

Monitoring Kapal Menggunakan *Automatic Identification System*(AIS) Dengan RTL-SDR dan *Low Noise Amplifier* (LNA)

Rani Purnama Sari
Jurusan Teknik Elektro,
Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Palembang - Indonesia
ranipurnamasari2001@gmail.com

Lindawati
Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Palembang - Indonesia
lindawati@polsri.ac.id

Sopian Soim
Jurusan Teknik Elektro
Program Studi Sarjana Terapan
Teknik Telekomunikasi
Politeknik Negeri Sriwijaya
Palembang - Indonesia
sopiansoim@gmail.com

Abstract - *Automatic Identification System* (AIS) is a ship transponder that uses MMSI data, speed, position, destination, ship type, and size to locate, track, and monitor ships. Only Vessel Traffic Services (VTS) and a few other agencies can be supervised presently. This is one of the issues that must be resolved. To resolve this issue, hardware that can receive AIS signals at 161.975 MHz and 162.025 MHz and convert them into information signals is required. RTL-SDR is hardware capable of receiving signals in the frequency range of 25-1700 MHz. Its antenna is used to achieve maximum signal reception by establishing a direct line of sight to the AIS data source. Yagi antennas can only receive signals from a single direction, the front. Low Noise Amplifier (LNA) is also used in order to optimize the signal received by the antenna. The signal can be processed and decoded using SDR-Sharp and AISMon to provide data that can be plotted on OpenCPN. The performance of the AIS data decoding process is controlled by the strength and weakness of the signal that the RTL-SDR receiver can receive. Therefore, the antenna and receiver must be placed in a clear line of sight (LOS) with the ship's AIS transponder emitting source. It is envisaged that this monitoring system would make it easier to monitor ships in real-time.

Keywords - AIS, Antena Yagi, LNA, RTL-SDR.



Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License.

I. PENDAHULUAN

Automatic Identification System (AIS) adalah *transponder* kapal laut otomatis yang digunakan untuk mencari, melacak, dan sistem pemantauan yang biasa dipergunakan dalam *Vessel Traffic Services* (VTS) [1]. Seiring dengan perkembangan zaman, AIS jadi suatu perangkat wajib untuk semua jenis kapal seperti kapal tanker, kapal penumpang, hingga kapal kargo dengan ukuran ≥ 300 GT (*Gross Tonnage*) bagi rute pelayaran internasional serta semenjak 2008 AIS pun diharuskan ada untuk seluruh kapal domestik dengan ukuran ≥ 500 GT [2].

Informasi data yang terekam oleh AIS yaitu wujud data secara *real-time* dan lama pengiriman tiap dua hingga sepuluh detik bergantung atas kecepatan kapal ketika melakukan pelayaran. Dalam proses monitoring menggunakan *Automatic Identification System* (AIS) data yang akan diperoleh yaitu *Maritime Mobile Service Identity* (MMSI), kecepatan kapal (*Speed Over Ground*) [3]. Secara umum AIS dibedakan menjadi 2 jenis yaitu sistem AIS Class A, dan AIS class B [4]. Kapal Berbendera Indonesia yang terpenuhi syarat Konvensi *Safety of Life at Sea* (SOLAS), harus melakukan pemasangan AIS Kelas A serta menghidupkannya sepanjang melakukan pelayaran dalam area Perairan Indonesia [5].

Di Indonesia ketersediaan peralatan penerima signal AIS masih sangat minim biasanya hanya dijumpai di Instansi, Badan yang berkaitan terhadap keamanan pelayaran serta tidak seluruhnya memiliki alat monitoring lalu lintas kapal, seperti dinas perhubungan serta station pantai [4]. Guna memberi bantuan saat memantau keberadaan posisi kapal dibutuhkan sistem navigasi yang sesuai. Saat ini sudah tersedia *hardware* yang bisa dimanfaatkan untuk sistem monitoring kapal dengan harga yang terjangkau, *hardware* ini dinamakan RTL-SDR. RTL-SDR merupakan perangkat radio yang sifatnya *generic* RF dan fungsinya dikendalikan melalui *software* SDR-Sharp [3]. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai sistem monitoring menggunakan RTL-SDR namun hasilnya masih kurang maksimal.

