, kemudian di transformasi menjadi angka. Pada platform dapat menggunakan metode

- `af.get_ais(sparkSession,start_date, end_date = end_date, h3_list = the_h3_list, columns = List_of_columns_to_retain)`

H3 Alphanumeric Index	H3 Integer Index
85ad3603fffffff	602025910551445503

Gambar 52. Output Fungsi af.get_ais()

Berikut ini adalah contoh penggunaan k-rings untuk jumlah k=2, dari titik port.

```
set_of_indices = set()

# we are going to iterate over our pandas data frame as this will work if
# you want to work with several ports at one
for index, row in pd_jakarta.iterrows():
    lat = row['LATITUDE']
    lng = row['LONGITUDE']
    # get a k ring of set of h3 indices for each record and append
    set_of_indices
    k_ring = un.k_ring(un.get_h3_index(lat,lng,4),k=1)
    set_of_indices.update(k_ring)

# list of h3
the_h3_list = []

for element in set_of_indices:
    H3_int = h3.string_to_h3(element)
    the_h3_list.append(H3_int)

the_h3_list
```

Gambar 53. Kode H3 dengan k-rings untuk Jumlah k=2

Hasilnya adalah list h3, di titik dan sekitar pelabuhan di Jakarta

```
[596939302399639551,
 596939190730489855,
 596939310989574143,
 596939336759377919,
 596939345349312511,
 596939422658723839,
 596939182140555263]
```

Gambar 54. Output List H3 dengan k-rings untuk Jumlah k=2

Langkah selanjutnya adalah melakukan pembuatan heksagon dari h3 yang sudah tersedia. Untuk fungsi h3 ke geo boundary, bentuk poligon standar adalah dalam bentuk ((lat,lon),(lat,lon)) sedangkan Geopandas/Shapely bekerja dengan struktur ((lon,lat),(lon,lat)). Pada contoh berikut ini. Titik untuk masing-masing poligon Pelabuhan Jakarta.

```

def flip(x, y):
    """Flips the x and y coordinate values. h3_to_geo_boundary returns
    ((lat,lon),(lat,lon)) Polygons
    while Geopandas works with ((lon,lat),(lon,lat))
    """
    return y, x

## Create Polygon geometries from the h3 boundary. Then pass to a GeoPandas
## DataFrame and plot.

geom_h3=[]
for element in set_of_indices:
    geom_h3.append(transform(flip,Polygon(h3.h3_to_geo_boundary(element,
geo_json=False)))) 

geom_h3=gpd.GeoDataFrame(geometry=geom_h3)

fig, ax4= plt.subplots(figsize=(8,6))

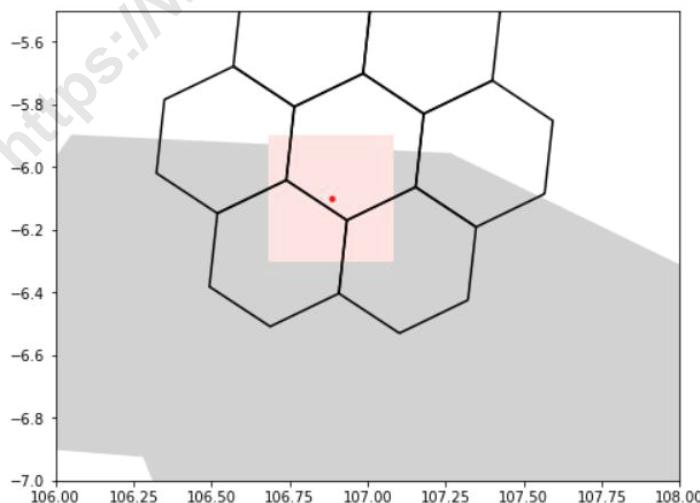
countries.to_crs(epsg=4326).plot(ax=ax4, color='lightgrey')
pd_jakarta.plot(ax=ax4, color='mistyrose')
ax4.scatter(pd_jakarta.LONGITUDE, pd_jakarta.LATITUDE, zorder=1, c='red',
s=10)

geom_h3.boundary.plot(ax=ax4, color='black')
ax4.set_xlim(106, 108)
ax4.set_ylim(-7, -5.5)

```

Gambar 55. Kode Pembentukan Poligon Pelabuhan Jakarta

Kode tersebut akan menghasilkan H3 dari titik koordinat Pelabuhan Jakarta beserta k-ringsnya.

**Gambar 56. Output Poligon Pelabuhan Jakarta**

C. Pendefinisian Jenis Kapal

Data AIS skala global dapat diakses melalui Platform Global PBB (UNGP). Data ini dikelola AIS Task Team UN-CEBD. Data AIS yang tersedia berasal dari data satelit dari ExactEarth dan data darat dari FleetMon. Informasi yang disediakan meliputi lokasi, arah, status navigasi, serta nomor Organisasi Maritim Internasional (IMO) dan nomor Identitas Layanan Seluler Maritim (MMSI). Dalam platform UNGP, data

AIS telah dilengkapi data Registrasi Pengiriman IHS. Bersama dengan SeaWeb dan Lloyd's Register of Ships, Registrasi Pengiriman IHS menyediakan informasi terperinci tentang semua kapal seperti informasi nomor IMO, nomor MMSI, nama kapal, jenis kapal, jenis kargo, kepemilikan, pendaftaran, tonase, dimensi, dan propulsi.

Pada platform UNGP, kita dapat menggunakan fungsi `ais.get_ais` untuk memfilter data kapal menurut area yang kita inginkan dalam jangka waktu tertentu. Contoh di bawah ini membuat sampel dengan daftar heksagon yang diplot pada tahapan pendefinisian pelabuhan.

- Mulai Sesi Spark untuk menjalankan fungsi yang menggunakan data AIS.
- Mendefinisikan `Tanggal_Mulai` dan `Tanggal_Aakhir` sebagai variabel waktu berdasarkan `datetime.fromisoformat("YYYY-MM-DD")`
- Daftar kolom harus sesuai dengan nama kolom `ais-dataframe`.

```
#Sedona Imports
import sedona.sql
from sedona.register import SedonaRegistrar
from sedona.utils import SedonaKryoRegistrar, KryoSerializer
from sedona.core.SpatialRDD import PolygonRDD, PointRDD
from sedona.core.enums import FileDataSplitter

# Pyspark Imports
#import pyspark.sql.functions as psf
import pyspark.sql.functions as F
import pyspark.sql.types as pst
from pyspark import StorageLevel
from pyspark.sql import SparkSession
# this is required for the following registration proces

spark = SparkSession. \
    builder. \
    appName('MLGroup_Demonstration'). \
    config("spark.serializer", KryoSerializer.getName()). \
    config("spark.kryo.registrator", SedonaKryoRegistrar.getName()). \
    config('spark.jars.packages'). \
    config("spark.sql.parquet.enableVectorizedReader", "false"). \
    getOrCreate()

SedonaRegistrar.registerAll(spark)

start_date = datetime.fromisoformat("2022-01-01")
end_date = datetime.fromisoformat("2022-01-31")

ais_sample=af.get_ais(spark,start_date,
                      end_date = end_date,
                      h3_list = the_h3_list)
```

Gambar 57. Kode untuk Melakukan Pengambilan Data AIS

Untuk melihat jenis kapal yang ada dalam dataset dapat melihat kolom `vessel_type`

```
ais_sample.select("vessel_type").distinct().show()
```

Gambar 58. Kode untuk Menampilkan Tipe Kapal

Maka akan menampilkan jenis-jenis kapal seperti

Sailing	SAR	Port Tender
Tanker	Tug	Pilot
Military	Law Enforcement	Spare
Towing	Pleasure Craft	Dredging
Unknown	Passenger	Cargo
Other	Fishing	Not Available

Gambar 59. Tipe Kapal yang Ada di Data AIS

Kita bisa memilih jenis kapal apa yang akan menjadi objek amatan. Misalnya kita ingin melakukan deteksikapal yang sedang berlabuh (yang sedang melakukan kegiatan niaga) adalah diklasifikasikan sebagai kapal kargo, kapal tangker dan kapal penumpang dan dinyatakan sebagai kapal yang ditambatkan. Oleh karena itu, dilakukan filter posisi yang dilaporkan dari "Cargo", "Tanker" dan "Passenger" dengan statistik navigasi sebagai "Moored".

```
ais_sample =
ais_sample.filter(((F.col("nav_status")=="Moored")&(F.col("vessel_type").isin(["Cargo", "Tanker", "Passenger"]))))
```

Gambar 60. Kode untuk menampilkan kapal Kargo, Tangker dan Penumpang

Apabila kita akan melakukan visualisasi data tersebut kedalam heksagon dan melakukan pemilihan heksgon yang paling banyak kapal dengan heatmap, maka dapat menggunakan fitur matplotlib. Area yang paling banyak jumlah kapal dengan status tertambat, dapat diidentifikasi sebagai area poligon pelabuhan.

```
geom_h3_moored=[]
for ind, row in moored_areas.iterrows():

    geom=transform(flip,Polygon(h3.h3_to_geo_boundary(h3.h3_to_string(row["H3_int_index_8"])
), geo_json=False))
    geom_h3_moored.append(geom)
moored_areas=moored_areas.assign(geometry=geom_h3_moored)
moored_areas=gpd.GeoDataFrame(moored_areas,geometry="geometry")

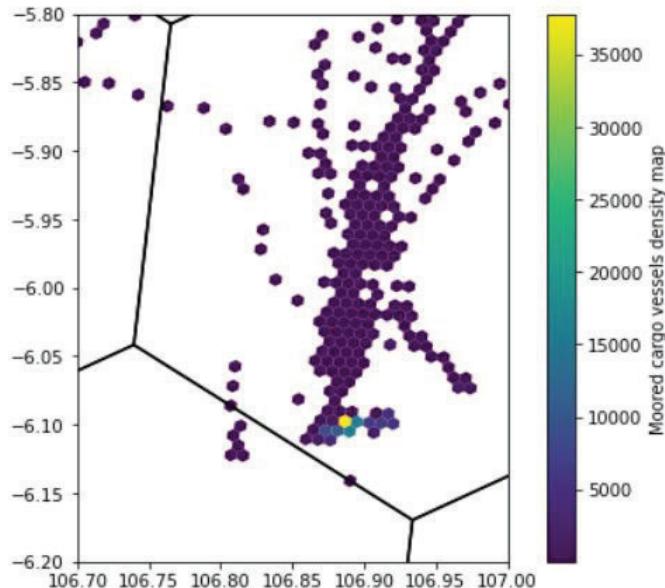
fig, ax5= plt.subplots(figsize=(8,6))

ax5.scatter(pd_jakarta.LONGITUDE, pd_jakarta.LATITUDE, zorder=1, c='red', s=10)
geom_h3.boundary.plot(ax=ax5, color='black')

#Heat map plot from geopandas. Pass the count column.
moored_areas.plot(ax=ax5,column="count",legend = True,legend_kwds = {'label': "Moored cargo vessels density map"})

ax5.set_xlim(106.7, 107)
ax5.set_ylim(-6.2, -5.8)
```

Gambar 61. Kode untuk Memilih Heksagon yang Terdapat Kapal dengan Status Tertambat



Gambar 62. Visualisasi Heksagon dengan Kapal Tertambat

Pilihan lainnya dalam melakukan visualisasi adalah dengan menggunakan folium. Pada folium heksagon ditampilkan dengan melakukan layer pada peta, sehingga dapat lebih mudah dibaca.

```
### Create GeoJson for folium Choropleth
feature_list = []
for i in range(moored_areas.shape[0]):
    coordinates = list( h3.h3_to_geo_boundary(moored_areas["H3_str"][i], geo_json = True) )
    feature = {'geometry': {'coordinates': [[list(x) for x in coordinates]]}, 'type': 'Polygon'},
               'type':'Feature',
               'ID_H3_str': moored_areas["H3_str"][i]
    }
    feature_list.append(feature)
mygeojson = {"type":"FeatureCollection", "features": feature_list}

import folium

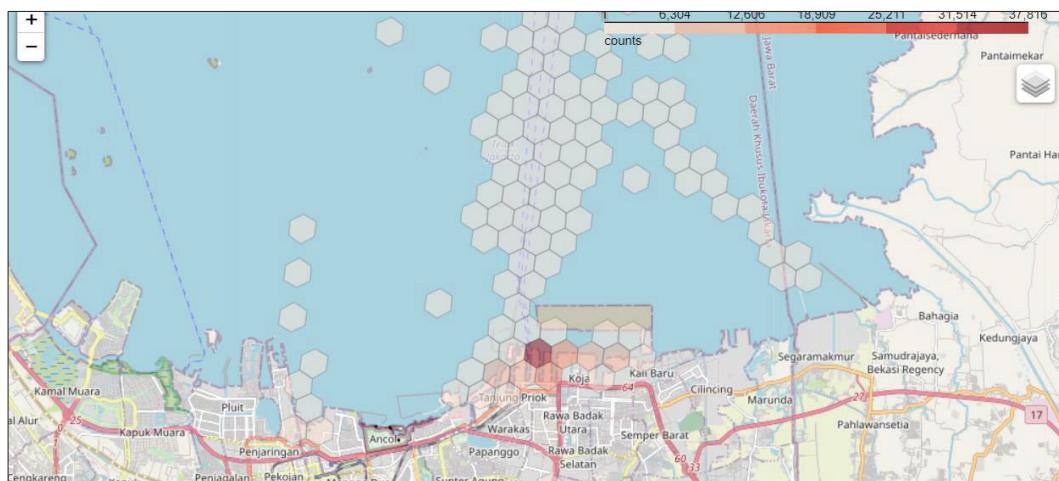
map_jakarta = folium.Map( location= [pd_jakarta.LATITUDE, pd_jakarta.LONGITUDE], zoom_start=13,
width=1000, height=1000)

folium.Choropleth(
    geo_data=mygeojson,
    name="choropleth",
    data=moored_areas,
    columns=["H3_str", "count"],
    key_on="feature.ID_H3_str",
    fill_color="Reds",
    fill_opacity=0.5,
    line_opacity=0.2,
    legend_name="counts",
).add_to(map_jakarta)

folium.LayerControl().add_to(map_jakarta)

map_jakarta
```

Gambar 63. Kode untuk Melakukan Visualisasi Heksagon dengan Kapal Tertambat Menggunakan Folium



Gambar 64. Visualisasi Heksagon dengan Kapal Tertambat menggunakan Folium

Selain melihat dari variabel status kapal yang bersandar atau “moored”, untuk mendefinisikan poligon berth dapat diidentifikasi menggunakan variabel kecepatan atau “Speed Over Ground (SOG)” yang bernilai sama dengan nol.

```

moored_areas_sog=ais_sample.filter(((F.col("nav_status")=="Moored")&(F.col("vessel_type")=="Cargo"))&(F.col("sog")==0)).groupBy(["H3_int_index_8"]).count()

moored_areas_sog=moored_areas_sog.toPandas()

###This is arbitrary for the time being.
moored_areas_sog=moored_areas_sog[moored_areas_sog["count"]>100]

geom_h3_moored=[]
for ind,row in moored_areas_sog.iterrows():

    geom=transform(flip,Polygon(h3.h3_to_geo_boundary(h3.h3_to_string(row["H3_int_index_8"])), geo_json=False))
    geom_h3_moored.append(geom)
moored_areas_sog=moored_areas_sog.assign(geometry=geom_h3_moored)
moored_areas_sog=gpd.GeoDataFrame(moored_areas_sog,geometry="geometry")

fig, ax5= plt.subplots(figsize=(8,6))

ax5.scatter(pd_jakarta.LONGITUDE, pd_jakarta.LATITUDE, zorder=1, c='red', s=10)
geom_h3.boundary.plot(ax=ax5, color='black')

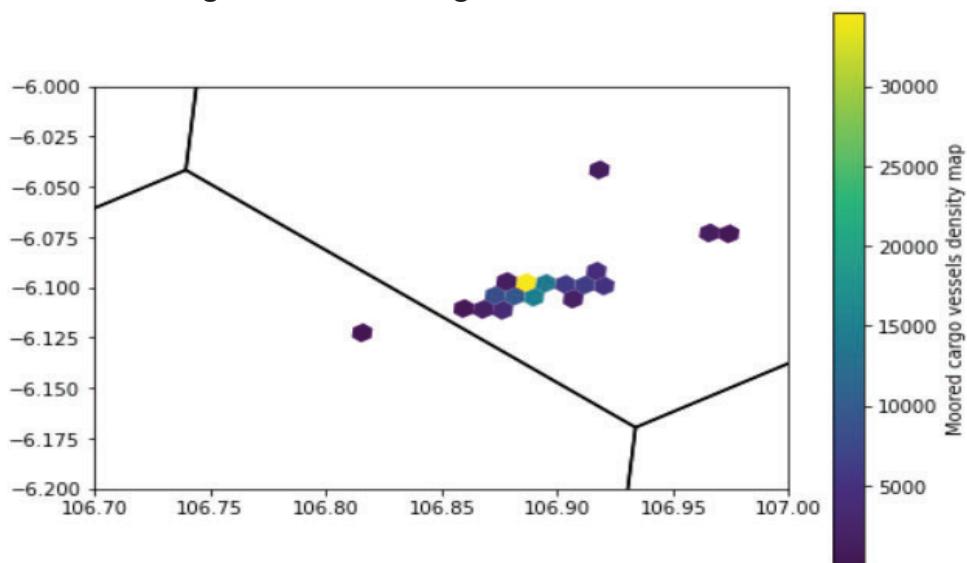
#Heat map plot from geopandas. Pass the count column.
moored_areas_sog.plot(ax=ax5,column="count",legend = True,legend_kwds = {'label':'Moored cargo vessels density map'})

ax5.set_xlim(106.7, 107)
ax5.set_ylim(-6.2, -6)

```

Gambar 65. Kode untuk Melakukan Filter Heksagon dengan Kapal yang Kecepatannya Sama dengan Nol

Sehingga didapatkan gambar poligon kapal berlabuh (berth) dengan variabel filter “moored” dan “sog” = 0 adalah sebagai berikut.



Gambar 66. Visualisasi Filter Heksagon dengan Kapal yang Kecepatannya sama dengan Nol

Untuk mengabungkan beberapa heksagon menjadi satu poligon pelabuhan, dapat digunakan unary_union.

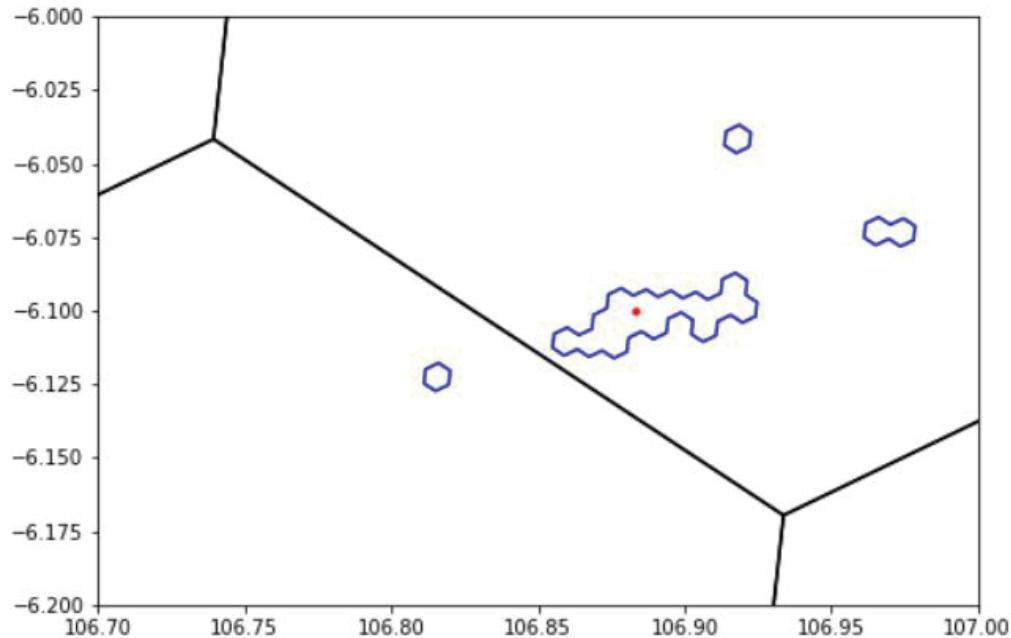
```
new_gdf=[]
for ind,group in moored_areas_sog.groupby("label"):
    geo=group.unary_union
    new_gdf.append([ind,geo])
new_gdf=gpd.GeoDataFrame(new_gdf,columns=["label","geom"],geometry="geom")

fig, ax6= plt.subplots(figsize=(8,6))

ax6.scatter(pd_jakarta.LONGITUDE, pd_jakarta.LATITUDE, zorder=1, c='red', s=10)
geom_h3.boundary.plot(ax=ax6, color='black')

#Heat map plot from geopandas. Pass the count column.
new_gdf.boundary.plot(ax=ax6,color="blue")
ax6.set_xlim(106.7, 107)
ax6.set_ylim(-6.2, -6)
```

Gambar 67. Kode untuk Mengabungkan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan

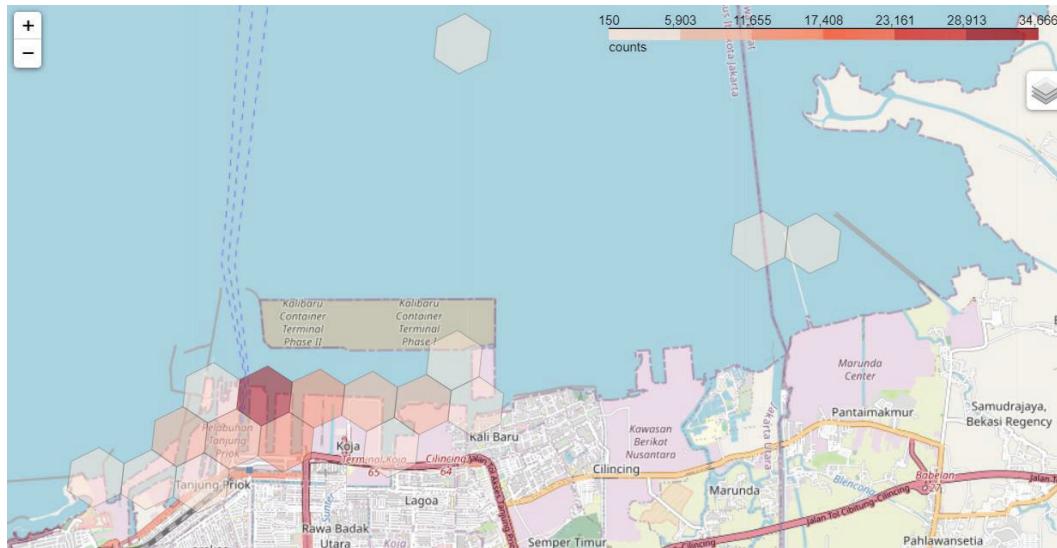


Gambar 68. Visualisasi Hasil Pengabungan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan

Untuk visualisasi kedalam folium dapat menggunakan code sebagai berikut

```
### Create GeoJson for folium Choropleth
feature_list = []
for i in range(moored_areas_sog.shape[0]):
    coordinates = list( h3.h3_to_geo_boundary(moored_areas_sog["H3_str"][i], geo_json = True) )
    feature = {'geometry': {'coordinates': [[list(x) for x in coordinates]]}, 'type': 'Polygon'},
               'type': 'Feature',
               'ID_H3_str': moored_areas_sog["H3_str"][i]
    }
    feature_list.append(feature)
mygeojson = {"type": "FeatureCollection", "features": feature_list}
map_jakarta = folium.Map( location= [pd_jakarta.LATITUDE, pd_jakarta.LONGITUDE], zoom_start=13, width=1000,
height=1000)
folium.Choropleth(
    geo_data=mygeojson,
    name="choropleth",
    data=moored_areas_sog,
    columns=[ "H3_str", "count"],
    key_on="feature.ID_H3_str",
    fill_color="Reds",
    fill_opacity=0.5,
    line_opacity=0.2,
    legend_name="counts",
).add_to(map_jakarta)
folium.LayerControl().add_to(map_jakarta)
map_jakarta
```

Gambar 69. Kode Visualisasi Hasil Pengabungan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan ke dalam Folium



Gambar 70. Visualisasi Mengabungkan Heksagon menjadi Poligon Pelabuhan menggunakan Folium

D. Pendefinisian Rute

Dalam melakukan pendefinisian rute, terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan karena pendefinisian ini memerlukan beberapa asumsi dalam membentuk konklusi rute. Beberapa hal tersebut meliputi kepastian aktivitas dalam pelabuhan dan juga penentuan riwayat kunjungan kapal.

