

Sistem Penguraian Data *Automatic Identification System* (AIS) dengan Bahasa Pemrograman Python.

R. Haryadi¹, H. Setiawan², W. Hermawansyah³, M. Masmilah⁴

STMIK Bani Saleh^{1,2,3,4}

rhomyhar05@gmail.com¹, hendrasetiawan007@gmail.com², wawan.wanix7@gmail.com³
monicamasmilah10@gmail.com⁴

Abstrak — *Automatic Identification System* (AIS) adalah sebuah sistem yang mampu menyediakan informasi kapal dan mengirimkannya dari kapal ke kapala maupun dari kapal ke darat menggunakan gelombang radio VHF secara otomatis. Dalam menyediakan produk dan layanan terkait TI untuk melayani perusahaan yang membutuhkan penerapan sistem Teknologi Informasi yang tepat. PT Gemilang Ananta masih memiliki kelemahan dalam pengelolaan data, khususnya pengelolaan data *Automatic Identification System* (AIS) yang bersifat rahasia dan menggunakan kode biner yang harus dipecahkan menggunakan ITU M.1371-2 Standart. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem dan mengetahui proses penguraian data *Automatic Identification System* (AIS) berdasarkan standar *International Telecommunication Union* (ITU) *Recommendation M.1371* menggunakan Bahasa pemrograman Python agar mudah di mengerti untuk kebutuhan monitoring. Hasil dari penelitian ini dapat menunjukkan Data *Automatic Identification System* (AIS) dengan format NMEA message Tipe 1, 2, 3, dan 4 dapat diuraikan menggunakan Bahasa Pemrograman Python menjadi data berupa MMSI, status navigasi, *Rate of Turn* (ROT), kecepatan kapal, posisi kapal (*Longitude* dan *Latitude*), *Course Over Ground* (COG), *True Heading* (HDG), *Time Stamp*, RAIM flag dan Radio status.

Kata Kunci — *Automatic Identification System* (AIS), NMEA Message, Penguraian Data, Python.

I. PENDAHULUAN

Automatic Identification System (AIS) adalah sistem pelacakan kapal otomatis dan lalu lintas kapal sistem identifikasi layanan. *Vessel Traffic Services* (VTC) adalah digunakan untuk mengidentifikasi dan mengirim atau menerima informasi. Ada dua jenis data yang diterima. Data yang diterima adalah data elektronik bertukar dengan kapal lain di dekatnya, BTS AIS, dan satelit. Itu lainnya adalah kapal mengirimkan data secara langsung. Informasi data kapal yang diambil dari kapal, adalah *Maritime Mobile Service Identity* (MMSI), kecepatan kapal, posisi kapal (bujur dan lintang), Status Navigasi, *Course Over Ground* (COG), dan lainnya [1].

Data AIS (pesan NMEA) dapat diuraikan menggunakan Perangkat lunak LabVIEW menjadi data pengiriman seperti MMSI, *navigation status*, *Rate of Turn* (ROT), kecepatan kapal, posisi kapal (*Longitude and Latitude*), *Course Over Ground* (COG), *True Heading* (HDG), *Time Stamp*, RAIM flag dan Radio status. Penerima AIS terdiri dari alat antena vertikal

sebagai penerima frekuensi dan mini PC sebagai alat perekam data. Akurasi Sistem AIS adalah 99,61% di kapal pemantauan di Selat Singapura [2].

Ada tiga fungsi yang telah diidentifikasi oleh *International Maritime Organization* (IMO) untuk AIS, yaitu : berfungsi sebagai alat penghindaran tabrakan saat sistem beroperasi dalam mode kapal ke kapal, untuk memberikan informasi tentang kapal dan muatannya ke otoritas lokal yang mengawasi perdagangan yang mengandung air, dan untuk membantu otoritas yang terlibat dalam manajemen lalu lintas kapal. Sebagai teknologi, ais dan aplikasinya berkembang memiliki fungsi yang bermanfaat dan kemungkinan besar akan terus berkembang menjadi suatu yang lebih bermanfaat [3].