Rancangan ini akan dibuat sistem monitoring menggunakan RTL-SDR dan *Low Noise Amplifier* (LNA) untuk mendapatkan jangkauan signal AIS yang lebih maksimal.

II. DASAR TEORI

A. *Automatic Identification System* (AIS)

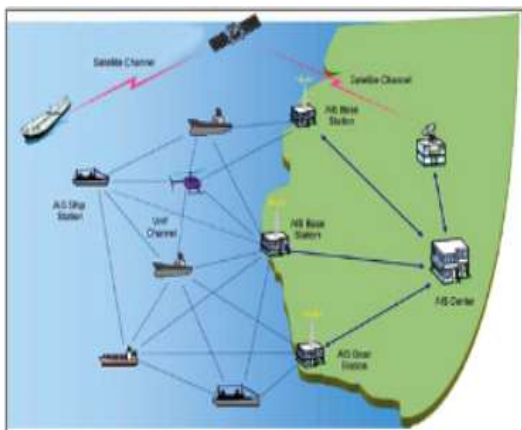
Automatic Identification System (AIS) merupakan suatu sistem yang bisa menyajikan informasi kapal serta mengirimkan informasi tersebut

Monitoring Kapal Menggunakan Automatic Identification System (AIS) Dengan RTL-SDR dan Low Noise Amplifier (LNA)

dari kapal ke kapal, baik itu kapal ke darat ataupun dari kapal menuju daratan dengan stasiun penerimanya yang mempergunakan gelombang radio *Very High Frequency* (VHF) secara otomatis. Sistem AIS digunakan untuk mengontrol dan mendeteksi kapal pada *Vessel Traffic System* (VTS). AIS juga digunakan untuk mengetahui data informasi dari kapal seperti posisi, kegiatan atau keadaan kapal kecepatan kapal [6]. prinsip kerja AIS yaitu dengan cara *transponder* AIS mengirimkan informasi dengan otomatis, misalnya kecepatan, posisi, maupun status navigasi dalam interval waktu dengan *transmitter* VHF yang terpasangkan di *transponder*. Informasi itu diperoleh langsung melalui sensor navigasi kapal. AIS menjalankan kerjanya dalam frekuensi yang sangat tinggi (*very high frequency*-VHF) yakni kisaran 156-162 MHz [3].

Pada umumnya terdapat dua macam Class AIS, yakni AIS Class B serta AIS Class A. Tapi AIS yang sudah terstandarisasi oleh IMO yaitu AIS Class A (IMO Resolution A.917 (22)), yakni AIS yang mempergunakan skema akses komunikasi mempergunakan sistem *Self-organized Time Division Multiple Access* (SO-TDMA) sedangkan AIS Class B mempergunakan sistem *Carrier-sense Time Division Multiple Access* (CS-TDMA) [7].

Sinyal AIS akan mengirimkan kode yang bersifat rahasia yaitu menggunakan kode biner yang berstandar ITU M.1371-2 dengan format NMEA. Untuk format NMEA itu sendiri ada 2 yaitu !AIVDM(data diterima dari kapal lain) dan !AIVDO (kapal itu sendiri) [3].



Gambar 1. Skema Komunikasi Data AIS

B. RTL-SDR

Software Defined Radio (SDR) adalah teknologi yang dikembangkan untuk membangun komunikasi nirkabel secara fleksibel karena beberapa tugasnya dilakukan oleh komputer dan perangkat lunak [8]. RTL-SDR yaitu suatu usb dvb-t/dongle yang dipergunakan dalam melakukan penangkapan siaran televisi digital. RTL-SDR tidak sekadar dipakai jadi alat penerima multi-mode serta multiband ataupun alat yang dapat dipakai untuk *hardware* SDR [3].



Gambar 2. RTL-SDR

C. Low Noise Amplifier (LNA)

Low Noise Amplifier sebagai suatu perangkat yang dipakai guna menguatkan sinyal yang diperoleh melalui antena penerima dan meredam gangguan atau *noise* yang dijumpai dalam sinyal itu. Ketika dilaksanakan penguatan daya dalam sinyalnya, tidak akan diiringi dengan penguatan *noise*. Dengan menambahkan sedikit *noise* dan distorsi LNA dapat meningkatkan sinyal yang diinginkan [9]. LNA merupakan komponen penting pada bagian *receiver* pada perwujudan sistem komunikasi nirkabel, satelit, ataupun teknologi radar [10]. Penempatan LNA harus sedekat mungkin dengan antena, hal ini bertujuan untuk mengurangi rugi-rugi pada feedlin [11].



