

INVESTIGASI KUALITAS DATA AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) DARI SATELIT LAPAN-A2 DAN LAPAN-A3 (QUALITY INVESTIGATION OF AUTOMATIC IDENTIFICATION SYSTEM (AIS) DATA FROM LAPAN-A2 AND LAPAN-A3 SATELLITE)

Maulana Ali Arifin¹, Nova Maras Nurul Khamsah, Rizki Permala
Pusat Teknologi Satelit
Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional
Jalan Cagak Satelit Km.04, Rancabungur, Bogor, Indonesia
¹e-mail :maulana.ali@lapan.go.id

ABSTRACT

The condition of the Indonesian territory approximately 2/3 of the area is the sea which is about 3,273,810 km² making Indonesia the largest maritime country in the world. These conditions became the background of the LAPAN-A2 and LAPAN-A3 satellite missions to monitor ships in Indonesia by carrying AIS (Automatic Identification System) Receiver. AIS is an automatic tracking system used to carry out maritime monitoring. After the satellite receives AIS data on the AIS Receiver, then AIS data is sent to the earth segment. Although the AIS package format has a CRC (Cyclic Redundancy Check) to check for errors during transmission, LAPAN-A3 satellite also has Reed Solomon as forward error correction. By comparing the data received from the LAPAN-A2 satellite and the LAPAN-A3 satellite, the percentage of errors for satellite transmission is 2% for the LAPAN-A2 satellite and 0.5% for the LAPAN-A3 satellite. Considering that in every AIS message received there is information about the name, time, position, and several other parameters of a ship, then losing some data due to an error in transmission, can cause information to be lost, therefore the use of error correction in AIS data transmission can improve information quality of the received AIS data.

Keywords: Automatic Identification System, LAPAN-A2, LAPAN-A3, Reed Solomon

ABSTRAK

Kondisi wilayah Indonesia terdiri dari 2/3 lautan yaitu sekitar 3.273.810 km² menjadikan Indonesia negara maritim terbesar di dunia. Hal ini melatarbelakangi misi satelit LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 untuk melakukan pemantauan kapal di Indonesia dengan cara membawa muatan berupa *Automatic Identification System (AIS) Receiver*. AIS merupakan sebuah sistem pelacakan otomatis yang digunakan untuk melakukan pemantauan maritim. Setelah satelit menerima data – data AIS pada *AIS Receiver*, kemudian data AIS dikirim ke stasiun bumi. Walaupun format paket AIS telah memiliki sebuah *Cyclic Redundancy Check (CRC)* untuk mengecek keberadaan *error* pada saat transmisi, namun pada transmisi satelit LAPAN-A3 terdapat tambahan *Reed Solomon forward error correction* yang memiliki kemampuan untuk mengoreksi *error*. Dengan membandingkan data yang diterima dari satelit LAPAN-A2 dan satelit LAPAN-A3, persentase kesalahan untuk transmisi satelit adalah sebesar 2% untuk satelit LAPAN-A2 dan 0,5% untuk satelit LAPAN-A3. Mengingat dalam setiap pesan AIS yang diterima terdapat informasi mengenai nama, waktu, posisi, dan beberapa parameter lainnya dari sebuah kapal, maka kehilangan sebagian data karena *error* pada transmisi, dapat mengakibatkan informasi dari beberapa kapal hilang, sehingga penggunaan *error correction* pada transmisi data AIS dapat meningkatkan kualitas dari informasi data AIS yang diterima.

Kata Kunci : Automatic Identification System, LAPAN-A2, LAPAN-A3, Reed Solomon

1 PENDAHULUAN

LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 merupakan satelit yang telah berhasil mengorbit di bumi yang dibuat sepenuhnya oleh Indonesia. Salah satu muatan yang dibawa oleh kedua satelit tersebut adalah *Automatic Identification System* (AIS). AIS digunakan untuk melakukan pemantauan maritim yang ada di Indonesia. Hal tersebut sangat penting karena 2/3 bagian wilayah Indonesia yaitu sekitar 3.273,810 km² adalah lautan yang menjadikan Indonesia salah satu negara maritim terbesar di dunia. Selain itu, letak negara yang berada pada titik pertemuan antara dua benua dan dua samudera menjadi alasan pentingnya dilakukan pemantauan maritim di Indonesia. Adanya sistem pemantauan terhadap pergerakan kapal yang berada di Indonesia ini dapat menekan tingkat jumlah permasalahan yang terjadi di laut Indonesia (Judianto *et al.*, 2014).

