

## PENGIRIMAN PESAN DARURAT BERBASIS AIS UNTUK JAKET KESELAMATAN DI KAPAL PENUMPANG

Dimas Afif Rehardendi<sup>1</sup>, Afif Zuhri Arfianto<sup>1</sup>, Dimas Pristovani Riananda<sup>2</sup>  
Renol Burjulus<sup>3</sup>, Sonty Lena<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Otomasi, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>2</sup>Teknik Kelistrikan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya

<sup>3</sup>Sistem Informasi Kota Cerdas, Politeknik Negeri Indramayu

Email korespondensi: afif@ppns.ac.id

### ABSTRAK

*Automatic Identification System (AIS) merupakan sistem navigasi maritim yang berfungsi meningkatkan keselamatan pelayaran dengan mentransmisikan informasi seperti posisi, kecepatan, dan identitas kapal secara otomatis. Penelitian ini mengimplementasikan modul GPS untuk memperoleh data lokasi secara real-time, yang kemudian dikonversi ke dalam format pesan AIS sesuai standar ITU-R M.1371. Proses konversi dan pengiriman dilakukan menggunakan mikrokontroler ESP32 yang membentuk payload AIS jenis 18 (Class B position report) dan jenis 14 (Safety Related Message). Pengiriman pesan dilakukan melalui modul pemancar GMSK yang sesuai dengan spesifikasi AIS. Pengujian sistem dilakukan dengan memantau hasil transmisi melalui perangkat lunak OpenCPN sebagai visualisasi penerima. Hasilnya menunjukkan bahwa sistem mampu mengirim informasi posisi kapal secara akurat dan dapat diterima oleh perangkat navigasi lainnya secara real-time. Implementasi ini membuktikan bahwa sistem pelacakan AIS dapat dibangun dengan biaya rendah dan efektif untuk digunakan pada kapal kecil atau sebagai perangkat pelacak tambahan.*

**Kata kunci :** GPS, AIS, GMSK, ESP32, Navigasi Maritim

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau dan jalur pelayaran yang sangat aktif. Posisi geografis ini menjadikan sektor transportasi laut sebagai salah satu tulang punggung utama pergerakan barang dan manusia. Namun, tingginya aktivitas pelayaran juga meningkatkan risiko terjadinya kecelakaan kapal, terutama di wilayah perairan padat seperti Selat Sunda, Selat Malaka dan Laut Jawa [1]. Banyaknya insiden kecelakaan kapal yang terjadi mengindikasikan masih perlunya peningkatan sistem keselamatan dan pengawasan di sektor maritim.

Data dari Komite Nasional Keselamatan Transportasi (KNKT) mencatat bahwa selama periode 2003 hingga 2019, terjadi setidaknya 120 kecelakaan kapal di Indonesia. Dari kejadian-kejadian tersebut, tercatat sebanyak 513 korban jiwa, 726 orang mengalami luka-luka, dan 701 orang dinyatakan hilang. Berdasarkan penyebabnya, mayoritas insiden berasal dari tabrakan antar kapal sebanyak 22 kasus, disusul oleh kapal tenggelam sebanyak 28 kasus. Sebanyak 44 kecelakaan terjadi di perairan Laut Jawa salah satu wilayah tersibuk di Indonesia [2]. Angka ini menunjukkan bahwa meskipun teknologi navigasi dan komunikasi terus berkembang, masih terdapat celah dalam sistem

keselamatan pelayaran di Indonesia yang perlu diperbaiki secara signifikan.

Keselamatan pelayaran menjadi perhatian utama mengingat kondisi laut yang dinamis, berbahaya, dan tak terduga. Berbagai faktor dapat menyebabkan kecelakaan, seperti kesalahan manusia (human error), kesalahan navigasi, cuaca buruk, kegagalan teknis kapal, hingga komunikasi yang kurang efektif antar kapal.