Gambar 3. Low Noise Amplifier

D. Antena Yagi

Antena yagi merupakan antena yang *directional* karena antena yagi hanya mampu menerima sinyal dari satu arah saja yaitu arah depan. Sisi antena yang didepan *director* penguatannya lebih lebih besar dibandingkan dengan sisi antena yang berada di belakang *reflector* [12].

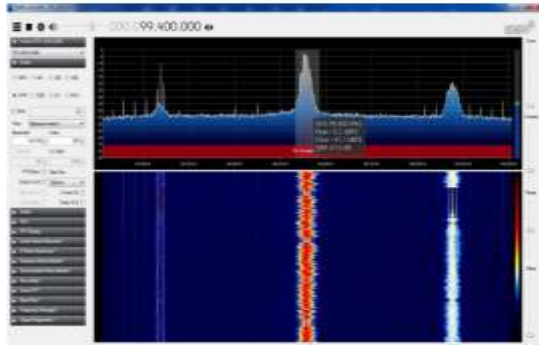


Gambar 4. Antena Yagi

E. SDR-Sharp

SDR-Sharp merupakan *software* berbasis *open source* guna mengonstruksikan serta *software* sistem radio [3]. Sistem ini memerlukan *hardware* yang digunakan contohnya seperti antena [13]. SDR-Sharp menyajikan pemrosesan sinyal yang panjang serta pengolahan blok untuk menjalankan komunikasi dengan *hardware* eksternal [3].

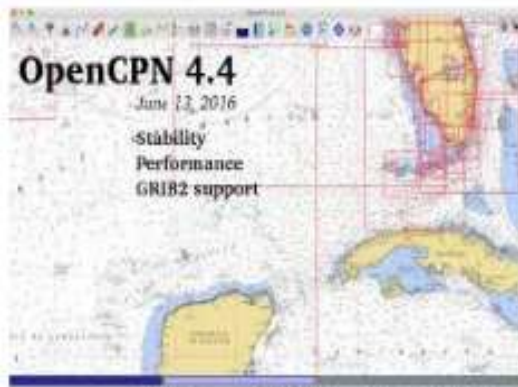
Monitoring Kapal Menggunakan Automatic Identification System (AIS) Dengan RTL-SDR dan Low Noise Amplifier (LNA)



Gambar 5. SDR-Sharp

F. OpenCPN

OpenCPN merupakan *software* yang digunakan untuk *plotting* grafik navigasi. OpenCPN biasa digunakan pada stasiun kapal dan kapal yang sedang berlayar. OpenCPN ini dapat memberikan informasi dan melacak posisi kapal [3].



Gambar 6. OpenCPN

III. METODE PENELITIAN

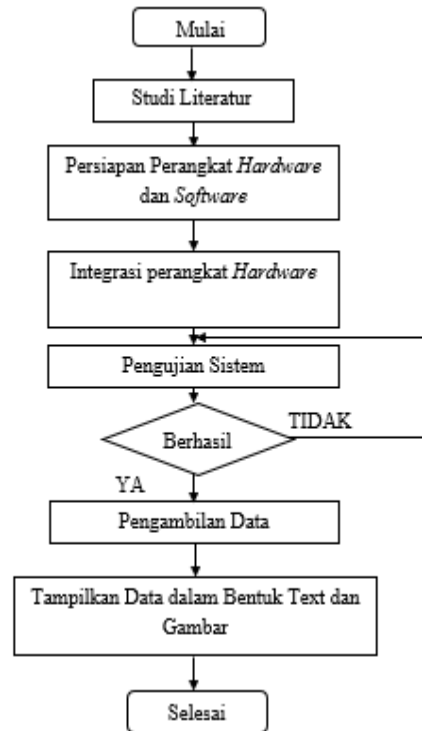
A. Alat dan Bahan yang digunakan

Alat dan bahan yang digunakan dalam sistem monitoring ini dibagi menjadi 2 yaitu perangkat keras (*hardware*), dan perangkat lunak (*software*):