AIS adalah sistem komunikasi berbasis radio frekuensi. Setiap kapal akan mengirimkan informasi mengenai dirinya melalui frekuensi VHF secara berkelanjutan setiap beberapa detik sesuai dengan parameter tertentu. Tujuan dari penggunaan AIS adalah untuk peningkatan keamanan laut, efisiensi navigasi, keamanan kehidupan laut, dan perlindungan lingkungan hidup dalam laut (Purnama *et al.*, 2018).

Organisasi maritim dunia, (*International Maritime Organization* /IMO) mengharuskan semua kapal baru, kapal penumpang, kapal tanker dan kapal lainnya yang memiliki berat lebih dari 300 gross ton untuk menempatkan transponder AIS sejak tahun 2004. *Transceiver*, atau pemancar AIS dibagi menjadi dua tipe yaitu kelas A untuk kapal yang wajib menggunakan AIS dan kelas B untuk kapal yang lebih kecil di mana penerapan AIS tidak diwajibkan hanya merupakan pilihan. Selain pada kapal, AIS juga dipasang pada buoy, lokasi penambangan, dan sebagainya. Hal tersebut dilakukan agar kapal yang

mendapat sinyal mengetahui kondisi medan di sekitarnya.

Sinyal VHF yang digunakan pada AIS memiliki range komunikasi antara 40-60 km dengan kondisi *line-of-sight* bergantung pada ketinggian antena. Keterbatasan tersebut juga terjadi pada *receiver* yang ada di daratan seperti pada pelabuhan. Karena tingginya permintaan untuk pemantauan secara global (Hoye *et al.*, 2008) mengenai pengawasan, perlindungan lingkungan, anti-pembajakan, dan aplikasi lain, maka dipasanglah *receiver* AIS pada satelit (Burzigotti *et al.*, 2012).

Proses akuisisi data AIS perlu dilakukan dengan sangat baik guna menjaga keutuhan data yang telah direkam oleh satelit. AIS sendiri menggunakan metode *Cyclic Redundancy Check* (CRC) yang merupakan sebuah *Frame Check Sequence* (FCS) sebagai penanda data yang benar dan salah (Prevost *et al.*, 2010). Proses pengunduhan data dari satelit ke bumi juga dilengkapi dengan CRC untuk menjaga kualitas dan kuantitas data yang diunduh dari satelit, sehingga tidak banyak terjadi kerusakan data. Dalam satu *file* hasil unduhan, LAPAN-A2 mampu membawa informasi hingga 1 juta pesan dan LAPAN-A3 hingga 2 juta pesan, oleh karenanya jika terjadi kerusakan 1 persen saja dari total pesan maka dapat diperkirakan 10.000-20.000 pesan akan hilang.

Pada penelitian ini dilakukan perbandingan kualitas data unduhan AIS LAPAN-A2 yang hanya menggunakan CRC dengan data unduhan AIS LAPAN-A3 yang menggunakan CRC sekaligus *Reed Solomon* (Hakim *et al.*, 2016) sebagai *forward error correction* (FEC). Diharapkan dengan investigasi ini mampu memberikan gambaran apakah penambahan FEC dapat meningkatkan kualitas dari data AIS yang diterima.