Salah satu solusi yang telah terbukti mampu meningkatkan efisiensi dan keselamatan pelayaran secara global adalah penerapan teknologi Automatic Identification System (AIS)[3]. AIS adalah sistem komunikasi otomatis yang memungkinkan pertukaran informasi antara kapal dengan kapal lainnya, serta dengan stasiun pantai. Sistem ini bekerja dengan mengirimkan data penting seperti identitas kapal, posisi geografis (lintang dan bujur), kecepatan, arah pelayaran, serta waktu secara berkala.

Informasi tersebut memungkinkan kapal untuk mengenali keberadaan kapal lain di sekitarnya, sehingga dapat mengambil keputusan navigasi yang lebih aman dan akurat dan menghindari potensi tabrakan. Selain itu, sistem AIS sangat berguna dalam kondisi visibilitas rendah, seperti saat kabut, hujan lebat, atau malam hari[4].

AIS bekerja pada frekuensi VHF (Very High Frequency), menggunakan teknik modulasi Gaussian Minimum Shift Keying (GMSK). Modulasi GMSK memungkinkan pengiriman data digital melalui saluran radio dengan efisiensi spektrum yang tinggi dan tingkat gangguan rendah.

Dalam implementasinya, AIS mengikuti format standar internasional seperti yang diatur dalam ITU-R M.1371, yang mendefinisikan struktur data, jenis pesan, serta parameter transmisi. Terdapat berbagai jenis pesan dalam sistem AIS, di antaranya pesan tipe 1, 18, dan 27 untuk posisi, serta pesan tipe 14 untuk pengiriman pesan teks peringatan.

Pesan tipe 18 secara khusus digunakan oleh perangkat AIS kelas B, yaitu perangkat dengan daya rendah yang umumnya digunakan pada kapal-kapal kecil atau nelayan[5].

Agar informasi yang dikirimkan melalui AIS bersifat real-time dan akurat, dibutuhkan data lokasi yang berasal dari modul GPS (Global Positioning System). Modul GPS

menghasilkan data mentah dalam bentuk kalimat NMEA (National Marine Electronics Association), yang berisi informasi koordinat, kecepatan, dan waktu UTC[5]. dikonversi agar sesuai dengan format payload AIS sebelum dikirim. Dalam penelitian ini, proses tersebut dilakukan oleh mikrokontroler ESP32, sebuah modul dengan kemampuan pemrosesan tinggi, konektivitas nirkabel, serta fleksibilitas dalam menangani data serial dan digital[6].

ESP32 dalam sistem ini berperan sebagai pusat pemrosesan data. Modul ini membaca data mentah dari GPS, mengekstrak informasi penting seperti lintang, bujur, kecepatan, dan waktu, lalu mengubahnya menjadi payload AIS sesuai dengan struktur bit dalam standar ITU-R [7]. Setelah payload terbentuk, ESP32 juga menyusunnya ke dalam format kalimat NMEA, lalu mengirimkannya ke modul pemancar GMSK yang terhubung ke antena VHF untuk disiarkan. Dengan demikian, sistem ini bekerja secara end-to-end: mulai dari akuisisi data lokasi, pengolahan data, hingga transmisi sinyal AIS ke penerima.

Untuk memastikan sistem bekerja dengan benar, dilakukan pengujian menggunakan perangkat lunak OpenCPN, yaitu software navigasi open-source yang mampu menerima dan menampilkan data AIS. Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan receiver AIS ke komputer, kemudian mengamati apakah informasi posisi yang dikirim oleh perangkat muncul secara real-time di peta digital OpenCPN.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa data posisi berhasil ditampilkan dengan akurasi tinggi, sesuai dengan koordinat yang diperoleh dari modul GPS. Selain itu, pesan AIS yang dikirim juga dapat diterima dan didekode oleh perangkat lunak tanpa error [8].

Penelitian ini menunjukkan bahwa sistem AIS berbasis ESP32 dan GMSK, dengan input dari GPS, mampu bekerja secara efisien, murah, dan akurat. Hal ini membuka peluang besar bagi kapal-kapal kecil, kapal nelayan, atau perahu tradisional yang belum memiliki perangkat AIS komersial untuk dapat menikmati manfaat sistem informasi navigasi modern.

