

# **ANALISIS POSISI ANTENA AIS UNTUK MISI PEMANTAUAN KAPAL SATELIT SAR MIKRO LAPAN (ANALYSIS OF AIS ANTENA POSITION FOR SHIP MONITORING MISSION OF LAPAN SAR SATELLITE)**

**Dwiyanto, Ade Putri Septi Jayani**

Pusat Teknologi Satelit, Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional

e-mail: dwiyanto@lapan.go.id

Diterima: 2 Juli 2019; Direvisi: 22 Agustus 2019; Disetujui : 28 Oktober 2019

## **ABSTRACT**

*The trend of the application of AIS data usage is currently growing with the installation of AIS receivers on satellites. Different placements of antenna position will produce different coverage area as well. It will affect the AIS data that can be received by the AIS receiver on the satellite. The combination of AIS and SAR data from satellites is now increasingly an option to monitor marine crime continuously, especially for a wide waters area such as in Indonesia. Coverage of AIS antenna can also affect the possibility of combining AIS data and SAR data. In this research, a simulation of AIS antenna placement on satellites in several positions will be carried out to obtain the optimal position on the satellite by analyzing the link margin value of the AIS signal generated at each position. The purpose of this study is to obtain an optimal AIS antenna placement for LAPAN SAR satellites. The simulation and calculation show that antenna placement on the Y axis is of the satellite is the optimal position to be used on SAR satellites. In this antenna position the antenna has a narrow coverage which is extends in the direction of the Y axis so it will reduce the amount of data collision. In this position coverage AIS is also in line with SAR coverage so that when the AIS data is received from the ship it is the same as when the ship is detected by SAR sweeps.*

Keywords: AIS, Antena, SAR, Link Margin, Coverage

## ABSTRAK

Kecenderungan aplikasi penggunaan data AIS semakin berkembang dengan dipasangnya *receiver* AIS di satelit. Penempatan antena AIS pada posisi yang berbeda akan menghasilkan luasan dan bentuk *coverage* yang berbeda juga. Hal ini akan mempengaruhi data AIS yang dapat diterima oleh *receiver* AIS di satelit. Saat ini kombinasi antara data AIS dan data SAR dari satelit semakin menjadi pilihan untuk memantau kejahatan kelautan secara kontinu khususnya untuk wilayah perairan yang luas seperti di Indonesia. *Coverage* antena AIS juga akan mempengaruhi kemungkinan penggabungan antara data AIS dan data SAR. Dalam penelitian ini akan dilakukan simulasi penempatan antena AIS di satelit pada beberapa posisi untuk mendapatkan posisi yang optimal di satelit dengan menganalisa nilai *link margin* sinyal AIS yang dihasilkan pada masing masing posisi. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan penempatan antena AIS yang optimal untuk di satelit LAPAN SAR. Hasil simulasi dan perhitungan yang dilakukan bisa diketahui bahwa penempatan antena pada sumbu Y satelit merupakan posisi yang optimal untuk digunakan dalam satelit SAR. Pada posisi ini antena memiliki *coverage* yang cukup sempit dan memanjang sejajar sumbu Y sehingga akan mengurangi jumlah *data collision*. Selain itu pada posisi ini *coverage* AIS juga sebidang dengan *coverage* SAR sehingga waktu diterimanya data AIS dari kapal sama dengan saat kapal terdeteksi oleh sapuan SAR.

Kata kunci: AIS, Antena, SAR, Link Margin, coverage

### 1 PENDAHULUAN

*Automatic Identification System* (AIS) adalah sebuah sistem yang mampu menyediakan informasi kapal dan mengirimnya dari kapal ke kapal maupun dari kapal ke darat melalui stasiun penerima menggunakan gelombang radio VHF secara otomatis (Saputra, 2016). Frekuensi AIS yang digunakan saat ini adalah pada Channel 87B (161.975Mhz), 88B (162.025Mhz). Modulasi yang digunakan adalah GMSK dengan kecepatan data 9,6 kbps (ITU, 2014). Dalam beberapa tahun terakhir, pelanggaran hukum dengan menggunakan kapal telah menjadi perhatian banyak negara sehingga sistem pemantauan kapal yang menggabungkan antara kapasitas informasi yang kuat dari teknologi AIS dengan jangkauan global dari teknologi satelit telah dimulai dan terus dilanjutkan sejak awal abad ini (Chen, 2014).

Satelit SAR LAPAN sebagai satelit LAPAN generasi selanjutnya memiliki misi yang salah satunya adalah untuk pemantauan lalu lintas kapal (Triharjanto, 2018). Selain membawa muatan SAR, satelit SAR LAPAN juga membawa muatan AIS dimana data AIS ini nantinya akan digunakan untuk mengakuisisi data kapal – kapal yang terdeteksi oleh muatan SAR. Kombinasi dua data ini nantinya bisa digunakan untuk memetakan dan mengidentifikasi kapal untuk mengurangi *illegal fishing* dan tindak kejahatan di laut. Untuk dapat digabungkan dengan data SAR, antena AIS harus memiliki wilayah sapuan yang sama dengan sapuan antena SAR. Hal ini akan memudahkan dalam analisis saat data AIS dan kapal digabungkan (Chaturvedi, 2012).

Pengembangan sistem AIS berbasis satelit telah dilakukan oleh beberapa negara termasuk Indonesia dimana satelit LAPAN membawa muatan AIS di

satelit LAPAN-A2 dan LAPAN-A3. Satelit LAPAN A2 dan LAPAN A3 yang dilengkapi penerima AIS saat ini bisa menerima banyak data AIS akan tetapi masih banyak data yang mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan karena adanya saturasi di lokasi yang jumlah kapasitas kapal yang besar, juga karena kualitas transmisi yang dihasilkan kapal kurang baik (Karim, 2018). Salah satu karakteristik *receiver* AIS adalah semakin banyak jumlah kapal yang melebihi jumlah slot TDMA menyebabkan data yang bisa diterima dengan benar semakin kecil. Selain jumlah kapal yang banyak, penerimaan sinyal AIS dari kapal yang berjauhan dan tidak tersinkronisasi akan menyebabkan terjadinya tabrakan sinyal dan akan menyebabkan penurunan kualitas sinyal yang bisa didekodekan (Clazzer, 2014).