- a. Perangkat Keras (*hardware*)
 1. RTL-SDR
 2. Low Noise Amplifier
 3. Antena Yagi
 4. Kabel RG-58
 5. Konektor BNC
 6. Konektor SMA
 7. PC/Laptop
- b. Perangkat lunak (*software*)
 1. SDR-sharp
 2. AISMon
 3. OpenCPN

B. Kerangka Penelitian

Sistem monitoring mempunyai tahapan atau kerangka penelitian, yang terdiri dari beberapa tahapan yaitu:



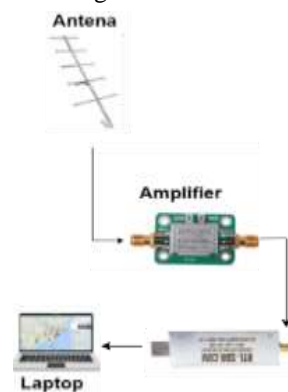
Gambar 7. Kerangka Penelitian

1. Studi Jurnal atau Literatur

Pada tahap studi literatur ini, dilakukan pengumpulan dan pemahaman kepada beragam referensi yang berhubungan terhadap topik riset yang dilaksanakan. Analisis kepada keperluan sistem yang ingin dibuatnya. Referensi yang dikumpulkan berupa jurnal dan manual book.

2. Perancangan *Hardware*

Pada tahap perancangan perangkat *hardware*, seperti, antena yagi. Komponen yang dipergunakan perlu diamati guna mencegah adanya kerusakan ketika menguji sistemnya. Komponen itu harusnya berkarakteristik yang selaras terhadap keperluan dalam membuat peralatan. Dalam perancangan perangkat *hardware* menggunakan antena yagi, RTL-SDR dan *low noise amplifier* sebagai *receiver* untuk menerima sinyal dengan cakupan yang luas serta laptop digunakan untuk proses memonitoring.



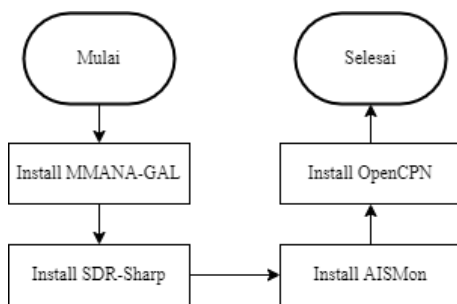
Gambar 8. Desain Rancangan *Hardware*

Monitoring Kapal Menggunakan Automatic Identification System (AIS) Dengan RTL-SDR dan Low Noise Amplifier (LNA)

Pada tahap perancangan ini antenna akan dihubungkan ke LNA pada port RF_{in} dan RF_{out} pada LNA akan dihubungkan ke RTL-SDR, dan RTL-SDR juga akan dihubungkan ke port USB pada laptop.

3. Persiapan *Software*

Dalam tahapan ini, rancangan perangkat lunak yang dilaksanakan guna mengawasi sistem serta mengolah secara sistematis atas semua program. Sistem penerima sinyal diciptakan supaya mampu melakukan pengolahan sinyal AIS jadi informasi, penggunaan perangkat lunak diantaranya SDR Sharp yang merupakan penampung data sinyal yang didapatkan serta OpenCPN merupakan *plotting* lokasi kapal yang sudah diterjemahkan berbentuk Map. Di bawah ini yaitu diagram perancangan dari *software*.



Gambar 9. Diagram instalasi Perangkat Lunak

4. Integrasi Perangkat *Hardware* dan *Software*

Pada tahap ini, dilakukan proses integrasi atau penggabungan dari perangkat *Hardware* dan *Software*.

5. Pengujian Sistem

Dalam menguji sistem alat dengan keseluruhannya guna memahami serta mengujikan alur sistem untuk menangkap sinyal AIS mempergunakan RTL-SDR yang sudah terintegrasi dari alat yang sudah dikonstruksikan. Parameter yang ingin diuji mencakup data informasi kapal (*MMSI Number, Longitude and Latitude, Position, Destination, flag, jenis kapal, UTA (UTE), speed*).