Dengan biaya yang lebih terjangkau dan teknologi yang relatif sederhana, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai perangkat keselamatan laut yang portabel dan mudah digunakan[9].

Selain itu, konsep ini juga relevan untuk diintegrasikan dalam sistem Man Overboard (MOB) atau pelampung darurat, di mana seseorang yang terjatuh ke laut dapat langsung mengirimkan sinyal lokasi kepada kapal-kapal terdekat[10]. Dalam situasi darurat seperti itu, kecepatan dan akurasi transmisi posisi sangat penting untuk proses penyelamatan. Oleh karena itu, pemanfaatan teknologi GPS dan AIS secara bersamaan dapat memberikan solusi nyata bagi peningkatan keselamatan pelayaran di perairan Indonesia.

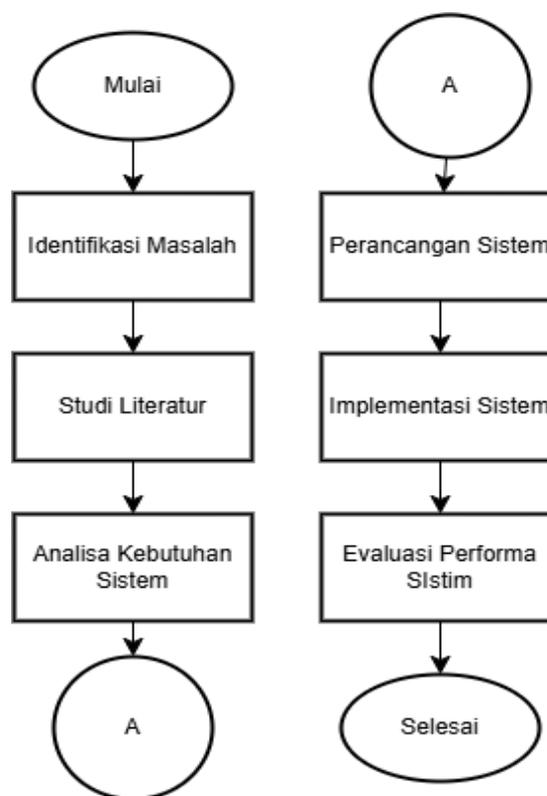
Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini berfokus pada implementasi sistem pengiriman data AIS dengan sumber lokasi dari GPS, pemrosesan data oleh ESP32, dan transmisi melalui pemancar GMSK. Sistem dirancang agar mudah direplikasi, hemat biaya, dan mampu memberikan informasi posisi secara otomatis kepada perangkat AIS lain dalam jangkauan. Diharapkan, hasil dari penelitian ini dapat berkontribusi dalam pengembangan teknologi keselamatan pelayaran di Indonesia, serta menjadi solusi alternatif bagi kapal-kapal non-komersial yang belum dilengkapi sistem navigasi canggih[11].

## METODE PENELITIAN

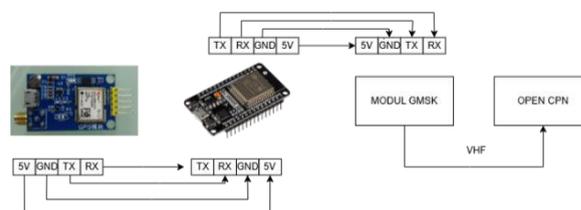
Tahapan untuk melakukan penelitian ini dimulai dari identifikasi masalah, studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, dan evaluasi performa sistem. Tahapan penelitian ini ditampilkan pada Gambar 1. Diagram blok sistem menjelaskan tentang gambaran umum penelitian ini. Dimulai dari GPS yang berfungsi sebagai inputan data titik koordinat, kemudian ESP sebagai otak utama yang mengubah data NMEA dari GPS menjadi data payload yang membantu modul GMSK untuk mengirim data. Diagram blok sistem ditampilkan pada Gambar 2

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian hasil dan pembahasan ini dilakukan pengujian sensor GPS, dari pembacaan data NMEA dari GPS, kemudian di parsing menjadi latitude, longitude, kecepatan, dan waktu.