Data *Automatic Identification System* (AIS) bersifat rahasia menggunakan kode biner yang harus dipecahkan menggunakan ITU M.1371 standard. AIS Message menggunakan format NMEA. Standar NMEA menggunakan dua kalimat yaitu !AIVDM (Diterima data dari kapal

lain) dan !AIVDO (informasi kapal sendiri). Data yang digunakan adalah standart NMEA dengan kalimat !AIVDM.

Dalam penelitian ini akan menggunakan data AIS class A type 1, 2, 3 dan 4. Tipe pesan ini bisa juga di sebut dengan *Common Navigation Block* (CNB) dan memiliki informasi yang menarik untuk di uraikan yang biasa digunakan oleh Base Station lokasi tetap untuk melaporkan posisi dan referensi waktu secara berkala. Total terdapat 168 bit yang menempati kalimat AIVDM dalam jenis pesan ini.

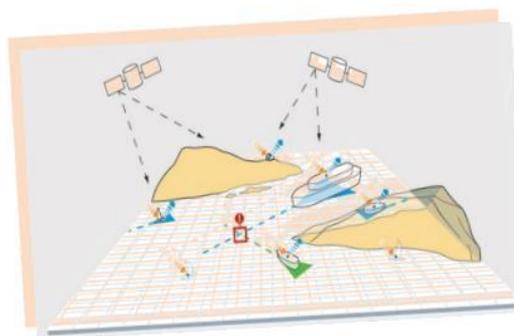
Penelitian ini membahas tentang bagaimana cara penguraian data *Automatic Identification System* (AIS) dengan Bahasa pemrograman python dengan format NMEA dapat diuraikan menjadi sebuah informasi yang berisi : MMSI, status navigasi, *Rate of Turn* (ROT), kecepatan kapal, posisi kapal (*Longitude* dan *Latitude*), *Course Over Ground* (COG), *True Heading* (HDG), *Timestamp*, *RAIM flag* dan Radio status. Hasil dari penguraian tersebut digunakan untuk kebutuhan statistik dan digunakan sebagai data untuk kebutuhan pembuatan sistem monitoring kapal .

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Automatic Identification system (AIS)

AIS bekerja dengan menggunakan frekuensi sangat tinggi (*Very High Frequency* – VHF), yaitu antara 156 – 162 MHz. Sistem yang ada secara umum ada 2 jenis, yaitu AIS Class A dan AIS Class B. Namun AIS yang sesuai dengan standar IMO adalah AIS Class A (IMO Resolution A.917 (22)), yaitu AIS yg menggunakan skema akses komunikasinya menggunakan sistem *Self-organized Time Division Multiple Access* (SO-TDMA) sedangkan AIS Class B menggunakan sistem *Carrier-sense Time Division Multiple Access* (CS-TDMA) [4].

Kapal - kapal yang dilengkapi dengan perangkat AIS dapat memancarkan dan menerima berbagai informasi data tentang kapal-kapal disekitarnya secara otomatis, baik berupa tampilan pada layar radar, maupun peta elektronik (*Electronic Navigation Chart* – ENC ataupun *Electonic Chart Display and Information System* –ECDIS).



Gambar 1. Penjelasan Sistem AIS

Selain mengirim dan menerima informasi data, kapal yang dilengkapi dengan AIS juga dapat memonitor dan melacak gerakan kapal-kapal lain yang juga dilengkapi dengan AIS (pada jarak jangkauan VHF). Informasi data kapal-kapal tersebut juga dapat diterima juga oleh stasiun pangkalan di darat, misalnya stasiun *Vessel Traffic Services* (VTS). Contoh pesan NMEA pada AIS adalah :

**!AIVDM,1,1,,A,15?:4d001D7LE:R0ff8::8
 9L00S;,0*59**

Urutan kalimat NMEA :