6. Pengambilan Data

Pada tahap ini, menggunakan metode pengambilan data dari beberapa sampel yang dilakukan untuk mengetahui perbedaan masing-masing sampel tersebut. Hasil yang akan ditampilkan dalam bentuk gambar dan *text* yang didapat melalui monitoring pada OpenCPN.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

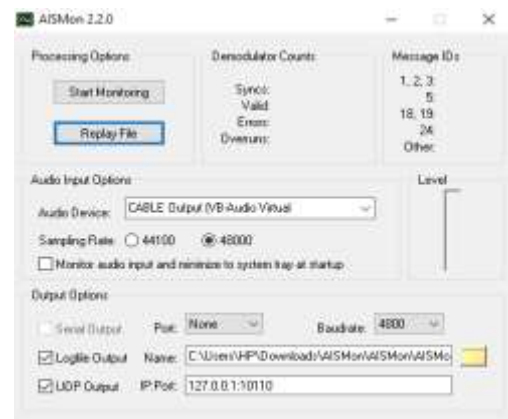
A. Pengaturan Perangkat Lunak (*Software*)

Instalasi SDRSharp bertujuan untuk mengkonversi bentuk sinyal digital *waterfall line*. Atur frekuensi sebesar 161,975MHZ, *bandwith* 12.5 KHz, *Receive mode* NFM, *Filter audio* Off, *Squelch off, cable output-VB audio virtual, filter blackman-4* dan *step* 5 KHz.



Gambar 10. Tampilan awal SDRSharp setelah berhasil diinstall

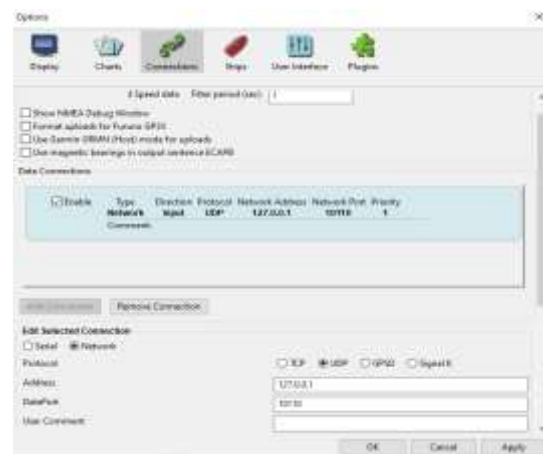
Pengaturan AISMon berfungsi sebagai *decoding* sinyal *waterfall line*. Kemudian data tersebut akan menghasilkan informasi terenkripsi dengan format *text !AIVDM* sebagai *protocol decoding* AIS.



Gambar 11. Konfigurasi AISMon

Konfigurasi UDP output dengan IP Port 127.0.0.1:10110. Atur *audio device* menjadi *Cable Output (VB-audio Cable)*. *Sampling rate* 48.000 dan centang *logfile output* agar format *!AIVDM* dapat tersimpan.

Instalasi dan Pengaturan OpenCPN Lakukan konfigurasi *connection* UDP output dan IP Port sesuai dengan UDP output dan IP Port pada AISMon yaitu 127.0.0.1:10110. Pada OpenCPN akan menampilkan *plotting* data hasil *decoding* yang telah dilakukan oleh AISMon.



Gambar 12. Pengaturan *Connections* OpenCPN

Monitoring Kapal Menggunakan Automatic Identification System (AIS) Dengan RTL-SDR dan Low Noise Amplifier (LNA)

B. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Perancangan Antena Yagi di rancang dengan frekuensi AIS kelas A yaitu 161,975 MHz. Pada perancangan antena yagi menggunakan *software* MMANA-Gal dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Antena Yagi

No	Elemen	Panjang (mm)	Jarak (mm)	Posisi Boom (mm)
1	Reflektor	906,6	-	30
2	Driven	873	370,2	400,2
3	Direktor 1	820,1	138,8	539
4	Direktor 2	811,6	333,2	872,1
5	Direktor 3	803,7	397,9	1270,1
6	Direktor 4	796,4	462,7	1732,1
7	Direktor 5	789,7	518,2	2251

Pada perancangan antena yagi ini menggunakan 7 elemen yang masing-masing panjangnya dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 13. Hasil Pembuatan Antena Yagi

Pada perancangan perangkat keras *receiver* sinyal AIS sudah dibuat sesuai dengan rancangan, sehingga dapat terintegrasi dengan *software*. Berikut ini merupakan hasil dari perancangan perangkat keras secara keseluruhan.



