

# STUDI PENGGUNAAN DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) UNTUK PENGAWASAN KAWASAN MARITIM INDONESIA

## STUDY OF AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) DATA USAGE FOR INDONESIAN MARITIME ZONE SURVEILLANCE

Deandra Nurul Fadilah<sup>1</sup>, Dadang Gunawan<sup>2</sup>, Triwanto Simanjuntak<sup>3</sup>

Program Studi Teknologi Penginderaan  
deandrafadilah@gmail.com

**Abstrak-** Teknologi diciptakan untuk memudahkan kegiatan manusia. Pemanfaatan teknologi dapat dilakukan dalam segala bidang tidak terkecuali dalam bidang pertahanan. LAPAN sebagai lembaga yang berkaitan dengan teknologi satelit mengembangkan satelit A2 yang dapat dimanfaatkan salah satunya untuk memonitoring kawasan maritim di Indonesia. Banyaknya aktivitas ilegal sangat merugikan Indonesia dan mengancam kedaulatan bangsa. Pemanfaatan teknologi satelit A2 berfungsi sebagai pengumpul data. Data yang dikumpulkan yaitu data *Automatic Identification System (AIS)*. Data AIS dihasilkan dari kapal yang terpasang sistem AIS. Data AIS yang digunakan yaitu data dinamis karena data dinamis memiliki sub data waktu, lokasi lintang dan lokasi bujur. Tujuan penelitian ini untuk meningkatkan akurasi data AIS yang dihasilkan dari kapal - kapal dengan memperhatikan faktor ketidakbulatan bumi akan menunjukkan posisi kapal dan jarak antar kapal. Metode penelitian ini yaitu penggunaan Data AIS sebagai data kuantitatif disubstitusikan ke dalam persamaan vincenty dengan bahasa pemrograman python. Penggunaan uji titik dalam polygon menggunakan curve fitting polynomial. Hasil pengembangan curve fitting polynomial dapat meminimalisir sum of squared error dengan asumsi jika nilai akurasi 1 maka lokasi atau posisi dinyatakan akurat. Pengembangan algoritma curve fitting polynomial menggunakan lokasi lintang dan bujur kapal yang disubstitusikan ke dalam persamaan vincenty.

**Kata kunci:** Data AIS, Pengembangan algoritma, Pemrograman Python.

**Abstract-** Technology is invented to facilitate human activities. Nowadays, technology is applicable in every sector, including defense. LAPAN as a liable institution to develop satellite, worked on A2 satellite used to oversee Indonesian maritime area. A2 satellite main function is to collect data called *Automatic Identification System (AIS)*. AIS data can be collected after receiving information from AIS system installed at the ships. AIS data may include dynamic data such as time, latitude and longitude coordinate of a ship. The objective of this study is to improve AIS data accuracy derived from ships on the sea by considering ellipsoid oblate nature of the earth. This research used quantitative research design and utilize Python Programming. The data was analysed using dot testing in polygon and curve fitting polynomial. Curve fitting polynomial analysis may yield small sum of squared error with

---

<sup>1</sup> Prodi Teknologi Penginderaan, Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

<sup>2</sup> Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

<sup>3</sup> Fakultas Teknologi Pertahanan, Universitas Pertahanan.

assumption of accuracy value equals to 1 means absolute accuracy. This analysis is possible by distributing latitude and longitude coordinate of a ship into Vincenty equation.

**Keyword:** AIS Data, Algorithm Development, Python Programming.

## Pendahuluan

Indonesia memiliki luas laut mencapai 3.544.743,9 km<sup>2</sup> luas daratannya yaitu 1.910.931,32 km<sup>2</sup>, berdasarkan kondisi tersebut Indonesia merupakan salah satu negara maritim di dunia.<sup>4</sup> Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 2.981.211,00 km<sup>2</sup> dan laut 12 mil atau seluas 279.322,00 km<sup>2</sup>.<sup>5</sup> Kondisi geografi yang dimiliki Indonesia dapat menjadi potensi dan tantangan bagi Indonesia karena peran perairan laut dapat menjadi signifikan dan mempengaruhi kemajuan suatu bangsa. Disebutkan bahwa bumi dan air dan kekayaan alam yang terkandung di dalamnya dikuasai oleh negara dan dipergunakan untuk kemakmuran rakyat.<sup>6</sup> Oleh karena itu pemerintah harus berusaha maksimal untuk memanfaatkan potensi alam yang dimiliki khususnya sumber daya laut meskipun, banyak perusahaan asing yang mengelola sumber daya laut kita.

Selain menyimpan kekayaan energi dan sumber daya laut, Indonesia juga memiliki jalur laut internasional yang penting bagi transportasi berskala internasional yaitu Tiga Alur Laut Kepulauan Indonesia (ALKI) sehingga Indonesia harus bisa memaksimalkan peran dan kedudukannya sebagai negara yang memiliki kekuatan diantara dua samudera yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Namun demikian luas wilayah laut juga menjadi tantangan bagi Indonesia agar dapat dikelola dan diamankan bagi kepentingan negara.<sup>7</sup>

Keadaan tersebut tentu saja menuntut pemerintah untuk menjaga dan mempertahankan serta mengelola kekayaan dan potensi laut di Indonesia. Sesuai dengan program pemerintah yang dirangkum dalam nawacita presiden, Indonesia menjadi negara poros maritim dunia sehingga program pemerintah yang dilakukan berorientasi maritim. Pada

---

<sup>4</sup> Peraturan Menteri Dalam Negeri Nomor 29 tahun 2010 tentang Luas Wilayah Indonesia

<sup>5</sup> United Nations, *United Nations Convention on The Law of The Sea*, 1982.

<sup>6</sup> UUD 1945 Pasal 33 ayat 3 tentang Sumber Pengelolaan Sumber Daya Alam

<sup>7</sup> Marsetio, *Kuliah Umum: Aktualisasi Peran Pergawasan Wilayah Laut Dalam Mendukung Pembangunan Indonesia Sebagai Negara Maritim Yang Tangguh*, 2015.

pidato presiden di Konferensi Tingkat Tinggi (KTT) ke- 9 *East Asia Summit* (EAS) 13 November 2014 di Myanmar.<sup>8</sup> Sehingga agenda pembangunan akan difokuskan pada lima pilar utama.

Dalam mewujudkan Indonesia sebagai poros maritim dunia Presiden Joko Widodo mencanangkan lima pilar utama pilar pertama pembangunan kembali budaya maritim Indonesia, pilar kedua berkomitmen dalam menjaga dan mengelola sumber daya laut dengan fokus membangun kedaulatan pangan laut melalui pengembangan industri perikanan dengan menepatkan nelayan sebagai pilar utama, pilar ketiga komitmen mendorong pengembangan infrastruktur dan konektivitas maritime dengan membangun tol laut, pelabuhan laut, logistik, dan industri perkapalan serta pariwisata maritime, pilar keempat diplomasi maritime yang mengajak semua mitra Indonesia untuk bekerja sama pada bidang kelautan, pilar kelima membangun kekuatan pertahanan maritim.

Dalam mendukung program nawacita Presiden Joko Widodo, KKP terus mendukung pertumbuhan sektor

kelautan dan perikanan dengan mencanangkan tiga pilar yaitu:

1. Kedaulatan, mandiri dalam mengelola dan memanfaatkan sumber daya kelautan dan perikanan dengan memperkuat kemampuan nasional untuk melakukan penegakan hukum di laut demi mewujudkan kedaulatan secara ekonomi yang dilakukan melalui pengawasan dan pengelolaan Sumber Daya Kelautan dan perikanan (SDKP) dan sistem perkarantinaan ikan, pengendalian mutu, keamanan hasil perikanan dan keamanan hayati ikan.
2. Keberlanjutan, mengadopsi konsep blue economy dalam mengelola dan melindungi SDKP secara bertanggung jawab dengan prinsip ramah lingkungan.
3. Kesejahteraan, mengelola sumber daya kelautan dan perikanan adalah untuk sebesar – besarnya kemakmuran rakyat yang dilakukan melalui pengembangan kapasitas SDM dan pemberdayaan masyarakat dan pengembangan

---

<sup>8</sup> Muhammad.Alfin, *Presiden Jokowi Deklarasi Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia*, 2018.

inovasi iptek kelautan dan perikanan.<sup>9</sup>

Salah satu pilar yang dilakukannya Indonesia yaitu menerapkan diplomasi maritim melalui usulan peningkatan kerjasama di bidang maritim, dan upaya menangani sumber konflik, seperti pencurian ikan, pelanggaran kedaulatan, sengketa wilayah, perompakan dan pencemaran laut dengan penekanan bahwa laut harus menyatukan berbagai bangsa dan negara bukan memisahkan. Serta membangun kekuatan maritim sebagai bentuk tanggung jawab menjaga keselamatan pelayaran dan keamanan maritim.

Ancaman merupakan upaya atau tindakan yang dinilai membahayakan kedaulatan negara, keutuhan wilayah negara dan keselamatan segenap bangsa yang bersumber dari dalam maupun luar negeri yang dapat dilakukan oleh aktor negara maupun non negara.<sup>10</sup> Ancaman yang saat ini terjadi tidak hanya bersifat militer namun juga non militer. Keadaan ini berpotensi karena lingkungan strategis Indonesia yang merupakan

negara kepulauan serta terletak di khatulistiwa sehingga terletak pada posisi silang dan menjadi jalur internasional alur laut kepulauan Indonesia (ALKI).