Beberapa metode dilakukan untuk menaikkan tingkat kesuksesan dalam mendekode sinyal AIS yang diterima oleh satelit. Ada juga penelitian yang mengusulkan penggunaan *beam scanning* antena untuk meningkatkan kapasitas data AIS yang bisa di terima *receiver* AIS. Metode ini bertujuan untuk memecah *coverage* satelit dalam beberapa *subcoverage* yang lebih sempit dengan cara menggunakan beberapa antena dengan arah radiasi yang berbeda. Selain besaran signal yang diterima lebih besar juga mempersempit wilayah *coverage* tiap antena, sehingga jumlah kapal yang diterima lebih sedikit dan akhirnya peluang terjadinya tabrakan sinyal semakin kecil (Harchowdhury, 2015).

Pergerakan satelit terhadap kapal juga akan menyebabkan terjadinya efek Doppler dalam frekuensi sinyal yang diterima *receiver*. Dengan tersebarnya posisi kapal terhadap satelit maka akan menyebabkan variasi Doppler sinyal yang tinggi. Penambahan bandwidth

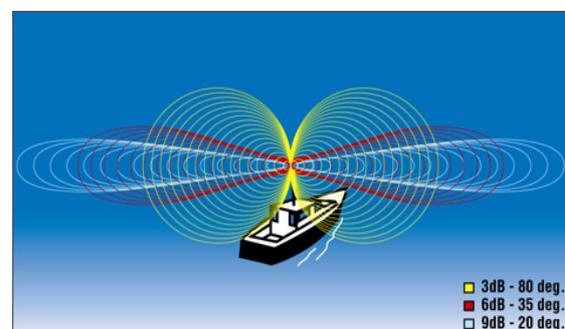
*receiver* dilakukan untuk mengkompensasi efek Doppler yang terjadi (Reiten, 2007).

Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan penempatan antena AIS yang optimal untuk satelit LAPAN SAR. Posisi antena yang ingin dicapai adalah posisi yang bisa menerima sebanyak mungkin data AIS di sekitar orbit satelit, mempunyai kesamaan waktu antara data AIS sebuah kapal dengan waktu saat kapal tersapu oleh SAR. Serta posisi antena yang mungkin bisa mengurangi terjadinya *collision* sinyal AIS yang diterima satelit.

## 2 METODOLOGI

Metodologi yang digunakan dalam penelitian yang dilakukan adalah dengan melakukan simulasi penempatan antena AIS pada beberapa posisi dengan menggunakan perangkat lunak.

Sesuai dengan ketentuan organisasi maritim internasional (IMO), antena AIS di kapal adalah antena vertikal dengan pola radiasi *omnidirectional* (IMO SN/Circ.227, 2002). Berbagai macam antena vertikal di pasaran bisa digunakan untuk komunikasi AIS baik yang mempunyai *gain* besar maupun kecil. Gambaran pola radisasi antena ini digambarkan dalam Gambar 2-1. (Burder, 2019).

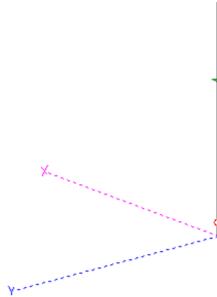


Gambar 2-1: Tipikal penempatan antena AIS diatas kapal. (Burder, 2019)

Dalam simulasi yang dilakukan menggunakan perangkat lunak MMANA-GAL, asumsi pemasangan antena di

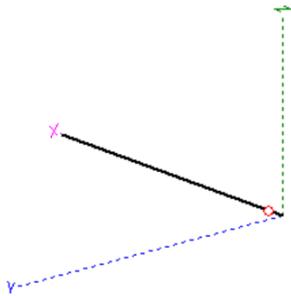
satelit adalah antena *monopole*  $\frac{1}{4} \lambda$  dengan beberapa posisi penempatan antena yaitu:

1. 1 antena mengarah ke titik pusat bumi atau nadir pointing, seperti ditunjukkan pada Gambar 2-2.



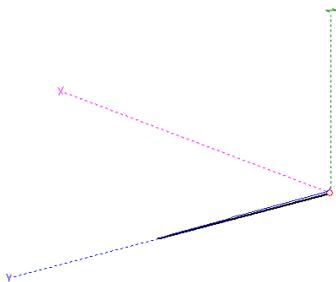
Gambar 2-2: Penempatan antena sejajar sumbu Z

2. 1 antena dengan posisi sejajar sumbu arah pergerakan satelit (sumbu X), seperti ditunjukkan pada Gambar 2-3.



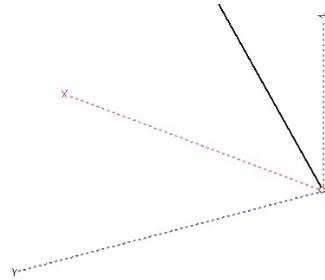
Gambar 2-3: Penempatan antena sejajar sumbu X

3. 1 antena dengan posisi tegak lurus sumbu arah pergerakan satelit (sumbu Y), seperti ditunjukkan pada Gambar 2-4.



Gambar 2-4: Penempatan antena sejajar sumbu Y

4. 1 antena dengan posisi  $45^\circ$  terhadap sumbu X dan  $45^\circ$  terhadap sumbu Z, seperti ditunjukkan pada Gambar 2-5.



Gambar 2-5: Penempatan antena  $45^\circ$  terhadap sumbu X dan sumbu Z

Dari tiap – tiap posisi penempatan antena dilakukan simulasi pola radiasi antena yang dihasilkan dan selanjutnya dilakukan perhitungan dan analisa *link margin*-nya.

*Link margin* sistem komunikasi satelit dipengaruhi oleh parameter komunikasi pemancar dan penerima seperti daya keluaran pemancar, penguatan dan pola radiasi antena serta lainnya seperti *Free Space Loss*,  $E_b/N_0$  yang digunakan. *Free Space Loss* adalah rugi – rugi ruang bebas yang dipengaruhi oleh jarak stasiun bumi ke satelit dan besarnya frekuensi pembawa yang digunakan dalam transmisi radio. *Free Space Loss* dapat dihitung dengan persamaan berikut (Fred J., 1999):

$$L_{fs}(dB) = 10 \log \left( \frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 \quad (2-1)$$

Dimana ,  $L_{fs}$  adalah *Path loss*,  $D = slant range$  (m) dan  $\lambda =$  panjang gelombang.