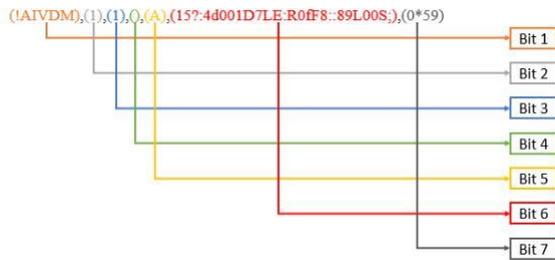
!AIVDM	<i>Type NMEA Message</i>
1	<i>Number of Sentences (some messages need more then one)</i>
1	<i>Sentence Number (1 unless it's a multi-sentence message) The blank is the Sequential Message ID (for multi-sentence messages)</i>
A	<i>The AIS Channel (A or B)</i>
15?:4d...	<i>The Encoded AIS Data</i>
0*	<i>End of Data</i>
7D	<i>NMEA Checksum</i>

AIS receiver data diterima dalam bentuk ASCII data packets dalam bentuk data biner, menggunakan format data NMEA 0183. Kode biner yang terdapat pada pesan NMEA menggunakan 6 bit ataupun 8 bit.

B. Penguraian Data AIS

AIS Message menggunakan format NMEA. Standard menggunakan dua kalimat yaitu !AIVDM dan !AIVDO. AIVDM terdiri dari tujuh bit field seperti yang dijelaskan dalam protokol data AIVDM. Data AIS berada pada field keenam. Pada proses penguraian data yang diilustrasikan pada gambar 2, field keenam akan

diambil. Data ini merupakan pesan dalam bentuk NMEA 0183 yang selanjutnya diubah ke biner [5].



Gambar 2. Pembagian Karakter data AIS

Dapat dilihat bahwa hasil data AIS dibagi ke dalam 7 data. Dari hasil ini dapat ditemukan data berada di bit 6 yang berisi data karakter ("15?:4d001D7LE:R0fF8::89L00S;") akan diuraikan untuk mendapatkan informasi yang ada di dalamnya.

Pemecahan pesan AIS menggunakan standar ITU Recommendation M.1371, "Technical Characteristics for a Universal Shipborne Automatic Identification System Using Time Division Multiple Access". Format ASCII telah ditetapkan dalam IEC-PAS 61162-100, "Maritime navigation and radiocommunication equipment and systems". Proses konversi AIS message menggunakan standar ITU dan ASCII akan menghasilkan pesan AIS sebagai berikut:

Tabel 1. AIS Message

Field	Length	Description
0-5	6	Message Type
6-7	2	Repeat Indicator
8-37	30	MMSI
38-41	4	Navigation Status
42-49	8	Rate of Turn (ROT)
50-59	10	Speed Over Ground (SOG)
60-60	1	Position Accuracy
61-88	28	Longitude
89-115	27	Latitude
116-127	12	Course Over Ground (COG)
128-136	9	True Heading (HDG)
137-142	6	Time Stamp
143-144	2	Maneuver Indicator
145-147	3	Spare
148-148	1	RAIM flag
149-167	19	Radio status

Metode penguraian dari data AIS terdiri dari 3 tahap Pertama, AIS data dengan tipe data char dikonversi menjadi desimal. Kedua, data desimal dikonversi menjadi biner dan mencerminkan data

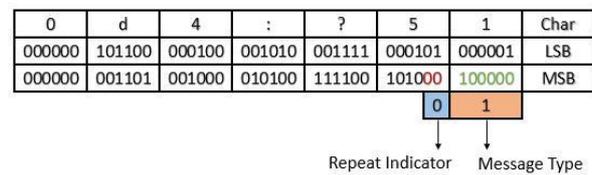
biner hasil. Terakhir, pengelompokan biner menurut ITU Rekomendasi M.1371 dan konversi pengelompokan biner dengan Pembacaan MSB ke desimal dilakukan. Referensi char yang digunakan dalam konversi adalah AIVDM / AIVDO ditunjukkan pada Tabel 2.

Proses penerimaan Data Automatic Identification System (AIS) terdapat 2 opsi dalam durasi penyimpanan yaitu persatuan menit dan persatuan jam, dimana data AIS akan di pisahkan antara data AIVDM (data yang diterima dari kapal) dengan AIVDO (data yang berisi informasi kapal sendiri). Data AIS yang akan diterima menggunakan NMEA Message 0183 Tipe 1, 2, 3 dan 4.