Salah satu ancaman yang terjadi yaitu aktivitas ilegal di perairan Indonesia. Kasus pencurian ikan yang terjadi di perairan ZEE hingga saat ini masih terjadi dan tentu saja menimbulkan kerugian besar bagi negara Indonesia. Selain pencurian ikan, aktivitas ilegal yang sangat merugikan yaitu *transshipment* yang merupakan proses pemindahan muatan dari satu kapal ke kapal lainnya yang dilakukan di tengah laut.<sup>11</sup> KKP sebagai institusi pemerintah tentu saja memiliki peran yang sangat penting untuk mendukung program pemerintah yang berfokus pada bidang kemaritiman. KKP mendukung kebijakan penegakan hukum secara global dalam upaya membebaskan Indonesia dari kegiatan aktivitas ilegal

KKP bekerjasama dengan *Global Fishing Watch* untuk berbagi data sistem pemantauan kapal *Vessel Monitoring System (VMS)*. Penerapan digitalisasi data juga mampu mendorong sektor

---

<sup>9</sup> Kementerian Komunikasi dan Infomatika Republik Indonesia, *Menuju Poros Maritim Dunia*, 2019

<sup>10</sup> Kementerian Pertahanan Republik Indonesia, *Buku Putih Pertahanan Indonesia*, ISBN 978-

979-8878-04-6, (Jakarta: Kementerian Pertahanan Republik Indonesia.2015)

<sup>11</sup> Permen KKP No 57/Permen-KP/2014 Tentang Usaha Perikanan Negara

perekonomian di bidang perikanan dan mempercepat birokrasi. KKP memilih *Global Fishing Watch* karena data yang dihasilkan berupa data *real time*. KKP juga bekerjasama dengan LAPAN dengan memanfaatkan satelit LAPAN A2/ Orari.

Pemantauan menggunakan satelit dari LAPAN dapat menekan biaya operasional. Kerjasama ini dilakukan sejak tahun 2015 dengan kesepakatan yang terdiri dari kegiatan penginderaan jauh pada zona penangkapan ikan. Satelit A2 Orari LAPAN digunakan karena satelit tersebut termasuk satelit mikro yang berdimensi 50 x 47 x 38 Cm dan berbobot 78 Kg. Satelit ini termasuk kedalam satelit LEO (*Low Earth Orbit*) karena mengorbit pada ketinggian 650 Km dari muka bumi lebih tinggi dari satelit sebelumnya yaitu satelit A1 yang bekerjasama dengan Jerman.

Satelit A2 termasuk satelit ekuatorial atau mengelilingi bagian khatulistiwa bumi. Satelit ekuatorial dapat mengelilingi bumi sebanyak 14 kali dalam sehari sedangkan satelit polar seperti satelit A1 hanya mengelilingi bumi sebanyak 4 kali sehari. Satelit A2 memiliki instrumen yang lebih baik dari A1, seperti kamera digital dan kamera video analog untuk memotret muka bumi beresolusi 4

meter dan lebar sapuan 7 km. Sementara itu, resolusi kamera A1 hanya 6 m dan lebar sapuannya 3,5 km.

Kamera tersebut dapat memantau perubahan tata guna lahan dan mengumpulkan sinyal AIS untuk memantau pergerakan kapal, eksplorasi sumber daya laut perikanan, serta operasi keamanan laut. Satelit A2 juga dilengkapi dengan *voice repeater* dan *automatic packet reporting system (APRS)*. untuk mitigasi bencana dan radio amatir, APRS juga dapat digunakan untuk penjejakan objek bergerak. Pemantauan kondisi kesehatan satelit harus dilakukan setiap hari agar seluruh instrumen bekerja optimal, meminimalkan potensi gangguan, dan memanjangkan usia hidup. Secara umum, LAPAN A2 memiliki tiga misi yaitu komunikasi amatir, pemantauan kapal laut. Dan pengamatan bumi.

Misi komunikasi telah berhasil pada minggu pertama diluncurkan hal tersebut dinyatakan dari pihak radio amatir dari Indonesia (ORARI) Malaysia, Australia menyatakan telah menerima dan mengirim pesan via LAPAN -A2.

Misi pemantauan kapal juga berjalan dengan baik LAPAN yang dilengkapi dengan AIS untuk pemantauan

kapal. Dalam 24 jam, LAPAN- A2 mampu mengumpulkan 2,4 juta pesan dari kapal laut. Untuk itu LAPAN berkolaborasi dengan otoritas maritim Indonesia agar data tersebut dapat dimanfaatkan. Sementara itu dalam misi pengamatan bumi, saat ini pengaturan fokus masing - masing kamera telah dilakukan. Pengaturan bertujuan agar kamera dapat menghasilkan foto dengan ketajaman dan kualitas yang baik. LAPAN A2 memiliki cakupan area di wilayah ekuator antara 6 ° LU- 6° LS.<sup>12</sup>

Dalam Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Nomor 57 Tahun 2014 tentang Usaha Perikanan Republik Indonesia selain pencurian ikan, aktivitas ilegal yang sangat merugikan yaitu *transshipment* yang merupakan proses pemindahan muatan dari satu kapal ke kapal lainnya yang dilakukan di tengah laut. Tujuannya untuk mencegah kapal bisa mengirim langsung ikan ke luar negeri.

Pelanggaran yang terjadi tentu saja dapat merugikan Indonesia dari segi ekonomi dan pertahanan serta keamanan wilayah perairan laut. Indonesia yang

merupakan ancaman non militer yang akan mengganggu pertahanan negara. Salah satu alternatif untuk meminimalisir ancaman yang terjadi di perairan dapat dideteksi menggunakan teknologi satelit. Teknologi yang hingga saat ini masih diandalkan dan menjadi kebutuhan untuk melakukan pemantauan secara efektif. Satelit digunakan untuk mengumpulkan sinyal *Automatic Identification System (AIS)* yang dipancarkan dari setiap kapal yang terpasang alat AIS, dengan menggunakan sinyal AIS. Data AIS tidak hanya menampilkan data lokasi kapal tetapi juga menampilkan data kapal lainnya seperti nomor unik kapal, waktu pengiriman data AIS, status navigasi kapal, serta data kecepatan dan arah kapal saat itu dengan demikian, jika suatu kapal tidak melewati daerah yang melewati daerah yang melarang komunikasi AIS, rekam jejak aktivitas tersebut akan selalu tersimpan.

AIS adalah mekanisme *tracking* kapal secara otomatis yang harus dimiliki oleh kapal – kapal<sup>13</sup>. Penggunaan AIS telah diatur dalam IMO untuk mematuhi

---

<sup>12</sup> M. Zaid Wahyudi, KOMPAS: *Satelit Lapan A2/ORARI 100% Dibuat Indonesia*, 2015.

<sup>13</sup> Husni et. al *Algoritma Peringatan Dini Pencurian Ikan Pada Data AIS Berbasis Terrestrial dan Satelit*, Vol. 14 No.2, 2016

regulasi<sup>14</sup>Data – data yang terdapat pada AIS memiliki algoritma dan kode tersendiri. Data AIS berbasis satelit memiliki kualitas yang sama dengan data AIS berbasis terestrial sehingga algoritma yang akan diperlukan sama.

Algoritma merupakan serangkaian langkah sistematis yang dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan yang sesuai dengan tujuan. Algoritma merupakan prosedur komputasi yang mengambil beberapa nilai atau kumpulan nilai sebagai masukan (*input*) kemudian diproses sebagai hasil (*output*) sehingga algoritma merupakan urutan langkah komputasi yang mengubah *input* menjadi *output*<sup>15</sup>. Pemrograman algoritma ini bertujuan untuk mendeteksi aktivitas ilegal dengan meningkatkan akurasi berdasarkan beberapa faktor seperti ketidakbulatan bumi, interupsi data yang diterima *ground station* yang memiliki orbit rendah. Hal tersebut dilakukan karena satelit A2 Orari dari LAPAN termasuk satelit LEO (*Low Earth Orbit*) karena mengorbit pada ketinggian 630

km diatas permukaan bumi. Data AIS kemudian diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman python Python merupakan salah satu bahasa pemrograman yang menggabungkan kapabilitas, kemampuan, dengan sintaksis kode yang sangat jelas<sup>16</sup>. Pada pemrograman python terdapat beberapa tipe dasar. Setiap variabel harus ditentukan tipe data yang dikandungnya dengan cara memberi nilai dari variabel tersebut<sup>17</sup>. peningkatan akurasi menggunakan python dilakukan karena akurasi sebagai Sebuah sistem pengukuran dapat menunjukkan hasil yang akurat dan tepat, atau akurat tetapi tidak tepat, atau tepat tetapi tidak akurat atau tidak tepat dan tidak akurat<sup>18</sup>.

### Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan coding dan pemrograman menggunakan bahasa pemrograman python. Bahasa pemrograman python digunakan karena data AIS yang diperoleh merupakan set

---

<sup>14</sup> IMO, *Brief History –List of Amandement to date and where to find them*, 2013.

<sup>15</sup> Thimas. Et all, *Intorduction to Algorithm Third Edition*, (Massachussets: The MT Press,2009)

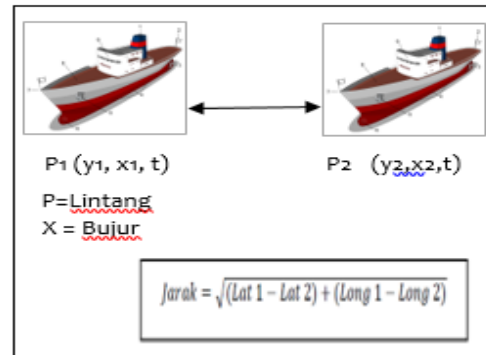
<sup>16</sup> *Generral Python FAQ Python Software foundation*, 2019.

<sup>17</sup> Supardi, Yuniar, *Semua Bisa Menjadi Programmer Python*, (Jakarta: PT. Elek Media Komputindo,2017).

<sup>18</sup> Anonim, *JGCM International Vocabulary of Metrology-Basic General Concepts and associated terms (VIM)*, 2008.

data yang jumlahnya sangat besar oleh karena itu perhitungan menggunakan python untuk mempersingkat waktu.

Data AIS yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yaitu data dinamis AIS dengan sub data waktu, lokasi lintang dan lokasi bujur kapal. Data AIS diperoleh dari pusteksat LAPAN data yang digunakan data AIS dari bulan Oktober 2018 - November 2018. Data AIS memiliki data yang tidak kontinu oleh karena itu, dalam menentukan posisi kapal menggunakan pengembangan algoritma *curve fitting polynomial* dimana jika akurasi menghasilkan nilai 1 maka akurasinya tinggi atau 100 %. untuk menentukan jarak lokasi antar kapal menggunakan persamaan vincenty dimana jari - jari ekuator bumi lebih besar dari jari - jari polar dengan memperhatikan faktor ketidakbulatan bumi. Oleh karena itu, dalam menentukan posisi kapal menggunakan



pengembangan algoritma *curve fitting polynomial* dimana jika akurasi menghasilkan nilai 1 maka akurasinya

**Gambar 1.** Skematik Jarak Antar Kapal  
 Sumber: diolah peneliti, 2018

tinggi atau 100 %. untuk menentukan jarak lokasi antar kapal menggunakan persamaan vincenty dimana jari - jari ekuator bumi lebih besar dari jari - jari polar dengan memperhatikan faktor ketidakbulatan bumi.

### Pembahasan

Data AIS dapat diterima oleh satelit A2 dari kapal - kapal yang terpasang sistem AIS yaitu kapal yang memiliki berat lebih dari 300 GT.

**Tabel 1.** Data Statis AIS

Sa t	CR C	Versi on	Dateti me	MMSI	IMO	Call Sign	Ship Name	Type	Draug ht	Dest.
A 2	10	ITU	00:00. 0	248585 000	9297 888	9HA4 713	Sea daner	Tank er	9 m	Odudu/Nig eria
A 2	10	ITU	00:00. 3	3731670 00	95666 29	3EWL 2	Daio	Carg o	11 m	JP KNU
A 2	10	ITU	00:00. 8	6571225 00	95374 34	5NZY3	Afrik Lion	Tug	5 m	
A 2	10	ITU	00:00. 8	3732100 00	96267 42	3FDG7	GlobaOri ole	Carg o	12 m	Chiba



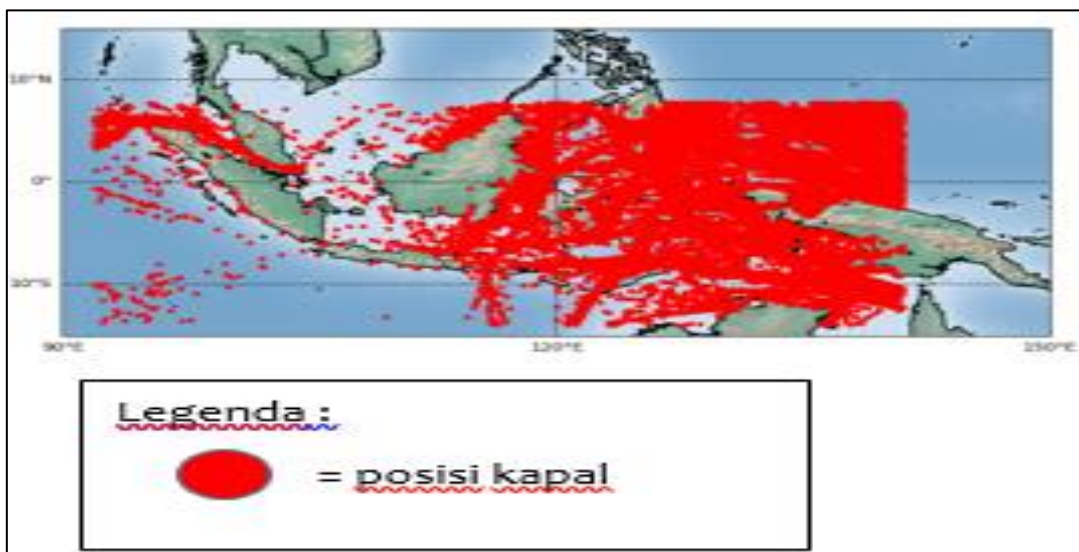
A 2	10	ITU	00:00. 8	2350588 47	N/A	2ADP 6	Dakini	Sailing Vessel	3 m	Vavau
--------	----	-----	-------------	---------------	-----	-----------	--------	-------------------	-----	-------

Sumber: diolah peneliti,2018

**Tabel 2.** Data Dinamis AIS

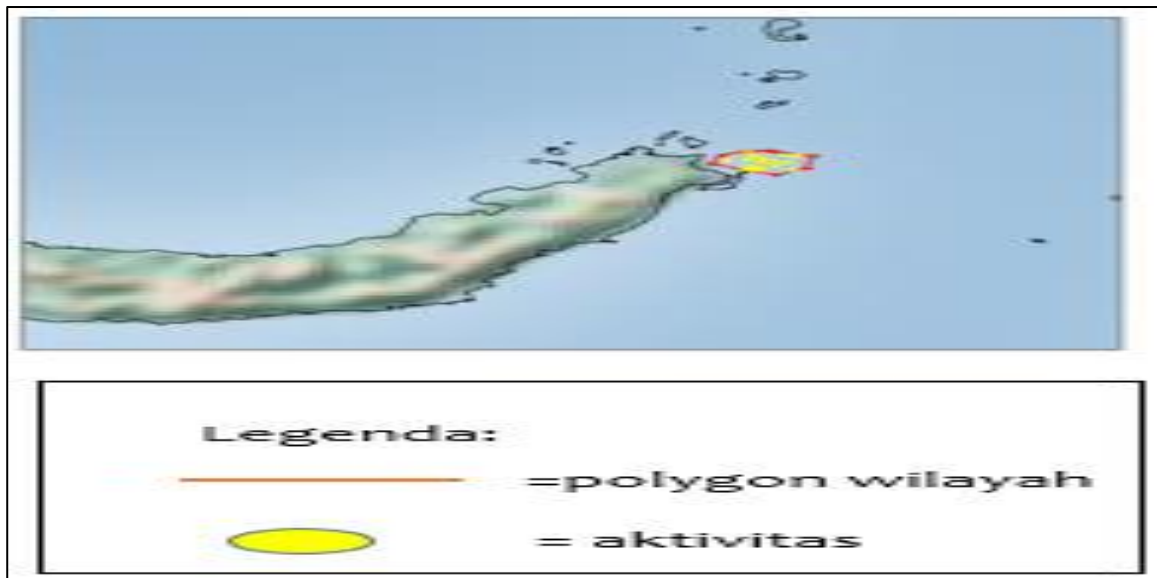
Sa t	CR C	MSGI D	Date time	MMSI	Navigati on	SO	Accura cy	Latitu de	Longitu de	CO G	Time Sta mp
A 2	10	1	07:54 .1	5380044 59	Under way Using engine	14. 6	low	- 1.4107 7	108.558 29	165. 9	52S
A 2	10	3	08:57 .7	3702080 00	Under way Using engine	11.3	low	- 2.2686 91	116.985 15	25. 9	18s
A 2	10	1	09:21. 4	6360156 41	Under way Using engine	14. 9	low	- 3.0822 7	125.924 58	25. 9	18s
A 2	10	1	09:33 .7	5250204 11	Under way sailing	0	low	1.1326 8	128.076 8	n/a	33s
A 2	10	1	09:34 .9	5330004 81	Under way Using engine	0	low	3.2304 7	112.999 3	21	33s

Sumber: diolah peneliti,2018

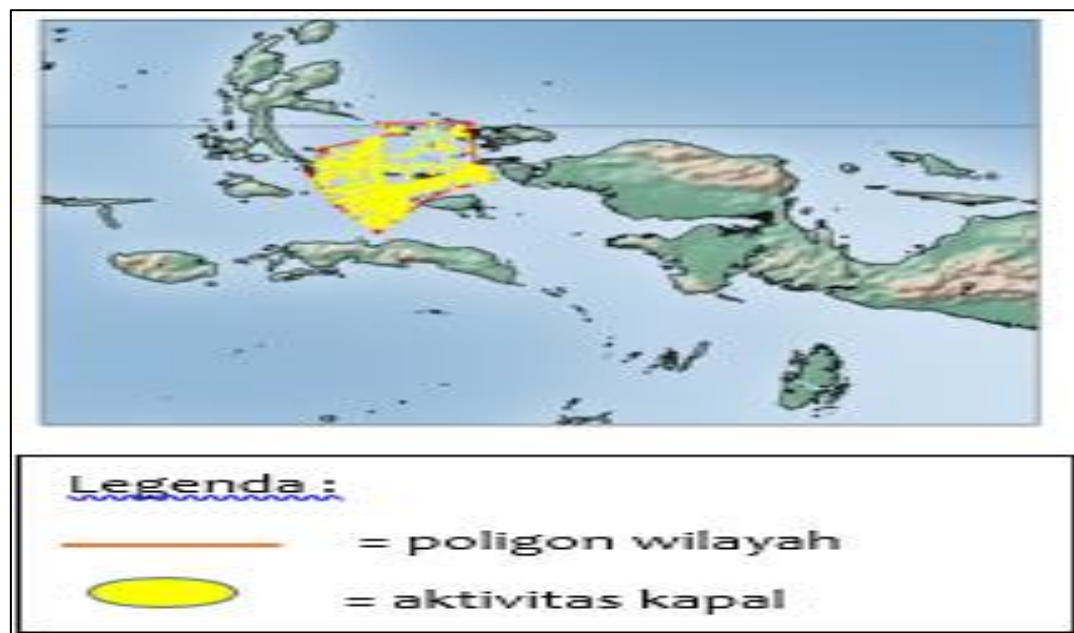


**Gambar 2.** Posisi Kapal Berdasarkan Data Satelit Kapal

Sumber: diolah peneliti,2019



**Gambar 3.** Daerah Tangkapan Ikan di Manado  
 Sumber: diolah peneliti,2019



**Gambar 4.** Daerah Tangkapan Ikan di Ambon  
 Sumber: diolah peneliti,2019

Data statis merupakan informasi tetap yang terdapat pada sebuah kapal. Data statis dapat berubah jika kapal merubah identitasnya. Data statis dipancarkan setiap 6 menit atau berdasarkan permintaan operator pada stasiun AIS yang terdapat di pantai. Terdiri dari nama kapal, tujuan kapal,

kode panggilan kapal, draught (muatan) dan jenis cargo.

Data dinamis terdiri merupakan data yang dapat berubah otomatis dan diperbarui dari sensor kapal yang terhubung dengan AIS. Dengan adanya data AIS dapat memonitor situasi lalu lintas yang berada pada daerah yang

berada pada jangkauan pengawasan dan dapat memberikan arahan atau petunjuk jika terjadi situasi yang berbahaya. manfaat penggunaan AIS diperluas seperti untuk menjaga keselamatan, keamanan, efisiensi navigasi di laut. Salah satunya untuk mengidentifikasi *transshipment*.

Berdasarkan data satelit A2 LAPAN memiliki ukuran 144,744 x 12 dengan jumlah aktivitas yang terdata berdasarkan data satelit A2 LAPAN yaitu 144,744 aktivitas dengan jumlah kapal 6.000 unit.

Pada uji titik dalam polygon luas wilayah tangkapan ikan di Manado yang digambarkan dengan polygon yaitu 489 km<sup>2</sup> dengan data yang difilter sebanyak 41

data dan jumlah kapal yang difilter yaitu 20 unit.

Berdasarkan uji titik dalam polygon menggunakan python luas daerah tangkapan ikan di Ambon yaitu 43.336 km<sup>2</sup> dengan jumlah data yang difilter sebanyak 1.674 data dan jumlah kapal yang difilter yaitu 162 unit.

### **Pengembangan Algoritma Uji Titik Dalam Polygon**

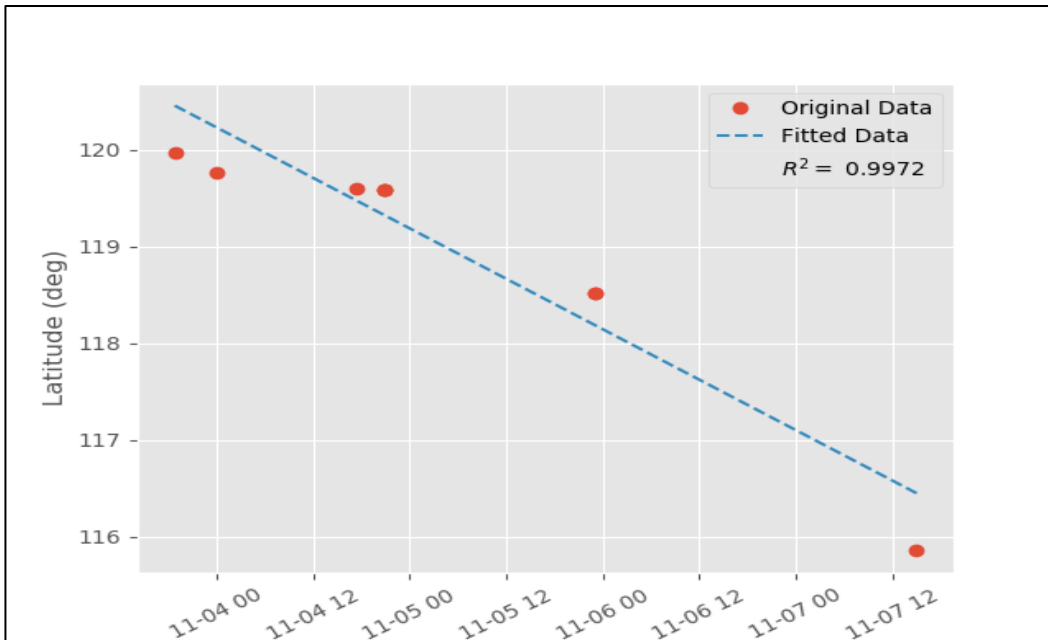
Pada proses peningkatan akurasi data AIS, data yang digunakan yaitu data dinamis AIS seperti pada Tabel 2. data dinamis memiliki beberapa sub data.

Sub data yang digunakan untuk mengetahui akurasi jarak terdekat antara

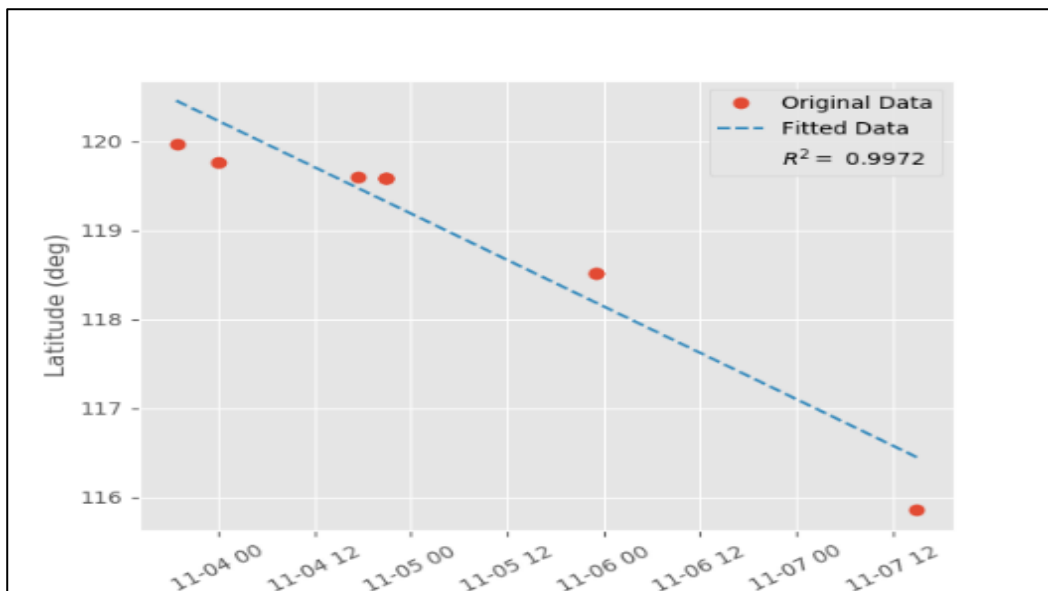
**Tabel 3.** Sub Data AIS

No	Nama Kapal	Waktu	Lokasi Lintang	Lokasi Bujur
A	Sea Dancer	00:00.0	-1.41077	108.55829
B	Daio Southern Cross	00:00.3	-2.28691	116.98515
C	Afrik Lion	00:00.8	-3.08227	125.92458
D	Global Oriole	00:00.8	1.13268	128.0768
E	Dakini	00:00.8	3.23047	112.9993

Sumber: diolah peneliti, 2018



**Gambar 6.** Curve Fitting linear  
 Sumber: diolah peneliti,2019



**Gambar 7.** Curve Fitting Quadratic  
 Sumber: diolah peneliti,2019

dua titik yaitu sub data waktu, letak lintang, letak bujur. Pada penentuan lokasi kapal uji titik dalam poligon menggunakan curve itting polynomial dapat dikembangkan menjadi tujuh pemodelan menggunakan sub data AIS.

Pemodelan curve fitting yang digunakan yaitu linear, quadratic, qubic.

Pemodelan curve fitting dapat ditulis dengan persamaan:

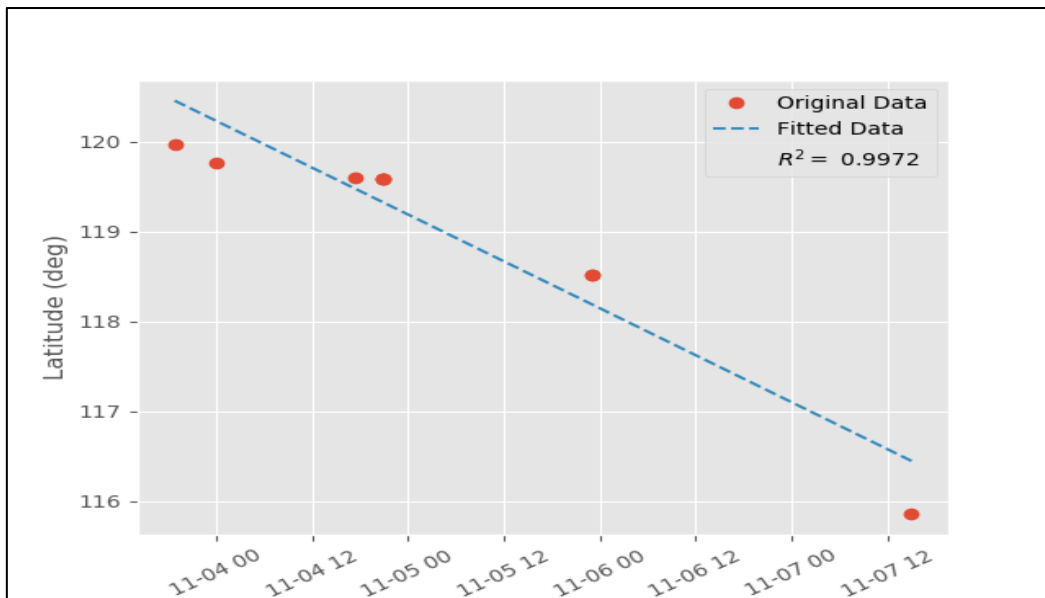
$$\text{linear } at+b \quad (1)$$

$$\text{Quadratic } at^2 + bt + c \quad (2)$$

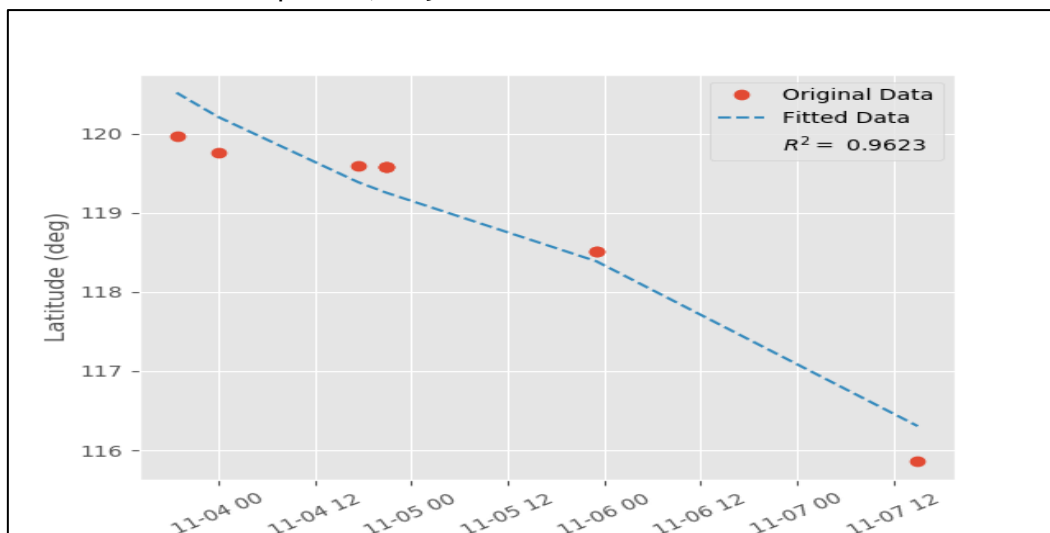
$$\text{kubik } at^3+ bt^2 + ct + d \quad (3)$$

$$\text{Kubik + cos(x) } at^3 + bt^2 + ct + d*\cos(x) + e \quad (4)$$

$$\text{Kubik + sin(x) } at^3 + bt^2 + ct + d*\sin(x) + e \quad (5)$$



**Gambar 8.** Curve Fitting Kubik  
 Sumber: diolah peneliti, 2019



**Gambar 9.** Curve Fitting Kubik Cos  
 Sumber: diolah peneliti, 2019

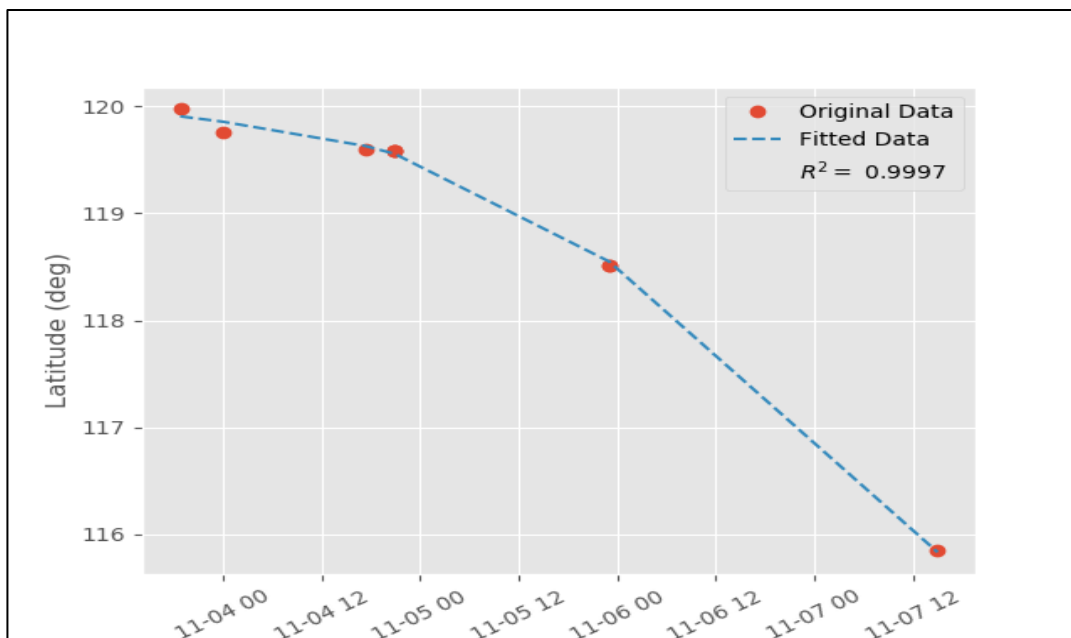
$$\text{Kubik} + \sin(x) + \cos(x) at^3 + bt^2 + ct + d*\sin(x) + e*\cos(x) + f \quad (6)$$

$$\text{Kubik} + \sin(x) + \sin(2*x) at^3 + bt^2 + ct + d*\sin(x) + e*\sin(x) \quad (7)$$

Untuk menampilkan posisi kapal menggunakan dua set data pertama yaitu waktu dan lokasi lintang dan yang kedua waktu dan lokasi bujur. Berikut ini perbandingan posisi kapal menggunakan kapal 241.

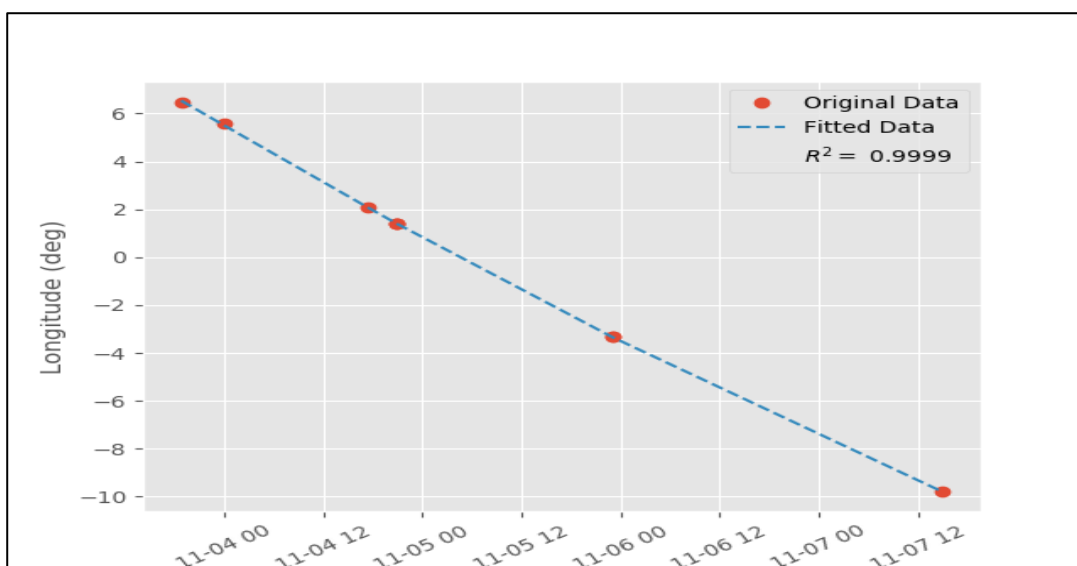
Pada pemodelan curve fitting linear tingkat akurasi 0.9972 hal ini menunjukkan akurasi cukup tinggi. Berdasarkan lokasi lintang dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (1).

Pada pemodelan curve fitting tingkat akurasi 0.9972 hal ini menunjukkan akurasi cukup tinggi. Berdasarkan lokasi lintang dan waktu



**Gambar 10.** Curve Fitting Kubik Sin

Sumber: diolah peneliti,2019



**Gambar 11.** Curve Fitting Kubik Sin Cos

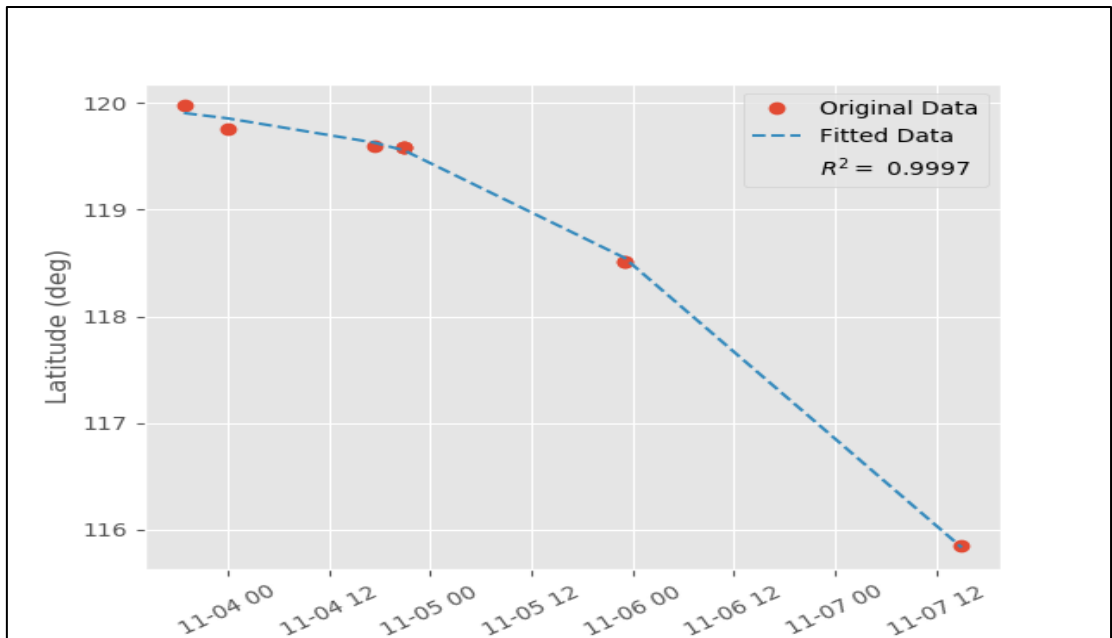
Sumber: diolah peneliti,2019

kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (2)

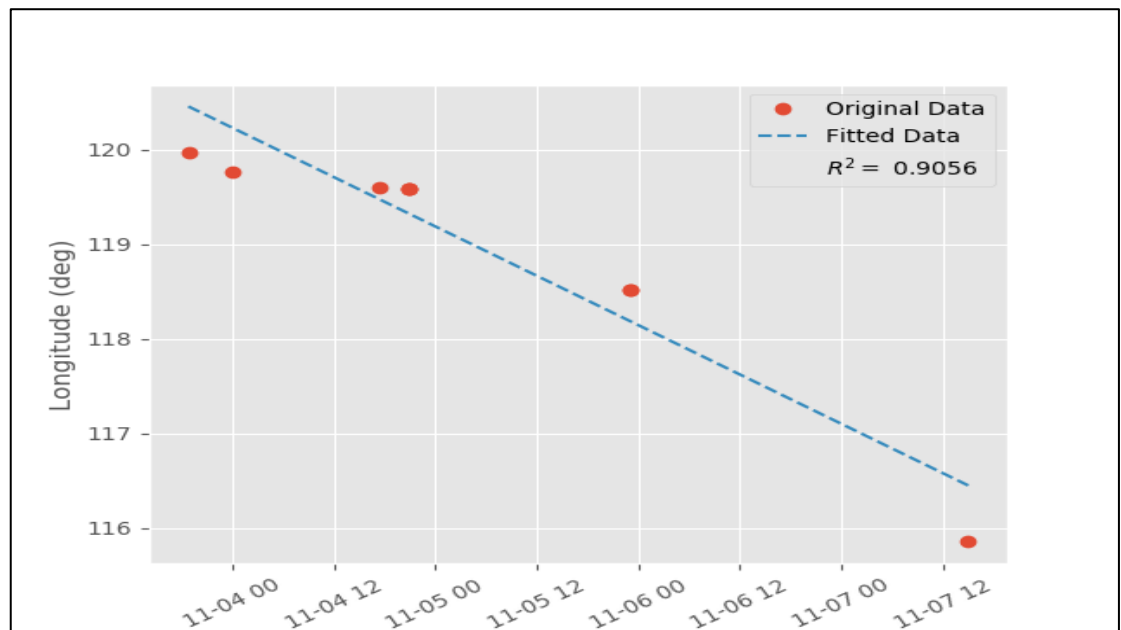
Pada pemodelan curve fitting kubik tingkat akurasi 0.9972 hal ini menunjukkan akurasi cukup tinggi. Berdasarkan lokasi lintang dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (3).

Pada pemodelan curve fitting kubik cos dengan pengembangan cos tingkat akurasi 0.9623 hal ini menunjukkan akurasi cukup tinggi. Berdasarkan lokasi lintang dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (4).

Pada pemodelan curve fitting kubik Sin dengan pengembangan Sin tingkat akurasi 0.9997 hal ini menunjukkan



**Gambar 12.** Curve Fitting Kubik Sin<sup>2</sup>  
 Sumber: diolah peneliti, 2019



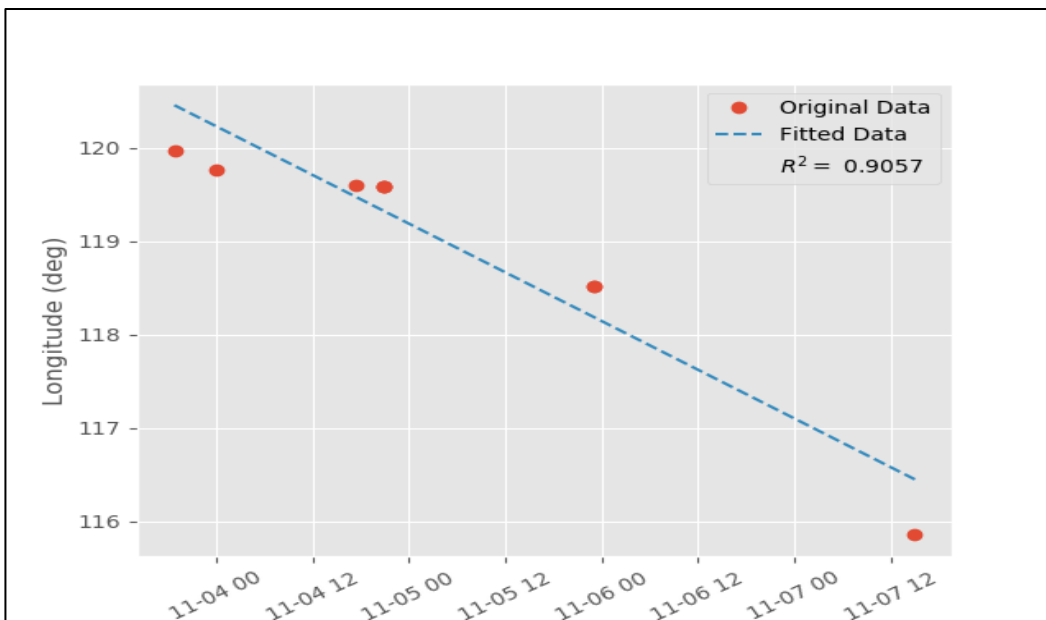
**Gambar 13.** Curve Fitting Linear  
 Sumber: diolah peneliti, 2019

akurasi cukup tinggi. Berdasarkan lokasi lintang dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (5).

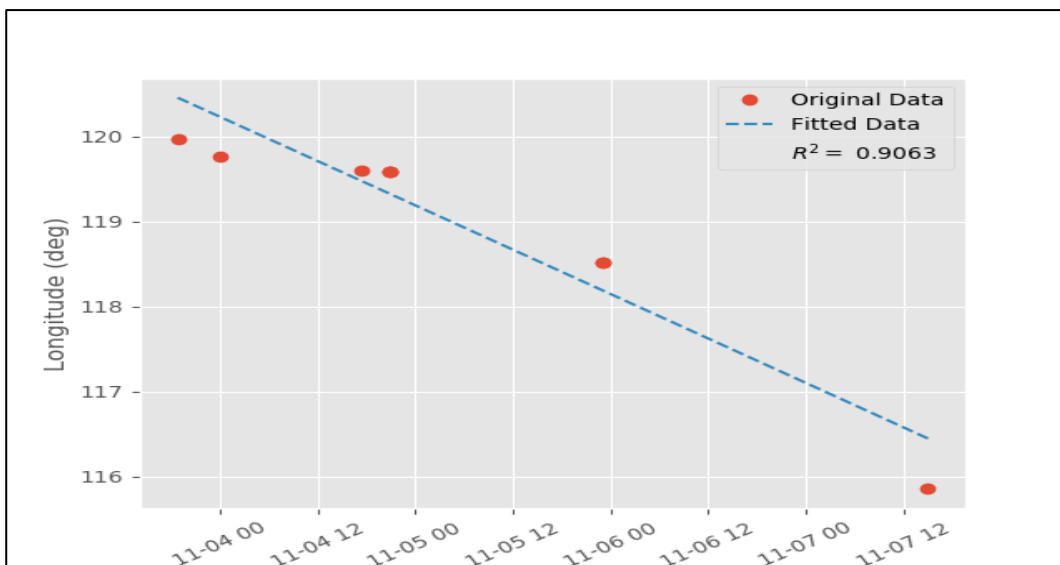
Pada pemodelan curve fitting kubik Sin Cos dengan pengembangan Sin dan Cos tingkat akurasi 0.9999 hal ini menunjukkan akurasi tinggi hampir mendekati akurasi 100 %. Berdasarkan

lokasi lintang dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (6).

Pada pemodelan curve fitting kubik Sin<sup>2</sup> dengan pengembangan Sin tingkat akurasi 0.9999 hal ini menunjukkan akurasi tinggi hampir mendekati akurasi 100 %. Berdasarkan lokasi lintang dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan



**Gambar 14.** Curve Fitting Quadratic  
 Sumber: diolah peneliti,2019



**Gambar 15.** Curve Fitting Kubik  
 Sumber: diolah peneliti, 2019

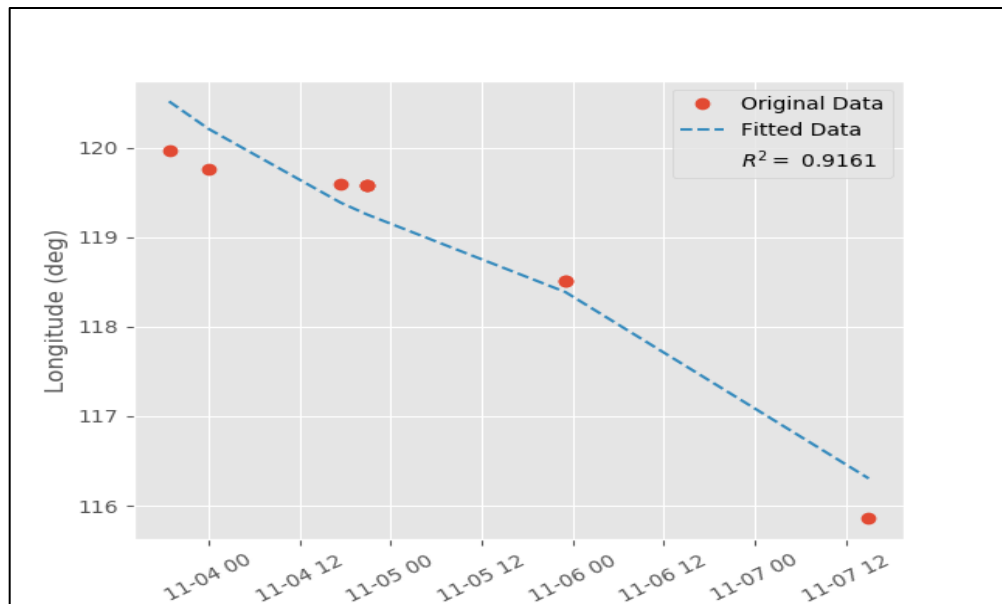
persamaan (7). Pada algoritma *curve fitting polynomial* semakin tinggi tingkat pengembangan dan kombinasi maka hasilnya akan mencapai akurasi yang tinggi. Pada gambar 12 menggunakan persamaan (7) dimana persamaan tersebut hasil kombinasi dari persamaan kubik ditambahkan dengan variabel sin

dalam hal ini lokasi lintang kapal MMSI 240174.

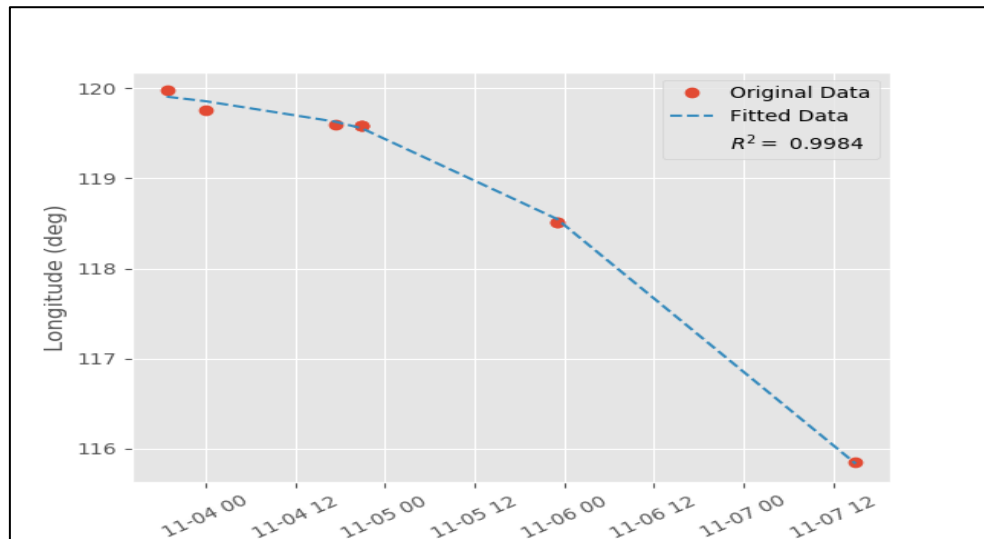
Kelompok data kedua untuk pengembangan *curve fitting polynomial* menggunakan sub data lokasi bujur dan waktu menggunakan kapal 241.

Pada pemodelan *curve fitting linear* tingkat akurasinya 0.9056 hal ini menunjukkan akurasi cukup rendah.





**Gambar 16.** Curve Fitting Kubik Cos  
 Sumber: diolah peneliti, 2019



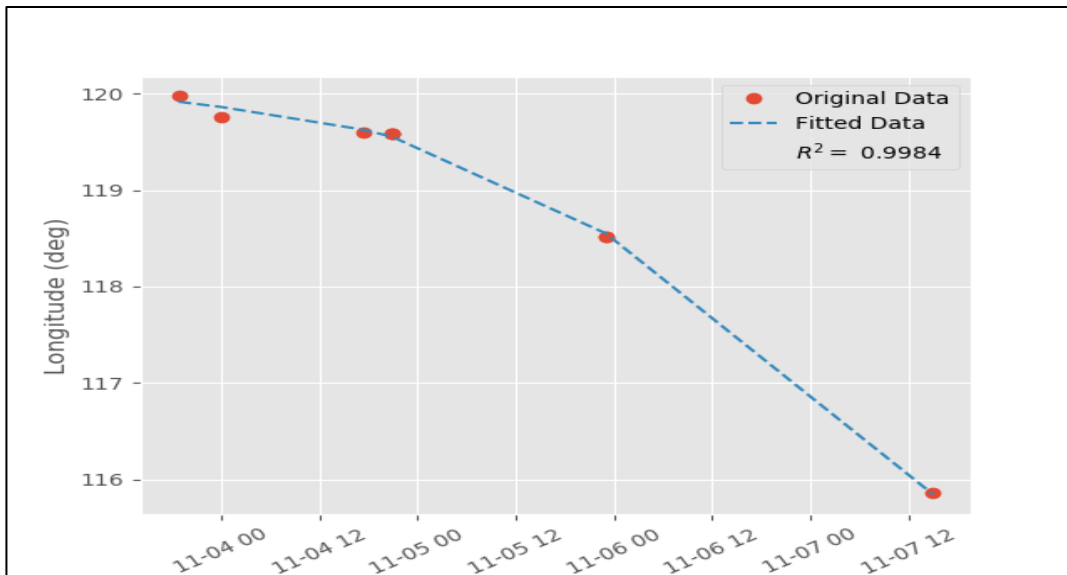
**Gambar 17.** Curve Fitting Kubik Sin  
 Sumber: diolah peneliti, 2019

Berdasarkan lokasi bujur dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (1)

Pada pemodelan curve fitting tingkat akurasi 0.9057 hal ini menunjukkan akurasi cukup rendah. Berdasarkan lokasi bujur dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (2).

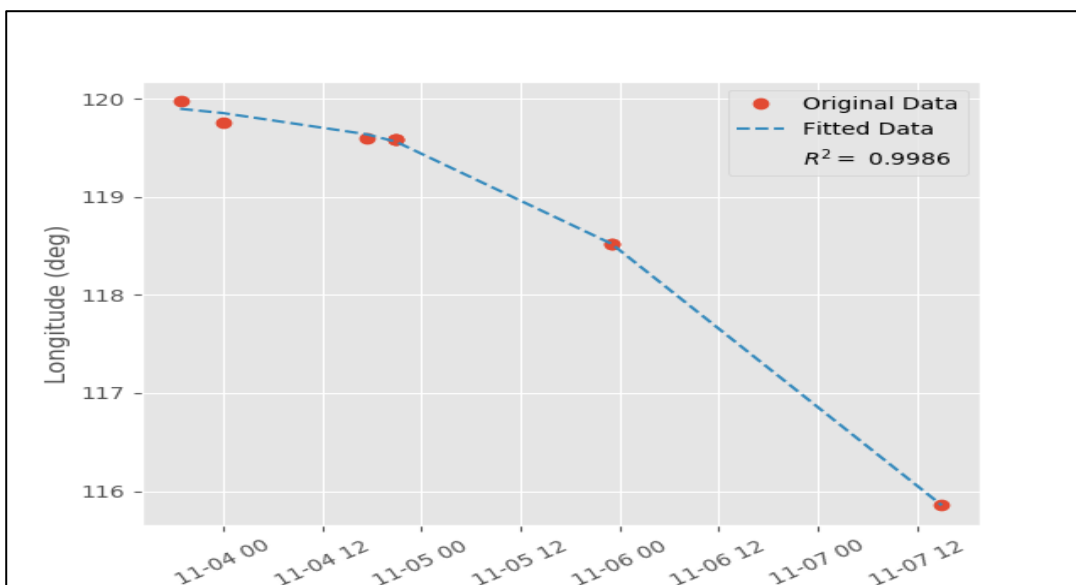
Pada pemodelan curve fitting kubik tingkat akurasi 0.9063 hal ini menunjukkan akurasi cukup rendah. Berdasarkan lokasi bujur dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (3).

Pada pemodelan curve fitting kubik tingkat akurasi 0.9161 hal ini menunjukkan akurasi cukup rendah. Berdasarkan lokasi bujur dan waktu kapal



**Gambar 18.** Curve Fitting Kubik Sin Cos

Sumber: diolah peneliti, 2019



**Gambar 19.** Curve Fitting Kubik Sin<sup>2</sup>

Sumber: diolah peneliti, 2019

MMSI 240174 menggunakan persamaan

(4)

Pada pemodelan curve fitting kubik Sin dengan pengembangan Sin tingkat akurasi 0.9984 hal ini menunjukkan akurasi cukup tinggi. Berdasarkan lokasi bujur dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (5).

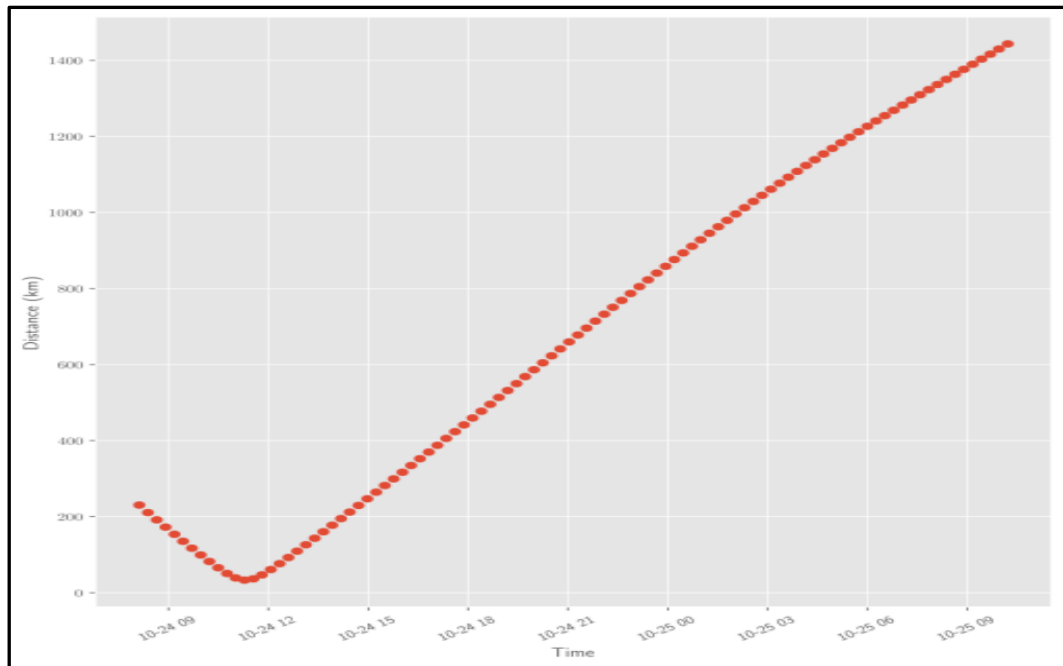
Pada pemodelan curve fitting kubik Sin Cos dengan pengembangan Sin

dengan Cos tingkat akurasi 0.9984 hal

ini menunjukkan akurasi cukup tinggi.

Berdasarkan lokasi bujur dan waktu kapal MMSI 240174 menggunakan persamaan (6).

Pada pemodelan curve fitting kubik Sin dengan pengembangan Sin dengan Cos tingkat akurasi 0.9986 hal ini menunjukkan akurasi cukup tinggi. Berdasarkan lokasi bujur dan waktu kapal



**Gambar 20.** Lokasi Jarak Antar Kapal  
Sumber: diolah peneliti, 2019

MMSI 240174 menggunakan persamaan (7). Berdasarkan gambar 19 tingkat akurasi kapal hampir mendekati tingkat akurasi yang tinggi yaitu 0.9984.

pada algoritma curve fitting polynomial semakin tinggi tingkat pengembangan dan kombinasi maka hasilnya akan mencapai akurasi yang tinggi. pada penelitian ini agar mendapatkan sub data waktu yang sama maka pendekatan yang bisa dilakukan menggunakan algoritma curve fitting polynomial.

Pada kasus yang berbeda curve fitting yang akurat bisa bervariasi juga, namun dalam penelitian ini dicontohkan dimana 2 posisi kapal menggunakan curve fitting polynomial dengan beberapa model dan ditemukan bahwa curve fitting dalam bentuk kombinasi kubik

menggunakan persamaan (7) seperti pada gambar 12 dan gambar 19 memiliki hasil yang terbaik dibandingkan bentuk curve fitting yang lain. Hasil akurasi tinggi didapatkan dari pengembangan yang paling tinggi, semakin tinggi pengembangan dilakukan maka kesalahan akan semakin kecil. Untuk mendemonstrasikan penggunaan teknik curve fitting dalam penelitian ini diberikan contoh pada kapal dengan MMSI 240174.

### Lokasi Jarak Antar Kapal

Dalam pengembangan curve fitting polynomial dilakukan regresi lokasi lintang dan bujur masing - masing kapal sebagai fungsi waktu untuk mendapatkan fungsi waktu posisi setiap kapal. Dengan menggunakan waktu mulai yang sama maka jarak antara kedua kapal dapat

dihitung menggunakan persamaan vincenty dimana pada persamaan tersebut menghitung jarak antar dua titik dengan asumsi jari - jari pada equator lebih besar daripada jari - jari kutub untuk setiap interval waktu yang diberikan.

Pada penelitian ini untuk menerapkan konsep tersebut menggunakan perhitungan posisi dari dua kapal yaitu kapal dengan MMSI 351755000 dan kapal dengan MMSI 232004389.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Algoritma uji titik pada poligon untuk mengidentifikasi zone *intrusion* menggunakan data AIS dan dengan memperhitungkan faktor ketidakbulatan bumi telah dilakukan.
2. Pemodelan regresi untuk memperkirakan posisi kapal pada data AIS yang tidak kontinu telah ditunjukkan.
3. Perhitungan jarak antar kapal pada data AIS yang tidak kontinu dapat dilakukan dengan menggunakan teknik regresi.

4. Untuk akurasi yang lebih baik, perhitungan jarak yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan persamaan vincenty.
5. Teknik regresi tidak dapat diaplikasikan pada kapal yang bergerak. Pemodelan yang lebih akurat dapat dilakukan menggunakan deret fourier dengan pengembangan tingkat tinggi.
6. Penggunaan kalman filter untuk menyaring hambatan dapat dilakukan dengan kapal yang memiliki manuver tinggi.

### **Saran**

Untuk meningkatkan sistem pengawasan dan monitoring khususnya kawasan maritim beberapa hal yang dapat dilakukan yaitu:

1. Satelit LAPAN hingga saat ini berjumlah 6 unit oleh karena itu, perlu adanya peningkatan jumlah satelit untuk memonitorin
2. kawasan maritim Indonesia yang bertujuan meminimalisir aktivitas ilegal di kawasan maritim khususnya transshipment. Perlu adanya

- kerjasama LAPAN dengan *Global Fishing Watch* untuk penyediaan data zona potensi penangkapan ikan.
3. Penelitian ini dapat dikolaborasikan dengan *stakeholder* untuk mendeteksi pola penangkapan ikan secara ilegal untuk *law enforcement*.
  4. Optimalisasi sistem AIS dengan mengkolaborasikan menggunakan radar *over the horizon*
  5. KKP dapat menindak tegas kapal - kapal yang mematikan sistem AIS.

*dalam Mendukung Pembangunan Indonesia Sebagai Negara Maritim yang Tangguh”, pada acara Kuliah Umum di hadapan Civitas Akademika Universitas Sumatera Utara Medan.*

## Daftar Pustaka

### Buku

Yuniar, Supardi. 2017. *Semua Bisa Menjadi Programmer Python Basic*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.

Kementrian Pertahanan Republik Indonesia. 2015. *Buku Putih*. Jakarta: Kementrian Pertahanan Indonesia.

### Jurnal Ilmiah

Cormen,Thomas et.al.2009. *Introduction to Algorithm Third Edition*.Massachussets: The MT Press

Emir Mauludi Husni dkk.2016. *Algoritma Peringatan Dini Pencurian Ikan pada Data Automatic Identification System Berbasis Terrestrial dan Satelit*,Jurnal Teknologi Dirgantara Vol.14 No.2

Anonim. 2008. *JCGM 200:2008 International vocabulary of metrology— Basic and general concepts and associated terms (VIM.)*

Marsetio. 2015. *Kuliah Umum: Aktualisasi Peran Pengawasan Wilayah Laut*

### Website

Muhammad. Alfin. 2018. *Presiden Jokowi Deklarasi Indonesia Sebagai Poros Maritim Dunia*. Terdapat di <https://www.kemlu.go.id/id/berita/siaran-pers/Pages/Presiden-Jokowi-Deklarasikan-Indonesia-Sebagai-Poros-Maritim-Dunia.aspx>. Diakses pada 16 Juli 2018

General python FAQ. 2019. [python.org/python software foundation](https://python.org/python/software-foundation). Diakses pada 25 Januari 2019

United Nation .1982. *United Nations Convention on The Law Of The Sea*. Terdapat di [http://www.un.org/Depts/los/convention\\_agreements/texts/unclos/cloindx.h tm](http://www.un.org/Depts/los/convention_agreements/texts/unclos/cloindx.htm). Diakses pada 1 Agustus 2018

IMO, 2013. *SOLAS 1974: Brief History-List of amandements to date and where to find them*. Terdapat di <http://www.imo.org/en/KnowledgeCentre/ReferencesAndArchiv>

es/HistoryofSOLAS/Documents/.  
Diakses pada 16 Juli 2018.

Wahyudi, M. Zaid. 2015. *Satelit LAPAN A2/ORARI 100 % Diuat Indonesia*. Terdapat di <https://sains.kompas.com/read/2015/09/02/16072911/Satelit.LAPAN.A2.ORARI.100.Persen.Dibuat.Indonesia?page=all>. Diakses pada tanggal 27 September 2019.

### **Peraturan perundang-undangan**

\_\_\_\_ UUD 1945 Pasal 33 ayat 3 Tentang Sumber kebijakan tentang pengelolaan sumber daya alam.

\_\_\_\_ Kementrian Dalam Negeri, 2010 Tentang Luas Wilayah Indonesia

\_\_\_\_ Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No. 57/Permen-KP/2014 Tentang Kedua Atas Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan No. Per.30/MEN/2012 Tentang Usaha Perikanan Negara Republik Indonesia