Nilai  $E_b/N_0$  ini merepresentasikan berapa energi per bit data dibanding kerapatan *noise (noise density)*.  $E_b/N_0$  dapat dihitung dengan persamaan dasar berikut (Fred J., 1999):

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{PL_l G_t L_s L_a G_r}{k T_s R} \quad (2-2)$$

Dimana  $E_b/N_o$  adalah energi per bit data dibanding kerapatan noise,  $P$  adalah daya pancar transmitter,  $L_l$  adalah redaman kabel dari transmitter ke antena pemancar,  $G_t$  adalah gain antena pemancar,  $L_s$  adalah path loss,  $L_a$  adalah redaman dari antena penerima ke receiver,  $G_r$  adalah gain antena penerima,  $k$  adalah konstanta Boltzmann,  $T_s$  adalah temperature sistem dan  $R$  adalah kecepatan transmisi data.

Link margin merupakan perbedaan antara sensitivitas receiver dengan daya receiver sesungguhnya. Link margin dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$Link\ margin = \frac{E_b}{N_o} - \frac{E_b}{N_o} required \quad (2-3)$$

Dimana  $E_b/N_o$  minimal yang dibutuhkan untuk komunikasi AIS menggunakan modulasi GMSK dimana

dengan nilai BER  $10^{-5}$  adalah 9,6 dB (Fred J., 1999).

### 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter yang digunakan dalam perhitungan awal link margin AIS merujuk pada sistem AIS standar di kapal dan sebagai penerimanya menggunakan modul receiver AIS khusus satelit. Sistem AIS didesain untuk komunikasi terestrial maka antena tipikal yang digunakan oleh transceiver AIS adalah antena dengan polarisasi vertikal yang ditempatkan di atas kapal. Dengan menggunakan antena ini pola radiasi antena berbentuk donat dengan medan elektromagnetik akan tersebar ke samping. Karena orientasi satelit terhadap kapal berubah-ubah, maka pada saat terjadi mismatched polarization akan terjadi penurunan nilai gain. Parameter AIS yang digunakan ditunjukkan dalam Tabel 3-1.

**Tabel 3-1:** PARAMETER AIS KAPAL DAN SATELIT

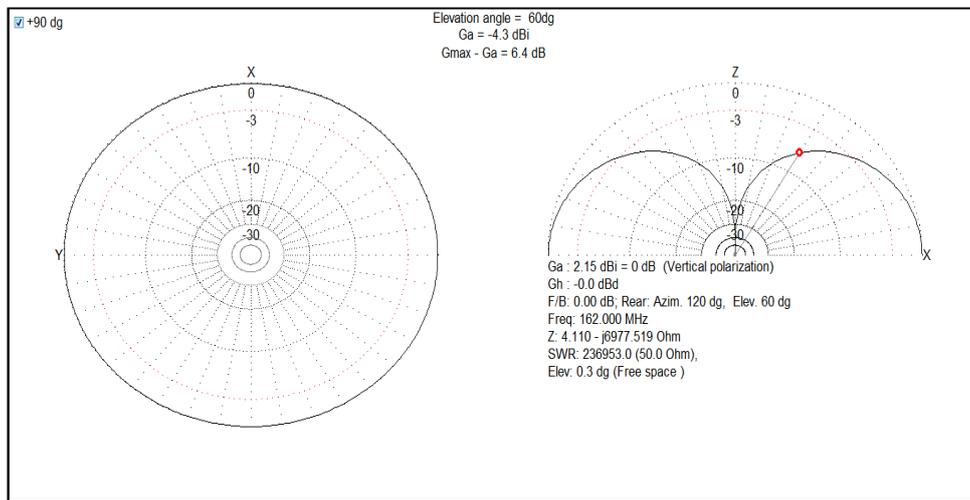
AIS	Parameter	Nilai	Satuan
Tx (Kapal)	Frekuensi	162.025.000	Hz
	Panjang Gelombang	1,8515661	m
	Transmision Loss	2	dB
	Pointing Loss	0,5	dB
	Data Rate	9.600	bps
	RF Power Output	12,5 (kelas A) 5 (kelas B)	Watt
	Gain Antena	2,1 (maks)	dB
	Bandwidth	25000	Hz
Rx (Satelit)	Gain Antena Satelit	2,1 (maks)	dBw
	Transmision Loss	0,5	dB
	K(Konst.Boltzman)	1,38E-23	J/K
	T Antena	290	K
	G/T Ant Rx Satelit	-23,01029996	dB/K
	Sensitivitas receiver	-126	dBm @ 20% PER

Hasil simulasi penempatan antenna AIS adalah sebagai berikut:

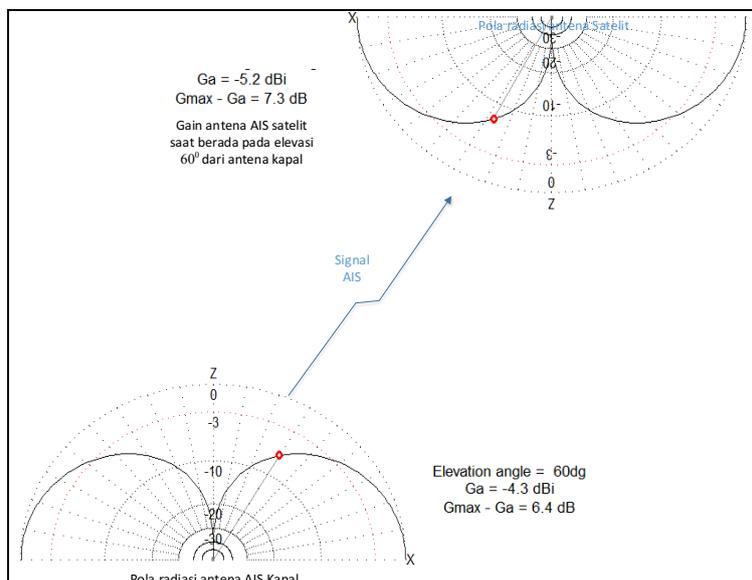
1. Posisi nadir pointing.

Jika asumsi antenna AIS yang digunakan baik di kapal maupun di satelit adalah antenna monopole  $\frac{1}{4} \lambda$  maka berdasarkan simulasi yang dilakukan pancaran pola radiasi antenna keduanya dapat ditunjukkan dalam Gambar 3-1. Hasil simulasi menunjukkan terjadi penurunan gain antenna dari elevasi  $0^\circ$  hingga  $90^\circ$ . Pada sudut elevasi  $60^\circ$  gain antenna mengalami penurunan hingga 6,4 dB. Pada elevasi ini

signal AIS kapal dideteksi satelit pada sudut  $27^\circ$ , dimana di sudut ini gain antenna penerima AIS satelit mengalami penurunan hingga 7,3 dB. Total penurunan signal dari kombinasi gain antenna di kedua sisi pada kondisi ini adalah 13,7 dB. Penurunan gain antenna AIS ini nantinya akan dijadikan acuan penghitungan link margin komunikasi AIS antara kapal dan satelit. Gambaran komunikasi pada posisi ini ditunjukkan dalam Gambar 3-2.