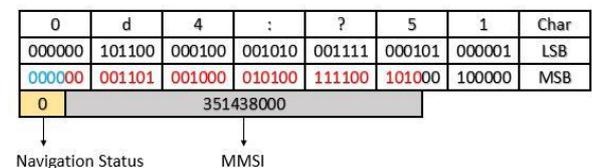
Tabel 2. Data Konversi Char, ASCII, Desimal dan Biner

Char	ASCII	Decimal	Bits	Char	ASCII	Decimal	Bits	Char	ASCII	Decimal	Bits
0	48	0	000000	F	70	22	010111	d	100	44	101100
1	49	1	000001	G	71	23	010111	e	101	45	101101
2	50	2	000010	H	72	24	010100	f	102	46	101110
3	51	3	000011	I	73	25	010100	g	103	47	101111
4	52	4	000100	J	74	26	010101	h	104	48	110000
5	53	5	000101	K	75	27	010101	i	105	49	110001
6	54	6	000110	L	76	28	011100	j	106	50	110010
7	55	7	000111	M	77	29	011101	k	107	51	110011
8	56	8	001000	N	78	30	011110	l	108	52	110100
9	57	9	001001	O	79	31	011111	m	109	53	110101
:	58	10	001010	P	80	32	100000	n	110	54	110110
;	59	11	001011	Q	81	33	100001	o	111	55	110111
<	60	12	001100	R	82	34	100010	p	112	56	110100
=	61	13	001101	S	83	35	100011	q	113	57	111001
>	62	14	001110	T	84	36	100100	r	114	58	111010
?	63	15	001111	U	85	37	100101	s	115	59	111011
@	64	16	010000	V	86	38	100110	t	116	60	111100
A	65	17	010001	W	87	39	100111	u	117	61	111101
B	66	18	010010	X	88	40	101000	v	118	62	111110
C	67	19	010011	Y	89	41	101001	w	119	63	111111
D	68	20	010100	Z	90	42	101010				
E	69	21	010101	[91	43	101011				

Tipe data Char pada proses sebelumnya ("15?:4d001D7LE:R0fF8::89L00S;") dikonversi menjadi data ASCII. Setelah itu, data dikonversi menjadi desimal dengan biner 6 bit. Proses dapat dilihat pada gambar .



Gambar 2. Konversi Message Type dan Repeat Indicator



Gambar 3. Konversi MMSI dan Navigation Status

7	D	1	0	Char
000111	010100	000001	000000	LSB
111000	001010	100000	000000	MSB
0	84	0		

Position Accuracy | Speed Over Ground | Rate of Turn

Gambar 4. Konversi ROT, SOG dan Position Accuracy

:	8	F	f	0	R	:	E	L	7	Char
001010	001000	010110	101110	000000	100010	001010	010101	011100	000111	LSB
010100	000100	011010	011101	000000	010001	010100	101010	001110	111000	MSB
	759328/600000=1.27					62433617/600000=104.06				
	Latitude					Longitude				

Gambar 5. Konversi Longitude dan Latitude

L	9	8	:	:	Char
011100	001001	001000	001010	001010	LSB
001110	100100	000100	010100	010100	MSB
46	260	2600/10=260			
Timestamp	True Heading	Course Over Ground			