2 TEKNOLOGI AIS LAPAN-A2 DAN LAPAN A-3

Pada Gambar 2-1 dijelaskan proses pemantauan kapal yang dilakukan oleh

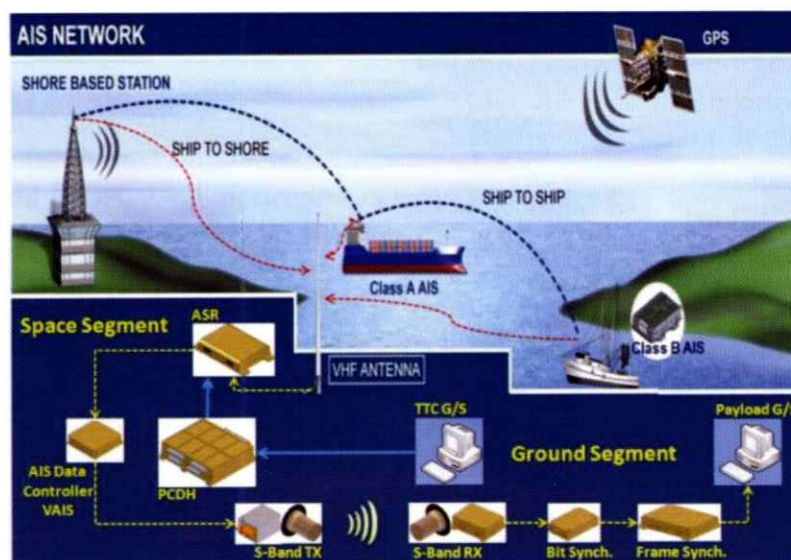
satelit dengan menggunakan AIS. Kapal, bouy, atau perangkat lain yang dipasang AIS *transceiver* akan mengirimkan pesan secara *broadcast* mengenai informasi dan statusnya. Satelit dengan *receiver* AIS menerima pesan tersebut yang kemudian diteruskan ke stasiun bumi. Data dari stasiun di bumi tersebut kemudian diolah dan diteruskan kepada pihak yang membutuhkan seperti pusat pemantauan.

Pesan yang diterima oleh satelit akan masuk ke ASR *Receiver*. Ketika stasiun bumi mengirimkan perintah untuk mengunduh data AIS ke PCDH,

maka PCDH akan memerintahkan ASR untuk mengirimkan data yang tersimpan ke AIS Data Controller kemudian diteruskan ke antena S-Band untuk di transmisikan ke stasiun bumi. Data yang diterima oleh antena S-band di stasiun bumi kemudian dilakukan sinkronisasi bit dan sinkronisasi *frame*, yang bertujuan untuk mengecek awal *frame* dari data. Selanjutnya data tersebut akan masuk ke komputer di stasiun bumi untuk diolah dan diteruskan ke pusat pemantauan. Proses tersebut seperti yang ada pada Gambar 2-2.



Gambar 2-1 : Skema Pengiriman pesan AIS (sumber: Technical Document – LAPAN A2)

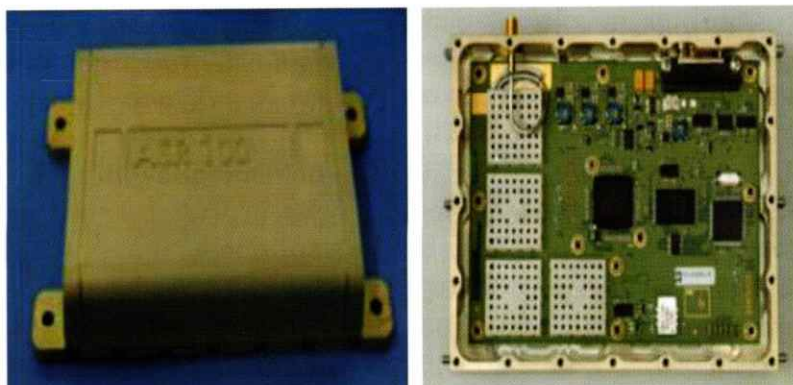


Gambar 2-2: Proses pesan dalam Satelit (sumber: Technical Document – LAPAN A2)

AIS receiver yang digunakan pada satelit LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 adalah AISat Receiver (ASR 100) yang diproduksi oleh Kongsberg, Norway seperti pada Gambar 2-3. Sistem komunikasi yang digunakan oleh ASR 100 adalah *Time Division Multiple Access* (TDMA) (Harchowdhury *et al.*, 2012, 2013, 2015). ASR 100 sudah berbasis *Software Defined Radio* (SDR) yang dapat

ditingkatkan setelah peluncuran. Keunggulan lain dari ASR ini adalah sensitivitas yang tinggi dan konsumsi daya yang rendah.

Spesifikasi lengkap mengenai ASR 100 terdapat pada Tabel 2-1. Pada Tabel tersebut dijelaskan mulai dari *performance*, *RF specification*, *interface*, *power*, *connector*, hingga *range temperature* untuk operasional.