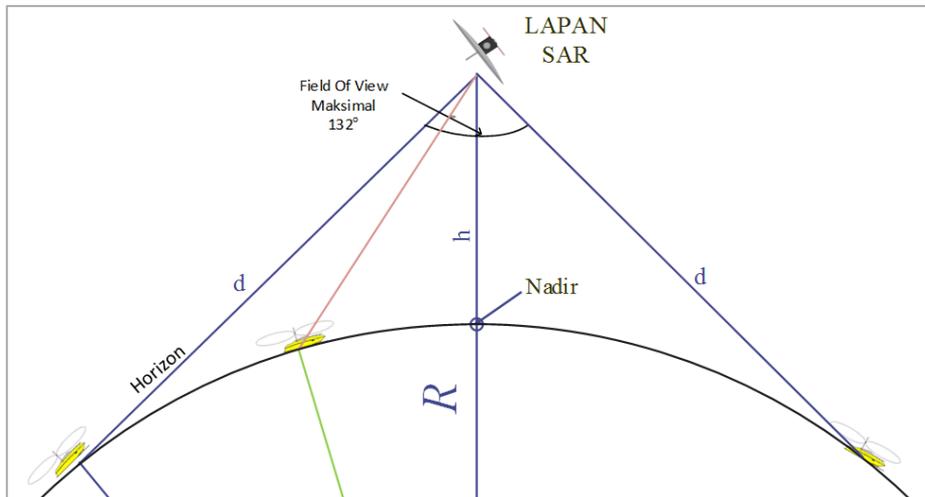
Gambar 3-1: Pola Radiasi antenna monopole  $\frac{1}{4} \lambda$



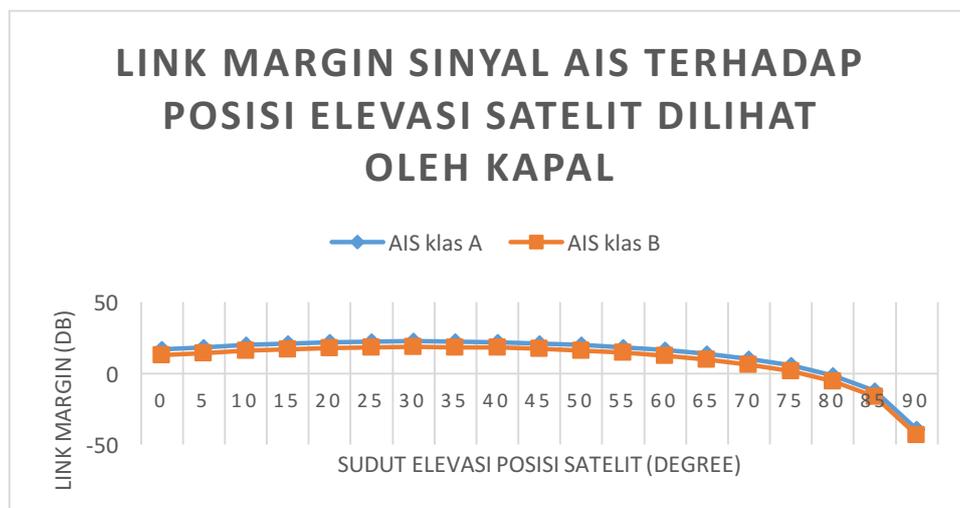
Gambar 3-2: Gambaran komunikasi signal AIS kapal dan satelit pada posisi elevasi satelit  $60^\circ$

Komunikasi antara satelit dan kapal akan terjadi jika antena satelit dan kapal pada posisi *line of sight*. Kondisi *line of sight* pada kapal terjadi jika satelit berada diatas garis horizon kapal (elevasi 0°), sedangkan pada satelit bergantung pada *field of view* antena satelit. Dalam simulasi tersebut asumsi ketinggian satelit adalah 600 km diatas permukaan bumi. Gambaran geometris posisi satelit, bumi dan kapal menunjukkan kapal dapat dilihat

oleh satelit mulai sudut 66° dari arah posisi nadir. Sehingga jika *field of view* antena satelit adalah 132° maka akan memungkinkan satelit menerima sinyal AIS kapal dari segala arah. Gambar kondisi ini ditunjukkan dalam Gambar 3-3. Dengan menggunakan simulasi antena yang ditunjukkan dalam Gambar 3-1 dan 3-2, dapat diketahui perubahan *gain* antena pada tiap posisi satelit terhadap sudut elevasi antena kapal.



Gambar 3-3: Geometri posisi satelit, bumi dan kapal pada komunikasi AIS.



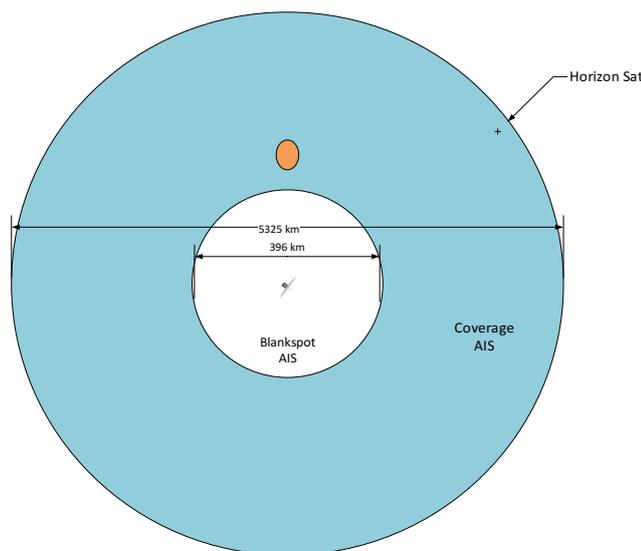
Gambar 3-4 : Grafik perbedaan *link margin* AIS kelas A dan B posisi elevasi satelit terhadap antena kapal

Nilai link margin AIS baik tipe AIS kelas A dan kelas B dihitung untuk tiap posisi dan *path loss* yang terjadi pada posisi tersebut. Perhitungan dilakukan dari nilai posisi satelit pada elevasi  $0^\circ - 90^\circ$ . Grafik hasil perhitungan *link margin* untuk tiap kelas AIS ditunjukkan dalam Gambar 3-4. Dari Grafik 3-4, dapat dilihat dimana penurunan *link margin* secara signifikan terjadi mulai saat satelit mulai berada pada sudut elevasi  $70^\circ$  ke atas. *Link margin* di atas 3 dB untuk AIS kelas B saat sudut elevasi di bawah  $70^\circ$  sedangkan untuk kelas A saat posisi satelit di bawah elevasi  $75^\circ$ . Dengan perhitungan ini dapat ditunjukkan bahwa akan terjadi perpotongan ruang sapuan antara sapuan muatan SAR dan muatan AIS. Perhitungan selanjutnya yang dilakukan adalah memasukkan parameter baik *transmitter* di kapal maupun *receiver* AIS. Jika elevasi  $66^\circ$  adalah elevasi tertinggi sinyal

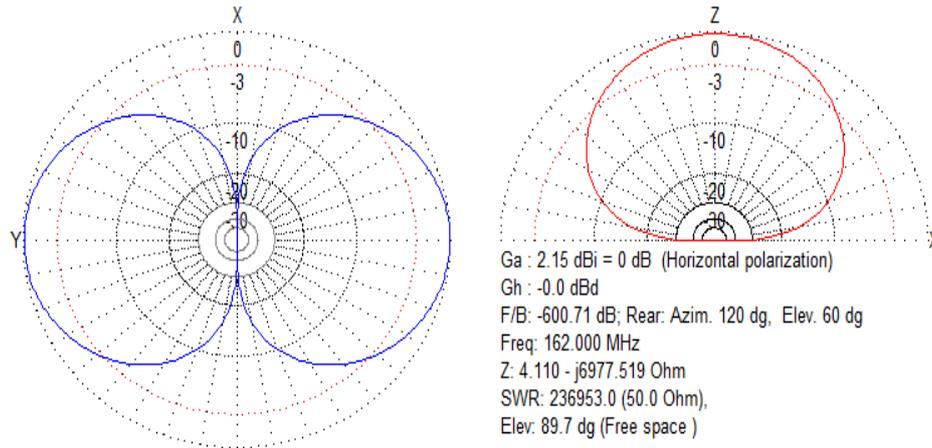
berdasarkan *gain* tx AIS kapal dan *gain* antenna *receiver* AIS satelit AIS dapat terdeteksi satelit maka gambaran *coverage* satelit ditunjukkan dalam Gambar 3-5.

2. Posisi sejajar sumbu X.

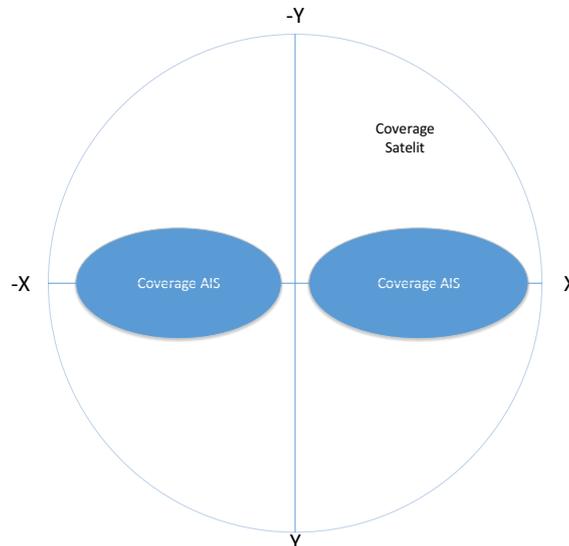
Selanjutnya dilakukan analisis untuk penempatan antenna AIS di satelit pada sumbu X satelit. Untuk simulasi posisi antenna ini tidak dilakukan perhitungan *link margin* karena pemilihan posisi optimal didasarkan pada *coverage* antenna. Hasil simulasi yang didapatkan pola radiasi antenna ini ditunjukkan dalam Gambar 3-6. Dengan menggunakan urutan perhitungan yang sama dengan simulasi antenna dengan posisi pertama maka didapatkan bahwa *coverage* antenna AIS satelit adalah kapal kapal di sekitar lokasi kapal pada sumbu satelit X positif dan X negatif. Hasil simulasi ini ditunjukkan dalam Gambar 3-7.



Gambar 3-5: Gambaran coverage antenna AIS satelit posisi sumbu Z



Gambar 3-6: Gambaran hasil simulasi pola radiasi antenna AIS penempatan sejajar sumbu X satelit

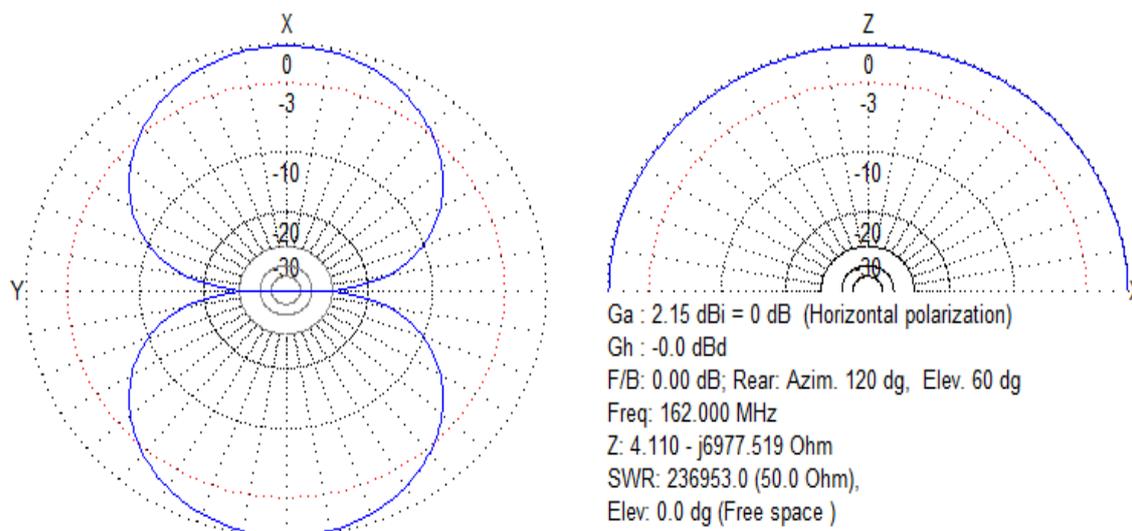


Gambar 3-7: Gambaran *coverage* antenna AIS satelit terhadap AIS kapal untuk antenna satelit sejajar sumbu X