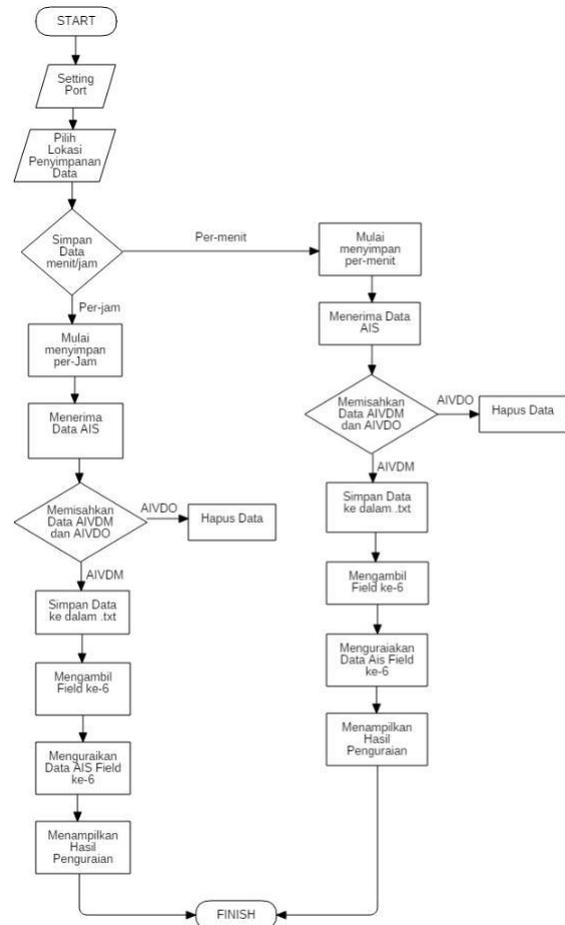
Gambar 6. Konversi COG, True Heading dan Timestamp

;	S	0	0	L	Char
001011	100011	000000	000000	011100	LSB
110100	110001	000000	000000	001110	MSB
2251	0	0	0		
Radio Status	RAIM Flag	Spare	Manuver Indikator		

Gambar 7. Konversi Manuver, Spare, RAIM Flag dan Radio Status

Dalam penelitian ini, proses penguraian data AIS akan dijalankan dengan sebuah sistem penguraian data AIS menggunakan Bahasa Pemrograman Python akan menghasilkan data yang terdiri dari : MMSI, status navigasi, Rate of Turn (ROT), kecepatan kapal, posisi kapal (Longitude dan Latitude), Course Over Ground (COG), True Heading (HDG), Timestamp, RAIM flag dan Radio status. Proses selanjutnya mengambil sampel data AIS sebanyak 20 untuk

diuraikan dengan Sistem Penguraian data AIS dengan Bahasa Pemrograman Python. Tahapan penguraian data AIS dengan Bahasa Pemrograman Python sebagai berikut :



Gambar 8. Flowchart Penguraian Data AIS

```
JRC-MK_2019-07-25-13-57 - Notepad
File Edit Format View Help
2019-07-25 13:57:48~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,171dGvOP007aCjUtPGPqigwR00SL,0#26\r\n
2019-07-25 13:57:50~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,16TErb00007aE4mtPew51`QV00SS,0#41\r\n
2019-07-25 13:57:51~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,37liUbe0007aA7QtPT75005`0000,0#33\r\n
2019-05-10 10:48:39~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,15APtt000k7aI=mtPg@3eRu00@C8,0#6E\r\n
2019-05-10 10:48:48~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,15APtt000k7aIAqtPg;3h2uB0<2f,0#3A\r\n
2019-05-10 10:49:18~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,15APtt000i7aIN5tPft3m2vD086N,0#16\r\n
2019-05-10 10:49:59~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,15APtt000e7aIfEtPFuSoS1`04K4,0#08\r\n
2019-05-10 11:14:01~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,35UMsP50007aI:ItPc6l;BqfODrb,0#65\r\n
2019-05-10 14:28:40~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,17liV`@P007aAKstPH>jgOvv04qh,0#21\r\n
2019-05-10 14:28:41~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,17ld0e@000WaH2qtPN27wP1608D:,0#0A\r\n
2019-05-10 14:28:44~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,16ld1BhP00WaHP7tPvPqoww60@ET,0#30\r\n
2019-05-10 14:28:44~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,3815@eU0007aDvItPeJ>48580Dg:,0#3C\r\n
2019-05-10 14:28:46~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,3815Ism0007aCdetPNuRNh5>0Dg:,0#13\r\n
2019-05-10 14:28:46~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,17lcibhP017aCUMtQI?tE?w<00Rw,0#20\r\n
2019-05-10 14:28:49~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,17ldgkw0007aAVotPJhpb65FOHHT,0#78\r\n
2019-05-10 14:28:50~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,17ldjEgP007aVqotRH;9T?wH20Sj,0#2D\r\n
2019-05-10 14:29:01~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,17ld0e@001WaH2WtPN2owP1d0D2W,0#40\r\n
2019-05-10 14:29:04~JRC-MK~B~!AIVDM,1,1,,B,37ld1ii0017aL5GtPfn;v5Wj2000,0#2A\r\n
2019-05-10 14:29:05~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,16ld1BhP01WaHP3tPvPb2wwj0L2d,0#6C\r\n
2019-05-10 14:29:09~JRC-MK~A~!AIVDM,1,1,,A,37ldgkU0047aA1ctPJ:aB8L60DLb,0#15\r\n
```