(a)



(b)

Gambar 14. (a) dan (b) Hasil Perancangan Perangkat Keras Secara Keseluruhan

Antena dihubungkan dengan Low Noise Amplifier (LNA) pada port R_{fin} . Hubungkan port R_{fout} LNA dengan RTL-SDR serta hubungkan juga RTL-SDR pada usb laptop. *Low Noise Amplifier* mendapatkan sumber power dari *powerbank*.

C. Hasil Pengujian

Pada tahap pengujian ini hubungkan RTL-SDR, Antena dan *Low Noise Amplifier* (LNA) serta beberapa *software* yang telah di install seperti SDRSharp, AISMon dan OpenCPN. Pengujian ini dilakukan di jembatan musi IV kota Palembang pada hari Minggu, 19 Juni 2022, pukul 15.45 WIB dengan ketinggian antena 1,5 meter, dimana antena ditempatkan secara *line of sight* terhadap sumber data AIS. Antena diarahkan menghadap ke arah pupuk sriwidjaja (PUSRI) kota Palembang pada titik koordinat $(-2.983495849765532, 104.774152454103)$ diperoleh sinyal *digital waterfall line* pada SDR-Sharp sebagai berikut.



Gambar 15. Hasil Sinyal Digital Waterfall Line

Gambar 15. merupakan sinyal *digital waterfall line* yang diterima oleh *receiver* AIS pada frekuensi 161,975 MHz.

Monitoring Kapal Menggunakan Automatic Identification System (AIS) Dengan RTL-SDR dan Low Noise Amplifier (LNA)



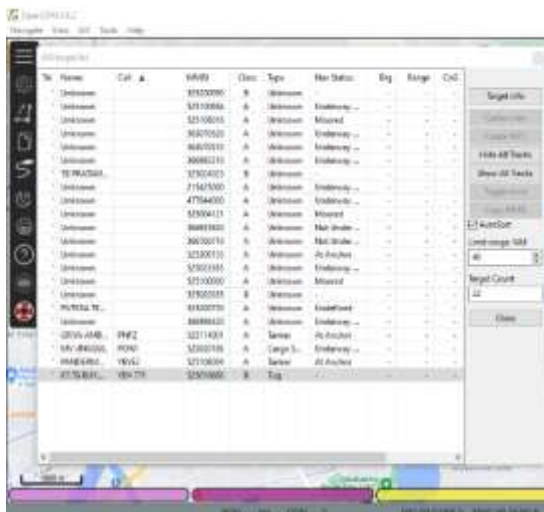
Gambar 16. Hasil *Decoding* Data

Pada gambar 16 dapat dilihat bahwa data yang berhasil di *decode* oleh AISMon sebesar 85% dan error sebesar 15 %. Salah satu alasan error terjadi karena data yang diterima sangat lemah. Hasil decode sinyal AIS (!AIVDM) akan dikonversi menjadi informasi dalam bentuk text dan akan di *plotting* pada OpenCPN.



Gambar 17. Konversi Format !AIVDM Menjadi Informasi dalam Bentuk Teks

Gambar 17. Merupakan salah satu hasil konversi format !AIVDM menjadi informasi dalam bentuk teks yang mudah untuk dipahami.



Gambar 18. List Data Kapal

Dari gambar 18. Terdapat list kapal yang diterima *receiver* AIS menggunakan LNA dengan menggunakan antenna yang dalam menerima target. Pada list tersebut *receiver* mampu menerima sinyal AIS untuk *class A* dan *class B*.



Gambar 19. Hasil *Plotting* Data

Gambar 19. Merupakan hasil *plotting* kapal pada *software* OpenCPN sehingga dapat dilihat posisi kapal yang ada pada sungai musi. Untuk lebih jelasnya data informasi kapal dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Data Informasi Beberapa kapal

No	Parameter	Informasi	
1	Class	A	
	MMSI	525884000	
	IMO	08812995	
	Jenis Kapal	Tug, Underway	
		Sailing	
		Indonesia	
	Flag	02°59.0614'S	
	Position	104°48.6614'E	
	Destination	Palembang	
	ETA(UTC)	Nov 22 08:00	
	Speed	0.20 kts	
	Ukuran Kapal	27m x 18m x 3.0m	
	2	Class	A
		MMSI	574002310
IMO		09658226	
Jenis Kapal		Pilot Vessel, Underway	
		sailing	
		Vietnam	
Flag		02°59.0360'S	
Position		104°48.0390'E	
Destination		Palembang*Indonesia	
ETA(UTC)		Jun 18 20:00	
Speed		0.00 kts	
Ukuran Kapal		92m x 15m x 6.3m	
3		Class	A
		MMSI	525003759
	IMO	09037965	
	Jenis Kapal	Cargo Ship, At Anchor	
	Flag	Indonesia	
	Position	02°58.8461'S	
		104°46.6933'E	
	Destination	Palembang	
	ETA(UTC)	Jun (UTC)	
	Speed	0.00 kts	
	Ukuran Kapal	103m x 13m x 5.3 m	