Pada Identifikasi aktivitas pelabuhan menggunakan data AIS dapat dilakukan dengan berbagai metode, antara lain:

- Geofencing: Geofences dapat dibuat di sekitar pelabuhan dan area menarik lainnya. Kapal yang masuk atau keluar dari geofence dapat diidentifikasi sedang terlibat dalam aktivitas pelabuhan.
- Analisis kecepatan dan arah: Kapal yang melambat dan mengubah arah ketika mendekati pelabuhan kemungkinan besar sedang melakukan aktivitas pelabuhan.
- Aktivitas berlabuh: Kapal-kapal yang berlabuh di dekat pelabuhan kemungkinan besar sedang menunggu untuk masuk atau keluar pelabuhan.
- Jenis kapal: Jenis kapal tertentu, seperti kapal kontainer dan kapal tanker, lebih cenderung terlibat dalam aktivitas pelabuhan dibandingkan jenis kapal lainnya.
- Jenis pesan AIS: Jenis pesan AIS tertentu, seperti laporan posisi dan laporan status navigasi, dapat digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas pelabuhan.

Setelah aktivitas pelabuhan teridentifikasi, data AIS dapat digunakan untuk mempelajari lebih lanjut tentang aktivitas spesifik yang sedang berlangsung. Misalnya, jumlah kapal yang masuk dan keluar suatu pelabuhan dapat digunakan untuk memperkirakan throughput pelabuhan tersebut. Jenis kapal yang mengunjungi suatu pelabuhan dapat digunakan untuk mengidentifikasi industri utama pelabuhan tersebut. Dan waktu tinggal kapal di suatu pelabuhan dapat digunakan untuk menilai efisiensi pelabuhan tersebut.

1. Proses Pengerjaan

Pada praktik yang dapat dicontohkan, kegiatan identifikasi pada area pelabuhan dilakukan dengan cara penggabungan dengan indeks H3 resolusi 5 yang sama antara Data AIS dan Pelabuhan. Pendekatan ini terbukti menghasilkan kinerja yang lebih baik dibandingkan skrip yang menggunakan fitur GIS seperti ST_WITHIN, dll. Hal ini juga mengurangi kebutuhan untuk menentukan lokasi koordinat tertentu untuk menghasilkan area poligon pelabuhan secara manual.

Proses selanjutnya setelah merge adalah menentukan jarak yang diukur dengan rumus Haversine dan dilakukan antar gerakan. Kemudian dilakukan perhitungan kecepatan setelahnya. Jarak yang diukur dalam km, serta kecepatan yang dihasilkan dalam km per jam (kmh). Adapun fungsi yang digunakan adalah sebagai berikut:

```
def haversine(lon1, lat1, lon2, lat2):
    lon1, lat1, lon2, lat2 = map(np.radians, [lon1, lat1, lon2, lat2])
    a = np.sin((lat2 - lat1) / 2.0)**2 + (np.cos(lat1) * np.cos(lat2) * np.sin((lon2 - lon1) / 2.0)**2)
    distance = 6371 * 2 * np.arcsin(np.sqrt(a))
    return distance

def speed(distance, duration):
    time = duration / 3600
    speed = distance / time
    return speed
```

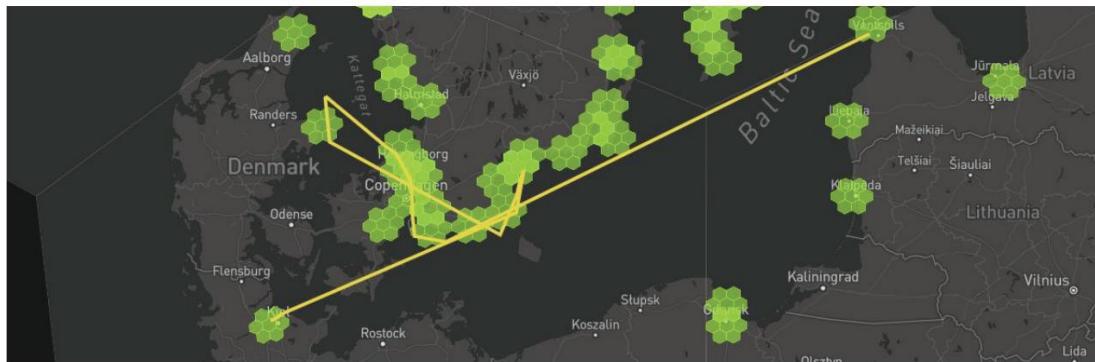
Setelah penentuan kecepatan dan jarak, asumsi selanjutnya dalam pendefinisian sebuah rute adalah mengidentifikasi berlabuh. Identifikasi ini dilacak dari beberapa kondisi, terutama berdasarkan lama waktu di pelabuhan dan perbedaan waktu yang cenderung lebih lama dibandingkan kemunculan selanjutnya yang saat ini dibatasi minimal ± 2,5 jam. Identifikasi kapal yang berlabuh menggunakan data AIS dapat dilakukan dengan berbagai macam metode, antara lain:

- Status navigasi: Kapal yang melaporkan status navigasi “berlabuh jangkar” kemungkinan besar sedang berlabuh.
- Analisis kecepatan dan arah: Kapal yang melambat dan berubah arah ke nol ketika mendekati area berlabuh yang diketahui kemungkinan besar sedang berlabuh.
- Data posisi: Kapal yang tetap berada pada posisi yang sama untuk jangka waktu yang lama kemungkinan besar akan berlabuh.
- Jenis pesan AIS: Jenis pesan AIS tertentu, seperti laporan posisi dan laporan status navigasi, dapat digunakan untuk mengidentifikasi aktivitas penahan.

Dengan demikian akan dibentuk matrik yang berisikan lintasan dengan nama variabel seperti berikut:

id_pengiriman | asal_port | pelabuhan_tujuan | kecepatan_rata-rata | jarak | atribut_kapal

Hasil lintasan memuat atribut garis keturunan pelayaran yaitu kecepatan rata-rata, jarak, dan identitas kapal seperti mmsi, jenis, lebar, panjang, negara, dll. Garis lintasan pelayaran adalah urutan pelabuhan yang dikunjungi kapal selama pelayaran. Sedangkan untuk jarak, dihitung dengan menjumlahkan setiap pergerakan kapal selama perjalanan, bukan dihitung secara sederhana langsung dari tempat asal ke tujuan.



Gambar 71. Visualisasi Rute Kapal Menggunakan Data AIS

E. Download Data

Pengoperasian analisis data AIS melalui JupyterHub UNGP tidaklah selalu dapat dilakukan karena sangat bergantung pada platform JupyterHub dan tidak bisa diakses dengan menggunakan platform lain. Padahal, seringkali data AIS yang telah diolah melalui platform ini akan digunakan untuk pengarsipan atau analisis dengan menggunakan platform yang lain, sehingga memerlukan fasilitas ekspor data. Platform UNGP menyediakan fasilitas untuk melakukan eksport data dalam bentuk aggregat dari data AIS yang dapat diekspor ke dalam bentuk *.csv ataupun *.parquet.

1. Ekspor ke dalam bentuk *.csv

Langkah-langkah melakukan ekspor data AIS ke dalam format *.csv adalah :

1. Mengubah poligon hexagon yang telah didefinisikan sebelumnya, yang awalnya berbentuk GeoDataFrame menjadi Spark DataFrame.
2. Membuat poligon point dari data AIS berdasarkan latitude dan longitude-nya.
3. Melakukan spatial join antara data AIS dengan poligon hexagon yang telah didefinisikan sebelumnya.
4. Mengonversi data AIS yang telah dilakukan spatial join menjadi Pandas DataFrame.
5. Mengonversi data AIS menjadi .csv dan html agar bisa diunduh melalui Jupyter Notebook.

Langkah pertama yang harus dilakukan adalah mengubah poligon hexagon yang awalnya berbentuk GeoDataFrame menjadi Spark DataFrame. Hal ini dilakukan untuk menyamakan tipe file poligon hexagon dan data AIS. Proses pengoperasian ini dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi dari spark, yakni `createDataFrame()`. Code untuk melakukan pengoperasianya adalah sebagai berikut :

```
new_gdf_s = spark.createDataFrame(new_gdf)
```

Gambar 72. Kode untuk Mengubah Poligon Heksagon Menjadi Geodataframe

Variabel `new_gdf` adalah variabel yang berisi poligon hexagon yang telah didefinisikan sebelumnya. Variabel `new_gdf_s` adalah variabel poligon hexagon yang telah berubah tipe data menjadi Spark DataFrame.

Langkah selanjutnya adalah membuat poligon point dari data AIS berdasarkan latitude dan longitude-nya. Poligon point ini dibuat untuk memudahkan dalam melakukan spatial join, di mana point yang ada di luar poligon hexagon akan

dikeluarkan dari data AIS. Proses pengoperasian ini dapat dilakukan dengan menggunakan fungsi dari package unece_ais, yakni latlong2geom(). Fungsi ini membutuhkan variabel Spark dan data AIS dalam bentuk Spark DataFrame. Code untuk melakukan pengoperasiannya adalah sebagai berikut :

```
ais_sample_s = un.latlong2geom(spark,ais_sample)
```

Gambar 73. Kode untuk Membuat Poligon Point dari Data AIS

Selanjutnya, poligon hexagon yang telah dikonversi akan dilakukan spatial join dengan poligon point yang telah dibuat. Untuk melakukan hal tersebut, fungsi yang digunakan adalah ais2areas yang merupakan fungsi dari package unece_ais. Fungsi ini membutuhkan variabel Spark, poligon point dan poligon hexagon. Kode untuk melakukan pengoperasiannya adalah sebagai berikut :

```
ais_sample_s = un.ais2areas(spark,ais_sample_s,new_gdf_s)
```

Gambar 74. Kode untuk Melakukan Filtrasi Data AIS dari Poligon Heksagon

Di sini, variabel ais_sample_s merupakan variabel yang berisi data AIS yang telah di-filter berdasarkan poligon hexagon.

Langkah selanjutnya adalah mengonversi data AIS yang telah dilakukan spatial join Pandas DataFrame. Langkah ini dilakukan untuk memudahkan konversi DataFrame ke dalam bentuk csv. Fungsi yang digunakan untuk melakukan pengoperasian tersebut adalah toPandas(). Code untuk melakukan pengoperasiannya adalah sebagai berikut :

```
export_data = export_data.toPandas()
```

Gambar 75. Kode untuk Mengkonversi Data AIS menjadi Pandas Dataframe

Langkah terakhir yang harus dilakukan adalah mengonversi data AIS menjadi csv kemudian mengubahnya menjadi html agar bisa diunduh melalui Jupyter Notebook. Code yang digunakan untuk melakukan pengoperasian tersebut adalah sebagai berikut :

```
from IPython.display import HTML
import base64

def create_download_link(df, title = "Download CSV file", filename = "data.csv"):
    csv = df.to_csv(index=False)
    b64 = base64.b64encode(csv.encode())
    payload = b64.decode()
    html = '<a download="{filename}" href="data:text/csv;base64,{payload}" target="_blank">{title}</a>'
    html = html.format(payload=payload,title=title,filename=filename)
    return HTML(html)
```

Gambar 76. Kode untuk Mengubah File menjadi HTML

Selanjutnya dengan memanggil fungsi tersebut dengan kode berikut, maka link unduhan akan muncul, dan anda bisa mengunduh data AIS yang sudah diolah.

create_download_link(export_data,filename="sample_ml_group.csv")
Download CSV file

Gambar 77. Kode untuk Melakukan Download Data csv

Patut diperhatikan bahwa proses konversi dari tipe data Spark DataFrame menjadi Pandas DataFrame memerlukan resource yang besar, sehingga penting untuk menjaga besaran ukuran proses di bawah limit 2 GB.

2. Ekspor ke dalam bentuk *.parquet

Alternatif lain untuk melakukan ekspor data dengan ukuran yang relatif lebih besar dan lebih cepat daripada cara sebelumnya adalah ke dalam bentuk *.parquet. Parquet merupakan tipe data column storage yang ringan. Berbeda dengan tipe data csv yang menyimpan record per baris, tipe data parquet menyimpan record per kolom, di mana setiap kolomnya hanya memiliki satu tipe data, sehingga resource yang digunakan menjadi lebih hemat. Dalam melakukan proses penyimpanan, tipe data parquet juga relatif lebih cepat dibandingkan dengan tipe data csv. Tipe data Spark DataFrame dapat langsung menyimpan ke dalam bentuk *.parquet dengan menggunakan fungsi write.parquet(). Code untuk melakukan pengoperasian tersebut adalah sebagai berikut :

```
export_data.write.parquet("sample_ml_group.parquet")
```

Gambar 78. Kode untuk Melakukan Download Data Parquet





BAB V

**IMPLEMENTASI AIS UNTUK
OFFICIAL STATISTICS**

Pada Bab ini akan membahas implementasi penggunaan data AIS pada Organisasi Internal, khususnya Kantor Statistik Negara (NSO) lainnya. Eksplorasi yang telah dilakukan diharapkan dapat menjadi pembelajaran/*lesson learn* untuk dapat dikembangkan di Indonesia, khususnya Badan Pusat Statistik.

A. Irlandia

Central Statistics Office Ireland (CSO) telah melakukan analisis penggunaan data AIS untuk menghasilkan Port Visits Using *Real-time Shipping Data*. Penjelasan data dan metodologi telah ditampilkan secara resmi pada website NSO tersebut pada alamat <https://www.cso.ie/en/releasesandpublications/fp/fp-pvrts/portvisitsusingreal-timeshippingdata/datasourcemehtodsandquality/>.

1. AIS Dataset

CSO menggunakan data AIS untuk menghasilkan data estimasi statistik transportasi laut yang hampir *real-time* daripada metode tradisional. Data AIS yang digunakan oleh CSO berasal dari platform UNGP. Data AIS yang tersedia pada platform UNGP memiliki cakupan data kapal yang lebih luas dan didokumentasikan dengan baik. Data AIS tersebut secara otomatis terentri dan dikelola secara terpusat, sehingga tidak menambah beban bagi pelabuhan atau perusahaan pelayaran.

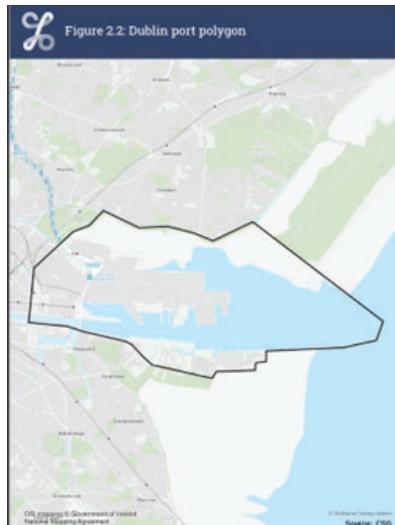
Data AIS merupakan salah satu sumber big data, hal ini tercermin dari volume data yang sangat besar, frekuensi data masuk yang sangat rapat. Penggunaan big data dalam statistik resmi masih sangat baru dan mempunyai banyak tantangan. Data AIS dimaksudkan untuk keselamatan laut dan tidak dirancang untuk menghasilkan data statistik resmi. Sehingga beberapa informasi mungkin tidak relevan untuk dianalisis, serta masih diperlukan pengecekan terkait kualitas data AIS.

2. Poligon Pelabuhan

Poligon pelabuhan yang dirilis oleh CSO memiliki beberapa tujuan. Pertama, poligon pelabuhan menentukan area di mana kunjungan kapal ke pelabuhan dapat terjadi dan mengaitkan kunjungan kapal antar pelabuhan. Kedua, poligon digunakan sebagai batas area pemrosesan data AIS. Data AIS yang jatuh diluar poligon pelabuhan dianggap tidak relevan.

Poligon pelabuhan yang menjadi objek amatan telah digitasi menggunakan perangkat lunak GIS. Saat melakukan digitasi poligon pelabuhan, ditentukan area dimana kapal dapat masuk dan mengunjungi pelabuhan. Poligon ini terbatas pada area perairan, jika ada titik *latitude* dan *longitude* kapal di area dataran kemungkinan karena adanya kesalahan sinyal GPS, kesalahan transmisi data atau pembulatan data. Titik yang jatuh pada area daratan dianggap tidak relevan.

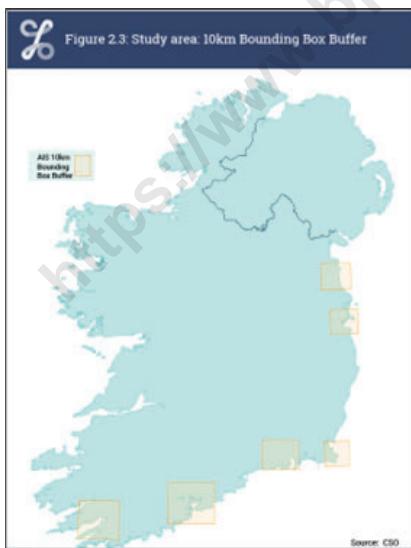
Sebagai contoh Pelabuhan Cork dan Dublin. Sebuah kapal masuk dan keluar dari Pelabuhan Cork dengan melewati Roche's Point. Pada kasus Dublin, setiap kapal yang masuk dan keluar Pelabuhan Dublin harus melewati North dan South Bulls. Ilustrasi keadaan ini dapat dilihat pada gambar 5.1. Pola lalu lintas yang unik dan karakteristik fisik setiap pelabuhan membantu menentukan poligon pelabuhan dan mengurangi noise-nya dalam data AIS.



Sumber: www.cso.ie

Gambar 79. Poligon Pelabuhan Dublin

Dalam analisis Big Data salah satu preprocessing yang dilakukan adalah melakukan pengurangan jumlah data. Untuk mengurangi volume data yang perlu dianalisis, dibuatlah Bounding Box Buffers (BBB) di sekitar poligon pelabuhan, seperti yang terlihat pada gambar 5.2. Data yang akan dianalisis adalah data yang berada dalam BBB. Geometri BBB mengurangi jumlah data yang akan diproses sekitar 80%.



Sumber: www.cso.ie

Gambar 80. Bounding Box Pelabuhan di Negara Irlandia

3. Metodologi

Terdapat dua metodologi yang dikembangkan untuk mengasilkan data pelabuhan berbasis AIS. Metode pertama didasarkan pada kapal-kapal yang masuk dan keluar dari area pelabuhan, yang didefinisikan oleh poligon pelabuhan . Ini adalah metode yang cepat dan mudah dipahami yang menghitung semua kapal yang berada dalam salah satu poligon pelabuhan yang ditentukan sebagai data statistik pelabuhan. Meskipun

Meskipun metode ini memungkinkan analisis data statistik pelabuhan tingkat makro, analisis yang lebih rinci diperlukan saat melihat aktivitas pengiriman yang lebih spesifik dalam poligon pelabuhan.