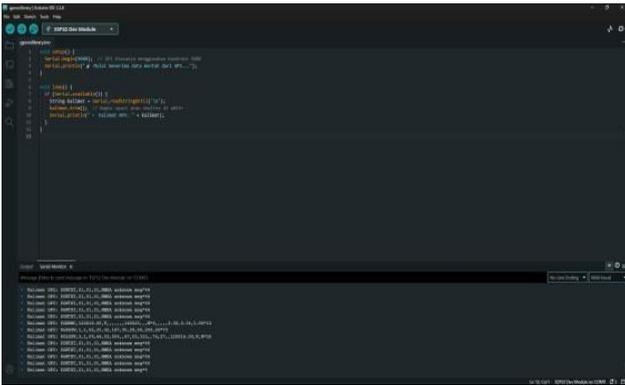
Gambar 1. Tahapan Penelitian



Gambar 2 Diagram Blok Sistem

Data NMEA dari GPS akan di parsing menjadi payload pesan ais tipe 14 dan 18 yang akan dikirim ke modul GMSK, setelah diterima oleh modul GMSK pesan akan di ubah menjadi gelombang VHF sesuai dengan ketentuan pesan AIS tipe 14 dan 18 agar bisa di terima oleh *reciever*. Berikut merupakan pemrogram pembacaan sensor GPS di tampilan pada Gambar 3.

Pada gambar 4 merupakan hasil dari pembacaan sensor GPS yang ditampilkan serial monitor ditampilkan pada Gambar 4.



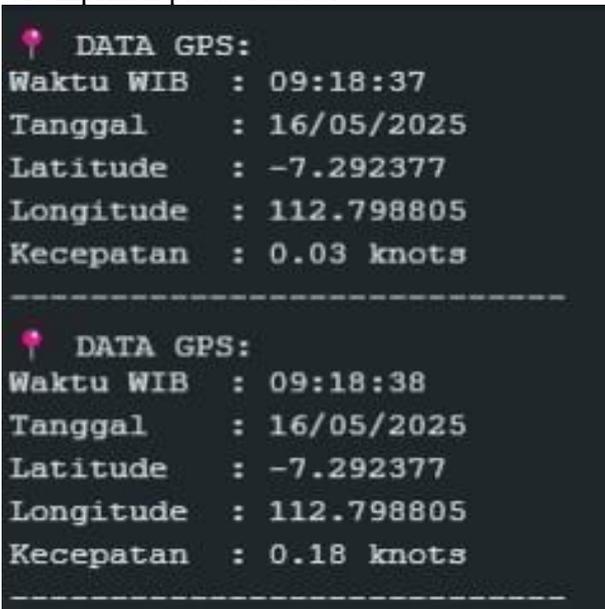
Gambar 3 Pemrograman Pembacaan GPS

```

$GNTXT,01,01,01,NMEA unknown msg*46
$GNRMC,020425.00,A,0717.54296,S,11247.92684,E,0.043,,160525,,,D*78
$GNVTG,T,M,0.043,N,0.080,K,D*37
$GNGGA,020425.00,0717.54296,S,11247.92684,E,2,05,1.51,38.9,M,17.3,M,0.0000*67
$GNGSA,A,3,30,06,07,03,,,,,,,,,3.49,1.51,3.15*11
$GNGSA,A,3,73,,,,,,,,,3.49,1.51,3.15*14
$GPGSV,4,1,14,01,05,026,,03,27,055,27,04,13,123,,06,45,269,31*74
$GPGSV,4,2,14,07,55,186,27,09,28,156,07,11,22,238,,14,33,354,10*7E
$GPGSV,4,3,14,17,13,344,,19,09,316,,20,04,214,,22,17,344,*7D
$GPGSV,4,4,14,30,59,259,24,50,71,063,31*7F
$GNTXT,01,01,01,NMEA unknown msg*46
$GLGSV,3,1,09,69,08,090,,70,27,152,,71,13,198,20,73,76,099,30*64
$GLGSV,3,2,09,74,46,350,25,80,23,148,,84,09,000,,85,28,312,18*62
$GLGSV,3,3,09,86,18,251,*5D
$GNGLL,0717.54296,S,11247.92684,E,020425.00,A,D*63
    
```