Gambar 9. Data AIS sebelum di uraikan

```
C:\Windows\System32\cmd.exe
{'id': 1, 'repeat_indicator': 0, 'mmsi': 525009077, 'nav_status': 0, 'rot_over_r
ange': False, 'rot': 0.0, 'sog': 0.0, 'position_accuracy': 1, 'x': 106.905748333
33334, 'y': -6.103895, 'cog': 204.60000610351562, 'true_heading': 0, 'timestamp'
: 44, 'special_manoeuvre': 0, 'spare': 0, 'rain': False, 'sync_state': 0, 'slot
timeout': 1, 'utc_hour': 7, 'utc_min': 40, 'utc_spare': 0}
{'id': 1, 'repeat_indicator': 0, 'mmsi': 477311500, 'nav_status': 0, 'rot_over_r
ange': False, 'rot': 0.0, 'sog': 4.800000190734863, 'position_accuracy': 1, 'x':
106.877525, 'y': -6.02433, 'cog': 172.3000030517578, 'true_heading': 172, 'time
stamp': 41, 'special_manoeuvre': 0, 'spare': 0, 'rain': False, 'sync_state': 0,
'slot_timeout': 5, 'received_stations': 178}
{'id': 1, 'repeat_indicator': 0, 'mmsi': 525006220, 'nav_status': 8, 'rot_over_r
ange': True, 'rot': -731.386474609375, 'sog': 1.600000023841858, 'position_accu
racy': 1, 'x': 106.90623666666667, 'y': -6.1049733333333334, 'cog': 274.6000061035
156, 'true_heading': 511, 'timestamp': 44, 'special_manoeuvre': 0, 'spare': 0,
'rain': True, 'sync_state': 0, 'slot_timeout': 1, 'utc_hour': 7, 'utc_min': 40,
'utc_spare': 0}
{'id': 1, 'repeat_indicator': 0, 'mmsi': 525025089, 'nav_status': 0, 'rot_over_r
ange': True, 'rot': -731.386474609375, 'sog': 102.30000305175781, 'position_accu
racy': 0, 'x': 181.0, 'y': 91.0, 'cog': 360.0, 'true_heading': 511, 'timestamp':
63, 'special_manoeuvre': 0, 'spare': 0, 'rain': False, 'sync_state': 0, 'slot_t
imeout': 2, 'slot_number': 1707}
{'id': 1, 'repeat_indicator': 0, 'mmsi': 457900363, 'nav_status': 0, 'rot_over_r
ange': True, 'rot': -731.386474609375, 'sog': 0.10000000149011612, 'position_accu
racy': 1, 'x': 106.90733166666666, 'y': -6.1001083333333333, 'cog': 224.19999694
82422, 'true_heading': 511, 'timestamp': 44, 'special_manoeuvre': 0, 'spare': 0,
```

Gambar 10. Proses penguraian dengan Bahasa Pemrograman Python

No	Tanggal	MMSI	Longitude	Latitude	Heading	Action
1	2019-07-25 13:57:48	525015032	106.89123	-6.1066616666667	511	Detail Delete
2	2019-07-25 13:57:50	440761000	106.89561666667	-6.0972333333333	272	Detail Delete
3	2019-07-25 13:57:51	525100457	106.88253333333	-6.1012333333333	2	Detail Delete
4	2019-05-10 10:48:39	353910000	106.90975	-6.0965233333333	94	Detail Delete
5	2019-05-10 10:48:48	353910000	106.90996666667	-6.0965666666667	94	Detail Delete
6	2019-05-10 10:49:18	353910000	106.91061666667	-6.0966666666667	95	Detail Delete

Gambar 11. Hasil Penguraian Data AIS

Hasil penguraian data AIS yang dapat dibagi menjadi 3 kategori yaitu: *Fixed Informations*, *Dinamic Informations* dan *Vooyage Informations*.

Fixed Information (Informasi Tetap)	
Tipe Pesan	B
MMSI	440761000

Gambar 12. Data *Fixed Informations*

Fixed Informations adalah informasi tetap atau bawaan dari AIS yang dimasukkan ketika penginstalan pertama, akan berubah jika kapal berubah nama atau berganti jenis, informasi tersebut seperti Tipe pesan dan MMSI.

Dynamic Informations (Informasi Dinamis)	
Tanggal	2019-07-25 13:57:50
Longitude	106.89561666667
Latitude	-6.0972333333333
Position	0
COG	149
SOG	0
Manuver	0
Navigation Status	0
ROT	0
Heading	272

Gambar 13. Data *Dinamic Informations*

Dinamic Informations adalah informasi yang secara otomatis akan diupdate oleh AIS atau informasi yang bisa berubah ubah dengan sendirinya tergantung keadaan navigasi kapal, seperti Tanggal, *Longitute*, *Latitude*, *Position Accuracy*, *Course Over Ground (COG)*, *Speed Over Ground (SOG)*, *Manuever*, *Navigation Status*, *Rate of Turn (ROT)* dan *True Heading*

Vooyage Informations (Informasi Perjalanan)	
Timestamp	51
Spare	0
Repeat Indicator	0
Raim Flag	0
Radio	0

Gambar 14. Data *Vooyage Informations*

Data ini harus dimasukkan kedalam AIS secara manual, data tersebut seperti *Timestamp*, *Spare*, *Repeat Indicator*, *RAIM flag* dan status Radio.

III. SIMPULAN

Berdasarkan analisis dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa Data AIS (NMEA message) dapat diuraikan menggunakan Bahasa Pemrograman Python menjadi data berupa MMSI, status navigasi, *Rate of Turn (ROT)*, kecepatan kapal, posisi kapal (*Longitude* dan *Latitude*), *Course Over Ground (COG)*, *True Heading (HDG)*, *Timestamp*, *RAIM flag* dan Radio status. Data tersebut selanjutnya dapat diolah kembali untuk kebutuhan pembuatan sistem monitoring kapal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada PT Gemilang Ananta yang telah memfasilitasi Penelitian. Semua pihak yang telah terlibat dalam penelitian ini terutama STMIK Bani Saleh yang telah mendukung penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Bole, A., Wall, A., & Norris, A. 2013. *Automatic Identification System (AIS)*. In Radar and ARPA Manual. <https://doi.org/10.1016/b978-0-08-097752-2.00005-2>
- [2] Didi Iskandar, Ardian Budi K.A., Nur Sakinah Assad, & Hendra Saputra. 2018. *Automatic Identification System (AIS) Decode Design for Ship Monitoring using Labview Software, Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace - Science and Engineering-*, Vol.54.
- [3] *Intenational Maritime Regulaiaon (IMO) Resolution A.917(22)*. 2001. *Guidelines For The Onboard Operational Use Of Shipborne Automatic Identification Systems (AIS)*.
- [4] IMO, 1998. *Recommendation on performance standard for a universal shipborne Automatic Identification System (AIS)*, London: IMO Resolution MSC 74 (69).
- [5] Hendra Saputra, Adi Maimum, Jaswar Koto, Mohammad Danil Arifin, *Estimation and Distribution of Exhaust Ship Emission from Marine Traffic In the Straits Of Malacca and Singapore Using Automatic Identification System (AIS) Data*, The 8th International Conference on Numerical Analysis in Engineering, pp. 131-142.