Metode kedua mengidentifikasi kapal-kapal yang berhenti di dalam area pelabuhan menggunakan poligon yang sama dengan metode pertama. Namun, metode ini juga menggunakan data AIS untuk memperkirakan lokasi di mana kapal berhenti, durasi range waktu maksimum dan minimum kapal yang berhenti, dan jumlah pesan AIS yang dihitung saat kapal berhenti.

Kedua metodologi bertujuan untuk mengembangkan kode yang kuat yang dapat diimplementasikan oleh lembaga di negara lain, selain Irlandia. Sebagai bagian dari validasi, kedua metodologi yang dikembangkan dibandingkan dengan data MarineTraffic.

c. Metode 1: Boundary Crossing Method (BCM)

BCM mendefinisikan sebuah kapal berada di dalam pelabuhan jika posisi yang dilaporkannya berada di dalam poligon pelabuhan. Pengolahan data untuk metode ini terdiri dari langkah-langkah berikut:

- Menentukan Geometry

Langkah pertama adalah menentukan poligon pelabuhan. Terdapat 6 pelabuhan utama di Irlandia yang telah didigitalkan secara manual seperti yang dijelaskan pada bagian sebelumnya.

- Mengurangi Data

Langkah selanjutnya adalah pengurangan geografis untuk membatasi analisis hanya pada data AIS yang berada di dalam dan di sekitar poligon pelabuhan. Hal ini dilakukan dengan menggunakan Bounding Box Buffer (BBB). Tujuan dari langkah ini adalah untuk mengurangi volume data yang harus diproses. Ini berarti bahwa hanya pesan AIS yang relevan yang digunakan untuk keterkaitan dan analisis lebih lanjut. Lihat Gambar 5.2.

- Menghubungkan Data AIS dengan Register Kapal

Memproduksi statistik pelabuhan berdasarkan jenis kapal membutuhkan klasifikasi semua kapal. Berdasarkan nomor IMO dan MMSI, dimungkinkan untuk menghubungkan data AIS dari UNGP ke IHS Shipping Registry. Filter dikembangkan untuk hanya mencakup aktivitas:

- Kapal kargo
- Kapal feri
- Kapal penumpang lainnya

sedangkan kapal berikut tidak termasuk dalam analisis:

- Kapal penangkap ikan
- Kapal pengolah ikan
- Kapal untuk pengeboran dan eksplorasi
- Kapal tunda
- Kerajinan pendorong

- Kapal penelitian dan survei
- Kapal keruk
- Kapal angkatan laut
- Kapal yang digunakan semata-mata untuk tujuan non-komersial
- Kapal memasuki pelabuhan untuk berlindung
- Menghitung Statistik Pelabuhan

Untuk menghitung statistik pelabuhan berbasis AIS, setiap baris data AIS diperiksa apakah lokasi kapal (lintang dan bujur) ditemukan di poligon pelabuhan. Sebuah kapal kemudian dianggap berada di dalam pelabuhan jika posisinya yang dilaporkan berada di dalam poligon pelabuhan. Kedatangan dihitung saat pertama kali kapal memasuki poligon pelabuhan. Keberangkatan dicatat saat kapal yang sama meninggalkan poligon pelabuhan. Oleh karena itu, pergerakan kapal ditentukan melalui variabel biner (“tiba” versus “berangkat”). Setiap kedatangan dicocokkan dengan keberangkatan untuk mengklasifikasikan kunjungan sebagai statistik pelabuhan. Jika keberangkatan tidak ditemukan, panggilan port yang tidak cocok dihilangkan.

d. Metode 2: Stationary Marine Broadcast Method (SMBM)

Ide dasar SMBM adalah bahwa sebuah kapal harus diam untuk waktu yang lama untuk memuat dan membongkar. Jika sebuah kapal diam dalam poligon pelabuhan cukup lama, maka kemungkinan besar itu adalah kunjungan kapal. Metode ini memanfaatkan data atribut yang ditambahkan pada data AIS pada UNGP. Penggunaan khusus adalah Indeks H3 yang membantu mengatur, menyimpan, dan menanyakan data AIS dalam UNGP. Setelah kapal diidentifikasi sebagai stasioner atau berhenti (a triggering event), kondisi bergerak (escape event) diperlukan untuk menentukan apakah catatan AIS berikutnya menunjukkan posisi yang menunjukkan bahwa kapal telah bergerak cukup jauh dari posisi pemicunya untuk dipertimbangkan sebagai pergerakan. Kedalaman 0 didefinisikan sebagai indeks asal, k-ring 1 didefinisikan sebagai k-ring 0 dan semua indeks tetangga, dan seterusnya, deret aritmatika.

Tabel 8. Kedalaman K dan Jumlah Hexagon dalam K

Kedalaman K (1)	Jumlah hexagon dalam K-rings (2)
0	1
1	7
2	19
3	37
4	61
5	91
6	127

Sumber: www.cso.ie

Fungsi ini memperkenalkan dua hyperparameter: k-kedalaman k-ring dan resolusi H3 yang akan digunakan untuk k-ring.

Untuk SMBM, resolusi Indeks H3 level 10 digunakan dengan lebar hexagon kira-kira 150m. Lebar ini juga mendekati ukuran kapal yang dipelajari dalam proyek ini. K-kedalaman tiga digunakan karena memperhitungkan kesalahan dalam pelaporan posisi, perubahan kecil pada posisi karena pasang surut dan arus, dan pergerakan operasional kapal yang kecil. Di Irlandia, K-kedalaman tiga dan resolusi 10 sesuai dengan luas hampir satu kilometer persegi. Lihat Gambar 5.3.



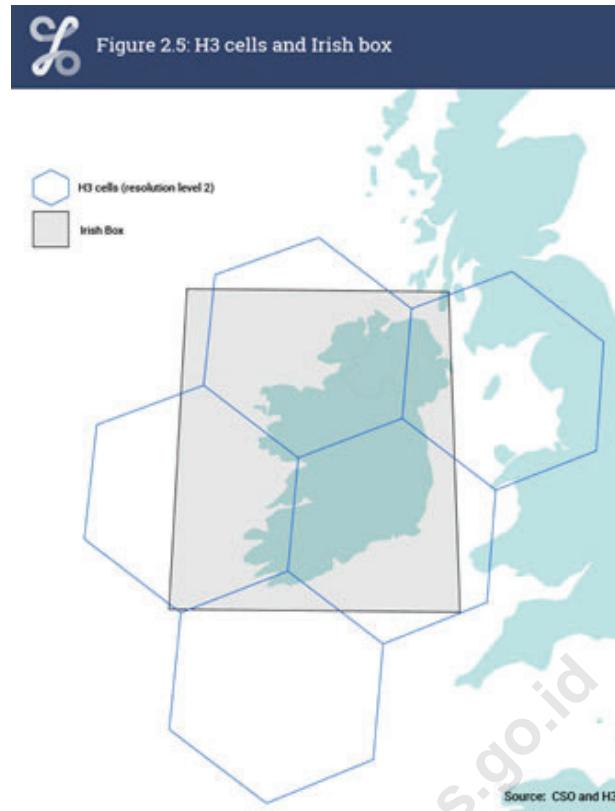
Sumber: www.cso.ie

Gambar 81. Contoh H3 dalam wilayah perairan

Pengolahan data untuk SMBM terdiri dari langkah-langkah berikut:

- Menentukan Geometry

Seperti pada metode BCM, langkah pertama adalah membuat geometri dari data AIS yang dikueri dari UNGP. Pertama, dengan mem-filter indeks H3 resolusi dua untuk mendapatkan data AIS dan kemudian membuat geometri titik hanya dari data AIS yang berada di antara garis lintang/garis bujur minimum dan maksimum yang membentuk kotak di sekitar Irlandia, yang singkatnya disebut di sini sebagai "Kotak Irlandia". Lihat Gambar 5.4.



Sumber: www.cso.ie

Gambar 82. Hexagon H3 dan Kotak Irlandia

- Mengurangi Data

Statistik pelabuhan hanya berhubungan dengan aktivitas kapal di dekat pelabuhan. Oleh karena itu, langkah selanjutnya adalah mengurangi kumpulan data titik AIS di dalam Kotak Irlandia menjadi pesan AIS di dalam area studi saja. Ini dilakukan melalui kueri spasial menggunakan poligon penyanga kotak pembatas. Ini sangat mengurangi volume pesan AIS yang akan diproses.

- Menambahkan variabel pengurutan

Pada langkah selanjutnya, nilai *timestamp* untuk pengamatan AIS diubah menjadi format *timestamp UNIX* yang merupakan bilangan bulat dalam detik dari 1 Januari 1970. Hal ini memungkinkan penyortiran yang mudah pada urutan waktu dan perhitungan perbedaan waktu.

- Membuat daftar kapal yang berada dalam poligon pelabuhan

Dari data AIS di poligon, dibuat daftar kapal yang berbeda berdasarkan nomor MMSI kapal. Untuk setiap MMSI, daftar data AIS diurutkan berdasarkan nilai stempel waktu UNIX.

- Identifikasi kapal yang berhenti

Langkah ini mengidentifikasi "kapal berhenti". Untuk setiap baris data AIS diperiksa apakah kecepatannya nol. Jika tidak, maka baris data ini disimpan sebagai catatan "previous" dan baris data berikutnya diperiksa.

- Iterasi sampai kondisi “escape” terpenuhi

Jika kecepatan nol terdeteksi, algoritma akan memicu dan mencatatnya sebagai variabel “reference” untuk pengujian. Baris data sebelumnya juga ditandai sebagai baris “prior”. Indeks H3 dari “reference” kemudian digunakan untuk mendefinisikan sekumpulan lingkungan Indeks H3 yang dikenal sebagai k-ring, seperti dibahas di atas. Baris data berikutnya untuk kapal diperiksa dan nilai indeks H3-nya diuji terhadap k-ring set.

Jika berada di k-ring, maka kapal dianggap cukup dekat di lokasi dan jumlah catatan untuk kapal yang berhenti bertambah dengan satu nilai. Baris data ini sekarang menjadi “escape” baru dan baris data berikutnya untuk kapal diuji terhadapnya.

Jika tidak berada di k-ring tersebut, maka record AIS memenuhi kondisi “escape” dan cukup jauh dari lokasi pemberhentinya untuk dianggap berada di posisi baru.

- Hitung kapal berhenti upper dan lower dari nilai tersimpan

Waktu UNIX tersedia untuk empat baris data:

- 1) baris “reference” itu sendiri,
- 2) baris “prior” yang bersesuaian,,
- 3) baris “previous” antara prior dan escape; dan
- 4) baris “escape”.

Jadi waktu kapal berhenti dihitung dengan rumus:

$$\text{Upper Time Estimate} = U_{\text{escape}} - U_{\text{prior}}$$

$$\text{Lower Time Estimate} = U_{\text{previous}} - U_{\text{reference}}$$

- Buat baris data kapal berhenti

Langkah-langkah di atas menambahkan informasi tambahan ke setiap catatan “kapal yang berhenti”:

- record count value adalah jumlah iterasi pada langkah di atas dan merupakan jumlah record yang diperiksa dalam memenuhi kondisi lolos.
- perkiraan waktu atas dan bawah dari durasi berhenti.
- Memulai kembali identifikasi kapal yang berhenti

Proses ini berlanjut hingga seluruh baris data AIS untuk kapal tertentu habis dan proses dilanjutkan dengan kapal berikutnya. Ini menghasilkan satu set catatan yang sesuai dengan peristiwa kapal yang berhenti di dalam area studi.

- Menghubungkan antara kapal berhenti ke register kapal

Berdasarkan nomor IMO dan MMSI, data AIS dihubungkan dengan data register kapal IHS. Pertama, tautan dibuat melalui nomor IMO dan kemudian setiap kapal yang tidak dapat dicocokkan akan dicocokkan melalui nomor MMSI. Catatan apa pun yang tidak dapat dicocokkan

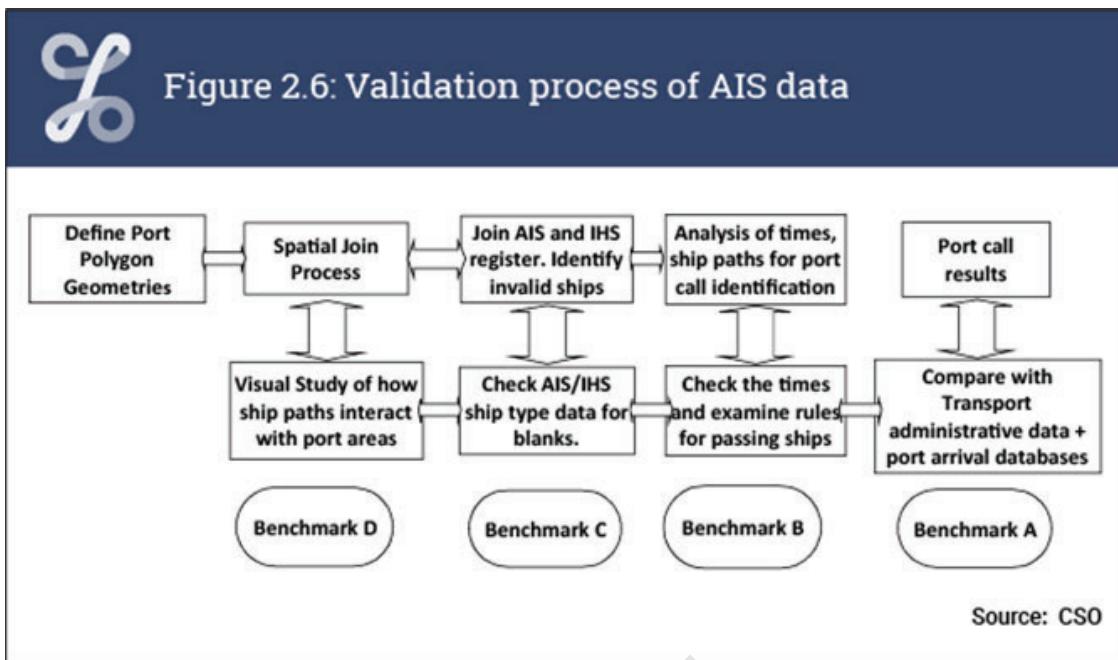
akan dipertahankan tetapi tidak ada data dari daftar pengiriman yang dapat ditambahkan.

- Pilih Titik pengiriman yang dihentikan di dalam area pelabuhan
Dengan menggunakan koordinat “kapal yang berhenti”, semua yang ada di dalam poligon pelabuhan ditandai sebagai potensi kunjungan kapal.
- Filter pada jenis kapal yang relevan
Hanya aktivitas kapal kargo, feri mobil, dan kapal penumpang lainnya yang disertakan dalam rilis ini agar selaras dengan definisi Transportasi Maritim Eurostat. Kapal-kapal berikut dikecualikan:
 - Kapal penangkap ikan
 - Kapal pengolah ikan
 - Kapal untuk pengeboran dan eksplorasi
 - Kapal tunda
 - Kerajinan pendorong
 - Kapal penelitian dan survei
 - Kapal Keruk
 - Kapal angkatan laut
 - Kapal yang digunakan semata-mata untuk tujuan non-komersial

4. Testing dan Validasi

Statistik yang berasal Big Data dilakukan pengujian data sebelum di rilis menjadi statistik resmi. CSO menguji data AIS untuk memvalidasi metode yang dijelaskan di atas. Hal ini bertujuan agar data yang berasal dari AIS dapat menghasilkan estimasi statistik pelabuhan yang berkualitas tinggi dan tidak bias. Gambar 5.5. menguraikan ringkasan proses validasi data.

- Benchmark A
Keakuratan statistik pelabuhan dari AIS diperiksa dengan membandingkan hasil dengan sumber data administratif lainnya.
- Benchmark B
Statistik pelabuhan untuk setiap kapal diperiksa keefektifannya masing-masing dengan membandingkan hasil AIS dengan kumpulan data alternatif seperti data Lalu Lintas Laut.
- Benchmark C
Data IHS/AIS diukur baik dari segi kelengkapan cakupan maupun keakuratannya.
- Benchmark D
Jika masalah signifikan teridentifikasi pada tahap awal proses validasi, Tolok Ukur D dilakukan – ini melibatkan pertimbangan jalur kapal dan area batas.



Sumber: www.cso.ie

Gambar 83. Tahapan Pemrosesan Data AIS pada Proyek MMO

Pelabuhan Dublin digunakan sebagai data validasi karena sebagian besar kapal di Irlandia tiba di Pelabuhan Dublin. Periode Februari 2019 dipilih sebagai periode benchmark. Dua set data digunakan untuk memvalidasi hasil AIS:

- Data Pelabuhan Dublin: Catatan kedatangan dan keberangkatan kapal ke Pelabuhan Dublin, yang dicatat di Sistem Manajemen Pelabuhan. Ini dapat dilihat di <http://booking.dublinport.ie/webx/>.
- Data MarineTraffic.com: Sampel data kedatangan dan keberangkatan, disediakan untuk evaluasi oleh “MarineTraffic.com” untuk pelabuhan Dublin pada Februari 2019.

5. Pembahasan Kualitas Data AIS untuk Official Statistics

Salah satu pembahasan penting dari pemanfaatan big data dalam menghasilkan atau melengkapi statistik resmi adalah terkait kualitas data, relevansi dan ketersediaan data tersebut secara berkelanjutan. Oleh karena itu, CSO membangun Kerangka Kerja Manajemen Mutu CSO di data AIS yang meliputi aspek Relevansi, Ketepatan, Sumber data, Ketepatan waktu dan sumber daya yang diperlukan, Kejelasan hasil.

B. Belanda

Kantor statistik Belanda (CBS Statistics Netherlands) telah melakukan banyak penelitian terkait pemanfaatan data AIS sejak 2016. CBS sendiri ditunjuk sebagai ketua tim proyek studi tentang data AIS di Eropa yang bertujuan untuk meningkatkan statistik maritim dari pengimplementasian data AIS secara umum dalam produksi statistik resmi di seluruh Eropa. Beberapa hasil studi dari CBS tentang data AIS antara lain:

1. Data detail maritim real time

Dengan potensi data AIS yang menyimpan informasi yang sangat kaya, CBS melakukan penelitian untuk menentukan, misalnya, jenis kapal mana yang berlabuh di mana, dan berapa lama kapal tersebut berlabuh di setiap pelabuhan secara *real-time*.

2. Emisi CO₂ dari kapal

Statistik terkait emisi CO₂ kapal merupakan sebuah kerangka kerjasama dengan NSO di Denmark, Norwegia, Polandia dan Yunani yang merupakan bagian dari European ESSnet Big Data.

3. Rute pengiriman barang

4. Investigasi pengaruh kapal terhadap kehidupan bawah laut

Studi ini mempelajari data AIS dalam kaitannya dengan dampak kebisingan mesin kapal terhadap satwa liar di bawah air. Hasilnya ditemukan bahwa sedikit penurunan kecepatan berlayar pada kapal dapat menurunkan polusi kebisingan bawah air yang relatif lebih besar sehingga menghasilkan dampak yang juga lebih sedikit terhadap kehidupan bawah laut.

C. Inggris

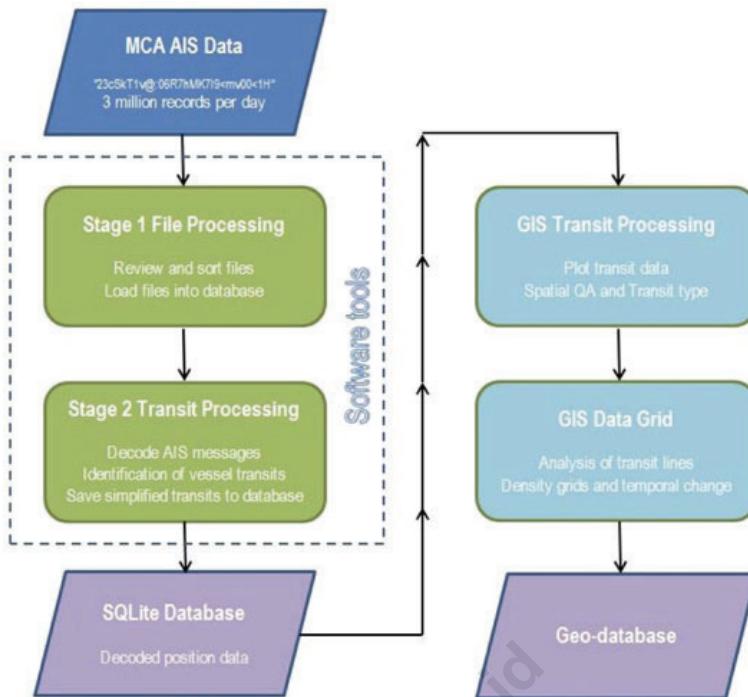
Pemerintah Inggris di bawah Marine Management Organization (MMO) telah menginisiasi proyek pemetaan rute dan aktivitas pelayaran dari data AIS pada tahun 2012. Proyek ini mengembangkan suatu *tools* pemrosesan data yang diasosiasikan dengan GIS sehingga dapat men-decode dan menyajikan informasi dari AIS. Melalui proyek ini, kepadatan arus kapal pada perairan Inggris dapat diketahui.