Gambar 2-3. AISat Receiver - ASR 100 (sumber: Technical Document – LAPAN A2)

Tabel 2-1: SPESIFIKASI ASR 100

| | |
|--------------------------------------|--|
| Performance | |
| Max ship message | : Single Timeslot (156 msgs/sec) : Dual Timeslot (92 msgs/sec) |
| Datarate | : 57.6 kbps |
| RF Specification | |
| Frequency range | : Channel A 161.975 MHz (Receive), 162.025 MHz (Transmit) : Channel B 160.025 MHz |
| Sensitivity | : -117 dBm |
| Dynamic Range | : (-90) – (-117) dBm |
| Interfaces | |
| Serial | : Serial Port |
| Type Asynchronous | : 8,n,1 |
| Physical Layer | : Full Duplex RS485 |
| Baud-rate | : up to 115200 baud |
| Power | |
| Input Voltage | : 3.6 V – 5.5 VDC |
| Power Consumption | : Receive < 1.5 W |
| Idle < 20 mW | : |
| PPS | : PPS Signal from Onboard Computer |
| RF | : 50 Ω |
| Connector | |
| Power, PPS, and Serial Data | : MIL Spec 15 pin Micro D connector |
| RF | : Bulkhead SMA, female |
| Operational Temperature Range | : -C20-+C60 |

3 DATA DAN METODOLOGI

3.1 Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah besar ukuran file (Kb) data CRC AIS LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 yang diperoleh masing-masing satelit. Data yang digunakan adalah data selama 3 bulan yaitu Juli, Agustus, dan September 2018, pada kondisi pengiriman normal dimana hal tersebut diindikasikan ketika kesuksesan pengiriman data lebih dari 90%.

3.2 Metode

Sesuai dengan standar ITU-R M.1371-5, mengenai karakteristik teknis dari AIS, format paket pada transmisi AIS dapat terlihat seperti pada Gambar 3-1, di mana paket AIS memiliki struktur frame yang sama seperti struktur HDLC (*High Level Data Link Control*).

| | | | | | |
|-------------------|------------|------|-----|----------|--------|
| Training sequence | Start flag | Data | FCS | End flag | Buffer |
|-------------------|------------|------|-----|----------|--------|

Gambar 3-1: Format paket data AIS (sumber: Recommendation ITU-RM.1371-5)

Paket transmisi AIS terdiri dari enam bagian yaitu *training sequence*, *start flag*, *data*, *FCS*, *end flag*, dan *buffer* (International Telecommunication Union, 2014). *Training sequence* pada AIS merupakan sebuah *preamble* berupa *bitstream* dengan pola pengulangan bit 0 dan bit 1 sebanyak 24 bit, yang dikirim sebelum *start flag* dengan panjang 8 bit. *Start flag* terdiri dari HDLC *flag* yang akan digunakan dalam pendeteksian awal paket. Data AIS yang dikirimkan pada satu paket memiliki 168 bit data. Kemudian, ada *Frame Check Sequence* (FCS) yang menggunakan *Cyclic Redundancy Check* (CRC) berupa 16 bit polinomial. Selanjutnya adalah *end flag* yang memiliki data identik dengan *start flag*, dan yang terakhir *buffer* memiliki panjang 24 bit dan digunakan sebagai bit *stuffing* sebanyak 4 bit, *distance delay* sebanyak 12 bit, *repeater delay* sebanyak 2 bit, dan *synchronization jitter* sebanyak 6 bit. Total *bitstream* dari

sebuah *frame* AIS adalah sepanjang 256 bit, dengan 8 bit awal dialokasikan untuk waktu *ramp up*.

Metodologi yang digunakan pada penelitian ini adalah melakukan perhitungan besaran CRC data AIS yang diterima di stasiun bumi dari satelit. CRC merupakan sebuah *error checker*, dan ketika bernilai 0 setelah pengolahan data di stasiun bumi, maka data yang diterima adalah data yang bebas *error*, dan sebaliknya apabila bernilai 1, maka data tersebut mengandung *error*. Dengan indikasi *error* pada transmisi dilihat pada besar ukuran file (Kb) CRC bernilai benar, maka persentase *error* dapat diperoleh dengan menghitung jumlah data yang memiliki nilai CRC salah dengan jumlah keseluruhan data dikali 100%.

$$p_e = \frac{e}{A} \times 100\% \tag{2-1}$$

dengan p_e merupakan persentase *error*, e merepresentasikan jumlah data *error*, dan A merepresentasikan jumlah seluruh data.

Seperti yang telah disinggung pada subbab sebelumnya, transmisi pada satelit LAPAN-A3 dilengkapi dengan sebuah *forward error correction* yaitu *Reed Solomon encoder*. *RS encoder* merupakan sebuah algoritma yang memiliki fungsi mendeteksi dan memperbaiki *error*. Algoritma RS yang digunakan pada LAPAN-A3 adalah RS (255,223) yang menunjukkan bahwa data yang dibawa hasil keluaran RS adalah sebanyak 223 data dan (255-223) *parity*. Algoritma RS menggunakan sebuah polinomial *primitive* yaitu

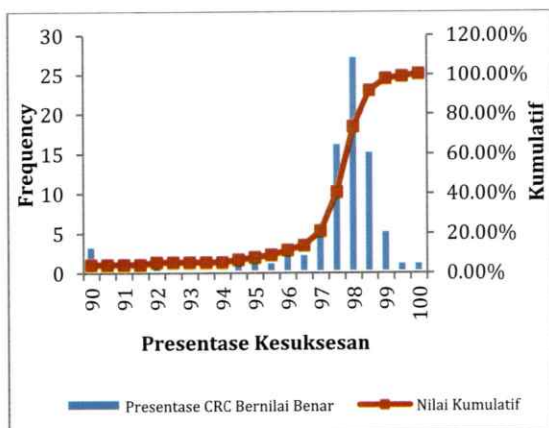
$$Po(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1 \tag{2-2}$$

dengan kemampuan memperbaiki ((255-223)/2) *byte* data.

Hasil pengolahan CRC untuk satelit LAPAN-A2 dan LAPAN-A3 kemudian dibandingkan untuk melihat pengaruh *Error correction* atau *Reed Solomon* pada kualitas data dari satelit LAPAN-A3.

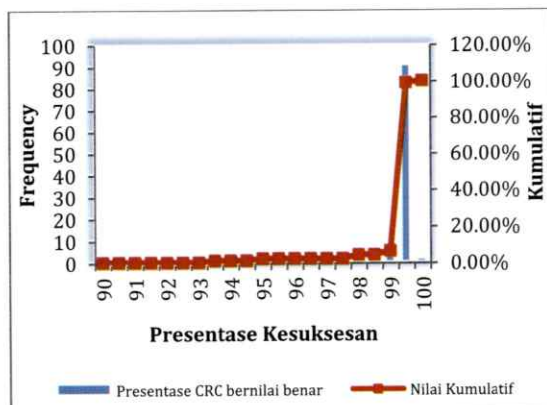
4 HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam pengamatan selama 3 bulan terakhir, dilakukan perbandingan berdasarkan besar ukuran *file* (Kb) data CRC AIS yang benar yaitu bernilai '0'. Gambar 4-1 menunjukkan persentase data dengan CRC benar atau data bebas *error* dari data AIS satelit LAPAN-A2. Dari Gambar 4-1 tersebut dapat dilihat bahwa frekuensi terbanyak mendapatkan data benar adalah 98%. Artinya pada data terdapat kerusakan atau *error* sebesar 2%.



Gambar 4-1: Histogram CRC bernilai benar satelit LAPAN-A2

Hasil data AIS satelit LAPAN-A3 yang mendapatkan persentase CRC bernilai benar terlihat pada Gambar 4-2. Hasil tersebut menunjukkan rata-rata 99,5% data adalah benar. Artinya ada kemungkinan data rusak atau *error* terjadi adalah sebesar 0,5%.



Gambar 4-2: Grafik CRC bernilai benar satelit LAPAN-A3

Tampak pada Gambar 4-1 dan Gambar 4-2 perbedaan hasil antara data AIS satelit LAPAN-A2 dan satelit LAPAN-

A3. Hal ini disebabkan karena pada satelit LAPAN-A2 hanya menggunakan CRC saja, sedangkan pada satelit LAPAN-A3 ditambahkan FEC *Reed Solomon encoder* selain CRC yang meningkatkan kualitas dari data yang diterima.

Kerusakan data sebesar 2% menjadi sangat penting karena jumlah pesan rata-rata yang cukup besar. Pada Tabel 4-1 terlihat bahwa kerusakan 2% dapat menghilangkan 21.537 pesan untuk satelit LAPAN-A2 dan 38.292 pesan untuk satelit LAPAN-A3. Jika dilihat berdasarkan data sebelumnya maka data AIS satelit LAPAN-A2 memiliki kemungkinan besar untuk kehilangan 21.537 pesan. Sedangkan untuk data AIS satelit LAPAN-A3 pada memiliki kemungkinan kehilangan 9.598 pesan.

Hasil perhitungan tersebut menunjukkan pentingnya penambahan *error correction* yang telah diimplementasikan pada transmisi satelit LAPAN-A3. Oleh karena itu, penambahan *forward error correction* seperti *Reed Solomon encoder* dengan kemampuan memperbaiki $(255-223)/2$ byte data dapat menjadi solusi alternatif untuk meningkatkan kualitas data AIS yang diterima.

Tabel 4-1: PRESENTASE KEMUNGKINAN PESAN YANG HILANG

| Satelit | LAPAN A-2 | LAPAN A-3 |
|------------------------|-----------|-----------|
| Jumlah Pesan Rata-Rata | 1.076.861 | 1.919.602 |
| Hilang/Rusak | | |
| 1% | 10.769 | 19.196 |
| 2% | 21.537 | 38.392 |
| 3% | 32.306 | 57.588 |
| 4% | 43.074 | 74.784 |
| 5% | 53.843 | 95.98 |

5 KESIMPULAN

Berdasarkan pengamatan pada data AIS selama tiga bulan terakhir, dapat disimpulkan bahwa pada data AIS satelit LAPAN-A2 memiliki kemungkinan

kerusakan/kehilangan 21.537 pesan, sedangkan untuk satelit LAPAN-A3 sebesar 9.598 pesan. Satelit LAPAN-A3 memiliki kemampuan lebih baik karena ditambahkan FEC *Reed Solomon* ketika proses download. Meskipun kemungkinan kerusakan/kehilangan sudah 0,5% namun perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap FEC lainnya yang mampu memberikan kualitas yang lebih baik karena dalam 0,5% tersebut jumlah pesan yang hilang masih cukup banyak.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Patria Rahman Hakim dan Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional yang telah memberikan dukungan sehingga penelitian ini dapat dilakukan.

DAFTAR RUJUKAN

- Burzigotti, P., A., Ginesi, and G., Colavolpe, 2012. *Advanced Receiver Design for Satellite-Based Automatic Identification*. International Journal of Satellite Communications And Networking: 52-63. DOI:10.1088/1755-1315/162/1/012040
- Hakim, P. R., A. Rahman, D. E., Amin, W., Roza, dan E., Rahim, 2016. *Reed-Solomon Encoder Implementation on FPGA*. Jurnal Teknologi Dirgantara Vol. 12: 116-127.
- Harchowdhury, A., B. K., Sarkar, and K. K., Bandyopadhyay, 2015. *Beam Scanning for Reception Performance Improvement of Satellite-Based AIS*. 2015 IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES). Bali.
- Harchowdhury, A., B.K., Sarkar, K., Bandyopadhyay and A. Bhattacharya, 2012. *Generalized Mechanism of SOTDMA and Probability*. 5th International Conference on Computers and Devices for Communication (CODEC).
- Harchowdhury, A., B.K., Sarkar, K., Bandyopadhyay and A. Bhattacharya, 2013. *Reception Capacity Enhancement of Satellite-based*. IEEE Conference on Information and Communication Technologies (ICT 2013): 1118 - 1122.
- Hoye, G. K., T., Eriksen, B. J., Meland, and B. T., Narheim, 2008. *Space-Based AIS for Global Maritime Traffic Monitoring*. Acta Astronautica.
- International Telecommunication Union, 2014. *Technical Characteristics for an Automatic Identification System Using Time Division Multiple Access in the VHF Maritime Mobile Frequency Band*. International Telecommunication Union.
- Judianto, C. T., and A., Wahyudiono, 2014. *Automatic Identification System And Surveillance Technology For Indonesia Marine Security On Lapan-A2 Satellite*. International Seminar of Aerospace Science and Technology II: 115 - 122.
- Prevost, R., M., Coulon, D., Bonacci, J., LeMaitre, J.P., Millerioux and J., Tournieret, 2010. *CRC-based Detection Algorithms for AIS Signals*. International Journal Of Satellite Communications And Networking: 1-21.
- Purnama, S. M., D. Y., Hutapea and R. Permalia, 2018. *Utilization of Automatic Identification System (AIS) Sensor for Mobility Monitoring of Fishing Vessel Based on PFZ*. IOP Conf.Series : Earth and Environment Science, 162(1): 012040
- Satellite Technology Center, 2012. *LAPAN-A2 Technical Documentation Equatorial Microsatellite for Amateur Communication and Surveillance*. LAPAN.