Gambar 4 Hasil Pembacaan GPS

Pada gambar 4 merupakan data NMEA dari GPS, data mentah dari GPS kemudian diparsing menjadi latitude dan longitude yang ditampilkan pada Gambar 5



Gambar 5 Parsing Data NMEA

### Pengujian Sensor GPS

Pengujian modul GPS Neo-M8N dimulai dengan membaca data awal yang dikirimkan oleh sensor yang terpasang pada rangkaian PCB. Ketika sensor mulai beroperasi, data pertama yang muncul di serial monitor berbentuk karakter ASCII, yang merupakan representasi mentah dari informasi navigasi dalam format standar NMEA. Data ini mencakup parameter seperti waktu, posisi, kecepatan, dan status sinyal.

Tahap ini penting untuk memastikan bahwa sensor berfungsi dengan baik dan telah mengirimkan sinyal yang dapat dibaca oleh sistem. Setelah memastikan data diterima, proses decoding dilakukan untuk mengubah data ASCII menjadi format terstruktur, seperti kalimat \$GNGGA dan \$GNRMC.

Kalimat \$GNGGA memberikan informasi posisi fix, termasuk waktu, koordinat, jumlah satelit, dan ketinggian. Sementara itu, \$GNRMC memuat data navigasi dasar seperti status sinyal, kecepatan, arah perjalanan, dan tanggal. Dengan decoding ini, data GPS menjadi lebih mudah dipahami dan siap digunakan dalam sistem navigasi dan pemantauan. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 1.

Untuk pengiriman data GPS ke modul GMSK, Gambar 6 di bawah ini merupakan program dari pembacaan NMEA dari GPS. Kemudian data dari GPS di-encode di dalam ESP32. Data yang sudah di-encode oleh ESP32 kemudian dikirim ke modul GMSK. Modul GMSK akan mengirim pesan yang telah di-encode oleh ESP32. Modul GMSK mengubah pesan string menjadi sinyal VHF atau sinyal radio khusus untuk AIS. Data yang dipancarkan oleh modul GMSK akan diterima oleh receiver. Data yang diterima oleh receiver akan ditampilkan di OpenCPN menggunakan komunikasi serial.