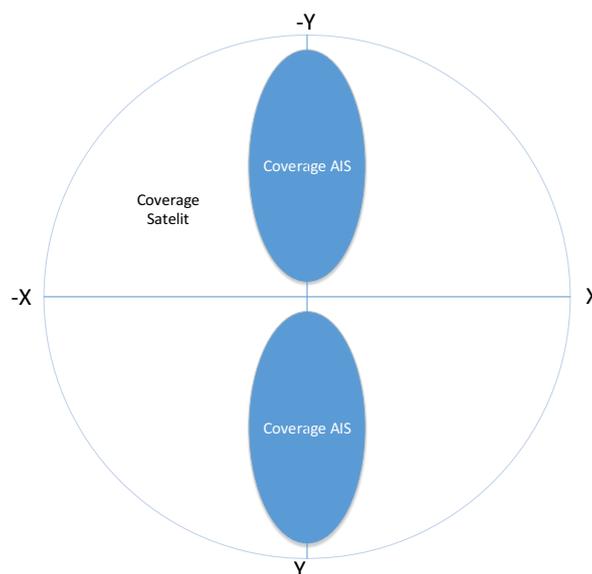
3. Posisi sejajar sumbu Y.

Selanjutnya dilakukan simulasi ketiga yaitu penempatan antenna AIS di satelit sumbu Y satelit. Untuk simulasi posisi antenna ini tidak dilakukan perhitungan *link margin* karena pemilihan posisi optimal didasarkan pada *coverage* antenna. Pola radiasi antenna pada

posisi ini ditunjukkan dalam Gambar 3-8. Hasil simulasi didapatkan bahwa *coverage* antenna AIS satelit adalah kapal kapal di sekitar lokasi kapal pada sumbu satelit Y positif dan Y negatif seperti ditunjukkan dalam Gambar 3-9.



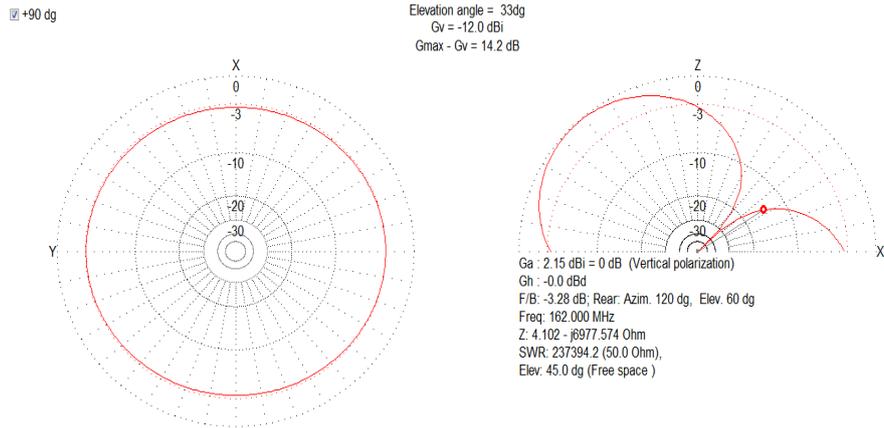
Gambar 3-8: Gambaran hasil simulasi pola radiasi antenna AIS penempatan antenna sejajar sumbu Y satelit



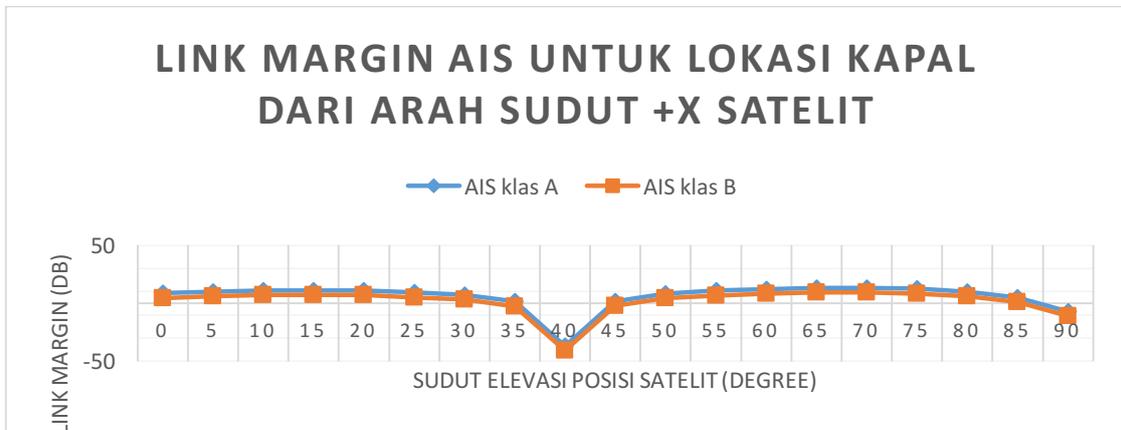
Gambar 3-9: Gambaran simulasi dan *coverage* antenna AIS satelit terhadap AIS kapal untuk antenna satelit sejajar sumbu Y

4. Posisi  $45^\circ$  terhadap sumbu X positif. Simulasi keempat adalah menempatkan antenna penerima AIS dengan sudut  $45^\circ$  terhadap sumbu X positif. Hasil simulasi pola radiasi antenna AIS satelit ditunjukkan dalam Gambar 3-10. Hasil simulasi yang didapatkan menunjukkan terjadinya ketidaksamaan sinyal dari kapal pada posisi arah sumbu

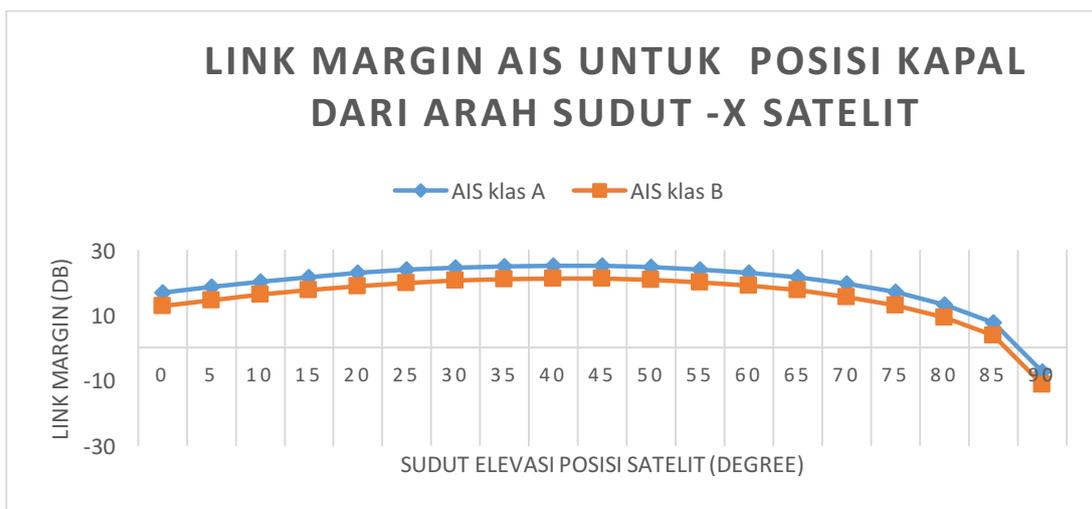
X positif dimana terjadi penurunan signal pada X sudut  $45^\circ$ . Grafik hasil perhitungan *link margin* untuk tiap kelas AIS dalam posisi antenna ini ditunjukkan dalam Gambar 3-11 dan Gambar 3-12. Sedangkan gambaran *coverage* antenna AIS satelit ditunjukkan dalam Gambar 3-13.



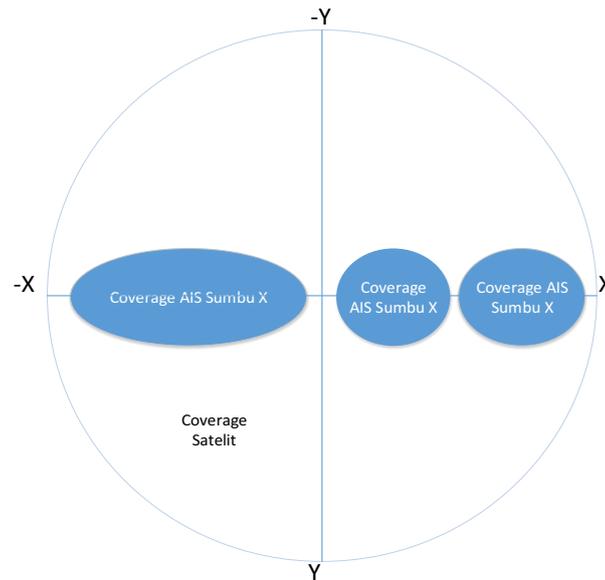
Gambar 3-10: Hasil simulasi pola radiasi antena dengan sudut 45° terhadap sumbu x dan z



Gambar 3-11: Grafik link margin AIS untuk lokasi kapal dari arah sudut +X satelit



Gambar 3-12: Grafik link margin AIS untuk lokasi kapal dari arah sudut -X satelit



Gambar 3-13: Coverage AIS berdasar *link margin* AIS dengan posisi antenna  $45^{\circ}$  terhadap sumbu +X.

Langkah selanjutnya dalam penelitian ini adalah menentukan pemilihan posisi antenna AIS yang tepat untuk digunakan dalam Satelit LAPAN SAR yang membawa muatan SAR. Pertimbangan yang digunakan dalam pemilihan ini adalah:

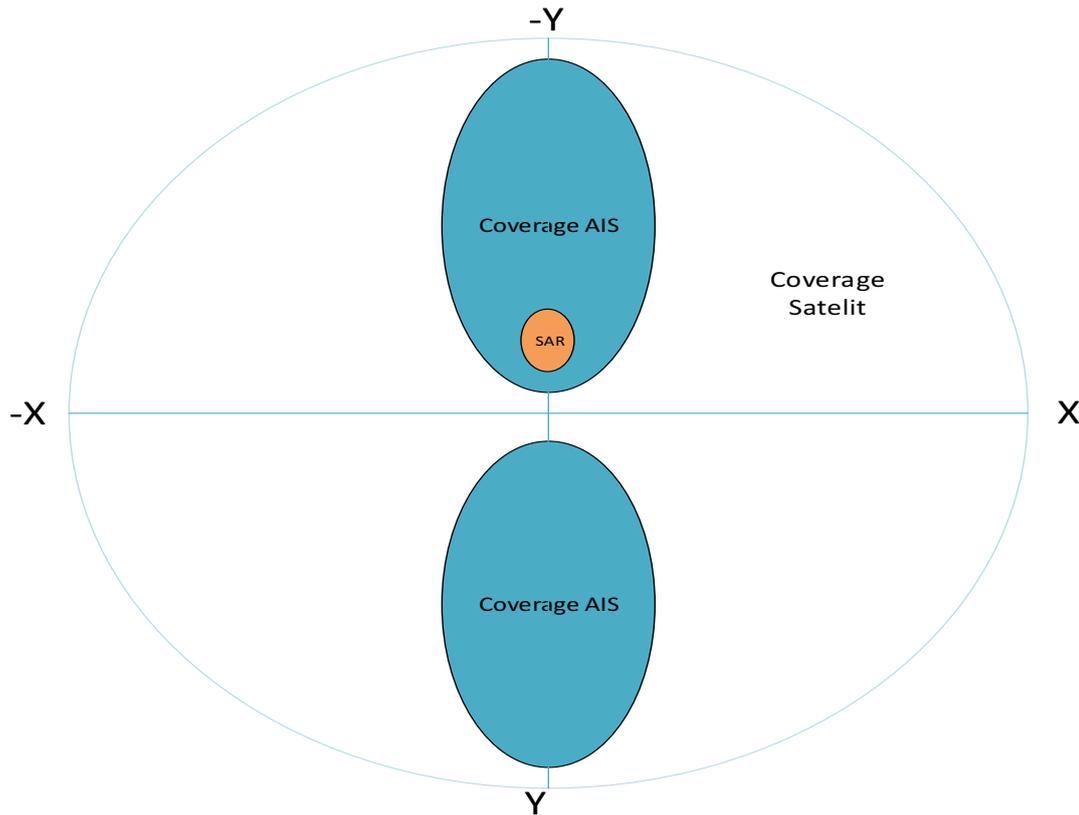
1. Coverage satelit yang berpengaruh terhadap kemungkinan *collision* sinyal yang terjadi.
2. Coverage yang dipilih harus bisa mengambil semua data AIS di sekitar orbit satelit.
3. Karena data AIS ini nanti akan digabungkan dengan data SAR, maka diharapkan coverage AIS berada dalam coverage SAR pada saat yang bersamaan yaitu di sepanjang lintasan satelit yaitu dengan *swath width* 22 km pada *look angle*  $23^{\circ}$ . Sehingga sinyal AIS yang diterima dari kapal waktunya sama dengan saat kapal dalam sapuan SAR satelit.

Dengan melihat 3 aspek pertimbangan di atas, maka untuk penempatan antenna pada posisi antenna AIS satelit sejajar sumbu Z mempunyai kelebihan untuk poin 2 dan 3 akan

tetapi untuk poin 1 posisi ini mempunyai kelemahan karena semua sinyal AIS kapal di sekitar satelit akan diterima *receiver* AIS satelit. Kondisi ini menyebabkan peluang terjadinya *collision* sinyal sangat besar.

Posisi antenna sejajar sumbu X mempunyai kelebihan di poin 1 akan tetapi mempunyai kelemahan untuk poin 2 dan 3. Hal ini mengingat coverage AIS yang hanya pada arah sumbu X menyebabkan kapal pada sumbu Y satelit tidak akan terdeteksi oleh satelit dan juga karena posisi muatan SAR satelit adalah pada posisi sumbu Y sehingga posisi sapuan SAR berbeda dengan sapuan *receiver* AIS.

Posisi antenna  $45^{\circ}$  terhadap sumbu X mempunyai kelebihan untuk poin 1 karena coverage paling besar pada kapal pada arah sumbu -X sehingga peluang terjadinya *collision* sinyal lebih baik dari posisi sejajar sumbu X. Namun posisi ini mempunyai kelemahan yang sama dengan posisi sejajar sumbu X, yaitu terkait poin 2 dan 3.



Gambar 3-14: Gambaran *coverage* AIS dan SAR untuk posisi antena pada sumbu  $-Y$

Posisi antena paling optimum untuk mengakomodasi ketiga pertimbangan adalah menaruh antena pada posisi sejajar sumbu  $Y$  positif. Dimana pada posisi ini bentuk *coverage* AIS sama dengan posisi antena pada sumbu  $X$  sedang posisinya diputar  $90^\circ$ . Pada kondisi ini mempunyai keuntungan di poin pertimbangan 1, 2 dan 3. Untuk poin 1 karena *coverage* sempit maka terjadinya *collision* sinyal AIS semakin bisa dikurangi. Pada poin pertimbangan 2 walaupun *coverage*-nya sempit tapi saat satelit bergerak maka semua kapal yang berada di orbit satelit akan tersapu walaupun pada waktu yang berbeda. Sedangkan untuk poin 3 karena *coverage* AIS pada sumbu  $Y$  dan posisi sapuan SAR pada sumbu  $Y$  maka dapat dipastikan kapal kapal yang disapu oleh SAR sinyal AIS nya akan dideteksi oleh *receiver* AIS satelit. Gambaran *coverage* satelit dengan posisi antena pada

sumbu  $Y$  dan sapuan SAR ditunjukkan dalam Gambar 3-14.

### KESIMPULAN

Dari hasil analisis keempat simulasi posisi penempatan antena AIS didapatkan bahwa berdasarkan *coverage* antena, penempatan antena yang paling optimal adalah pada saat diletakkan sejajar dengan sumbu  $Y$ . Karena dari pertimbangan *coverage*, penempatan antena di posisi ini menghasilkan *coverage* yang sempit sehingga mengurangi kemungkinan terjadinya data *collision*, dan karena *coverage*-nya memanjang di sumbu  $Y$  maka data kapal yang berada di sekitar lintasan satelit dapat ter-cover seluruhnya. Selain itu karena sapuan antena memanjang sejajar sumbu  $Y$  penggabungan data AIS dengan data SAR untuk satelit LAPAN SAR dapat dilakukan karena keduanya menyapu area yang beririsan.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Ir. Mujtahid, M.T. selaku Kepala Pusat Teknologi Satelit LAPAN dan kepada seluruh tim Redaksi Jurnal Teknologi Dirgantara atas dukungannya sehingga karya tulis ini dapat diselesaikan dengan baik.

## DAFTAR RUJUKAN

- Saputra, H., A. Budi, D. Istardi, S. Wiratno, (2016). *Penggunaan Data Automatic Identification System (AIS) Untuk Mengetahui Pergerakan Kapal (Studi Kasus Pada Lalu Lintas Kapal di Selat Singapura dan Perairan Batam)*, Jurnal Integrasi Vol. 8 No. 2, 139 – 143.
- ITU-R M.1371-5, (2014). *Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band.*
- Chen, Y., (2014). *Satellite-Based AIS and Its Comparison with LRIT*, The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation Vol. 8 No. 2, 183-187.
- Karim, A., R. Permala, M. Mukhayadi, W. Hasbi, (2018). *Koreksi Data Automatic Identification System (AIS) Satelit Lapan-A2 Dan Lapan-A3 Menggunakan Metode Interpolasi Dan Ekstrapolasi*, Jurnal Teknologi Dirgantara Vol.16 No.2, 159 – 168.
- Clazzer, F., A. Munari, S. Plass, B. Suhr, (2014). *On the impact of coverage range on AIS message reception at flying platforms*, Paper presented at the Advanced Satellite Multimedia Systems Conference (ASMS), 2014 7<sup>th</sup>, and the Signal Processing for Space Communications Workshop (SPSC), 2014 13<sup>th</sup>.
- Reiten, K., R. Schlanbusch, R. Kristiansen, F. Vedal, J. Nickelsson, C. Berntsen, (2007). *Link and Doppler Analysis for Space-Based AIS Reception*, Paper presented at the International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2007 3<sup>rd</sup>.
- Triharjanto, R.H., P. A. Budiantoro, D. Yanto, J. T. S. Sumantyo, (2018). *The Design Progress of LAPAN-Chiba University SAR Micro-Satellite*, Paper presented at the IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES), 2018.
- Harchowdhury, A., B. K. Sarkar, K. Bandyopadhyay, (2015). *Beam Scanning for Reception Performance Improvement of Satellite-Based AIS*, Paper presented at the IEEE International Conference on Aerospace Electronics and Remote Sensing Technology (ICARES), 2015.
- International Maritime Organization (IMO), SN/Circ.227, (2003). *Guidelines for the installation of a Shipborne Automatic Identification System (AIS)*.
- Tom Burden, *Selecting a VHF Antena*, <https://www.westmarine.com/WestAdvisor/Selecting-a-VHF-Antena> diunduh: 25 Juni 2019.
- Chaturvedi, S.K., C.-S. Yang, K. Ouchi, and P. Shanmugam, (2012). *Ship Recognition by Integration of SAR and AIS*, The Journal of Navigation, Vol. 65, 323-337.
- Fred J. Dietrich, Globalstar L. P. and Richard S. Davies. (1999). *Space Mission Analysis and Design*. edited by W. J. Larson and J. R. Wertz.