D. Analisis Pengujian

Pada sistem monitoring kapal ini Sinyal akan dipancarkan oleh *transponder* yang ada di kapal (AIS) kemudian sinyal tersebut akan di terima oleh antena yagi. Antena yagi di buat pada frekuensi 161,975 MHz dimana antena tetap akan menerima sinyal dari frekuensi lain dikarenakan adanya resonansi benda disekitarnya. Pada *Low Noise Amplifier* (LNA) terjadi Pre-proses dimana semua sinyal yang diterima oleh antena akan dikuatkan amplitudonya oleh LNA baik itu sinyal dari AIS atau bukan kemudian terjadi pengenalan frekuensi sinyal AIS, sinyal AIS akan divalidasi dalam bentuk format NMEA yang dilakukan oleh RTL-SDR. Pada saat sinyal AIS diterima maka akan ditampilkan sinyal *waterfall line* pada SDR Sharp, Jika format sudah sesuai (NMEA) maka akan dilanjutkan ke proses *decoding* data (NMEA) oleh AISMon. Pada AISMon akan terlihat persentase data yang yang divalidasi dan error. Kemudian data yang sudah divalidasi akan memberikan informasi dan hasilnya di *plotting* oleh OpenCPN.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil rancangan yang telah dibuat dapat ditarik kesimpulan bahwa dalam sistem monitoring kapal ini menggunakan antena yagi, RTL-SDR sebagai *receiver* dari sinyal AIS. *Low Noise Amplifier* (LNA) sebagai penguat sinyal dan meredam *noise*. Dengan menggunakan *Low Noise Amplifier* jangkauan cakupan area yang bisa dimonitoring lebih luas. Penempatan antena sangat mempengaruhi hasil penerimaan sinyal, oleh karena itu antena harus di letakkan di tempat yang bebas hambatan (LOS). Semakin tidak ada hambatan (*obstacle*) maka antena akan bekerja dengan maksimal. Pada sistem monitoring ini menghasilkan informasi berupa *class* kapal, MMSI, nomor IMO, Jenis Kapal, *Flag*, *Position*, *Destination*, ETA(UTC), *Speed*, dan Ukuran Kapal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Maulidi, T. Prasetyo, T. Irmiyana, P. Negeri Madura, J. Teknik Bangunan Kapal Jl Raya Taddan Km, And J. Timur Indonesia, “Disain Sistem Navigasi Automatic Identification System (Ais) Transceiver Berbasis Mini Computer Pada Kapal Nelayan Tradisional Di Madura,” Vol. 09, No. 01.
- [2] W. Wasis Salasi And Et Al, “Teknik Telekomunikasi Pada Perencanaan Teknologi Pengawasan Wilayah Konservasi Laut,” *Semin. Nas. Sinergitas Multidisiplin Ilmu Pengetah. Dan Teknol.*, Vol. 2, Pp. 26–27, 2019.
- [3] Ika Arila Khoirunisa, *Monitoring Lokasi Kapal Menggunakan Gr-Ais Dengan Raspbeery Pi Dan Rtl-Sdr*. Palembang, 2020.
- [4] J. D. C. Sihasale And J. L. Leatemia, “Analisis Penempatan Lokasi Station Ais (Automatic Identification Sistem) Di Ambon Guna Mendukung Monitoring Alki (Alur Laut Kepulauan Indonesia) Iii Secara Maksimal,” *Ale Proceeding*, Vol. 2, No. April, Pp. 57–63, 2021, Doi: 10.30598/Ale.2.2019.57-63.
- [5] J. Maritim, “Tahun 2019, Kemenhub Terapkan Wajib Ais Di Laut Indonesia,” 2019. [https://jurnalmaritim.com/Tahun-2019-Kemenhub-Terapkan-Wajib-Ais-Di-Laut-Indonesia/#:~:Text=Ais Sesungguhnya Adalah Perangkat Transceiver,161%2c975 Mhz Dan 162%2c025 Mhz.](https://jurnalmaritim.com/Tahun-2019-Kemenhub-Terapkan-Wajib-Ais-Di-Laut-Indonesia/#:~:Text=Ais%20Sesungguhnya%20Adalah%20Perangkat%20Transceiver,161%2c975%20Mhz%20Dan%20162%2c025%20Mhz.)
- [6] N. N. Fatmawati, A. S. Aisjah, And A. A. Masroeri, *Perancangan Integrasi Sistem Pengambilan Keputusan Untuk Identifikasi Keputusan Untuk Identifikasi Terjadinya Iuu Transhipment Dan Fishing Berbasis Data Ais (Automatic Identification System) Menggunakan Logika Fuzzy*. 2018.
- [7] M. Masmilah, H. Setiawan, W. Hermawansyah, R. Haryadi, And S. Bani Saleh, “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kapal Menggunakan Data Automatic Identification System (Ais) Dengan Geographic Information System (Gis),” *Semin. Nas. Rekayasa Dan Teknol.*, Vol. 27, No. November, Pp. 24–29, 2019.
- [8] M. Y. A. Diraputra, S. Soim, And S. Sarjana, “Rancang Bangun Monitoring Lokasi Pesawat Menggunakan Ads-B Dengan Rtl-Sdr Dan Raspberry Pi,” *Protek J. Ilm. Tek. Elektro*, Vol. 8, No. 2, P. 89, 2021, Doi: 10.33387/ProtK.V8i2.3233.
- [9] M. Sohobi, D. Dermawan, And L. Lasmadi, “Rancang Bangun Receiver Menggunakan Antena 1090 Mhz Dan Low Noise Amplifier Untuk Menambah Jarak Jangkauan Penerimaan Sinyal Dan Data Parameter Target Ads-B Berbasis Rtl820t2,” *Avitec*, Vol. 2, No. 2, Pp. 129–143, 2020, Doi: 10.28989/Avitec.V2i2.765.
- [10] S. Sabrina, Y. Sulaeman, And K. Kunci, “Realisasi Low Noise Amplifier 3 , 6 Ghz Menggunakan Penyesuai Impedansi Single Stub Untuk Aplikasi Radar Pengawas Pantai,” Pp. 26–27, 2020.
- [11] P. Dan, R. Penguat, And D. Rendah, “1 . 692 , 64 Mhz Untuk Stasiun Bumi Pada Sistem Satelit Geo- Design And Realization Of Low Noise Amplifier 1 , 691 . 64 – 1 , 692 . 64 Mhz For Ground Station In Satellite Geo- Komsat-2a,” Pp. 1–8.
- [12] F. T. P. Wigyantanto, N. Tjahjmoonisih, And F. Imansyah, “Rancang Bangun Model Reflektor Yagi Bolik Terhadap Pengaruh Hasil Penguatan Sinyal Antena,” *Elkha*, Vol. 11, No. 1, P. 7, 2019, Doi: 10.26418/Elkha.V11i1.29502.
- [13] A. Mulyani, *Perancangan Receiver Sinyal Ais Dengan Menggunakan Antena 162 Mhz Dan Rtl-Sdr Untuk Monitoring Kapal*. 2020.