Tabel 1. Pengujian Sensor GPS

No	Lokasi	Data Sensor		Google Maps		Akurasi (meter)
		Latitude	Longitude	Latitude	Longitude	
1	Rooftop Gedung J	-7.278959	112.795203	-7.278947	112.795169	3.9
2	Jl. Keputih Depan Kampus Hang tuah	-7.290932	112.793295	-7.290917	112.793149	16.1
3	Jl.Puri Sukolilo Raya	-7.290836	112.791164	-7.290836	112.791187	2.5
4	Jl.Galaxy Klampis Asri Timur	-7.290524	112.786083	-7.290520	112.786073	1.18
5	Jl.Gebang Keputih	-7.287052	112.787659	-7.287031	112.787688	3.9
6	Blok U 8 ITS	-7.286457	112.795621	-7.286457	112.795646	2.7
7	Bundaran PPNS	-7.276842	112.796202	-7.276819	112.796207	2.61
8	Bundaran Pakuwon	-7.277431	112.808504	-7.277415	112.808512	1.98
9	Masjid Masyithoh	-7.273735	112.796745	-7.273729	112.796741	0.79
10	Jl.Keputih gg makam	-7.291007	112.796880	-7.291012	112.796836	4.88

```

22 void loop() {
23   // Data data GPS
24   while (gps_SERIAL.available()) {
25     gps.encode(gps_SERIAL.read());
26   }
27
28   // Jika data GPS baru tersedia
29   if (gps.location.isUpdated()) {
30     float lat = gps.location.lat();
31     float lon = gps.location.lng();
32     float sog = gps.speed.knots();
33     float cog = gps.course.deg();
34     int second = gps.time.second();
35
36     // Buat payload AIS Tipe 18 (position)
37     String payload18 = encodeAIS18(MMSI, lat, lon, sog, cog, second);
38
39     // Buat payload AIS Tipe 14 (safety tone)
40     String payload14 = encodeAIS14(MMSI, "MAN OVER BOARD");
41
42     // Kirim ke AT23
43     digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
44     delay(500);
45     digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
46
47     // Tampilkan ke Serial Monitor
48     Serial.println("----- AIS MESSAGE SENT -----");
49     Serial.println("Type 18 Payload");
50     Serial.println(payload18);
51     Serial.println("Type 14 Payload - Text: MAN OVER BOARD");
52     Serial.println(payload14);
53     Serial.println("-----");
54
55     delay(5000); // kirim ulang setiap 5 detik
56
57 }

```

Gambar 6 Program Arduino IDE untuk pembacaan GPS

Pada Gambar 6 ditunjukkan fungsi void loop yang berfungsi untuk melakukan perulangan pengiriman sesuai dengan titik koordinat terbaru dari GPS. Gambar 7 dan 8 menunjukkan program untuk AIS tipe 18, di mana di dalam program tersebut terjadi proses encode, di mana data NMEA 0183 diubah menjadi payload AIS agar bisa dikirim menggunakan modul GMSK.

```

59 // -----
60 // Encode AIS Tipe 18 (Position Report)
61 // -----
62 String encodeAIS18(int32_t mmsi, float lat, float lon, float sog, float cog, int second) {
63   String bits = "";
64   bits += "010010"; // Message ID: 18
65   bits += "000"; // Repeat Indicator
66   bits += toBits(mmsi, 30); // MMSI
67   bits += "000000000"; // Reserved
68   bits += toBits((int)(sog * 10), 10); // SOG (1/10 knot)
69   bits += "1"; // Position accuracy (high)
70   bits += toSignedBits((long)(lat * 600000), 28); // Longitude
71   bits += toSignedBits((long)(lat * 600000), 27); // Latitude
72   bits += toBits((int)(cog * 10), 12); // COG
73   bits += toBits(511, 9); // Heading (511 = unknown)
74   bits += toBits(second, 6); // TimeLamp (0-59)
75   bits += "00"; // Reserved
76   bits += "0"; // CS Unit
77   bits += "0000"; // Flags
78   bits += "0"; // Mode
79   bits += "1"; // RAIN Flag / IDPA
80   bits += toBits(0, 19); // Comm state (not used IDPA)
81   return sixBitEncode(bits);
82 }