1. Tentang Raw Data

Proyek yang bernama “Mapping UK Shipping Density and Routes from AIS: Open Source Data and Methods” memanfaatkan data AIS tipe A dan tipe B yang disediakan oleh Maritime and Coastguard Agency (MCA). Data AIS tipe A menyediakan informasi terkait karakteristik dari kapal komersial kecuali tipe “bulk”. Data AIS tipe A mencakup kapal komersial di bawah 300 GT, kapal rekreasi, kapal nelayan, dan kapal militer/pemerintah. Sedangkan data AIS tipe B adalah data yang tidak bersifat wajib dan biasanya mencakup informasi tentang kapal-kapal kecil. Data yang digunakan untuk proyek ini adalah data sampel yang diambil pada tujuh hari pertama pada setiap bulan, dimulai dari bulan Januari dengan interval per dua bulan.

2. Tahapan Pemrosesan Data AIS

Tahapan pemrosesan data AIS pada proyek ini ditunjukkan oleh Gambar 84. Data AIS dari MCA dikirimkan ke sistem untuk direview dan diurutkan. Data yang sudah direview kemudian dimasukkan ke dalam database. Tahapan selanjutnya disebut dengan *transit processing*. Pada tahap ini, data disimplifikasi dengan cara men-decode pesan data AIS kemudian mengidentifikasi titik transit setiap kapal. Data yang sudah disimplifikasi ini kemudian disimpan di database untuk diproses pada GIS. Proyek ini memanfaatkan ArcGIS sebagai tool GIS. Di tahap GIS, dilakukan pemrosesan untuk mendapatkan tipe transit. Selanjutnya dilakukan analisis jalur transit, kepadatan grid, serta perubahannya dari waktu ke waktu.



Sumber: MMO

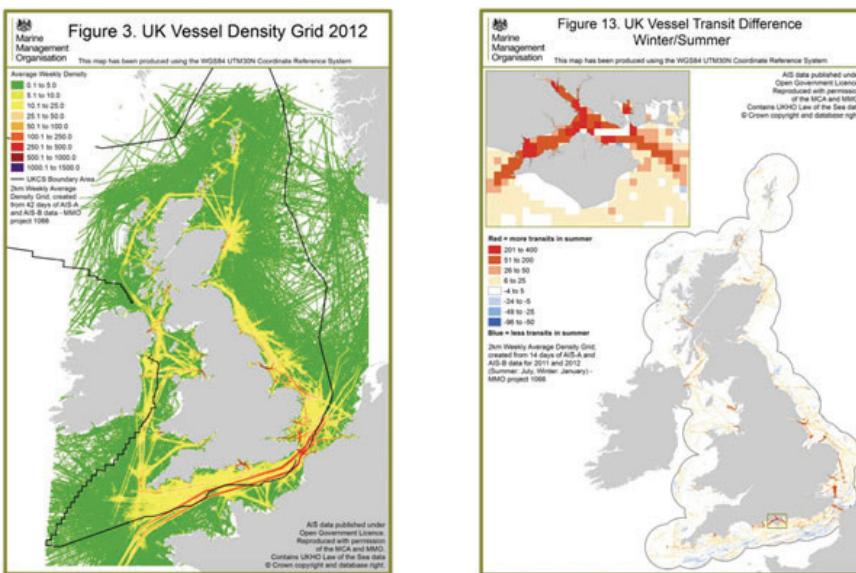
Gambar 84. Tahapan Pemrosesan Data AIS pada Proyek MMO

3. Akurasi data

Proses validasi pada proyek ini adalah dengan membandingkan data pada proyek ini dengan data kapal yang disediakan oleh Lloyds List (LL). Proses validasi telah dimasukkan dalam tahap pemrosesan pada Gambar 84. Berdasarkan hasil validasi, sebanyak 63% data proyek sesuai dengan data LL, sementara sebanyak 13 persen masih membutuhkan koreksi terkait posisi transit, dan 14 persen masih membutuhkan koreksi terkait data draught (seberapa dalam kapal berada di bawah permukaan air).

4. Output Proyek

Output utama dari proyek ini adalah data kepadatan dan transit kapal pada perairan Inggris dalam bentuk GIS. beberapa tampilan output dari proyek ini disajikan pada Gambar 85.



Sumber: MMO

Gambar 85. Output Proyek Mapping UK Shipping Density and Routes from AIS

D. Norwegia

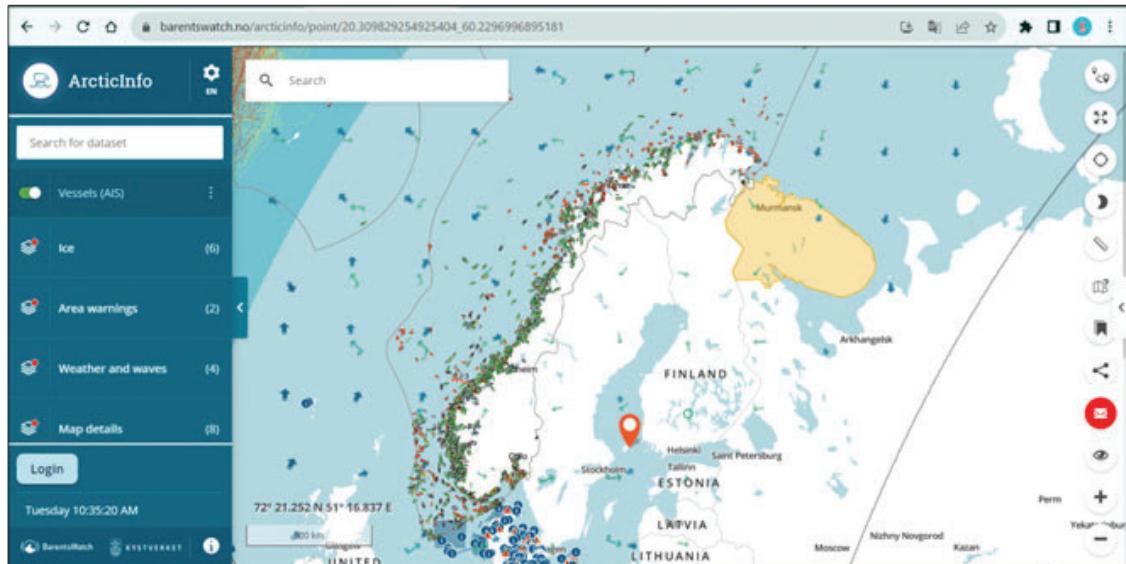
Di Norwegia, data AIS dikelola oleh Norwegian Coastal Administration (NCA) atau dalam bahasa norwegia adalah Kystverket, yaitu lembaga yang berada di bawah Kementerian Kelautan dan Perikanan Norwegia. NCA bertanggung jawab atas jaringan AIS di Norwegia dan berbagi data lalu lintas AIS dengan negara lain. Data AIS disimpan di database NCA dan dapat diakses secara universal melalui kystdatahuset.no. AIS merupakan bagian dari upaya pemerintah Norwegia untuk meningkatkan keamanan dan kesiapsiagaan maritim di perairan Norwegia. Pemantauan lalu lintas kapal membantu mengidentifikasi anomali, dan memungkinkan pihak berwenang untuk merumuskan kebijakan yang lebih cepat dan tepat dalam mengurangi resiko kecelakaan laut.

NCA menyediakan layanan digital lalu lintas maritim yang memanfaatkan data AIS. Beberapa di antaranya adalah:

1. ArcticInfo

ArcticInfo adalah layanan yang khusus ditujukan untuk lalu lintas pelayaran yang mendominasi di wilayah Arktik, seperti kapal penangkap ikan, lalu lintas kapal pesiar, serta kapal penelitian dan ekspedisi. Melalui layanan ini, pengguna mendapatkan akses ke informasi di perairan Arktik tentang es dan kondisi cuaca, melapor ke otoritas Greenland dan mengirimkan lalu lintas di wilayah tersebut dari perbatasan antara Norwegia dan Rusia ke Kanada, termasuk Laut Barents dan Laut Utara. Web ini menggabungkan informasi lokasi kapal yang didapatkan dari data AIS dan beberapa informasi tambahan lainnya seperti: arah arus, arah angin, dan kondisi cuaca. Melalui layanan ini, pengguna mendapatkan akses ke informasi di perairan Arktik tentang es dan kondisi cuaca, melapor ke otoritas Greenland dan mengirimkan lalu lintas di wilayah tersebut dari perbatasan antara Norwegia dan Rusia ke Kanada, termasuk Laut Barents dan Laut Utara.

IMPLEMENTASI AIS UNTUK OFFICIAL STATISTICS

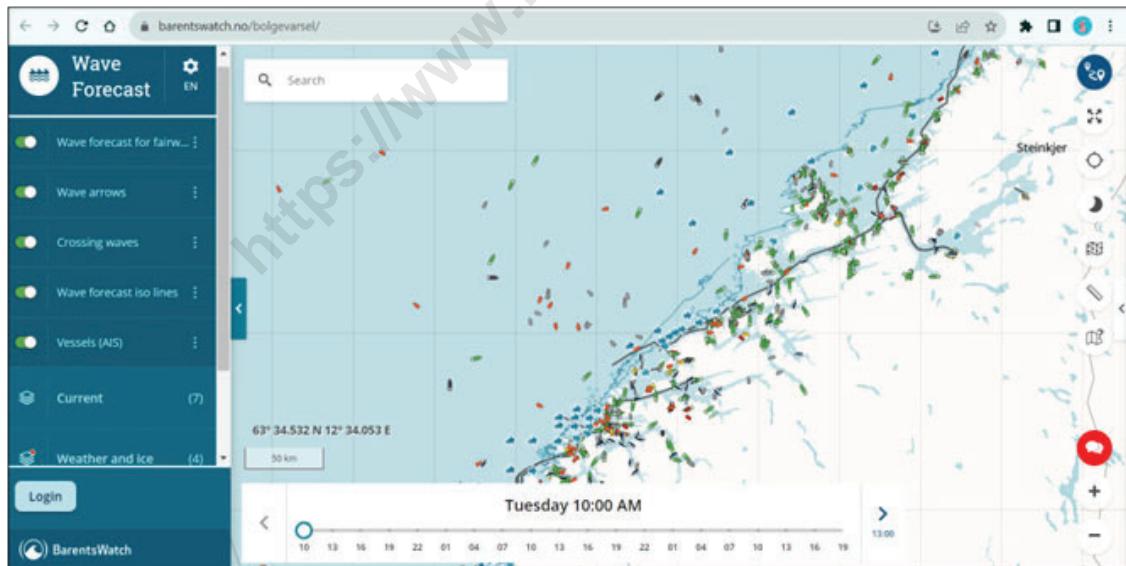


Sumber: ArcticInfo

Gambar 86. Tampilan Website ArcticInfo

2. Wave Forecast

Situs ini menampilkan lokasi kapal dan prakiraan gelombang perairan Norwegia dalam 66 jam ke depan.



Sumber: Wave Forecast

Gambar 87. Tampilan Website Wave Forecast

3. FishInfo

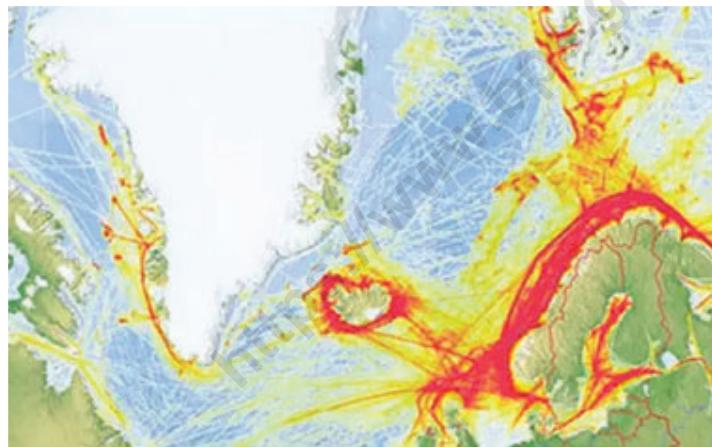
Situs ini menampilkan informasi yang berguna untuk pemancing profesional. Informasi yang ditampilkan antara lain lokasi fasilitas pemancingan, lokasi perahu nelayan, titik-titik pemancingan, dan berbagai informasi lainnya yang terkait.



Sumber: Wave Fishinfo

Gambar 88. Tampilan Website Wave FishInfo

E. Denmark



Sumber: Otoritas Maritim Denmark

Gambar 89. Danish Maritime Authority

Otoritas Maritim Denmark memiliki sistem AIS berbasis pantai di Denmark yang mengumpulkan dan mengirimkan data. Sebagian pengoperasian dan pemeliharaan sistem dilakukan oleh pemasok eksternal, sedangkan Badan Layanan TI Pemerintah (Statens IT) bertanggung jawab untuk menyimpan data. Data AIS disimpan dalam sistem AIS *real-time* hingga 24 bulan. Data yang berumur lebih dari 24 bulan dikemas dan disimpan pada disk eksternal dan tersedia sebagai data terbuka untuk jangka waktu terbatas.

Dengan memanfaatkan data AIS yang telah dikumpulkan oleh otoritas Maritim Denmark, Statistik Denmark telah menerbitkan indeks jumlah harian kapal yang mengunjungi sejumlah pelabuhan Denmark. Data ini dapat diakses dari <https://www.statistikbanken.dk/aisdag>. Langkah-langkah pengolahan data terdiri dari:

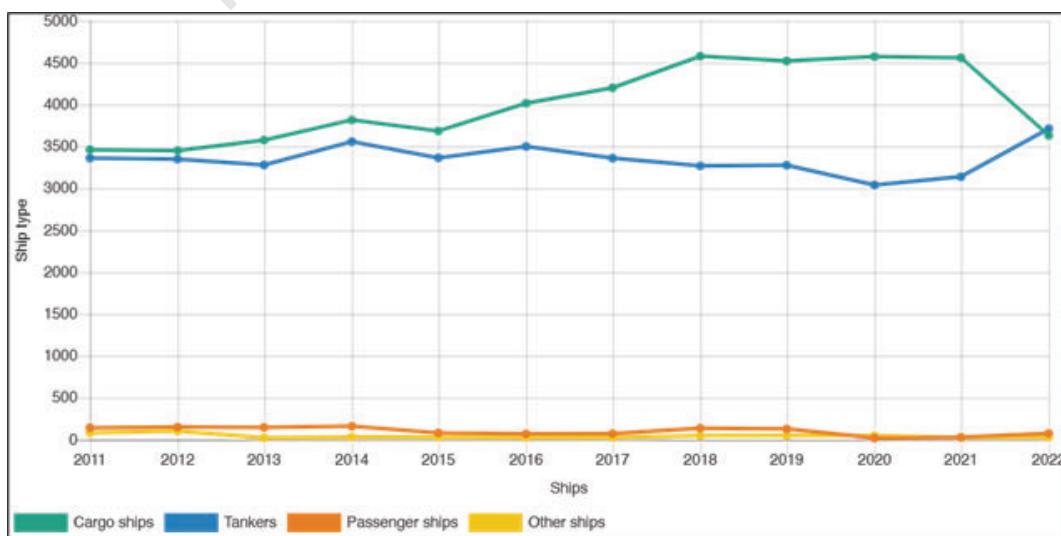
- Reduksi data
- Pemilihan pengamatan kedatangan dan keberangkatan
- Pembatasan pelabuhan
- Menghubungkan pengamatan kedatangan dan keberangkatan dengan pelabuhan dan membuat statistik

1. Reduksi data

Tujuan dari pereduksian data utamanya adalah untuk mengurangi jumlah data yang harus diproses. Proses ini terdiri dari tiga bagian: reduksi geografis, reduksi frekuensi pengamatan, dan reduksi jenis kapal yang dianalisis.

Data AIS berisi semua informasi dari AIS yang telah didaftarkan oleh penerima Denmark. Hal ini mencakup beberapa pengamatan yang tidak berhubungan langsung dengan Denmark, melainkan Jerman, Norwegia, atau Swedia. Metode yang digunakan untuk pembatasan geografis sederhana karena data dibatasi dalam sebuah kotak yang mencakup seluruh Denmark dan, akibatnya, bagian selatan Swedia juga. Pelabuhan Swedia akan dikecualikan di kemudian hari dalam proses ini. Di sini dimungkinkan untuk mengurangi pengamatan menjadi pengamatan yang berada di dalam perairan Denmark.

Kapal memancarkan sinyal pada suatu interval, yang ditentukan oleh kecepatan dan jenis aktivitas serta jenis pemancar/transponder. Sinyal yang paling sering diterima pada interval beberapa detik. Namun, karena tujuannya adalah untuk memeriksa panggilan port, tingkat frekuensi data tersebut tidak diperlukan. Akibatnya, data direduksi menjadi pengamatan pertama per menit.



Sumber: Otoritas Maritim Denmark

Gambar 90. Jumlah Kapal Per Tahun untuk Pemantauan Aktivitas Pelabuhan, Tahun 2011-2019

Aktivitas di pelabuhan dapat mencakup banyak jenis kegiatan. Untuk mendukung statistik pelabuhan yang ada yang berpusat pada penanganan kargo di pelabuhan, data direduksi menjadi jenis kapal yang hanya digunakan untuk transportasi kargo: kapal barang dan peti kemas.

2. Penentuan pengamatan kedatangan dan keberangkatan



Sumber: Otoritas Maritim Denmark

Gambar 91. Penentuan Passage Lines dalam Pengamatan Kedatangan dan Keberangkatan

Langkah selanjutnya dalam proses ini adalah mengidentifikasi panggilan pelabuhan dengan kedatangan dan keberangkatan. Setiap kapal meninggalkan sejumlah data posisi, dan tujuannya adalah untuk mengidentifikasi dua pengamatan, satu yang mewakili kedatangan di sebuah pelabuhan dan satu lagi yang mewakili keberangkatan dari pelabuhan.

Pada dasarnya, prosesnya sederhana: Kumpulan data diurutkan berdasarkan identifikasi kapal dan waktu. Selanjutnya, semua pengamatan di mana kapal bergeger dari bergerak menjadi berhenti ditandai (di mana status navigasi bergeger dari "berjalan" menjadi "berlabuh" dan kapal bergeger dari bergerak (lebih dari 1 knot) menjadi (hampir) berhenti). Ini adalah potensi kedatangan. Pendekatan yang sama digunakan untuk potensi keberangkatan di mana kapal bergerak dan status navigasi bergeger dari "ditambatkan" menjadi "berjalan". Semua potensi kedatangan dan keberangkatan dicocokkan. Sebagian besar berkorelasi dengan baik, tetapi ada kedatangan tanpa keberangkatan dan sebaliknya. Penjelasan yang mungkin adalah:

- Lama tinggal di pelabuhan

Rata-rata lama tinggal di pelabuhan adalah sekitar 12 jam, tetapi jika lama tinggal berlangsung selama beberapa hari, hal ini dapat menyebabkan salah satu pengamatan yang cocok hilang, baik di awal maupun di akhir periode yang diamati. Hal ini dapat diatasi dengan menggunakan data yang berada di luar periode tersebut, misalnya dengan tidak menyiapkan statistik untuk bulan lalu hingga 5-6 hari setelah tanggal batas akhir. Kapal yang berlabuh dalam jangka waktu lama di pelabuhan jarang sekali berhubungan dengan pengangkutan kargo, melainkan lebih kepada kebutuhan untuk pekerjaan perbaikan atau hal lain, dan mungkin tidak penting dalam kaitannya dengan

perbaikan atau hal lain, dan mungkin tidak penting dalam kaitannya dengan tujuan statistik.

- Mematikan transponder

Mematikan transponder (secara normal) bukanlah tindakan ilegal, dan skenario yang mungkin terjadi adalah transponder tidak dinyalakan hingga kapal mencapai pelabuhan atau dimatikan setelah tiba di pelabuhan, dan kru kapal lupa menyalakannya kembali setelah keberangkatan.

- Gangguan data

Gangguan data dapat terjadi ketika data dari penerima AIS costal tunggal tidak terdaftar, data tidak dialirkan dari Otoritas Maritim Denmark, atau dalam kasus-kasus di mana data tidak dikumpulkan dan disimpan oleh Statistik Denmark. Yang terakhir ini terutama merupakan masalah pada fase awal dan gangguan telah berkurang secara signifikan dari waktu ke waktu.

3. Pembatasan pelabuhan

Langkah ketiga adalah mengecualikan pengamatan yang sebenarnya bukan merupakan kunjungan pelabuhan. Pada titik ini, masih terdapat sejumlah besar kedatangan/keberangkatan yang tidak dekat dengan pelabuhan. Selanjutnya, data seharusnya hanya mencakup pelabuhan-pelabuhan di Denmark. Pengamatan dari pelabuhan-pelabuhan lain, terutama Swedia, masih menjadi bagian dari basis data, termasuk pelabuhan kargo terbesar di negara-negara Nordik, Göteborg. Jika data dikurangi menjadi perairan Denmark sejak awal, hal ini tidak lagi menjadi masalah.

Setelah langkah ketiga ini dilakukan dengan, tidak kurang dari, beberapa tahun data (statistik untuk satu bulan dapat disiapkan tanpa mengurangi data pelabuhan lagi. Hal ini akan mengurangi waktu produksi bulanan secara signifikan dan data baru dapat dimasukkan ke dalam data yang telah dikurangi setelah produksi statistik.

Proses dari langkah ini terdiri dari tiga bagian:

- Pengumpulan pengamatan (kedatangan yang digunakan) dalam kelompok (*cluster*) berdasarkan jarak individu antara pengamatan dan jumlah pengamatan yang berdekatan.
- Pembuatan poligon yang mencakup semua pengamatan di dalam kelompok yang sama.
- Proses menghubungkan masing-masing poligon ke port yang sebenarnya.

Hasil dari ketiga langkah ini mencakup tabel pencarian spasial yang terdiri dari poligon dan port yang cocok. Sebuah port dapat dihubungkan ke beberapa poligon, sedangkan sebuah poligon hanya dapat dihubungkan ke satu port. Jika sebuah kedatangan terletak di dalam poligon yang diberikan, kita dapat mengetahui port mana yang menjadi tujuan dari panggilan port tersebut. Untuk pelabuhan yang lebih besar, setiap poligon biasanya akan mewakili quai tertentu.

Langkah pertama adalah menghitung semua jarak individu antara titik kedatangan, dan selanjutnya, kedatangan dikumpulkan dalam kelompok. Jika jarak antara dua pengamatan (terlepas dari waktu) kurang dari 50 meter, maka kedua pengamatan tersebut dihubungkan. Jika pengamatan ketiga berjarak kurang dari 50 meter dari salah satu pengamatan pertama, maka pengamatan tersebut juga menjadi bagian

dari kelompok. Semua kelompok dengan lebih dari misalnya 5 pengamatan akan menjadi kelompok akhir atau *cluster*. Jumlah pengamatan dan jarak antar pengamatan adalah parameter yang dapat disesuaikan. Semakin sedikit pengamatan yang digunakan, semakin besar jaraknya dan semakin kecil jumlah pengamatan dalam satu kelompok. Dengan data tiga tahun, digunakan 70 meter dan 5 pengamatan. Setelah langkah pertama, semua pengamatan telah terhubung ke dalam sebuah kelompok (*cluster*). Semua pengamatan yang tidak memenuhi kriteria diberi nomor *cluster* -1 dan dianggap sebagai port call yang tidak valid.

Pada langkah kedua, dibuat poligon yang melingkari masing-masing klaster, sehingga semua pengamatan dalam klaster yang sama berada di dalam atau di tepi poligon. Dengan melihat lokasi klaster-klaster ini, Anda akan, tanpa pemrosesan lebih lanjut, mendapatkan gambaran yang baik mengenai lokasi pelabuhan. Di negara-negara yang memiliki pelabuhan tidak resmi, pelabuhan-pelabuhan ini juga dapat diidentifikasi.

Pada langkah ketiga, masing-masing poligon dihubungkan ke sebuah pelabuhan. Hal ini dilakukan dalam proses berulang di mana basisnya adalah centroid untuk pelabuhan (atau sesuatu yang serupa - paling sering, koordinat pelabuhan yang ada di daftar UnLocode yang digunakan, tetapi juga dapat ditemukan dengan pencarian sederhana di misalnya Google Maps). Proses berulang memastikan bahwa tidak ada klaster yang terhubung ke lebih dari satu port dan poligon terhubung ke port yang paling dekat dengan poligon. Pemisahan port yang berdekatan satu sama lain dapat menghasilkan sedikit pemrosesan manual ekstra, yaitu menyesuaikan titik referensi sehingga masing-masing *cluster* terhubung ke port yang tepat. Iterasi dilakukan dengan membuat lingkaran yang secara bertahap membesar di sekitar titik referensi port. Jika sebuah lingkaran tumpang tindih dengan poligon klaster, maka klaster tersebut terhubung ke port yang bersangkutan, dan selanjutnya tidak dapat terhubung ke port lain. Jarak maksimal dari titik referensi pelabuhan ke klaster harus ditentukan oleh data aktual. Dalam data Denmark, batas tersebut didasarkan pada jumlah klaster yang ditentukan untuk kapal-kapal yang berada di tepi jalan di lepas pantai Skagen. Kapal-kapal tersebut tidak dianggap bersandar di pelabuhan dan batasnya ditetapkan agar kelompok-kelompok ini tidak dimasukkan. Karena basisnya adalah pelabuhan Denmark, pelabuhan lain, terutama pelabuhan Swedia, tidak disertakan dalam proses ini.

Akhirnya, kami berakhir dengan tabel pencarian, di mana informasi lebih lanjut tentang masing-masing pelabuhan dapat ditemukan, misalnya kotamadya, Unlocode, nama, nomor identifikasi bisnis, dan zona pesisir.

4. Menghubungkan kedatangan dan keberangkatan dengan pelabuhan

Langkah terakhir dalam keseluruhan proses ini adalah mencocokkan panggilan pelabuhan (disebut sebagai kedatangan dan pencocokan keberangkatan pada langkah 2) dengan poligon-poligon yang mendefinisikan (bagian dari) pelabuhan. Hasilnya adalah satu set data yang berisi informasi tentang panggilan pelabuhan (terutama waktu, identifikasi kapal dan nama kapal) dan pelabuhan yang dimaksud (terutama nama, kode, dan wilayah pelabuhan). Data dapat dilengkapi dengan informasi yang lebih rinci tentang kapal dari register kapal, misalnya ukuran, bendera, jenis kapal yang lebih tepat, dan pemilik/operator.

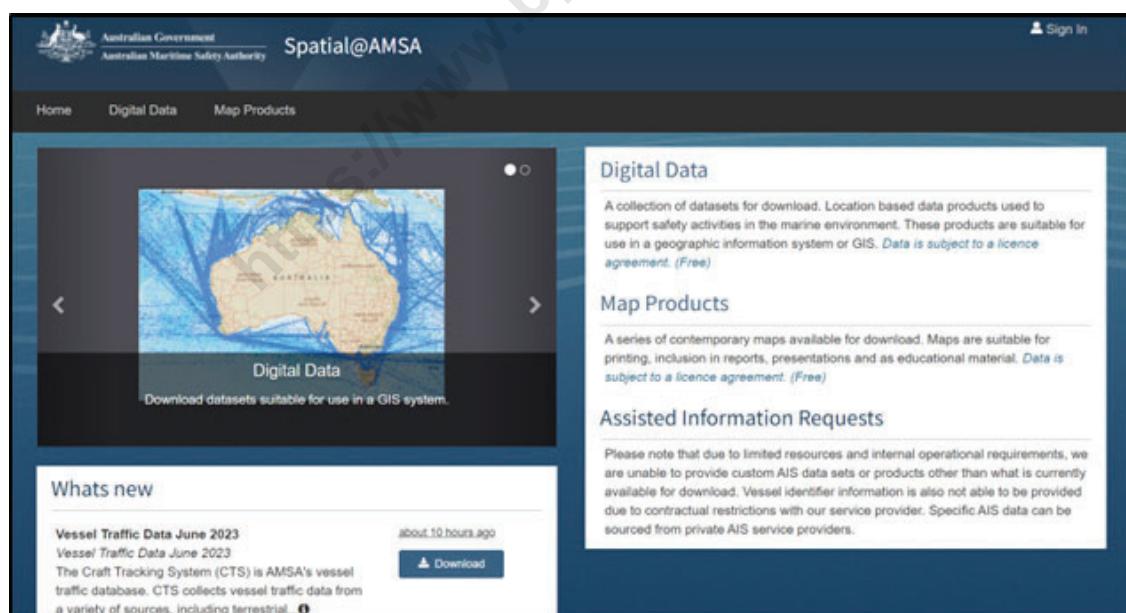
Dari titik ini, proses produksi statistik sama seperti biasanya. Kemungkinan sub-klasifikasi, pengindeksan dan penyesuaian dan tabulasi musiman.

F. Australia

Bericara terkait pemanfaatan data AIS, Australia merupakan salah satu negara yang sudah melakukan eksplorasi dan implementasi data AIS. Kegiatan ini dilakukan oleh pemerintah australia melalui Australian Bureau of Statistics (ABS) dan Australian Maritime Safety Authority (AMSA). Kegiatan yang dilakukan oleh ABS berupa eksplorasi data AIS yang bertujuan untuk meningkatkan ketepatan waktu dan akurasi dari statistik perdagangan. Adapun beberapa aplikasi yang diajukan oleh ABS dan memungkinkan untuk dipecahkan menggunakan data AIS, yaitu:

- Mengidentifikasi dan menangani kesalahan yang ditemukan dalam data administratif.
- Mengukur kepadatan kegiatan di pelabuhan.
- Meningkatkan perkiraan nilai ekspor.
- Mengidentifikasi waktu terkait pemasokan barang dagang.
- Mengukur konsumsi bahan bakar kapal.

Di sisi lain, AMSA melakukan berbagai kegiatan pemanfaatan data terutama dalam bentuk output berupa data digital dan produk peta. Kedua output tersedia secara gratis dan online dalam website AMSA dengan tautan <https://www.operations.amsa.gov.au/Spatial/>.



Sumber: Australian Maritime Safety Authority (AMSA)

Gambar 92. Tampilan Website AMSA

Data digital yang disediakan AMSA merupakan koleksi dataset berbasis lokasi yang dapat diakses oleh pengguna dengan cara unduh. Data digital terdiri dari tiga kategori meliputi pelacakan kapal, administratif, dan operasional. Data administratif dan operasional tidak tersedia secara up to date, sedangkan data pelacakan kapal tersedia dari tahun 1999 hingga saat ini. Data pelacakan kapal ini sering digunakan oleh pemerintah Australia untuk mendukung keamanan dalam

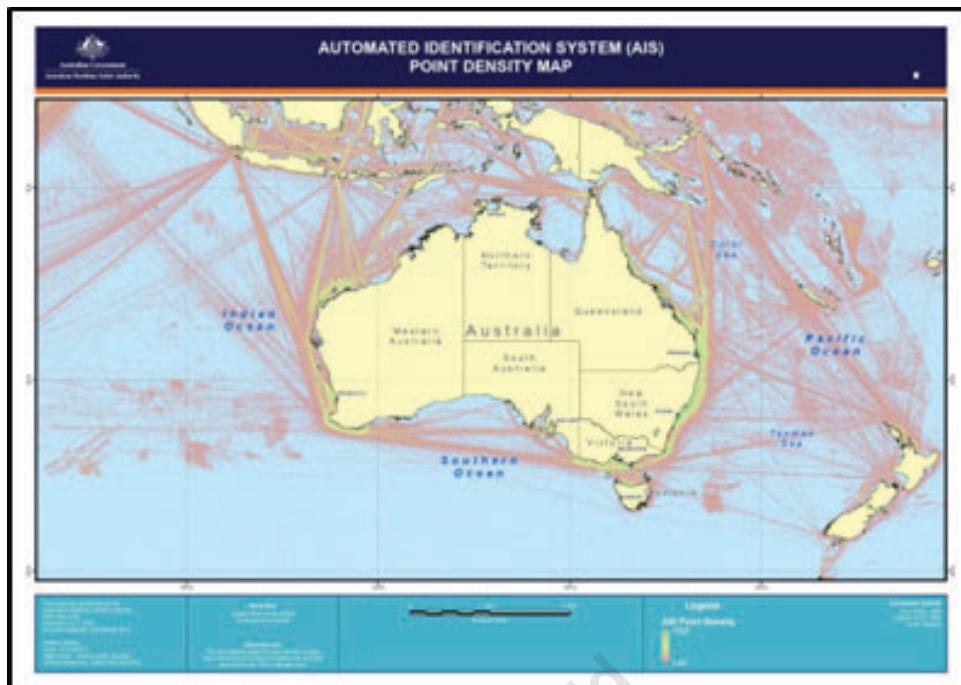
lingkup kemaritiman, seperti luas wilayah Search and Rescue (SAR). Data yang disediakan dapat diolah dan diamati menggunakan Sistem Informasi Geospasial (SIG). Data ini merupakan hasil transformasi penyediaan data yang sebelumnya (1999-2011) bersumber dari Australian Ship Reporting Records menjadi hasil ekstraksi data AIS (2012-2023). Adapun atribut data pelacakan kapal ini terdiri dari informasi sebagai berikut.

Tabel 9. Metadata Variabel Data Pelacakan Kapal AMSA

Atribut (1)	Tipe Data (2)	Deskripsi (3)
CRAFT_ID	double	Pengidentifikasi unik pada setiap kapal
LON	double	Longitude dalam desimal
LAT	double	Latitude dalam desimal
COURSE	double	Arah kapal dalam desimal
SPEED	double	Kecepatan kapal dalam knots
TYPE	text	Tipe kapal
SUBTYPE	text	Subtipe kapal
LENGTH	short integer	Panjang kapal dalam meter
BEAM	short integer	Lebar kapal dalam meter
DRAUGHT	double	Kedalaman kapal yang berada di bawah air dalam meter
TIMESTAMP	text	Waktu pelaporan posisi kapal (UTC) dalam dd/mm/yyyy hh:mm:ss AM/PM

Sumber: Australian Maritime Safety Authority (AMSA)

Berbeda dengan data digital, produk peta merupakan hasil analisis lebih lanjut terhadap data AIS. Produk peta terdiri dari empat kategori meliputi pelacakan kapal, administratif, operasional, dan navigasional. Secara substansial, peta pelacakan kapal merupakan output yang dihasilkan dari pengolahan data AIS. Peta pelacakan kapal menggambarkan analisis kepadatan titik dari data AIS yang tersedia dalam beberapa periode waktu. Contoh peta pelacakan kapal yang dihasilkan oleh AMSA dapat dilihat pada gambar berikut ini.

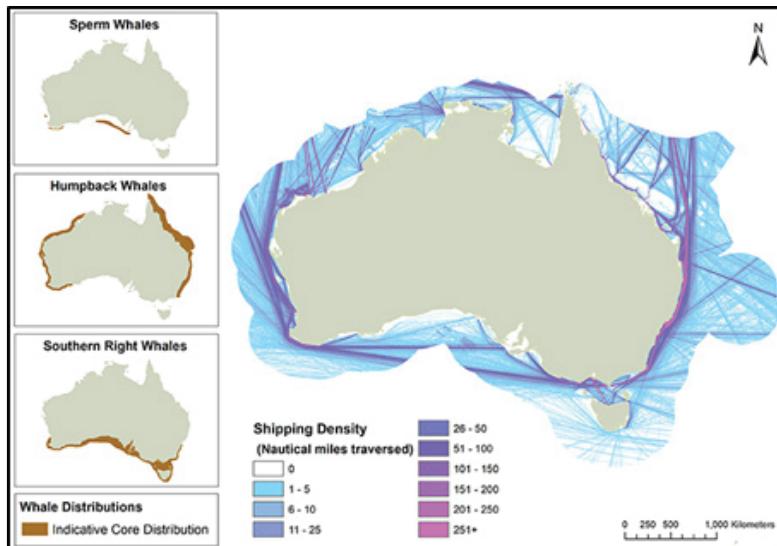


Sumber: Australian Maritime Safety Authority (AMSA)

Gambar 93. Peta Kepadatan Titik dari Data AIS Periode 1 Januari Hingga 31 Desember, Tahun 2016

Selain AMSA, organisasi peneliti yang berfokus pada keanekaragaman hayati laut di Australia, Marine Biodiversity Hub, juga melakukan proyek tematik dengan memanfaatkan data AIS. Beberapa proyek tersebut diantaranya Vessel Strike of Whales in Australia: The Challenges of Analysis of Historical Incident Data (Peel, et.al., 2018) dan Quantification of risk from shipping to large marine fauna across Australia (Peel, et.al., 2019). Kedua proyek tersebut berfokus pada risiko yang diakibatkan oleh lalu lalang kapal laut terhadap fauna di perairan Australia.

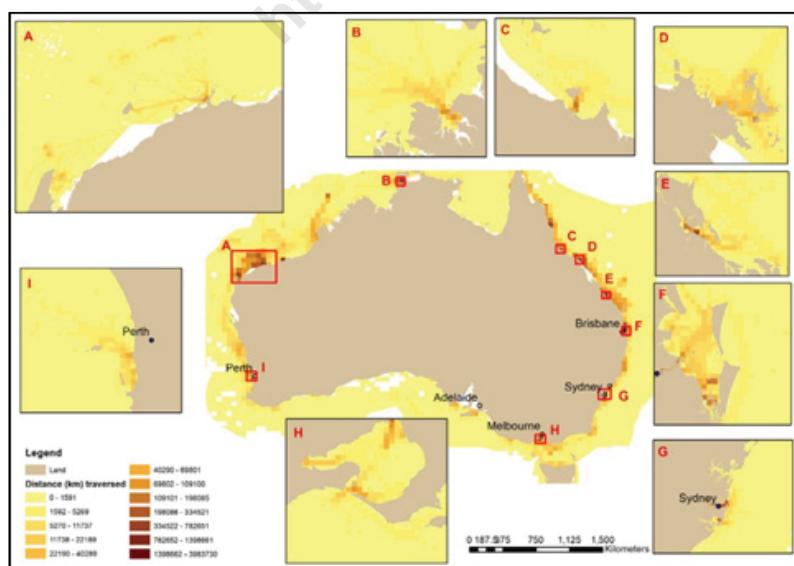
Proyek Peel, et.al. (2018) memanfaatkan data AIS yang bersumber dari AMSA untuk memetakan rute kapal. Kemudian, peta rute kapal tersebut disandingkan dengan peta distribusi paus. Berdasarkan hasil eksplorasi, spesies paus yang umumnya memiliki sebaran yang tumpang tindih dengan sebaran kapal dan memiliki catatan tumbukan dengan kapal didominasi oleh paus bungkuk, paus sikat selatan, dan paus sperma seperti yang terlihat dalam gambar berikut.



Sumber: Peel, et.al. (2018)

Gambar 94. Kepadatan Kapal Laut dan Pusat Lokasi Paus di Zona Ekonomi Australia

Sedangkan penelitian Peel, et.al. (2019) memanfaatkan data AIS dalam mendukung penghitungan besaran risiko yang dihadapi oleh fauna di perairan Australia akibat arus lalu lintas perkapalan. Fauna yang dilibatkan pun lebih banyak dibandingkan penelitian sebelumnya mencakup dugong dan penyu hijau. Adapun data AIS yang digunakan bersumber dari data digital AMSA berbentuk produk Craft Tracking System (CTS) yang telah diproses dan dibersihkan. Data tersebut digunakan untuk membentuk peta kepadatan kapal berdasarkan ukuran kapal standar AIS, tipe kapal, dan kapal berkecepatan tinggi. Contoh produk peta yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat melalui gambar berikut.

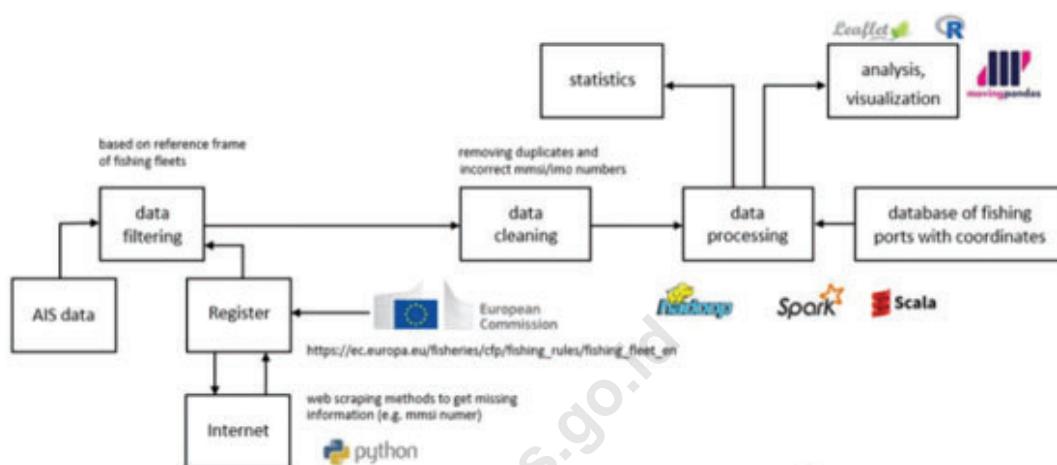


Sumber: Peel, et.al. (2019)

Gambar 95. Peta Kepadatan Kapal dengan Panjang Kurang dari 80 m

G. Polandia

Polandia sebagai salah satu negara anggota task team PBB dalam data AIS telah melakukan sejumlah penelitian dan penggunaan data AIS. Salah satunya melakukan tracking lalu lintas dan aktivitas kapal nelayan yang merupakan bagian dari projek ESSnet Big Data II oleh Uni Eropa. Program ini bertujuan untuk menghasilkan prototipe fungsional yang dapat memproses dan menganalisis data AIS untuk kebutuhan ekonomi maritim.



Sumber: ESSnet Big Data II

Gambar 96. Alur Analisis Data AIS Untuk Tracking Kapal Nelayan

Program ini menggunakan 2 sumber data, yaitu data AIS yang dimiliki oleh otoritas kemaritiman Polandia yang berasal dari pangkalan AIS daratan di Polandia dan data AIS yang disediakan oleh UN Global Platform melalui API ExactEarth, sebuah perusahaan kanada yang menyediakan layanan data *real-time* pelacakan kapal AIS berbasis satelit.

Data AIS kemudian di-filter dengan mencocokan nomor mmsi dengan daftar kapal nelayan yang terdaftar di Uni Eropa untuk mereduksi jumlah data karena program ini dibatasi hanya pada lalu lintas dan aktivitas kapal nelayan, kemudian dianalisis dengan input berupa tanggal observasi dan koordinat dari pelabuhan amatan (disebut juga geo-bounding box). Proses analisis akan menghasilkan tiga nilai statistik yaitu 'Time in port', 'Activity of fishing fleet' dan 'Traffic of fishing fleet'. Adapun keterangan dari masing-masing statistik dapat dilihat pada tabel 10.

Tabel 10. Keterangan Nilai Statistik

No (1)	Atribut (2)	Keterangan (3)	Tipe Data (4)
Time in Port			
1	mmsi	kode mmsi	Integer
2	time_in_port_seconds	waktu berlabuh dalam detik	Float
3	time_in_port_hours	waktu berlabuh dalam jam	Float
4	time_out_port_or_no_signal	waktu diluar pelabuhan	Float

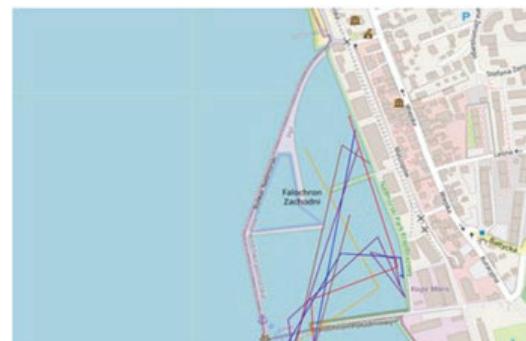
No (1)	Atribut (2)	Keterangan (3)	Tipe Data (4)
Activity of Fishing Fleet			
5	mmsi	kode mmsi	Integer
6	time_fishing_activity_seconds	waktu berlayar dalam detik	Float
7	time_fishing_activity_hours	waktu berlayar dalam jam	Float
Traffic of Fishing Fleet			
8	mmsi	kode mmsi	Integer
9	avg_draught	rata-rata kedalaman lambung kapal di bawah permukaan air	Float
10	max_min_speed	kecepatan maksimum dan minimum	Float
11	max_min_longitude_latitude	titik koordinat maksimum dan minimum	Float
12	all_distance	jumlah jarak yang ditempuh	Float
13	number_of_records	jumlah kapal yang diamati	Integer

Sumber: dgins2021.stat.gov.pl

Data ini lalu disajikan dalam bentuk visualisasi berupa lintasan kapal pada suatu area pelabuhan.



(a)



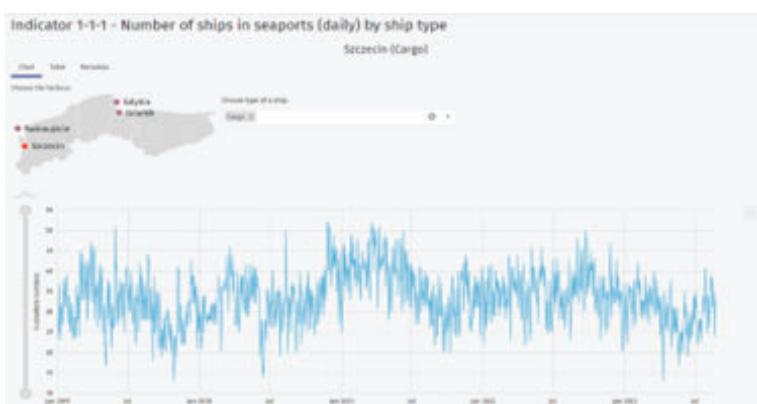
(b)

Sumber: dgins2021.stat.gov.pl

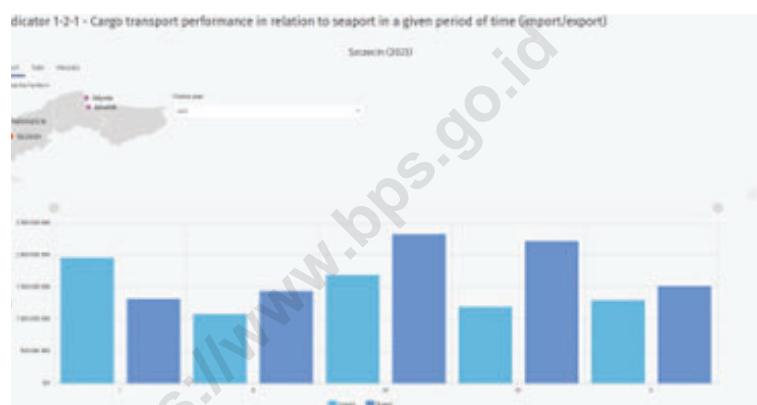
Gambar 97. Perbandingan Hasil Analisis Menggunakan Data AIS Stasiun Daratan (a) dan Data AIS Satelit (b)

Główny Urząd Statystyczny biasa disingkat GUS yang merupakan kantor statistik Polandia juga merilis sebuah dashboard berbasis web melalui projek bernama TranStat yang dilaksanakan pada tahun 2019 - 2021, projek ini memanfaatkan data AIS dan Sistem Pengumpulan Tol Elektronik (viaTOLL) untuk menghasilkan perkiraan volume lalu lintas, volume kinerja transportasi, dan volume polutan yang dikeluarkan oleh sarana transportasi, projek ini juga bertujuan untuk menciptakan

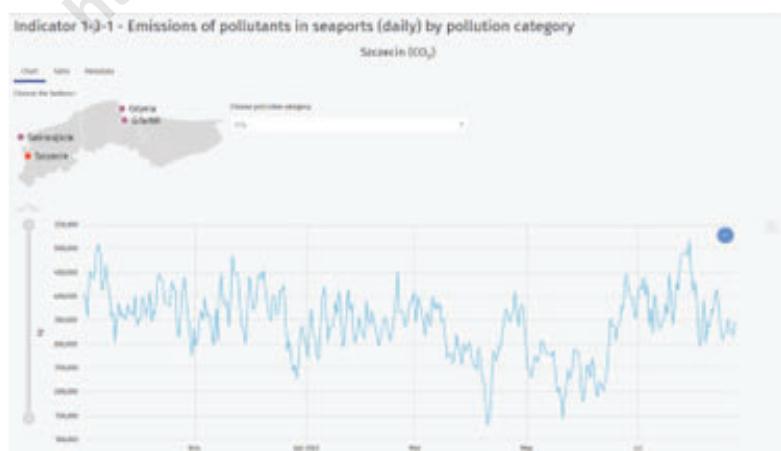
analisis fungsional dan mengelola sistem transportasi untuk perencanaan dan membentuk kebijakan transportasi negara. Output dashboard TranStat dapat diakses oleh umum pada laman <https://transtat.stat.gov.pl/> yang menyediakan data *real-time* yang di-update secara berkala.



(a)



(b)



(c)

Sumber: transtat.stat.gov.pl

Gambar 98. Tiga Indikator Utama pada Dashboard TranStat, (a) Jumlah Kapal di Pelabuhan, (b) Performa Impor Ekspor Kapal, (c) Jumlah Emisi Polutan yang Dihasilkan

H. UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development)

1. Latar belakang

Kinerja pelabuhan menjadi salah satu faktor penentu tingkat perdagangan internasional suatu negara. Untuk menentukan kinerja pelabuhan peti kemas di berbagai negara, UNCTAD mengembangkan Liner Shipping Connectivity Index (LSCI). Indeks ini terdiri dari enam komponen: Jumlah kunjungan kapal terjadwal, kapasitas tahunan yang dikerahkan dalam TEU (Twenty-Foot-equivalent Units), jumlah layanan pengiriman kapal reguler, ukuran rata-rata kapal dalam TEU yang dikerahkan oleh layanan terjadwal dengan rata-rata ukuran kapal terbesar dan jumlah negara lain yang terhubung ke negara tersebut melalui layanan pelayaran direct liner. Pada tahun 2019 indikator ini menjadi lebih rinci dengan memberikan informasi pada tingkat pelabuhan.

Meskipun LSCI hingga saat ini dihasilkan murni dari jadwal kapal, bukan pergerakan aktualnya, di masa mendatang LSCI dapat dilengkapi dengan data AIS untuk menangkap pergerakan aktual. Selain itu, hingga saat ini LSCI terbatas pada pengiriman kontainer, mengingat layanan terjadwal regulernya. Di masa depan, hal ini dapat dipertimbangkan untuk mencakup kapal dan jenis layanan lain berdasarkan data AIS.

Selain itu, di tingkat negara, informasi yang lebih rinci mengenai kunjungan pelabuhan dan statistik kinerja juga tersedia. Dalam tabel komprehensif baru ini yang menampilkan kunjungan pelabuhan menurut negara, waktu penyelesaian tipikal serta ukuran rata-rata dan usia kapal. Statistik tersebut berasal dari data sistem identifikasi otomatis (AIS) yang bekerja sama dengan MarineTraffic.

2. Data

Perhitungan kunjungan pelabuhan didasarkan pada data yang disediakan oleh MarineTraffic. Angka gabungan diperoleh dari perpaduan informasi AIS dengan intelijen pemetaan pelabuhan oleh MarineTraffic, yang mencakup kapal berukuran 1000 GT ke atas dan tidak termasuk kapal penumpang. Secara total, berdasarkan data AIS untuk armada kapal niaga dunia berukuran 1000 GT ke atas, tercatat terdapat 1.884.818 port call pada tahun 2018.

3. Metodologi

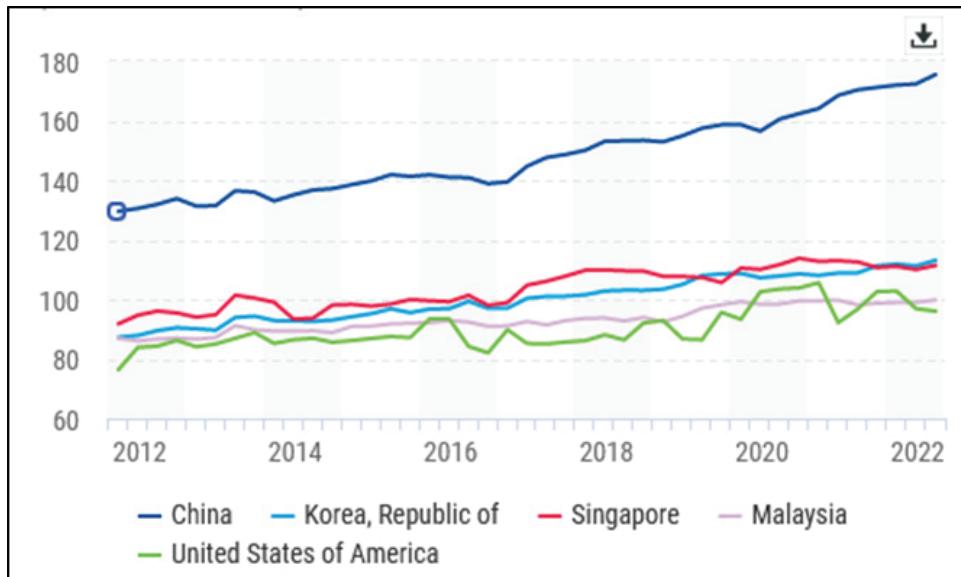
Untuk menghitung jumlah panggilan pelabuhan, hanya kedatangan yang dipilih. Kasus dengan kurang dari 10 kedatangan atau 5 kapal berbeda di tingkat negara per pasar komersial yang tersegmentasi tidak dimasukkan. Kapal penumpang dan kapal RO/RO tidak termasuk dalam penghitungan waktu di pelabuhan. Waktu dihitung sebagai waktu median. Karena perbedaan statistik, rata-rata waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan lebih lama di hampir semua negara dan pasar. Kapal bisa menghabiskan waktu lama di suatu pelabuhan, misalnya untuk perbaikan data yang menyimpang. Data tersebut meliputi 8 pasar (berdasarkan jenis kapal): kapal penumpang, curah basah, kapal kontainer, breakbulk kering, curah kering, RO/RO (roll-on/roll-off), LPG, LNG. Untuk pasar-pasar ini variabel-variabel berikut dihitung:

- Jumlah kedatangan
- Waktu rata-rata di pelabuhan (hari)
- Usia rata-rata kapal (setiap kapal dihitung sesering yang disebut di pelabuhan negara tersebut)
- Ukuran rata-rata (GT) kapal: (setiap kapal dihitung sesering yang dipanggil di pelabuhan negara tersebut)
- Daya angkut kargo rata-rata (DWT) per kapal (setiap kapal dihitung sesering yang disebut di pelabuhan negara tersebut)
- Rata-rata daya angkut peti kemas (TEU) per kapal peti kemas: (setiap kapal dihitung sesering yang dipanggil di pelabuhan negara tersebut)
- Ukuran maksimum (GT) kapal
- Daya angkut muatan maksimum (DWT) kapal
- Daya angkut peti kemas maksimum (TEU) kapal peti kemas.

4. Hasil Awal

Temuan utamanya adalah waktu yang lebih singkat di pelabuhan merupakan indikator positif dari efisiensi pelabuhan dan daya saing perdagangan. Pada tahun 2018, median waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan dalam satu kali singgah di pelabuhan adalah 23,5 jam. Secara umum, kapal curah kering menghabiskan waktu 2,05 hari selama singgah di pelabuhan, hampir tiga kali lipat waktu rata-rata kapal kontainer. Negara-negara dengan lebih banyak panggilan pelabuhan biasanya memiliki waktu penyelesaian yang lebih singkat. Tahun pertama cakupannya adalah tahun 2018, dengan pembaruan dijadwalkan setiap enam bulan.

Jika kapal lebih besar, jika hal-hal lain dianggap sama, waktu penyelesaian harus lebih lama, karena akan ada lebih banyak muatan yang harus dimuat dan dibongkar. Pada saat yang sama, pelabuhan yang dapat menampung kapal-kapal besar biasanya juga lebih modern dan efisien. Analisis UNCTAD menunjukkan bahwa terdapat korelasi negatif antara ukuran kapal terbesar yang singgah di pelabuhan suatu negara dan median waktu yang dihabiskan kapal di pelabuhan, sementara terdapat sedikit korelasi positif untuk sebagian besar segmen pasar antara ukuran rata-rata kapal dan jumlah kapal yang berlayar di pelabuhan. waktu yang dihabiskan di pelabuhan. Dengan kata lain, kemampuan menampung kapal peti kemas berukuran sangat besar merupakan indikator bahwa suatu pelabuhan cepat dan efisien, sedangkan pelabuhan yang menerima kapal berukuran besar rata-rata juga membutuhkan waktu sedikit lebih lama untuk memuat dan membongkar muatan dengan volume yang lebih besar.



Sumber: UNCTAD

Gambar 99. Liner Shipping Connectivity Index, 5 Negara dengan Perekonomian Terbesar (China Q1 2006=100)

5. Rencana Pengembangan

Selanjutnya, jadwal tersebut mungkin digabungkan dengan data AIS, yaitu LSCI dapat ditingkatkan dengan memverifikasi jadwal dengan pergerakan sebenarnya. Dengan menggabungkan data AIS dengan jadwal, keandalan jadwal dapat diukur dan dilaporkan, dan LSCI sendiri dapat disesuaikan.

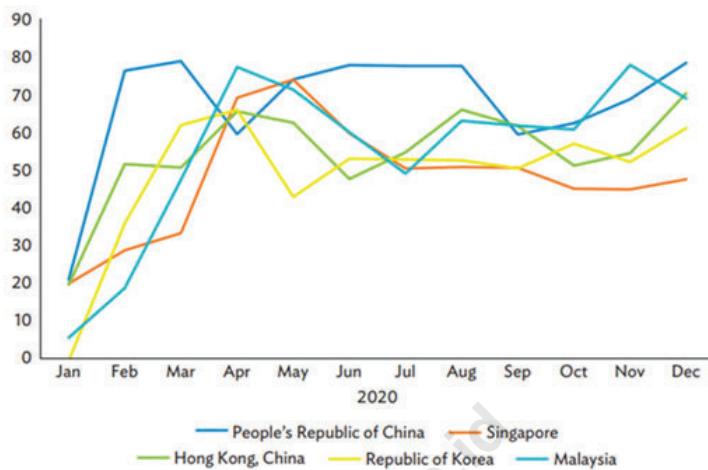
I. ADB (Asian Development Bank)

ADB sudah banyak sekali menggunakan data AIS sebagai sumber data tambahan untuk melakukan berbagai analisis. Menurut ADB, AIS dulunya digunakan dalam keselamatan lalu lintas maritim, namun saat ini data yang dihasilkan semakin banyak sehingga digunakan untuk berbagai aplikasi. Misalnya, sinyal radio yang dipancarkan oleh kapal sekarang digunakan untuk mengukur lalu lintas maritim, kinerja pelabuhan, dan volume perdagangan. AIS message sendiri berisi informasi penting mengenai posisi, arah, kecepatan, dan muatan kapal. Data AIS dapat membantu memperkirakan arus perdagangan, menilai kinerja pelabuhan, dan memantau emisi perikanan dan karbon dioksida. Selain itu, Data AIS dapat memberikan perkiraan yang lebih tepat waktu untuk arus perdagangan internasional dibandingkan dengan data perdagangan bulanan resmi. Data AIS juga dapat digunakan untuk memperkirakan muatan kapal berdasarkan pengukuran rancangan kapal. Beberapa studi kasus mengenai penggunaan data AIS yang telah dilakukan oleh ADB antara lain :

1. Identifikasi Disrupsi Akibat Pandemi pada Transportasi Laut Global

Data port call menunjukkan bahwa pandemi mengganggu transportasi maritim di seluruh dunia dan pada tingkat yang berbeda-beda di pelabuhan-pelabuhan utama Asia. Pembatasan mobilitas yang diterapkan secara global pada awal 2020, menyebabkan penurunan signifikan dalam pelabuhan Asia. Beberapa pelabuhan,

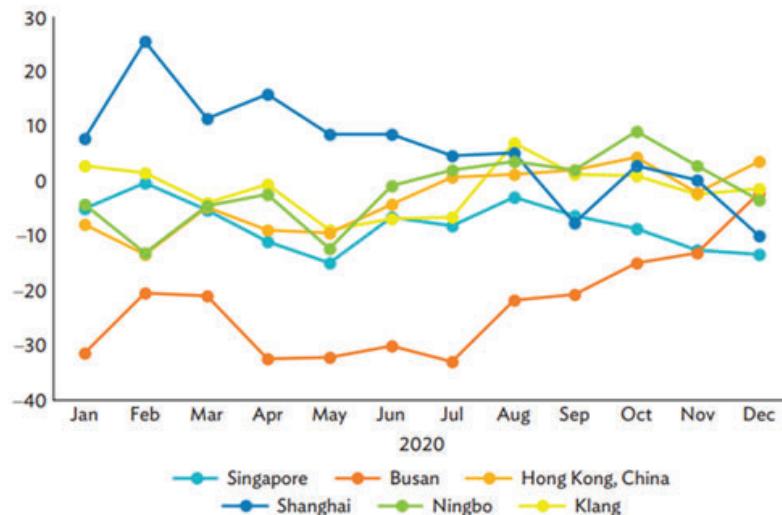
seperti Singapura dan Busan, memiliki jumlah port calls yang rendah sepanjang tahun 2020, sementara yang lain, seperti Hong Kong, China; Ningbo; dan Klang, pulih lebih cepat. Namun, panggilan pelabuhan di Shanghai tidak terlalu terpengaruh dan bahkan mengalami pertumbuhan (Y-on-Y) hingga Agustus 2020. Ini kemungkinan dikarenakan kapal menjadwalkan ulang kedatangan mereka untuk mengantisipasi lockdown lebih lanjut.



Sumber: ADB

Gambar 100. Monthly Government Stringency Index

Selama pandemi, waktu tunggu di pelabuhan meningkat, tetapi waktu penyelesaian bervariasi menurut jenis pelabuhan dan kapal. Secara umum, total waktu yang dihabiskan di pelabuhan per kapal menurun di Shanghai, Singapura, dan Hong Kong, China karena lebih sedikit panggilan pelabuhan, sementara Busan mengalami kenaikan yang signifikan. Operator massal memiliki waktu tunggu yang lebih rendah di semua pelabuhan kecuali Ningbo. Namun, produk tanker, kapal kontainer, dan kargo umum telah meningkatkan waktu penyelesaian rata-rata di sebagian besar pelabuhan, dengan Busan memiliki peningkatan tertinggi. Waktu tunggu di pelabuhan meningkat untuk sebagian besar pelabuhan dan jenis kapal, kecuali Busan. Dampak pandemi yang berbeda pada pelabuhan dan jenis kapal dapat dikaitkan dengan faktor-faktor seperti pembatasan COVID-19, berkurangnya ketersediaan staf pelabuhan, dan karakteristik pelabuhan tertentu.

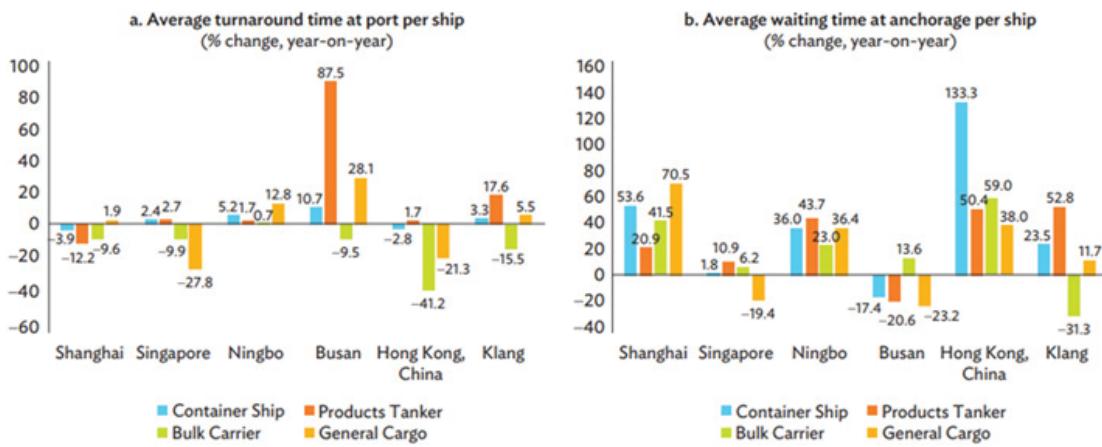


Sumber: ADB

Gambar 101. Port Calls Kapal Kontainer Bulanan

2. Forecasting Arus Perdagangan

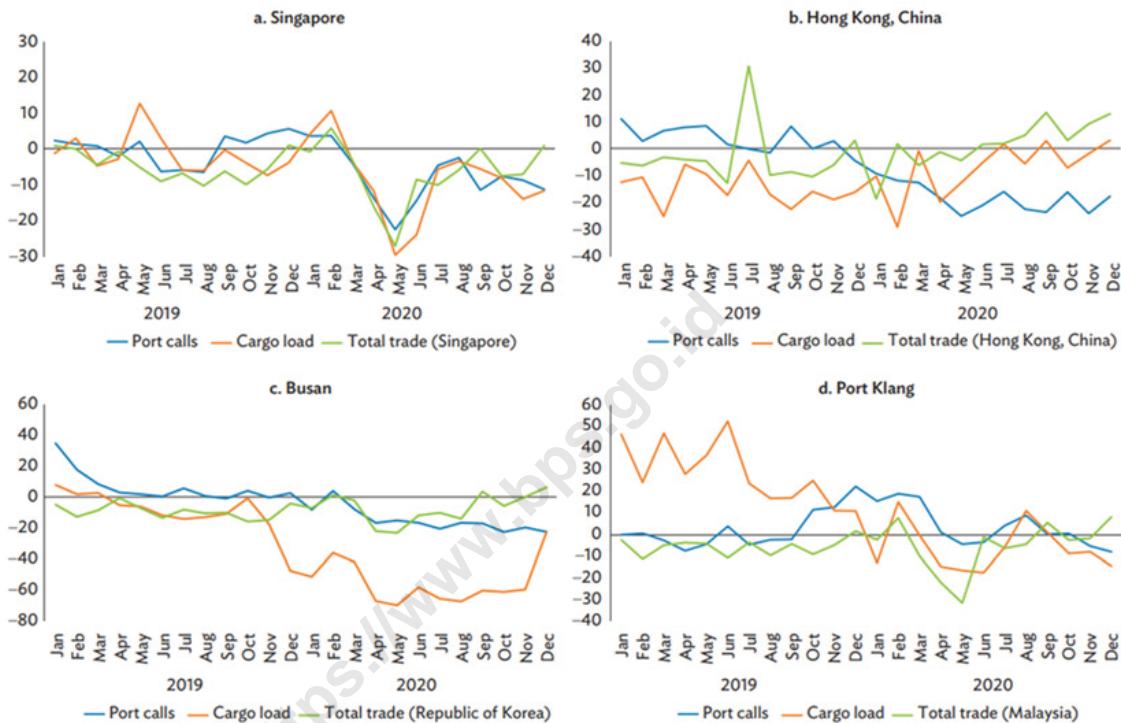
Potensi indikator berbasis data AIS untuk memperkirakan pencatatan arus perdagangan dievaluasi dengan membandingkannya dengan statistik perdagangan nasional resmi. Panggilan pelabuhan mingguan kapal, sebagaimana diperoleh dari data AIS, dapat digunakan untuk memperkirakan arus perdagangan bulanan (baik impor maupun ekspor). Untuk mendapatkan muatan kargo, perubahan rancangan digunakan mengikuti pendekatan yang pernah dibuat oleh Arslanalp, Marini, dan Tumbarello (2019). Pendekatan ini juga memperhitungkan bobot kapal, draft kedatangan dan keberangkatan yang dilaporkan dari pelabuhan, dan draft maksimumnya. Selain itu, sangat penting untuk memastikan konsistensi catatan pengiriman dalam data AIS yang digunakan untuk analisis dengan catatan resmi yang dikelola oleh otoritas pelabuhan.



Sumber: ADB

Gambar 102. Informasi Perdagangan dari Data AIS

Temuan ini menggambarkan potensi data AIS yang menjanjikan dalam memberikan informasi terkait perdagangan, meskipun tidak ada detail barang perdagangan tertentu. Hal ini terutama berlaku untuk Singapura, yang merupakan negara kecil dengan ekonomi terbuka yang sangat bergantung pada perdagangan internasional dan berfungsi sebagai pelabuhan tersibuk kedua secara global. Arus perdagangan yang berasal dari data AIS menunjukkan keselarasan yang kuat dengan statistik perdagangan resmi, baik dalam hal port call dan muatan kargo. Selain itu, perkiraan tersebut secara akurat menangkap titik balik utama dalam perdagangan Singapura selama tahun 2020, seperti yang terjadi pada bulan Februari dan Mei.



Sumber: ADB

Gambar 103. Alur Perdagangan Berbasis AIS vs Statistik Perdagangan Resmi

3. Pen Terusan Suez

Terusan Suez, yang terletak di Mesir, adalah kanal air terkenal yang menghubungkan Laut Mediterania dengan Laut Merah dan Samudra Hindia. Sekitar 12% dari perdagangan global melintasi kanal ini, membentuk 30% dari lalu lintas peti kemas global. Pada Maret 2021, peristiwa penting terjadi ketika salah satu kapal kontainer terbesar di dunia kandas, secara efektif menghalangi kanal dan menyebabkan gangguan signifikan dalam perdagangan maritim antara Eropa, Asia, dan Timur Tengah. Akibatnya, setiap aspek rantai pasokan global, mulai dari penyedia transportasi domestik hingga pengecer, supermarket, dan produsen, terpengaruh. Konsekuensi langsung dari insiden ini adalah eskalasi biaya pengiriman, yang mengarah pada eksplorasi rute alternatif yang layak secara ekonomi.

Results	BAU (1–22 Mar 2021)	Blockage (23 Mar–3 April)	% change
Average Daily Arrivals	53 vessels	43 vessels	-18.9%
Average Transit Time	31 hours	148 hours	477.4%

Sumber: ADB

Gambar 104. Hasil Pengukuran Dampak Insiden Menggunakan Data AIS

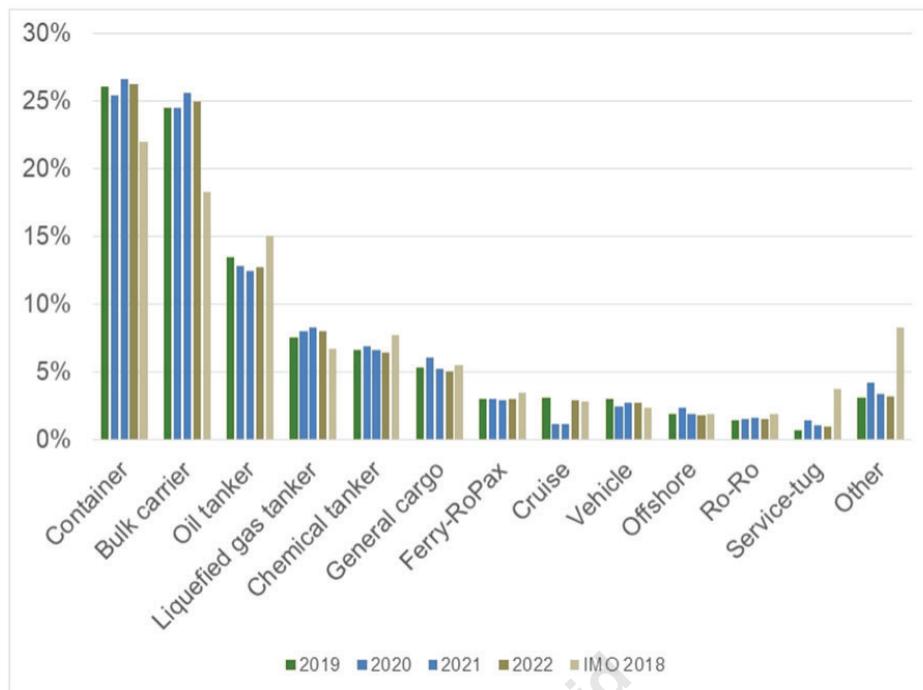
Untuk mengukur dampak insiden ini menggunakan data AIS, tiga area diteliti, yaitu North Anchorage, Great Bitter Lake, dan South Anchorage, dipantau untuk melacak pergerakan kapal dari 1 Maret hingga 3 April. Pemrosesan dan analisis sinyal AIS dibagi menjadi dua periode berbeda berdasarkan tanggal transmisi. Pengumpulan data pertama mencakup durasi penyumbatan, sedangkan set kedua mencakup operasi bisnis normal pada minggu-minggu sebelum insiden. Analisis data AIS mengungkapkan penurunan 18% dalam rata-rata kedatangan kapal harian dan peningkatan hampir lima kali lipat dalam waktu transit rata-rata selama periode kandasnya kapal.

Untuk pemeriksaan yang lebih komprehensif, kapal dengan waktu transit minimal 50 jam dipertimbangkan untuk menentukan jumlah kapal yang terkena dampak, menghasilkan total 417 kapal unik. Penyumbatan tidak hanya memperpanjang waktu transit rata-rata melalui Terusan Suez tetapi juga memaksa sekitar 56 kapal unik untuk memilih rute alternatif yang lebih panjang, mengelilingi Tanjung Harapan di Afrika Selatan. Pengalihan ini secara signifikan meningkatkan waktu transit mereka hingga 2 minggu.

J. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development)

Pelayaran dan pengiriman barang global sangat penting untuk perdagangan internasional, tetapi juga merupakan sumber emisi CO₂. Dalam upaya menangani climate change, negara-negara perlu memantau emisi CO₂ dari kapal-kapal yang dimiliki oleh perusahaan operator kapal. Namun, sebagian besar aktivitas pelayaran terjadi di luar batas negara, sehingga sulit untuk dipantau. OECD.stat melakukan penelitian untuk melakukan pemantauan emisi CO₂ dari pelayaran global yang diperbarui setiap kuartal dengan hasil yang dirinci menurut negara dan jenis kapal.

IMPLEMENTASI AIS UNTUK OFFICIAL STATISTICS

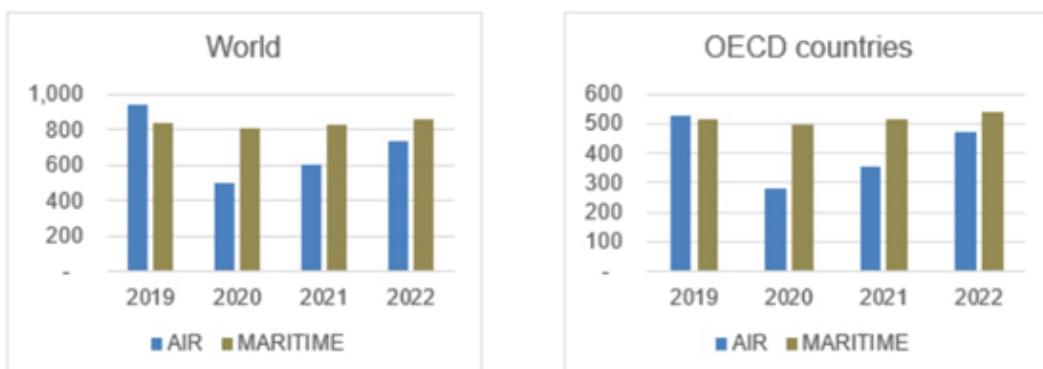


Sumber: OECD

Gambar 105. Porsi Emisi CO₂ dari Pelayaran Global (%) Berdasarkan Jenis Kapal, 2019-2022

Data ini akan membantu lembaga statistik untuk menyusun Akun Emisi Udara (AEA) untuk Sistem Akuntansi Ekonomi Lingkungan (SEEA). OECD memperkirakan bahwa ada 858 juta ton emisi CO₂ secara global dari industri pelayaran global dari industri pelayaran pada tahun 2022, dibandingkan dengan 739 juta ton emisi CO₂ dari transportasi udara (penerbangan). OECD Negara-negara OECD dengan emisi CO₂ terbesar dari pelayaran pada tahun 2022, berdasarkan negara tempat tinggal operator kapal, adalah operator kapal, adalah Yunani, Jepang, dan Amerika Serikat. Data baru ini juga menunjukkan bahwa pengurangan CO₂ dari pelayaran selama pandemi COVID-19 lebih kecil dibandingkan dengan penerbangan.

Million tonnes of CO₂

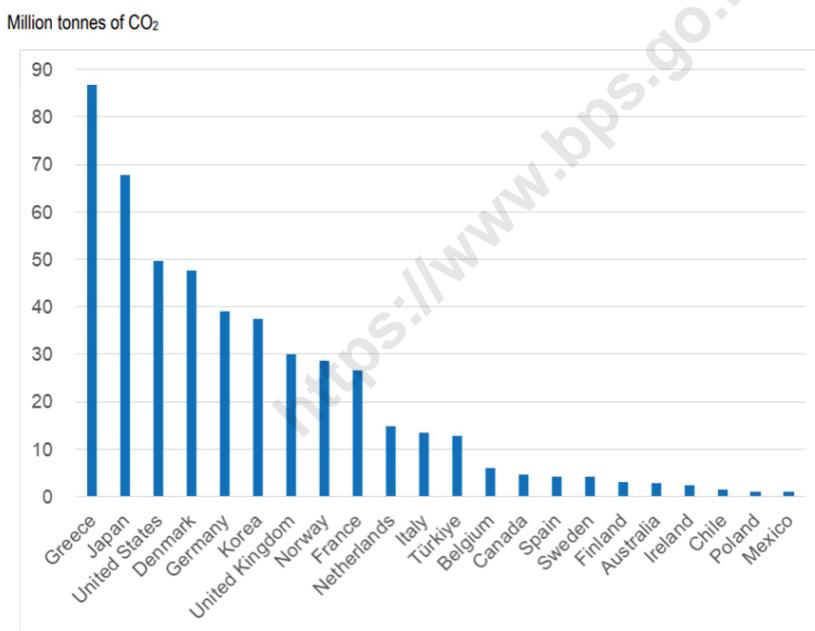


Sumber: OECD

Gambar 106. Emisi CO₂ dari Transportasi Udara dan Maritim, 2019-2022

OECD menggunakan data pelacakan kapal yang dikenal sebagai AIS, yang yang dikembangkan oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) dan tersedia di Platform Global PBB. AIS melacak setiap kapal saat mereka bergerak di seluruh dunia. OECD memperkirakan emisi CO₂ untuk setiap pelayaran dan mengalokasikannya ke negara operator kapal sesuai dengan "residence principles" dari Sistem Neraca Nasional internasional dan SEEA.

Studi ini mengadopsi pendekatan bottom-up yang menggunakan transmisi AIS masing-masing kapal dan informasi tentang karakteristiknya dari daftar kapal Information Handling Services (IHS). Studi ini juga menggunakan informasi dari IMO dan sistem data pemantauan, pelaporan, dan verifikasi Uni Eropa (EU-MRV). Gabungan data IHS dan AIS dihubungkan ke EU-MRV menggunakan nomor identifikasi IMO untuk membuat kumpulan data pelatihan yang digunakan untuk memprediksi rasio efisiensi emisi untuk setiap kapal menggunakan model regresi random forest . Model random forest dipilih karena model ini memberikan keseimbangan antara efisiensi komputasi dan pemodelan granular, dan memiliki akurasi yang lebih besar daripada model model regresi alternatif yang diuji. Rasio efisiensi emisi kemudian dikalikan dengan jarak jarak yang ditempuh oleh kapal untuk mendapatkan emisi CO₂.



Sumber: OECD

Gambar 107. Emisi CO₂ dari Pelayaran Global Menurut Negara, OECD, 2022

Perbandingan hasil studi ini dengan hasil studi Badan Energi Internasional (IEA) dan IMO menunjukkan bahwa model estimasi ini robust pada skala global. Namun, jika dibandingkan dengan masing-masing negara AEA, terdapat beberapa perbedaan. Meskipun ada beberapa penjelasan untuk hal ini, makalah ini merekomendasikan bahwa para penyusun AEA resmi membandingkan data mereka dengan data EOCD. OECD berencana untuk terus bekerja sama dengan lembaga statistik nasional dalam meningkatkan penyelarasan, serta menggunakan sumber data baru ini untuk berkontribusi pada pengembangan "bridging items" AEA.

DAFTAR PUSTAKA

- Administration, N. C. (2023). Retrieved from <https://www.kystverket.no/en/>
- Bis, M. (2023). Retrieved from https://github.com/AIS-data/WPE_fishing_fleet/blob/master/README.md
- Bis, M. (2023). Retrieved from https://dgins2021.stat.gov.pl/images/presentations/Michal_Bis_DGINS_2021.pdf
- CSO, C. S. (2023). Retrieved from Port Visits Using Real-Time Shipping Data (CSO Ireland)
- Halden, T. (2019). Retrieved from <https://ntnuopen.ntnu.no/ntnu-xmlui/bitstream/handle/11250/2626181/no.ntnu%3Ainspera%3A2525493.pdf?sequence=1>
- IMF. (2023). Retrieved from <https://www.imf.org/-/media/Files/Publications/WP/2021/English/wpiea2021225-print-pdf.ashx>
- Marineinsight. (2023). Retrieved from <http://www.marineinsight.com/wp-content/uploads/2016/11/AIS-Whitepaper.pdf>
- Maritime, I. (2023). Retrieved from https://www.spglobal.com/pdf/AISlive-Release-Sep-2013_180563110913049832.pdf
- Norwegian. (2023). Retrieved from <https://www.barentswatch.no/bolgevarsel/>
- OECD. (2023). Retrieved from <https://www.oecd.org/publications/co2-emissions-from-global-shipping-bc2f7599-en.htm>
- Organization, I. I. (2023). Retrieved from <https://www.imonumbers.ihs.com/Home/About>
- Poland, N. C. (2023). Retrieved from <https://transtat.stat.gov.pl/1-1/1-1-1.aspx>
- Ships, L. R. (2022-2023). Retrieved from <https://cdn.ihsmarkit.com/www/pdf/0923/ROS2022-2023.pdf>
- UK, G. o. (2023). Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/404709/shipping-fleet-tech-note.pdf



LAMPIRAN

<https://www.bps.go.id>

A. Lampiran 1. Atribut pada Data AIS dan Penjelasannya

Atribut	Keterangan	Tipe Data
Mmsi	Maritime mobile service identity (mmsi) adalah rangkaian sembilan digit yang dikirim dalam bentuk digital melalui saluran frekuensi radio untuk mengidentifikasi stasiun radio kapal, stasiun bumi kapal, stasiun radio pantai, stasiun bumi pantai, dan panggilan grup secara unik.	Integer
message_type	Jenis pesan yang dikirim kapal melalui AIS dan ditangkap oleh sensor. Jenis pesan yang dikirim dapat dilihat pada Lampiran 2.	Integer
longitude	Longitude atau garis bujur adalah suatu garis khayal yang ditarik dari ujung kutub utara sampai ke kutub selatan yang digunakan untuk menentukan lokasi di bumi pada globe atau peta	Float
latitude	Latitude atau garis lintang merupakan sebuah garis yang bertujuan untuk menentukan jarak dari kutub utara atau selatan menuju garis khatulistiwa	Float
imo	Nomor IMO adalah sistem penomoran yang dibuat oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO) sebagai pengidentifikasi khusus yang wajib dimiliki kapal baik dalam pelayaran nasional maupun internasional	Integer
callsign	Callsign adalah pesan panggilan yang ditransmisikan melalui radio VHF bersama MMSI. Ini adalah pengidentifikasi unik yang berisi karakter dan angka	String
vessel_name	Nama kapal yang mengirim sensor	String
vessel_type	Tipe kapal yang mengirim sensor	String
vessel_type_code	Kode tipe kapal yang mengirim sensor	Integer
vessel_type_cargo	Kode tipe kargo kapal yang mengirim sensor	String
vessel_class	Klas transponder AIS yang mengirim sensor	String
length	Panjang kapal yang mengirim sensor dalam meter	Float

Atribut	Keterangan	Tipe Data
width	Lebar kapal yang mengirim sensor dalam meter	Float
flag_country	Negara asal/bendera kapal yang mengirim sensor	String
flag_code	Kode negara asal/bendera kapal yang mengirim sensor	Integer
destination	Nama pelabuhan tujuan kapal yang mengirim sensor	String
Eta	Perkiraan waktu kedatangan kapal yang mengirim sensor	Integer
draught	Panjang bagian lambung kapal yang berada dalam air	Float
Sog	Speed over ground (SOG) adalah kecepatan kapal dalam satu jam berkenaan dengan daratan atau objek tetap lainnya seperti pelampung	Float
Cog	Course over ground (COG) adalah arah sebenarnya dari kemajuan kapal, antara dua titik, mengenai permukaan bumi	Float
Rot	Rate of turn (rot) merupakan tingkat rotasi kapal (jika ada) dalam pesan AIS 1, 2 dan 3	Float
heading	-	Float
nav_status	Status navigasi kapal yang mengirim sensor	String
nav_status_code	Kode status navigasi kapal yang mengirim sensor	Integer
source	<p>Sumber data AIS</p> <p>Jenis Sumber Data</p> <p>Satelit-AIS (S-AIS)</p> <p>S-AIS menyediakan data kapal yang disempurnakan di daerah terpencil di mana AIS terrestrial tidak dapat dijangkau.</p> <p>Dynamic AIS™ (D-AIS)</p> <p>D-AIS memberikan dampak yang belum pernah terjadi sebelumnya dalam MMSI unik yang diterima dan frekuensi pembaruan posisi di HTZ.</p> <p>Terrestrial AIS (T-AIS)</p> <p>T-AIS menyediakan komunikasi kapal-ke-pantai dan pantai-ke-kapal dalam jarak 40 mil laut.</p>	String

Atribut	Keterangan	Tipe Data
dt_insert_utc	Tanggal dan waktu sisipan terakhir dalam UTC [YYYYMMDDHHmmSS]	Timestamp
dt_pos_utc	Tanggal dan waktu pesan AIS posisi terakhir dalam UTC [YYYY-MM-DD HH24:MI:SS]	Timestamp
dt_static_utc	Tanggal dan waktu pesan AIS statis terakhir dalam UTC [YYYY-MM-DD HH24:MI:SS]	Timestamp
vessel_type_main	Tipe utama kapal yang mengirim sensor	String
vessel_type_sub	Subkategori tipe kapal yang mengirim sensor	String
Eeid	exactEarth Identifier (eEID)	String
source_filename	Nama file sumber data	String
H3index_0	H3 index*	String
H3_int_index_0	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_1	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_2	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_3	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_4	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_5	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_6	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_7	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_8	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_9	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_10	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_11	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_12	H3 integer index*	Long Long Integer

Atribut	Keterangan	Tipe Data
H3_int_index_13	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_14	H3 integer index*	Long Long Integer
H3_int_index_15	H3 integer index*	Long Long Integer

*catatan: Penjelasan lebih lanjut mengenai H3 index terdapat di sub bab 3.2

https://www.bps.go.id

B. Lampiran 2. Jenis Pesan AIS

Tipe	Nama	Keterangan
1	Laporan Posisi	Laporan posisi terjadwal (peralatan bergerak lintas kapal Kelas A).
2	Laporan Posisi	Laporan posisi terjadwal yang ditetapkan; (Peralatan bergerak lintas kapal Kelas A).
3	Laporan Posisi	Laporan posisi khusus, tanggapan terhadap interogasi; (Peralatan bergerak lintas kapal Kelas A).
4	Laporan Stasiun Pangkalan	Posisi, UTC, tanggal, dan nomor slot stasiun pangkalan saat ini.
5	Data Terkait Statis dan Pelayaran	Laporan data kapal terkait statis dan pelayaran terjadwal; (Peralatan bergerak lintas kapal Kelas A).
6	Pesan Beralamat Biner	Data biner untuk komunikasi yang ditujukan.
7	Pengakuan Biner	Pengakuan menerima data biner yang dialamatkan.
8	Pesan Siaran Biner	Data biner untuk komunikasi siaran.
9	Laporan Posisi Pesawat SAR Standar	Laporan posisi hanya untuk stasiun lintas udara yang terlibat dalam operasi SAR.
10	Permintaan UTC/Tanggal	Minta UTC dan tanggal.
11	Tanggapan UTC/Tanggal	UTC saat ini dan tanggal jika tersedia.
12	Pesan Terkait Keamanan yang Ditujukan	Data terkait keamanan untuk komunikasi yang ditujukan.
13	Pengakuan Terkait Keselamatan	Pengakuan menerima pesan terkait keselamatan yang ditujukan.
14	Pesan Siaran Terkait Keselamatan	Data terkait keamanan untuk komunikasi siaran.
15	Interogasi	Permintaan untuk jenis pesan tertentu (dapat menghasilkan beberapa tanggapan dari satu atau beberapa stasiun).
16	Perintah Mode Penugasan	Penugasan perilaku laporan tertentu oleh otoritas yang kompeten menggunakan stasiun Base.
17	DGNSS Menyiarkan Pesan Biner	Koreksi DGNSS disediakan oleh stasiun pangkalan.
18	Laporan Posisi Peralatan Kelas B Standar	Laporan posisi standar untuk peralatan bergerak lintas kapal Kelas B yang akan digunakan sebagai pengganti Pesan 1, 2, 3.

Tipe	Nama	Keterangan
19	Laporan Posisi Peralatan Kelas B yang Diperluas	Laporan posisi yang diperpanjang untuk peralatan bergerak lintas kapal kelas B; berisi informasi statis tambahan.
20	Pesan Manajemen Tautan Data	Cadangan slot untuk Base station.
21	Laporan Aids-to-Navigasi	Laporan posisi dan status untuk alat bantu navigasi.
22	Manajemen Saluran	Manajemen saluran dan mode transceiver oleh Base station.
23	Perintah Penugasan Kelompok	Penugasan perilaku laporan tertentu oleh otoritas yang kompeten menggunakan stasiun Base ke grup seluler tertentu.
24	Laporan Data Statis	Data tambahan yang ditetapkan ke MMSI Bagian A: Nama, Bagian B: Data Statis.
25	Pesan Biner Slot Tunggal	Transmisi data biner pendek tak terjadwal (disiarkan atau dialamatkan).
26	Pesan Biner Slot Berganda dengan Status Komunikasi	Transmisi data biner terjadwal (disiarkan atau dialamatkan).
27	Laporan Posisi Untuk Aplikasi Jarak Jauh	Laporan posisi terjadwal; Peralatan bergerak lintas kapal Kelas A di luar cakupan stasiun pangkalan.

C. Lampiran 3. Sistem Pengkodean Tipe Kapal

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Bulk Carrier	Bulk Carrier	Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Bulk Carrier (with Vehicle Decks)	Bulk Carrier	Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Bulk Carrier, Laker only	Bulk Carrier	Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Ore Carrier	Ore Carrier	Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Bulk/Caustic Soda Carrier (CABU)	Bulk/Oil Carrier	Bulk Dry/Oil	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Bulk/Oil Carrier (OBO)	Bulk/Oil Carrier	Bulk Dry/Oil	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Bulk/Sulphuric Acid Carrier	Bulk/Oil Carrier	Bulk Dry/Oil	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Bulk/Oil/Chemical Carrier (CLEANBU)	Ore/Oil Carrier	Bulk Dry/Oil	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Ore/Oil Carrier	Ore/Oil Carrier	Bulk Dry/Oil	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Aggregates Carrier	Aggregates Carrier	Other Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Cement Carrier	Cement Carrier	Other Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Limestone Carrier	Limestone Carrier	Other Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Powder Carrier	Powder Carrier	Other Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Refined Sugar Carrier	Refined Sugar Carrier	Other Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Urea Carrier	Urea Carrier	Other Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Wood Chips Carrier	Wood Chips Carrier	Other Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Bulk Carrier, Self-Discharging	Self Discharging Bulk Carrier	Self Discharging Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Bulk Carrier, Self- Discharging, Laker	Self Discharging Bulk Carrier	Self Discharging Bulk Dry	Bulk Carriers	Cargo Carrying
Container Ship (Fully Cellular)	Container Ship	Container	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
Container Ship (Fully Cellular/ Ro-Ro Facility)	Container Ship	Container	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
Passenger/ Container Ship	Passenger/ Container Ship	Container	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
Deck Cargo Ship	Deck Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
General Cargo Ship	General Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
General Cargo Ship (Open Hatch)	General Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
General Cargo Ship (with Ro- Ro Facility)	General Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
General Cargo Ship, Self- Discharging	General Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
General Cargo/ Tanker	General Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
General Cargo/Tanker (Container/ Oil/Bulk - COB Ship)	General Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
Palletised Cargo Ship	Palletised Cargo Ship	General Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
Barge Carrier	Barge Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
Heavy Load Carrier	Heavy Load Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying
Heavy Load Carrier, Semi Submersible	Heavy Load Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/ Passenger	Cargo Carrying

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Yacht Carrier, Semi Submersible	Heavy Load Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Livestock Carrier	Livestock Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Nuclear Fuel Carrier	Nuclear Fuel Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Nuclear Fuel Carrier (with Ro-Ro Facility)	Nuclear Fuel Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Pulp Carrier	Pulp Carrier	Other Dry Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Passenger/Cruise	Passenger (Cruise) Ship	Passenger	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Passenger Ship	Passenger Ship	Passenger	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
General Cargo/Passenger Ship	Passenger/General Cargo Ship	Passenger/General Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Passenger/Landing Craft	Passenger/Landing Craft	Passenger/General Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Passenger/Ro-Ro Ship (Vehicles)	Passenger/Ro-Ro Cargo Ship	Passenger/General Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Passenger/Ro-Ro Ship (Vehicles/Rail)	Passenger/Ro-Ro Cargo Ship	Passenger/General Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Refrigerated Cargo Ship	Refrigerated Cargo Ship	Refrigerated Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Container/Ro-Ro Cargo Ship	Container/Ro-Ro Cargo Ship	Ro-Ro Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Landing Craft	Landing Craft	Ro-Ro Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Rail Vehicles Carrier	Ro-Ro Cargo Ship	Ro-Ro Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Ro-Ro Cargo Ship	Ro-Ro Cargo Ship	Ro-Ro Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying
Vehicles Carrier	Vehicles Carrier	Ro-Ro Cargo	Dry Cargo/Passenger	Cargo Carrying

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Beer Tanker	Beer Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
Chemical Tanker	Chemical Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
Molten Sulphur Tanker	Chemical Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
Chemical/Products Tanker	Chemical/Oil Products Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
Edible Oil Tanker	Edible Oil Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
Latex Tanker	Latex Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
Vegetable Oil Tanker	Vegetable Oil Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
Wine Tanker	Wine Tanker	Chemical	Tankers	Cargo Carrying
CO2 Tanker	CO2 Tanker	Liquefied Gas	Tankers	Cargo Carrying
CNG Tanker	LNG Tanker	Liquefied Gas	Tankers	Cargo Carrying
Combination Gas Tanker (LNG/LPG)	LNG Tanker	Liquefied Gas	Tankers	Cargo Carrying
LNG Tanker	LNG Tanker	Liquefied Gas	Tankers	Cargo Carrying
Liquefied Hydrogen Tanker	LPG Tanker	Liquefied Gas	Tankers	Cargo Carrying
LPG Tanker	LPG Tanker	Liquefied Gas	Tankers	Cargo Carrying
LPG/Chemical Tanker	LPG Tanker	Liquefied Gas	Tankers	Cargo Carrying
Asphalt/Bitumen Tanker	Bitumen Tanker	Oil	Tankers	Cargo Carrying
Coal/Oil Mixture Tanker	Coal/Oil Mixture Tanker	Oil	Tankers	Cargo Carrying
Crude Oil Tanker	Crude Oil Tanker	Oil	Tankers	Cargo Carrying

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Crude/Oil Products Tanker	Crude Oil Tanker	Oil	Tankers	Cargo Carrying
Shuttle Tanker	Crude Oil Tanker	Oil	Tankers	Cargo Carrying
Products Tanker	Oil Products Tanker	Oil	Tankers	Cargo Carrying
Tanker (Unspecified)	Oil Products Tanker	Oil	Tankers	Cargo Carrying
Alcohol Tanker	Alcohol Tanker	Other Liquids	Tankers	Cargo Carrying
Caprolactam Tanker	Caprolactam Tanker	Other Liquids	Tankers	Cargo Carrying
Fruit Juice Carrier, Refrigerated	Fruit Juice Tanker	Other Liquids	Tankers	Cargo Carrying
Glue Tanker	Glue Tanker	Other Liquids	Tankers	Cargo Carrying
Molasses Tanker	Molasses Tanker	Other Liquids	Tankers	Cargo Carrying
Water Tanker	Water Tanker	Other Liquids	Tankers	Cargo Carrying
Aircraft Carrier	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Aircraft Transport, Naval auxiliary	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Attack Vessel, Naval	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Boom Defence Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Command Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Corvette	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Crane Vessel, Naval Auxiliary	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Cruiser	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Degaussing Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Destroyer	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Diving Vessel, Naval Auxiliary	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Escort	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Frigate	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Helicopter Carrier	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Infantry Landing Craft	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Landing Ship (Dock Type)	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Logistics Vessel (Naval Ro-Ro Cargo)	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Minehunter	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Minelayer	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Minesweeper	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying
Munitions Carrier	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Cargo Carrying

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Naval Small Craft	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Netlayer	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Replenishment Dry Cargo Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Replenishment Tanker	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Seaplane Tender	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Submarine	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Submarine Chaser	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Submarine Salvage Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Tank Landing Craft	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Torpedo Boat	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Torpedo Recovery Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Torpedo Trials Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Troopship	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Tug, Naval Auxiliary	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Unknown Function, Naval/Naval Auxiliary	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Weapons Trials Vessel	Naval/Naval Auxiliary	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Accommodation Vessel, Stationary	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Lightship	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Museum, Stationary	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Radio Station Vessel	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Restaurant Vessel, Stationary	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Training Ship, Stationary	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Sail Training Ship	Sail Training Ship	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Houseboat	Yacht	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Yacht	Yacht	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Yacht (Sailing)	Yacht	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Bitumen Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Bulk Aggregates Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Bulk Cement Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Cement Storage Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Chemical Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Chemical/ Products Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Covered Bulk Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Crude Oil Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Drilling Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Fish Storage Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
General Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Hopper Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LNG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LPG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Products Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Trans Shipment Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Water Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Accommodation Pontoon, Non Propelled	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Covered Bulk Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Crude Oil Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Drilling Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Fish Storage Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
General Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Hopper Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LNG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LPG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Products Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Trans Shipment Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Water Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Accommodation Pontoon, Non Propelled	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Radio Station Vessel	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Restaurant Vessel, Stationary	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Training Ship, Stationary	Other Non Merchant Ships	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Sail Training Ship	Sail Training Ship	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Houseboat	Yacht	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Yacht	Yacht	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Yacht (Sailing)	Yacht	Non Merchant Ships	Non Merchant	Non Merchant
Bitumen Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Bulk Aggregates Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Bulk Cement Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Cement Storage Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Chemical Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Chemical/ Products Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Covered Bulk Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Crude Oil Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Drilling Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Fish Storage Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
General Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Hopper Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LNG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LPG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Products Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Trans Shipment Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Water Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Chemical/ Products Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Covered Bulk Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Crude Oil Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Drilling Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Fish Storage Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
General Cargo Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Hopper Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LNG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
LPG Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Products Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Trans Shipment Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Water Tank Barge, Non Propelled	Non Propelled Barge	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Accommodation Pontoon, Non Propelled	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Bucket Dredger Pontoon	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Car Park	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Crane Vessel, Non Propelled	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Deck Cargo Pontoon, Non Propelled	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Deck Cargo Pontoon, Semi Submersible	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Desalination Pontoon, Non Propelled	Pontoon	Barge	Non Propelled	Non Propelled
Air Cushion Vehicle Passenger	Air Cushion Vehicle (Hovercraft)	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Air Cushion Vehicle Passenger/Ro- Ro (Vehicles)	Air Cushion Vehicle (Hovercraft)	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Air Cushion Vehicle Patrol Vessel	Air Cushion Vehicle (Hovercraft)	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Air Cushion Vehicle, Work Vessel	Air Cushion Vehicle (Hovercraft)	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Wing In Ground Effect Vessel	Air Cushion Vehicle (Hovercraft)	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Mooring Buoy	Buoy	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Dock Gate	Floating Dock	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Floating Dock	Floating Dock	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Mechanical Lift Dock	Floating Dock	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Linkspan/Jetty	Linkspan/ Jetty	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Accommodation Platform, Jack Up	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Accommodation Platform, Semi Submersible	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Crane Platform, Jack Up	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Diving Support Platform, Semi Submersible	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Drilling Rig, Jack Up	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Drilling Rig, Semi Submersible	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Maintenance Platform, Semi Submersible	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Pipe Layer Platform, Semi Submersible	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Production Platform, Jack Up	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Production Platform, Semi Submersible	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Pumping Platform	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Supply Platform, Jack Up	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Support Platform, Jack Up	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Wind Turbine Installation Platform, Jack Up	Platform	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Submersible	Submersible	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Underwater System	Underwater System	Non Ship Structures	Non Ship Structure	Non Ship Structure
Fishing Vessel	Fishing Vessel	Fish Catching	Fishing	Work Vessel
Fish Carrier	Fish Carrier	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Fish Factory Ship	Fish Factory Ship	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Fish Farm Support Vessel	Fishing Support Vessel	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Fishery Patrol Vessel	Fishing Support Vessel	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Fishery Research Vessel	Fishing Support Vessel	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Fishery Support Vessel	Fishing Support Vessel	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Kelp Dredger	Kelp Dredger	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Pearl Shells Carrier	Pearl Shells Carrier	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Seal Catcher	Seal Catcher	Other Fishing	Fishing	Work Vessel
Whale Catcher	Whale Catcher	Other Fishing	Fishing	Work Vessel

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Backhoe Dredger	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Bucket Ladder Dredger	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Bucket Wheel Suction Dredger	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Cutter Suction Dredger	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Dredger (Unspecified)	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Grab Dredger	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Suction Dredger	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Water Injection Dredger	Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Bucket Hopper Dredger	Hopper Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Grab Hopper Dredger	Hopper Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Hopper/ Dredger (Unspecified)	Hopper Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Suction Hopper Dredger	Hopper Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Trailing Suction Hopper Dredger	Hopper Dredger	Dredging	Miscellaneous	Work Vessel
Anchor Handling Vessel	Anchor Hoy	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Bunkering Tanker (LNG)	Bunkering Tanker	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Bunkering Tanker (LNG/Oil)	Bunkering Tanker	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Bunkering Tanker (Oil)	Bunkering Tanker	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Buoy & Lighthouse Tender	Buoy/Lighthouse Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Buoy Tender	Buoy/Lighthouse Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Lighthouse Tender	Buoy/Lighthouse Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Cable Layer	Cable Layer	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Cable Repair Ship	Cable Layer	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Crane Vessel	Crane Ship	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Pile Driving Vessel	Crane Ship	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Crew Boat	Crew Boat	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Bulk Cement Storage Ship	Dry Storage	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Bulk Dry Storage Ship	Dry Storage	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Fire Fighting Vessel	Fire Fighting Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Hospital Vessel	Hospital Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Icebreaker	Icebreaker	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Icebreaker/Research	Icebreaker	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Exhibition Vessel	Leisure Vessels	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Mission Ship	Leisure Vessels	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Theatre Vessel	Leisure Vessels	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Log Tipping Ship	Log Tipping Ship	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Mining Vessel	Mining Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Mooring Vessel	Mooring Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Hopper, Motor	Motor Hopper	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Stone Carrier	Motor Hopper	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Patrol Vessel	Patrol Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Pilot Vessel	Pilot Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Pollution Control Vessel	Pollution Control Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Power Station Vessel	Power Station Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Rocket Launch Support Ship	Rocket Launch Support Ship	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Sailing Vessel	Sailing Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Salvage Ship	Salvage Ship	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Search & Rescue Vessel	Search & Rescue Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Supply Tender	Supply Tender	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Tank Cleaning Vessel	Tank Cleaning Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Training Ship	Training Ship	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Trans Shipment Vessel	Trans Shipment Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Utility Vessel	Utility Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Vessel (Function Unknown)	Vessel (Function Unknown)	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Effluent carrier	Waste Disposal Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Incinerator	Waste Disposal Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Waste Disposal Vessel	Waste Disposal Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Wind Turbine Installation Vessel	Wind Turbine Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Commissioning Service Operation Vessel	Work/Repair Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Service Operation Vessel	Work/Repair Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Work/Repair Vessel	Work/Repair Vessel	Other Activities	Miscellaneous	Work Vessel
Research Survey Vessel	Research Vessel	Research	Miscellaneous	Work Vessel
Articulated Pusher Tug	Pusher Tug	Towing/Pushing	Miscellaneous	Work Vessel
Pusher Tug	Pusher Tug	Towing/Pushing	Miscellaneous	Work Vessel
Tug	Tug	Towing/Pushing	Miscellaneous	Work Vessel
Anchor Handling Tug Supply	Offshore Tug/Supply Ship	Offshore Supply	Offshore	Work Vessel
Offshore Tug/Supply Ship	Offshore Tug/Supply Ship	Offshore Supply	Offshore	Work Vessel
Crew/Supply Vessel	Platform Supply Ship	Offshore Supply	Offshore	Work Vessel
Pipe Carrier	Platform Supply Ship	Offshore Supply	Offshore	Work Vessel
Platform Supply Ship	Platform Supply Ship	Offshore Supply	Offshore	Work Vessel
Drilling Ship	Drilling Ship	Other Offshore	Offshore	Work Vessel

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
FPSO, Oil	FPSO (Floating, Production, Storage, Offloading)	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Gas Processing Vessel	FPSO (Floating, Production, Storage, Offloading)	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
FSO, Gas	FSO (Floating, Storage, Offloading)	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
FSO, Oil	FSO (Floating, Storage, Offloading)	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Accommodation Ship	Offshore Support Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Diving Support Vessel	Offshore Support Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Offshore Construction Vessel, Jack Up	Offshore Support Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Offshore Support Vessel	Offshore Support Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Pipe Burying Vessel	Pipe Burying Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Pipe Layer	Pipe Layer	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Pipe Layer Crane Vessel	Pipe Layer	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Production Testing Vessel	Production Testing Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Standby Safety Vessel	Standby Safety Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel

Level 5	Level 4	Level 3	Level 2	Level 1
Trenching Support Vessel	Trenching Support Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel
Well Stimulation Vessel	Well Stimulation Vessel	Other Offshore	Offshore	Work Vessel

<https://www.bps.go.id>

ST2023
SENSUS PERTANIAN

BerAKHLAK
Berorientasi Pelayanan Akuntabel Kompeten
Harmonis Loyal Adaptif Kolaboratif

bangga
melayani
bangsa

DATA

MENCERDASKAN BANGSA

https://www.bps.go.id



BADAN PUSAT STATISTIK

Jl. dr. Sutomo No. 6-8 Jakarta 10710

Telp : (021) 3841195, 3842508, 3810291-4 Fax : (021) 3857046

Homepage : <http://www.bps.go.id> E-mail : bpshq@bps.go.id