```

Gambar 7 Program Pesan AIS Tipe 18

Pengiriman Payload AIS

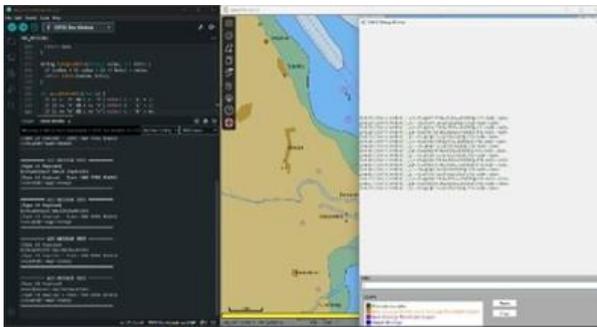
Pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8 merupakan gambar program untuk pembacaan data GPS yang berupa NMEA 0183. Data NMEA 0183 kemudian di-encode menjadi pesan AIS tipe 18 dan AIS tipe 14. Hasil dari encode tersebut akan dikirim ke modul GMSK. Modul GMSK mengirim melalui frekuensi VHF pada 161.975 MHz dan 162.025 MHz.

```

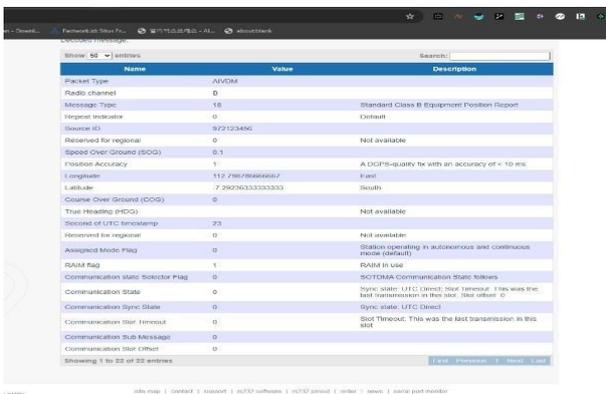
84 // =====
85 // Encode AIS Type 14 (Safety Broadcast)
86 // =====
87 String encodeAIS14(uint32_t mmsi, const String& msg) {
88   String bits = "";
89   bits += "001110"; // Message ID: 14
90   bits += "00"; // Repeat Indicator
91   bits += toBits(mmsi, 30); // MMSI
92
93   int len = min((int)msg.length(), 28); // Max 28 karakter
94   for (int i = 0; i < len; i++) {
95     bits += toBits(asciiToSixBit(msg.charAt(i)), 6);
96   }
97
98   // Padding supaya kelipatan 6
99   while (bits.length() % 6 != 0) {
100    bits += "0";
101  }
102
103  return sixBitEncode(bits);
104 }

```

Gambar 8 Program AIS Tipe 14



Gambar 9 Pengiriman Data oleh OpenCPN

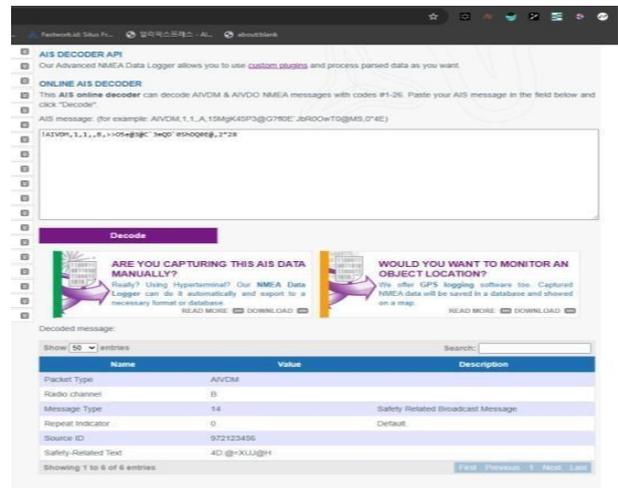


Gambar 10 Hasil dari decoder online pesan tipe 18

Dari Gambar 9, data yang dikirim oleh modul GMSK sama dengan data yang diterima oleh OpenCPN. Untuk memvalidasi bahwa data yang dikirim merupakan data nyata dari GPS, maka hasil data yang diterima oleh OpenCPN akan di-decode menggunakan AIS Decoder Online.

Pada Gambar 10 dan 11 adalah hasil dari decoder online. Gambar 3.5 merupakan

AIS Message tipe 18 yang berisi data latitude dan longitude, kecepatan kapal, dan kecepatan angin. Sedangkan Gambar 3.6 merupakan AIS Message tipe 14 yang berisi pesan Man Overboard



Gambar 11 Hasil dari decoder online pesan 14

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil implementasi dan pengujian sistem, dapat disimpulkan bahwa proses pembacaan data dari sensor GPS hingga proses pengiriman dan penampilan data di perangkat lunak OpenCPN telah berhasil dilakukan dengan baik. Sensor GPS Neo-M8N yang terpasang pada rangkaian PCB mampu memberikan data posisi secara *real-time* dalam format standar NMEA seperti \$GNGGA dan \$GNRMC. Data tersebut berhasil dibaca oleh mikrokontroler ESP32 melalui antarmuka UART, kemudian diproses untuk menghasilkan pesan AIS sesuai dengan standar ITU-R M.1371. Selanjutnya, ESP32 mengubah data navigasi tersebut menjadi payload AIS, seperti pesan tipe 18 atau tipe 14, dan mengirimkannya ke modul pemancar GMSK untuk ditransmisikan melalui frekuensi VHF. Pesan AIS yang dikirim melalui frekuensi standar (161.975 MHz atau 162.025 MHz) berhasil diterima dan ditampilkan di software OpenCPN. Hal ini membuktikan bahwa integrasi antara perangkat keras (GPS, ESP32, modem GMSK) dan perangkat lunak (OpenCPN) berjalan secara sinkron dan sesuai dengan fungsi yang diharapkan. Dengan

keberhasilan sistem ini, maka perangkat mampu memberikan informasi navigasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan keselamatan pelayaran, terutama pada kapal kecil yang belum dilengkapi AIS komersial. Sistem ini juga menunjukkan potensi untuk digunakan dalam aplikasi pelayaran mandiri dengan biaya yang efisien dan akurasi yang memadai.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Enda et al., “Rancang Bangun Aplikasi AIS Backend Untuk Pemantauan Lalu Lintas Kapal di Selat Melaka,” vol. 6, no. 2, p. 2021, 2021.
- [2] A. D. Saputra, “Studi Kecelakaan Kapal di Indonesia Tahun 2003–2009 Berdasarkan Data Investigasi Komite Nasional Keselamatan Transportasi,” 2020.
- [3] Y. Setiyantara et al., “Optimalisasi Pengoperasian AIS (Automatic Identification System) dalam Upaya Menjaga Keselamatan Pelayaran,” METEOR STIP Marunda, 2023. [Online]. Available: <http://ejournal.stipjakarta.ac.id>
- [4] Aprizawati, “Penyuluhan dan Pengadaan Alat Keselamatan (Life Jacket) bagi Nelayan Tradisional di Desa Kembang Luar,” 2021.
- [5] Y. C. Setiawan, “Rancang Bangun Perangkat Transponder Sistem Navigasi Kapal Berbasis LoRa dan AIS Menggunakan Metode Carrier Sense Time Division Multiple Access pada Multiple Node,” 2023.
- [6] M. Guan, Y. Cao, and X. Cheng, “Research on the Recognition of Multiple MMSI Codes on a Single Vessel Based on AIS Datas,” *IEEE Access*, vol. 11, pp. 106580–106586, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3317706.
- [7] L. F. Hussein, A. Ben Aissa, and A. Massaoudi, 2022. (judul dan detail publikasi tidak lengkap – mohon dilengkapi jika ada)
- [8] Kementerian PUPR, “Pengenalan GPS (Global Positioning System),” [Online].
- [9] P. Y. Nugraha, “Implementasi Automatic Identification System (AIS) pada Kapal Indonesia dalam Program Manajemen Transportasi Laut dan Feri,” *Indonesian Water and Ferries Transportation Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 19–25, 2024, doi: 10.54249/xxxxx (perlu diperjelas DOI-nya jika ada).
- [10] H. Muchtar and S. Hekki, “Monitoring Suhu, Kelembaban, dan Polusi Udara Berbasis Raspberry Pi 3 dengan Menggunakan Transmisi Radio Frekuensi,” vol. 3, no. 2, 2024.
- [11] K. Wolsing, L. Roepert, J. Bauer, and K. Wehrle, “Anomaly Detection in Maritime AIS Tracks: A Review of Recent Approaches,” *JMSE*, Jan. 1, 2022, MDPI, doi: 10.3390/jmse10010112.

“HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN”