

BAB II

PENGUNAAN AIS PADA SISTEM *MONITORING* NAVIGASI KAPAL DI PERAIRAN INDONESIA

2.1. Navigasi Laut

Istilah navigasi sendiri dipakai untuk merujuk pada proses estimasi berbasis kinematik status kapal (posisi, kecepatan, dan arah) secara *realtime* sebagai acuan untuk menentukan pergerakan kendaraan sepanjang lintasan pergerakan. status kapal berguna untuk kontrol otomatis, *realtime planning*, *data logging*, *Simultaneous Location and Mapping (SLAM)*, atau komunikasi operator yang dipakai pada navigasi. Navigasi sering digunakan untuk memandu suatu objek, baik manusia, kendaraan maupun robot, untuk melewati suatu daerah yang belum dikenali sebelumnya [3]. Merujuk pada banyak literatur tentang *autonomous vehicle* menyebutkan bahwa navigasi terbagi menjadi dua pengertian:

1. Penentuan secara akurat kondisi/keberadaan kendaraan (status kapal), antara lain posisi, kecepatan, dan (*attitude*) kapal atau arah haluan kapal, pergerakan kapal dan jejak (*track*) lintasan kapal.
2. Merencanakan dan melaksanakan gerakan yang tepat yang berguna untuk memonitor gerakan dan lintasan kapal menuju lokasi yang diinginkan.

Pendekatan pada perkiraan status kapal adalah dengan melengkapi kendaraan dengan sensor inersia yang mampu mengukur percepatan dan kecepatan sudut kendaraan. Kalibrasi sensor dan inisialisasi yang sesuai, integrasi kecepatan sudut menyediakan sebuah perkiraan bagi arah haruan kapal, ketika diintegrasikan dengan percepatan maka akan menyediakan kecepatan dan posisi. Ruang lingkup navigasi pada pendekatan ini memiliki aspek positif dan negatif. Pada aspek positif, akan memperkecil kesalahan frekuensi tinggi (*sensor noise*) yaitu terdapat kebisingan pada sinyal selama penangkapan, penyimpanan, transmisi, pemrosesan atau konversi *sensor noise*. Berikut beberapa sensor yang digunakan dalam navigasi laut [3]:

1. GNSS (*Global Navigation Satellite System*)

Sensor yang digunakan GNSS dengan satelit pada ketinggian 20.000 km di atas permukaan bumi serta dengan jumlah yang relatif cukup banyak. Hal ini menjadikan GNSS dapat meliputi seluruh permukaan bumi sehingga dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus. Penggunaan GPS geodetik dalam penentuan posisi relatif tidak terlalu terpengaruh dengan kondisi topografis daerah survei dibandingkan dengan penggunaan metode terestris. GNSS dapat digunakan setiap saat tanpa tergantung waktu dan cuaca. GNSS dapat memberikan ketelitian posisi yang spektrumnya cukup luas. Dari yang sangat teliti (orde millimeter) sampai orde meter. Posisi yang ditentukan oleh GNSS mengacu ke suatu datum global yang relatif teliti dan mudah diterapkan, yaitu datum WGS 84.

2. *Accelerometer*

Accelerometer, sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu kapal. *Accelerometer* mengukur percepatan dinamik dan statik. Pengukuran dinamik adalah pengukuran percepatan pada kapal bergerak, sedangkan pengukuran statik adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Sensor *accelerometer* menggunakan bantuan *Inertial Navigation System* dengan mengkoreksi pada perhitungan faktor kesalahan dari posisi mati kapal, orientasi, dan kecepatan (arah dan kecepatan gerakan) dari objek (kapal).

3. RADAR

Sensor RADAR menggunakan gelombang radio untuk memancarkan sinyal gelombang melalui *transmitter* ke target sasaran (kapal) lalu gelombang tersebut dipantulkan kembali dan diterima oleh *receiver* untuk mendapatkan hasil jarak untuk mengetahui posisi kapal sebenarnya. Hasil target pada Radar harus memperhatikan *error* pada sensor jangkauan maksimum gelombang frekuensi saat semakin tingginya frekuensi radar, maka semakin besar atenuasi (kehilangan daya) / pengurangan kekuatan gema yang signifikan, tanpa gangguan dari cuaca

berkabut ketika kapal sedang berlayar. Hasil target radar juga tergantung pada arah (*azimuth*), laju perubahan jarak (pergeseran *Doppler*), deskripsi/klasifikasi target kapal dengan menganalisis sinyal *echo* dan variasinya dengan waktu.

4. Kompas dan *Gyroscope*

Kompas dan *Gyroscope* (sistem petunjuk arah non magnet) merupakan kedua alat yang memiliki konsep dan prinsip kerja yang berbeda, tapi memiliki fungsi yang sama yaitu navigasi dilaut. *Gyroscope* adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut, alat ini digabungkan datanya dengan *Accelerometer*. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan (rotor) yang berputar pada sumbu (axis) yang mampu bergerak ke beberapa arah. Pada sensor *gyroscope* digunakan untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada sumbu. Fungsinya adalah untuk mendeteksi gerakan sesuai gravitasi, atau dengan kata lain mendeteksi gerakan pengguna. Prinsip kerja alat ini sensor *gyroscope* harus dikalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan bandul. Proses kalibrasi tersebut berfungsi untuk memperoleh nilai faktor kalibrasi. *Gyroscope* memiliki keluaran berupa kecepatan sudut dari arah 3 sumbu yaitu, sumbu X yang nantinya akan menjadi sudut π (kanan dan kiri) dari sumbu Y nantinya menjadi sudut θ (atas dan bawah), dan sumbu Z nantinya menjadi sudut ψ (depan dan belakang). Ketetapan momentum sudut *gyroscope* secara sederhana adalah menentang gravitasi, yang dipengaruhi oleh torsi pada cakram untuk menghasilkan presesi *gyroscope* dari cakram atau roda yang berputar, sehingga dapat mempertahankan sudut stabil *gyroscope*.

Kompas adalah alat penunjuk arah mata angin. Alat ini menggunakan medan magnet bumi untuk menentukan arah utara, selatan, timur, dan barat. Prinsip kerja kompas adalah adanya gaya tarik menarik antara magnet pada jarum kompas dengan kutub magnet bumi. Jarum kompas yang terbuat dari magnet memiliki kutub utara dan selatan dan

akan selalu menunjuk arah utara dan selatan. Fungsi dari kompas yaitu mengukur besar sudut kompas, mengukur besar sudut pada peta, menentukan letak orientasi mempermudah perhitungan dan pembacaan peta. Kestabilan sudut pada pembacaan kompas harus diletakkan di atas permukaan yang rata sehingga jarum jam hanya bertumpu pada bantalan yang menyatu dengan wadah kompas. Jika kompas digunakan miring, jarum jam akan menyentuh wadah pada kompas dan tidak bergerak bebas, sehingga tidak mengarah ke arah utara magnet secara akurat dan tidak stabil.

Sensor Noise atau gangguan sensor memiliki aspek negatif, yaitu kesalahan frekuensi rendah karena adanya bias, kesalahan faktor skala, atau ketidaklurusan akan menyebabkan peningkatan kesalahan antara status kapal terestimasi dan status kapal sebenarnya. Akibatnya pada saat kapal bernavigasi penentuan posisi kapal tersebut tidak akurat, pembacaan objek kapal di radar juga tidak bisa terdeteksi secara maksimal, dan juga menentukan pergerakan arah kapal yang terjadi tidak berdasarkan pergerakan arah kapal sesungguhnya. Status kapal dihitung dengan integrasi data dari sensor *high-rate* yang dikoreksi menggunakan pengukuran dari sensor *low-rate* yang sesuai [3].

2.2. Proses Navigasi Laut

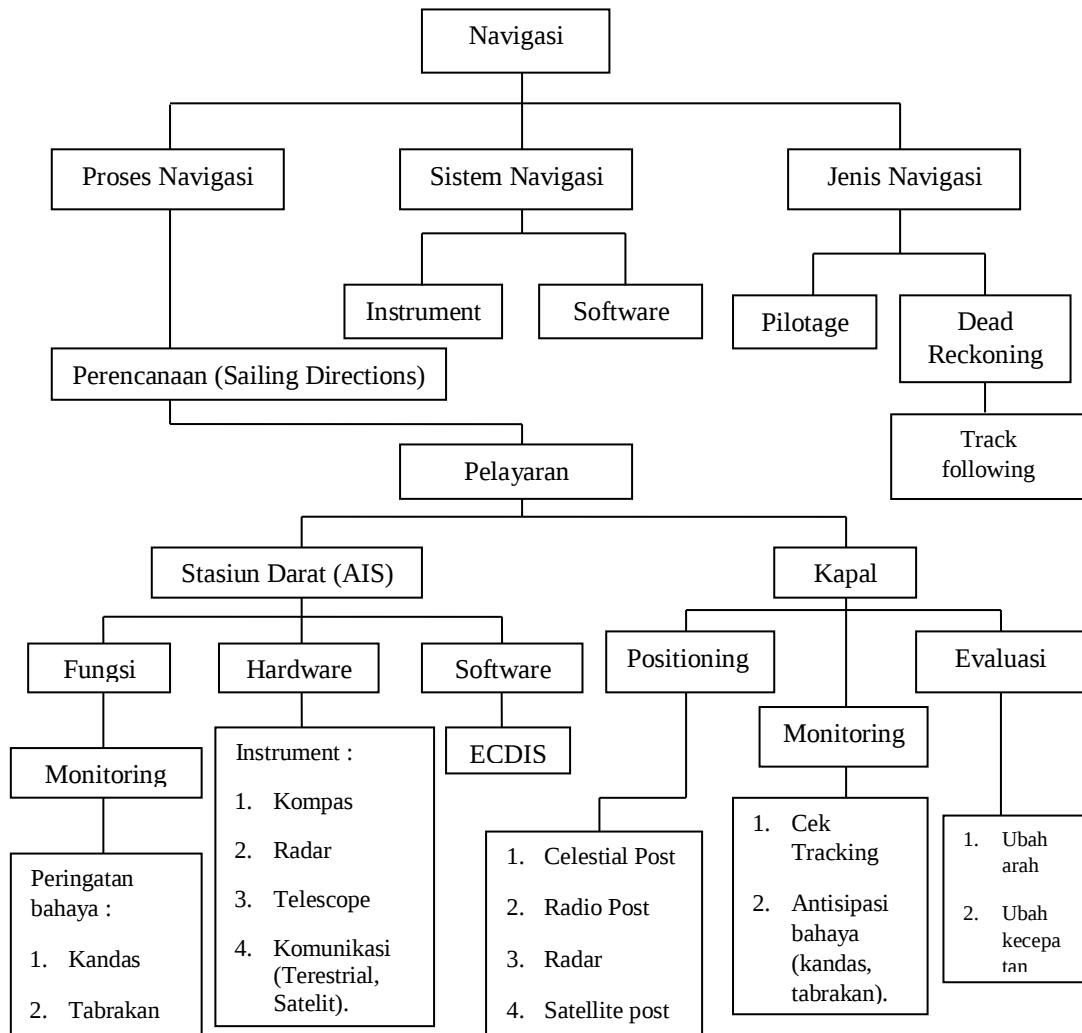
Dalam navigasi pelayaran perlu diketahui beberapa karakteristik yang menjadi komponen dari bagian navigasi pelayaran [3]. Kondisi dan lokasi kendaraan atau suatu benda yang berkaitan dengan posisi, kecepatan dan arah dalam suatu skala waktu tertentu yang disebut status kapal. Kondisi ini menjelaskan bahwa terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi perubahan pada status kapal terutama pada posisi suatu letak benda dalam suatu kerangka referensi dan berada pada satu titik waktu (*epoch*) saja. Sedangkan kecepatan merupakan turunan dari posisi yang menyatakan perubahan posisi suatu benda/titik/kendaraan terhadap satuan waktu tertentu. Arah atau orientasi pada

kendaraan saat kondisi benda/titik saat berada pada satu titik terhadap sumbu tertentu pada satu waktu, biasanya dinyatakan dalam putaran pada sumbu x (*roll*), pada sumbu y (*pitch*), dan pada sumbu z (*yaw*).

Pada estimasi navigasi pelayaran itu perlu diperhitungkan mulai dari perhitungan prediksi dan interpolasi suatu nilai pada suatu satuan tertentu (bisa waktu maju atau mundur) guna untuk mengestimasi posisi, kecepatan, dan arah sepanjang *trajectory* benda/kendaraan.

Trajectory merupakan lintasan pergerakan suatu benda yang berpindah pada satuan waktu tertentu, dalam setiap titik pada trayektori terdiri dari nilai posisi, kecepatan, dan arah, yang bisa menghasilkan percepatan. *Trajectory* bisa berlaku pada benda yang memiliki kecepatan seperti kendaraan di darat, kapal laut, pesawat, dan lain-lain. Pada sistem navigasi, posisi, kecepatan, dan arah diukur dan dihitung secara langsung pada kondisi kendaraan secara *realtime*. Sistem navigasi pada umumnya akan terus mengalami pergerakan dalam waktu tertentu. Sehingga proses perhitungan untuk penentuan kecepatannya akan berbeda dan harus dipertimbangkan sikap saat benda tersebut bergerak juga. Hal ini juga dinamakan dengan kinematik atau tidak statis.

Navigasi pada umumnya merupakan suatu teknik yang membantu menentukan kedudukan dan arah lintasan perjalanan secara tepat. Navigasi dapat dilakukan dengan berbagai sistem dan perangkat yang memiliki fungsi peranan masing-masing sesuai dengan kebutuhan. Berikut diagram alir navigasi pada gambar 2.1. yang menjelaskan proses navigasi laut bekerja dalam *memonitoring* navigasi kapal-kapal di perairan laut [3].



Gambar 2.1. diagram alir proses navigasi laut [3]

1. Jenis Navigasi

a) *Pilotage*

Pilotage merupakan navigasi menggunakan titik acuan tetap di laut atau di darat dengan mengacu pada peta laut atau bagan penerbangan untuk mendapatkan penetapan posisi kapal atau pesawat udara sehubungan dengan jalur atau lokasi yang diinginkan. Penetapan posisi horizontal dari titik referensi yang diketahui dapat diperoleh melalui penglihatan atau radar untuk memandu diri sendiri atau objek ke suatu tujuan.

b) *Dead Reckoning*

Dead Reckoning merupakan proses menghitung posisi saat ini dari beberapa objek yang bergerak dengan menggunakan posisi ditentukan sebelumnya, atau memperbaiki, dengan menggunakan estimasi kecepatan, menuju arah dan waktu. *Dead Reckoning* dimulai dengan posisi yang diketahui atau *fix*, yang kemudian bergerak maju sesuai dengan arah lintasan secara matematis atau langsung pada grafik, melalui catatan *heading*, kecepatan dan waktu. Jarak ditentukan dengan mengalihkan kecepatan dan waktu. Posisi awal ini dapat disesuaikan *track following* (jalur lintasan) sehingga menghasilkan perkiraan posisi dengan memperhitungkan arus. Jika tidak ada informasi posisi yang tersedia, plot *Dead Reckoning* yang baru dapat dimulai dari perkiraan posisi, berikutnya akan memperhitungkan perkiraan *set* dan *drift*. Posisi *Dead Reckoning* dihitung pada interval yang telah ditentukan, dan dipertahankan diantara waktu yang ditentukan. Durasi intervalnya bervariasi. Faktor-faktor termasuk kecepatan kapal menjadi baik, sifat *heading*, perubahan jalur lainnya, dan penilaian navigator menentukan kapan posisi *Dead Reckoning* dihitung.

2. Sistem Navigasi

Sistem Navigasi adalah sistem komputasi yang membantu navigasi pada kendaraan atau kapal. Sistem ini dikendalikan melalui perangkat digital berupa *instrument* dan *software*. Navigasi *instrument* ialah seperangkat alat yang berfungsi untuk menentukan arah, letak koordinat

route, kecepatan dan keadaan medan yang dipakai untuk mempermudah melakukan penerbangan atau pelayaran, di dalam dunia transportasi baik udara maupun laut. Sedangkan pada *software* navigasi ialah suatu perangkat lunak navigasi yang digunakan di atas perairan laut khususnya navigasi laut, dengan memiliki fitur-fitur yang sebagian besar sama dengan *software* navigasi di darat. Perangkat ini menggunakan peta navigasi elektronik atau peta raster yang memberikan kemampuan pengguna untuk merencanakan rute dan mengatur titik arah, dan memiliki kemampuan pelacakan GPS langsung.

3. Proses Navigasi

Perjalan pada posisi awal untuk sampai pada suatu tujuan khususnya di perairan laut, diperlukan navigasi untuk memandu kapal dalam berlayar. Tetapi navigasi tidak secara sederhana dalam mengarahkan pergerakan dari suatu titik ke titik yang lainnya, ada proses navigasi yang secara bertahap untuk bisa memandu kapal pada lintasan jalur navigasi.

Perencanaan dalam navigasi sangat penting untuk menentukan permasalahan dalam pelayaran kapal dengan mencari solusi yang tepat untuk estimasi bahaya pada saat kapal berlayar. Maka dari itu dibutuhkan petunjuk khususnya pada perencanaan rute navigasi kapal yang disebut *Sailing Direction*.

Pelayaran merupakan kesatuan sistem yang terdiri atas angkutan di perairan, kepelabuhanan, keselamatan dan keamanan, serta perlindungan lingkungan maritim. Kewajiban seorang pelaut tentunya mengutamakan keselamatan dan keamanan pada saat kapal berlayar. *Monitoring* navigasi merupakan kapal kunci utama dalam keselamatan dan keamanan pelayaran. Berikut terdapat 2 komponen yang mengatur jalannya navigasi di perairan laut dengan mempunyai fungsi dan peran masing-masing:

a) Stasiun Darat (AIS)

Mengatur jalannya lalu lintas kapal sangat penting dalam dunia pelayaran agar setiap kapal yang berlayar dapat dikoordinasikan

dengan baik dengan kapal lainnya agar tidak terjadi kecelakaan bahaya seperti kapal kandas dan tabrakan. Stasiun darat memajemen lalu lintas pelayaran dengan berinteraksi dan menanggapi situasi perkembangan lalu lintas kapal di wilayahnya. Perangkat *hardware* yang digunakan dalam memantau lalu lintas kapal yaitu kompas, radar, *telescope*, komunikasi (terrestrial satelit). *Software* yang digunakan yaitu *ECDIS* ialah sistem informasi navigasi berbasis computer dengan menampilkan peta secara elektronik.

b) Kapal

Kapal merupakan sebuah kendaraan yang digunakan untuk membawa/mengangkut penumpang dan barang di laut. Kapal tidak bisa berlayar jika tidak menggunakan navigasi sebagai pemandu arah perjalanan dari suatu tempat ke suatu tujuan tertentu. Maka dari itu kapal harus menggunakan navigasi dengan melakukan penentuan posisi kapal untuk mengetahui lokasi kapal tersebut saat berlayar. Penentuan posisi kapal merupakan hal yang wajib dilakukan pada saat pelayaran kapal, hal tersebut dikarenakan ketika menentukan posisi kapal maka kita akan mengetahui posisi kapal kita berada pada posisi aman atau tidaknya dan mengetahui kedalaman air yang kita lalui pada saat tersebut, selain itu juga dapat menjauhi rintangan, menjauhi gosong - gosong, dan menjauhi bahaya – bahaya lainnya. Setelah itu kita bisa menentukan jalur aman pada peta dan menghindari beberapa kemungkinan yang akan mengakibatkan kapal dalam keadaan berbahaya. Berikut terdapat beberapa perangkat *positioning* kapal yang digunakan dalam navigasi pelayaran:

- 1) *Celestial Post* yaitu menetapkan posisi kapal sejajar dengan dengan bintang yang hanya diterapkan dalam interval waktu senja ketika benda langit dan cakrawala muncul secara bersamaan.
- 2) *Radio post* yaitu memancarkan sinyal non-directional yang kemudian diambil oleh antenna penerima arah yang dipasang di kapal.

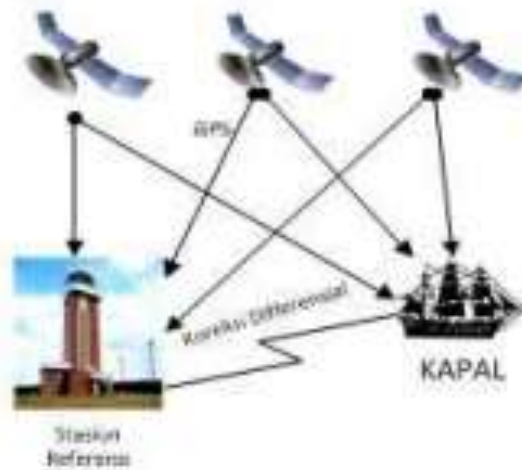
- 3) Radar menentukan posisi kapal dengan mengirimkan sinyal radio ke arah kapal dan dipantulkan atau tersebar ke berbagai arah meskipun beberapa di antaranya akan diserap dan menembus ke target.
- 4) *Satellite Post* yaitu menentukan posisi kapal dengan pengukuran jarak secara bersama-sama terhadap beberapa satelit (yang koordinatnya telah diketahui) sekaligus untuk menentukan posisi kapal di laut.

Monitoring navigasi kapal merupakan pemantauan kapal-kapal yang sedang berlayar pada lalu lintas perairan dengan menggunakan sistem pemantauan navigasi yang dipasang di kapal agar kapal secara otomatis dapat teridentifikasi posisinya secara *realtime*. Kapal yang memasang sistem *monitoring* dapat memeriksa data *history* kapal berupa cek *tracking* yaitu melihat jejak lintasan kapal beberapa waktu terakhir yang ditentukan dan dianalisis pergerakannya. *Monitoring* kapal dapat membantuantisipasi bahaya yaitu kandasnya kapal dan tabrakan kapal.

Evaluasi navigasi kapal dilakukan ketika kapal saat bernavigasi ke suatu tujuan dengan memperhatikan estimasi ubah kecepatan dan arah Kapal agar navigasi kapal dapat berjalan lancar dan tanpa hambatan. Jadi resiko dalam navigasi kapal dapat diatasi dengan baik jika di evaluasi dengan baik dan benar.

2.3. Penerapan Navigasi Laut

Perkembangan zaman dalam bidang teknologi khususnya pada sistem navigasi mulai dari konvensional hingga modern memiliki kemampuan dan penggunaan masing-masing seiring berjalannya waktu [4]. Pada dasarnya suatu proses navigasi di laut bertujuan memandu pergerakan suatu wahana laut secara benar, efektif, dan efisien, sehingga wahana laut tersebut dapat selamat tiba di tempat tujuan ataupun mampu selesai mengemban tugas.



Gambar 2.2. Penerapan navigasi pada laut.[4]

Sistem yang digunakan untuk navigasi laut menggunakan satelit navigasi dengan prinsip kerja menentukan posisi kapal dengan pengukuran jarak secara bersama-sama ke beberapa satelit dan stasiun darat secara terestrial (yang koordinatnya telah diketahui) sekaligus untuk menentukan posisi kapal di laut. Sistem penentuan posisi yang terdiri satu atau lebih konstelasi satelit dan infrastruktur augmentasi yang diperlukan untuk mendukung tujuan kegiatan berupa posisi, navigasi dan waktu yang tersedia selama 24 jam untuk pengguna seluruh di permukaan bumi yang dinamakan GNSS (*Global Navigation Satellite System*). GNSS pada navigasi laut di aplikasikan untuk melacak suatu posisi objek (kapal) saat berada ditengah laut. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi. Sinyal ini diterima dengan alat penerima (*receiver*) dan digunakan untuk menentukan letak, waktu, arah, dan kecepatan [4].

2.4. AIS (*Automatic Identification System*)

Teknologi AIS (*Automatic Identification System*) merupakan perangkat digital yang digunakan sebagai instrumen navigasi dalam pelayaran. Perangkat ini menggabungkan teknologi GPS (*Global Positioning System*), teknologi radio VHF (*Very High Frequency*), dan teknologi informasi dalam satu sistem [5]. AIS

memungkinkan pertukaran data pelayaran antara kapal dengan *base station* dan juga dengan kapal lainnya. Data tersebut antara lain:

1. Identitas Kapal (MMSI, Call Sign, dan nama Kapal)
2. Posisi kapal
3. Arah
4. ukuran dan jenis muatan kapal
5. serta informasi penting lainnya.

Teknologi AIS diinisiasi oleh *International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA)*, kemudian dikembangkan dan distandarisasi oleh *International Maritime Organization (IMO)*, *International Telecommunication Union (ITU)*, dan *International Electrotechnical Commission (IEC)* pada awal tahun 2000. Perkembangan AIS menjadi perangkat wajib bagi seluruh kapal penumpang, kapal tanker, dan kapal kargo berukuran ≥ 300 GT (*Gross Tonnage*) untuk rute pelayaran internasional dan sejak tahun 2008 AIS juga diwajibkan bagi semua kapal domestik berukuran ≥ 500 GT. Sementara AIS Kelas B yang meliputi kapal penumpang dan kapal barang non konvensi dengan ukuran paling rendah 35 GT, kapal yang berlayar antar lintas negara atau yang melakukan barter-trade atau kegiatan lain di bidang kepabeanan serta kapal penangkap ikan berukuran dengan ukuran paling rendah 60 GT [7]. Perangkat AIS diklasifikasikan ke dalam enam tipe yaitu [5]:

1. AIS Kelas A

AIS kelas A menggunakan skema akses komunikasinya menggunakan sistem *SO-TDMA (Self-organized Time Division Multiple Access)*. Daya pancaran sampai dengan 12,5 watt, menyampaikan laporannya setiap 10 detik. Laporan yang disampaikan dari AIS kelas A berupa pesan 1,2,dan 3 yang menginformasikan tentang navigasi. AIS mampu mengirimkan *IMO number*, mengirimkan ETA atau tujuan kapal, status navigasi, dapat mengirim dan menerima pesan-pesan keselamatan tertulis / dan juga pesan-pesan biner. AIS kelas A harus dapat informasi *Rate of turn* kapal, dan mengirim sarat kapal (*maximum present static draught*). AIS kelas A

digunakan pada kapal penumpang, kapal tanker, dan kapal kargo berukuran minimal $\geq 300 GT$.

2. AIS Kelas B

AIS kelas B menggunakan skema akses komunikasi sistem CS-TDMA (*Carrier-sense Time Division Multiple Access*). Daya pancaran hanya 2 watt, menyampaikan laporan setiap 30 detik, tidak mengirimkan IMO number, tidak mengirimkkan ETA atau tujuan kapal, serta tidak mengirimkan status navigasi. Hanya bisa menerima pesan keselamatan tertulis dan pesan-pesan biner. AIS kelas B tidak harus mengirimkan informasi *Rate of turn* kapal, dan mengirimkan sarat kapal (*maximum present static draught*). AIS kelas B digunakan untuk kapal nelayan khususnya kapal penangkap ikan berukuran minimal $\geq 35 GT$.

Tabel 2.1 Perbedaan AIS kelas A dan Kelas B [5].

Deskripsi	AIS Kelas A	AIS kelas B
Skema akses komunikasi	SO-TDMA (<i>Akses Beberapa Divisi Waktu yang Diatur Sendiri</i>)	CS-TDMA (<i>Carrier-sense Time Division Multiple Access</i>)
Daya Pancar	12,5 watt	2 watt
Menyampaikan laporan	10 detik	30 detik
Mengirimkan nomor IMO	Ya	Tidak
Mengirim ETA / tujuan kapal	Ya	Tidak
Mengirimkan status navigasi	Ya	Tidak
Pesan Tertulis	dapat mengirim dan menerima (dua arah)	Hanya menerima (satu arah)
Pesan-pesan biner	dapat mengirim dan menerima (dua arah)	Hanya menerima (satu arah)
Informasi tingkat giliran kapal	Harus	Tidak Harus
Mengirim sarat kapal (konsep statis hadir maksimum)	Harus	Tidak Harus

3. Base Station

Menyediakan manajemen kanal AIS, pesan teks, sinkronisasi waktu, informasi meteorologi atau hidrologi, informasi navigasi, atau posisi kapal lain. Base station juga termasuk sebagai pemantau dalam pergerakan kapal, lebih tepatnya pada manajemen lalu lintas kapal. Biasanya *base station* pada AIS melaporkan (pesan 4) setiap sepuluh detik. Pesan 4 dalam AIS *message* menjelaskan bahwa jenis pesan dari AIS memberikan informasi tentang laporan posisi, waktu dan tempat yang digunakan untuk menunjukkan suatu

keberadaan *base station*. Pesan 4 berfungsi sebagai referensi kapal lain. Stasiun ini biasanya dioperasikan oleh lembaga otoritas yang bertanggung jawab di wilayah tersebut.

4. AtoN (*Aids to Navigation*)

AtoN adalah segala jenis tanda navigasi yang membantu pelaut dalam bernavigasi melewati jalur aman kapal saat berada di perairan terbatas atau berbahaya. Secara umum AtoN adalah pelampung dan suar, tetapi juga termasuk mercusuar, kapal penerangan, *RACON*, sinyal kabut, suar arah, radio, dan lampu jangkauan.

5. SART (*Search and Rescue Transponder*)

SART atau *Search and Rescue Transponder* adalah peralatan yang sangat penting di kapal karena alat ini berfungsi sebagai petugas sinyal. Ini adalah mesin vital selama kesulitan karena membantu menemukan posisi kapal jika keluar jalur. SART terbuat dari komponen tahan air yang melindunginya dari kerusakan oleh air.

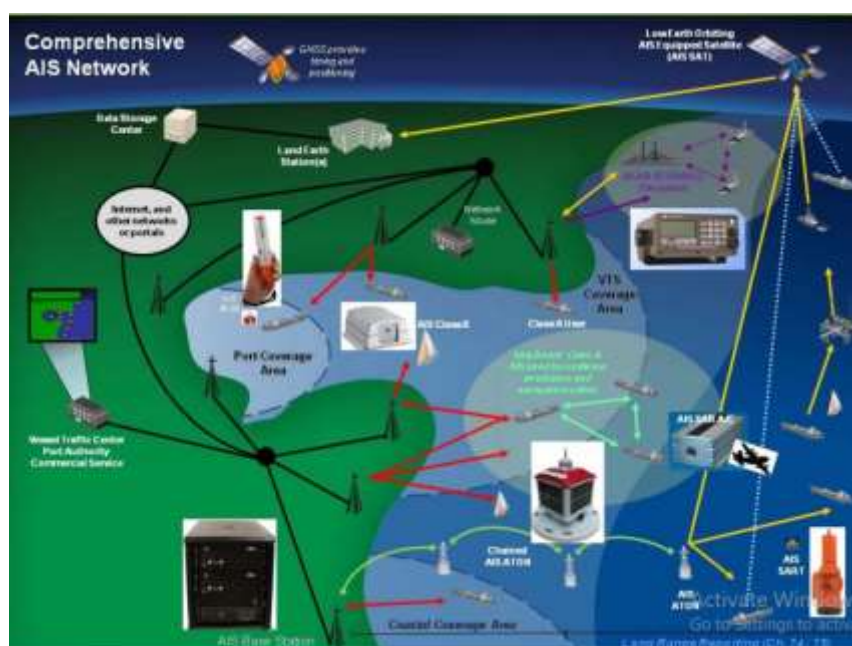
SART pada dasarnya dioperasikan dengan baterai, karenanya dapat beroperasi untuk waktu yang lama. SART digunakan di kapal, sekoci, dan *liferaft*. Mereka adalah mesin yang paling mendukung jika terjadi keadaan darurat yang belum pernah terjadi sebelumnya. SART dirancang untuk tetap mengapung di atas air untuk waktu yang lama seandainya kapal tersebut tenggelam dalam air.

6. *Specialist AIS Transponder*.

AIS Transponder merupakan alat perangkat keras yang digunakan untuk menentukan posisi, kecepatan, dan jalurnya sendiri dengan menggunakan bantuan *GPS receiver*. Informasi ini dikombinasikan dengan informasi navigasi penting lainnya dan secara otomatis dikomunikasikan antara pembuluh AIS dilengkapi tanpa interaksi pengguna.

Transponder AIS di kapal lain dan stasiun pantai menerima informasi lokasi dan identitas kapal dan menggunakannya untuk membuat tampilan

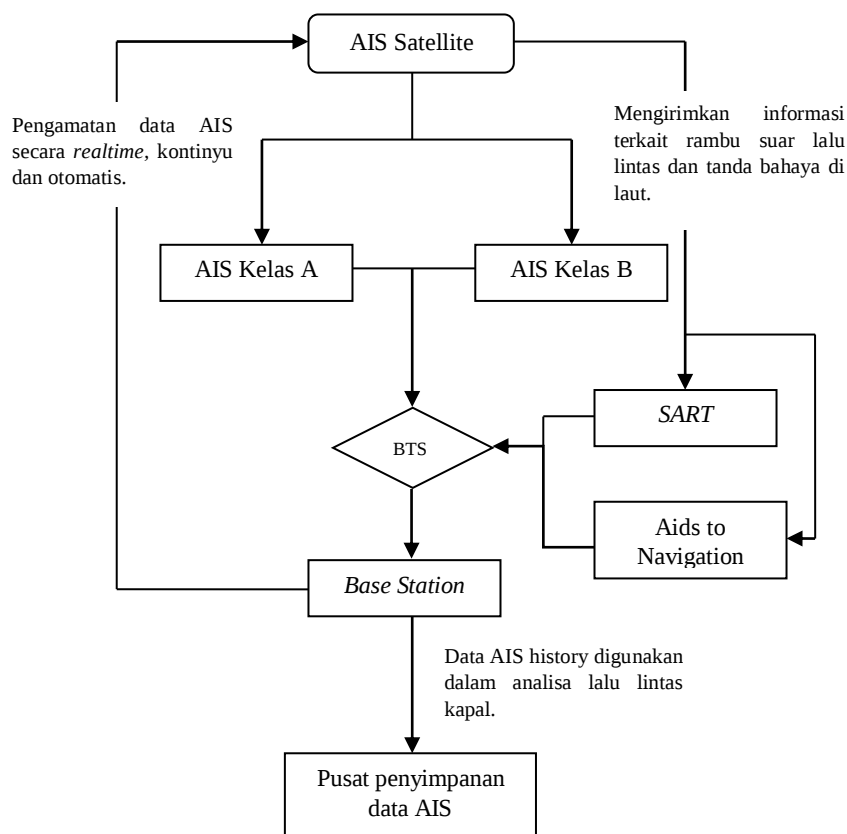
grafis langsung dari lalu lintas di area tersebut. *Transponder* dapat dihubungkan ke berbagai jenis diagram plotter atau perangkat lunak diagram PC untuk memberikan tampilan posisi kapal jenis radar. AIS tidak memerlukan radar, tetapi dapat menawarkan kemampuan serupa dan bahkan meningkatkan citra radar jika radar telah dipasang ke kapal. Jangkauan atau jangkauan sistem ini mirip dengan radio VHF. Sistem ini juga memiliki keuntungan bahwa sinyal radio VHF akan bergerak mengikuti sekitar kelengkungan bumi dan pulau sehingga memberikan jangkauan yang lebih baik daripada radar atau meningkatkan gambaran radar bila digunakan bersama.



Gambar 2.3. Representasi dari jaringan sistem AIS [6].

Sistem jaringan AIS secara sederhana konsepnya hampir sama dengan penggunaan GPS. Tetapi AIS tidak bekerja sendiri, melainkan ada beberapa teknologi yang membantu AIS dalam *monitoring* kapal. Data posisi GPS pada sebuah kapal dimasukkan ke dalam sistem AIS di kapal kemudian bersama informasi kapal lainnya dikirim ke *base station* AIS untuk selanjutnya diolah dan ditampilkan pada monitor bersama dengan kapal-kapal lainnya, data AIS yang diterima oleh *base station* melalui perantara BTS (*Base Transceiver Station*) AIS yang terletak sepanjang garis pantai hingga sampai menuju ke VTS (*Vessel*

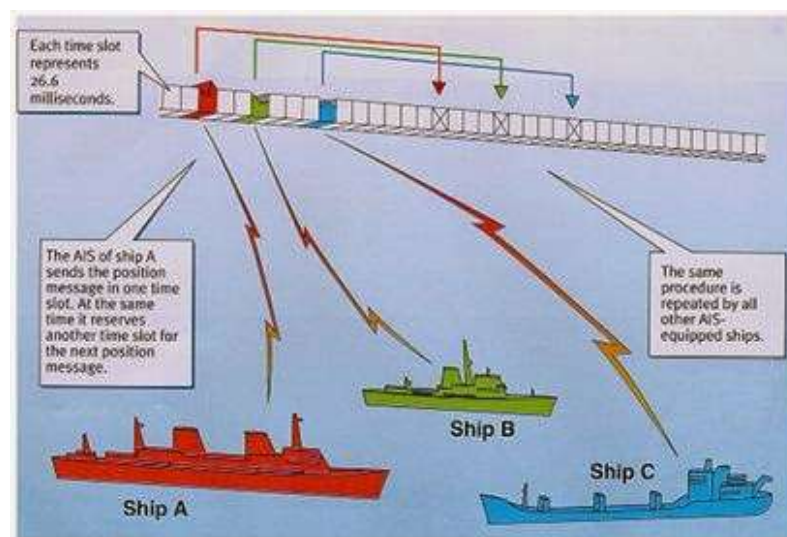
Traffic Service) sebagai referensi *base station* AIS yang bersifat statis dan sudah diketahui koordinat dan koreksinya ketelitian posisi antara AIS kapal dan *base station*. Ketika kapal sedang melintas dalam area AIS *base station* maka kapal tersebut secara otomatis mengirimkan sinyal ke *base station* dan dapat menerima kembali sinyal AIS ke kapal tersebut. Beberapa perangkat yang termasuk dalam sistem AIS, seperti AtoN, SART, AIS Class A, AIS Class B, mempunyai fungsi dan peranan masing-masing dalam membantu AIS *memonitoring* navigasi kapal, dan juga sistem perangkat AIS tersebut sudah terhubung secara otomatis sehingga kapal dapat di lacak dengan efektif dan efisien [6].



Gambar 2.4. Diagram Alir jaringan sistem AIS [6].

Gambar diagram alir di atas merupakan prinsip kerja AIS yang tidak bekerja sendiri, melainkan berintegrasi dengan beberapa perangkat lainnya. AIS kapal dapat diidentifikasi dan ditemukan dengan menggunakan sistem pertukaran informasi data kapal secara elektronik dengan kapal lain di dekatnya, melalui BTS

(Base Transceiver Station) AIS sebagai penangkap sinyal yang dikirimkan dari sinyal AIS kapal yang berada di tengah laut, lalu satelit mengirimkan dan menerima kembali informasi dari *base station*, AIS kapal, dan pendukung lainnya seperti SART yang digunakan untuk menemukan lokasi kapal yang sedang dalam keadaan berbahaya, serta AtoN sebagai penanda yang membantu nahkoda kapal dalam navigasi. Jenis dari alat bantu AtoN yaitu mercusuar, pelampung, sinyal kabut, dan lain-lain. Sistem perangkat dari AIS bekerja secara kontinu dan *realtime*, sehingga pergerakan kapal-kapal di laut dapat dimonitoring dengan AIS secara otomatis. Data AIS yang telah direkam secara *realtime* selanjutnya akan menjadi data *history* guna untuk melihat jejak aktivitas kapal dalam beberapa waktu terakhir yang tertentu [6].



Gambar 2.5. Pembagian slot TDMA pada sistem AIS [8].

Gambar di atas memperlihatkan sistem komunikasi data yang dibangun antar pengguna AIS dengan menggunakan teknologi TDMA (*Time Division Multiple Access*) [8]. Sistem ini melakukan komunikasi dengan memanfaatkan saluran frekuensi yang sama tetapi menggunakan slot waktu yang berbeda. AIS bekerja secara otomatis dan kontinu menerima dan mengirimkan sinyal informasi statusnya dengan menggunakan sistem TDMA untuk membagi frekuensi VHF yang digunakan dalam slot waktu tertentu.

TDMA melakukan komunikasi ini dengan menggunakan dua alokasi frekuensi khusus AIS yaitu 161,975 MHz (AIS kanal-1 atau kanal 87B) dan 162,025 MHz (AIS kanal-2 atau kanal 88B). Komunikasi di antara perangkat AIS menggunakan protokol TDMA (*Time Division Multiple Access*) yang telah ditetapkan oleh ITU-R (2014). Protokol TDMA mengatur penggunaan kanal VHF dengan membagi masing-masing kanal menjadi 2250 *time slot* per menit. Setiap *time slot* hanya dapat digunakan selama 25,6 milidetik untuk mentransmisikan AIS *message*. Transmisi data AIS pada umumnya hanya mengirimkan beberapa pesan dari keseluruhan jenis AIS *message*, sebelum pesan AIS dikirim, pesan AIS harus di *encoding* terlebih dahulu dengan kode NRZ-I (*Non Return to Zero Inverted*) yaitu suatu kode transisi (*low* ke *high* atau *high* ke *low*) pada awal suatu *bit time* akan dikenal sebagai *binary* '1' untuk *bit time* tersebut, untuk yang tidak ada transisi berarti *binary* '0', sehingga NRZ-I merupakan salah satu contoh dari differensial *encoding*. Pesan AIS dikirim menggunakan modulasi GMSK (*Gaussian Minimum Shift Keying*) adalah salah satu teknik modulasi yang melewati sinyal informasi pada *Gaussian Low-Pass Filter* sebelum proses modulasi sinyal menggunakan modulator MSK (*Minimum Frequency shift Keying*), filter LPF (*Low Pass Filter*) ini berguna untuk mengurangi atau menghilangkan *upper side lobe* pada *spectrum* sinyalnya. Sinyal hasil dari filter ini akan memiliki bentuk lebih tajam, mengubah sinyal NRZ yang tidak kontinu menjadi sinyal kontinu. Pembagian kanal VHF ini diilustrasikan pada Gambar 2.4 (IALA, 2016) [6].

TDMA memiliki cara kerja dalam mengatur waktu slot pengiriman pesan AIS. Transponder mengalokasikan informasi ke dalam slot waktu dalam tiga mode berbeda. Mode pertama, "*Autonomous and Continuous Mode*", secara otonom menetapkan slot yang dipancarkannya. Jika *transponder* mendeteksi ada transmisi lain dalam slot yang sama, yaitu interferensi, maka akan mengubah slotnya. Dalam mode kedua, "*Assigned Mode*", *base station* akan melakukan semua transmisi AIS dalam suatu area dan akan mengalokasikan slot ke transponder individu. Mode terakhir, adalah "*Polling Mode*" yaitu transponder AIS hanya mengirimkan informasi setiap kali diinterogasi oleh *transponder* resmi.

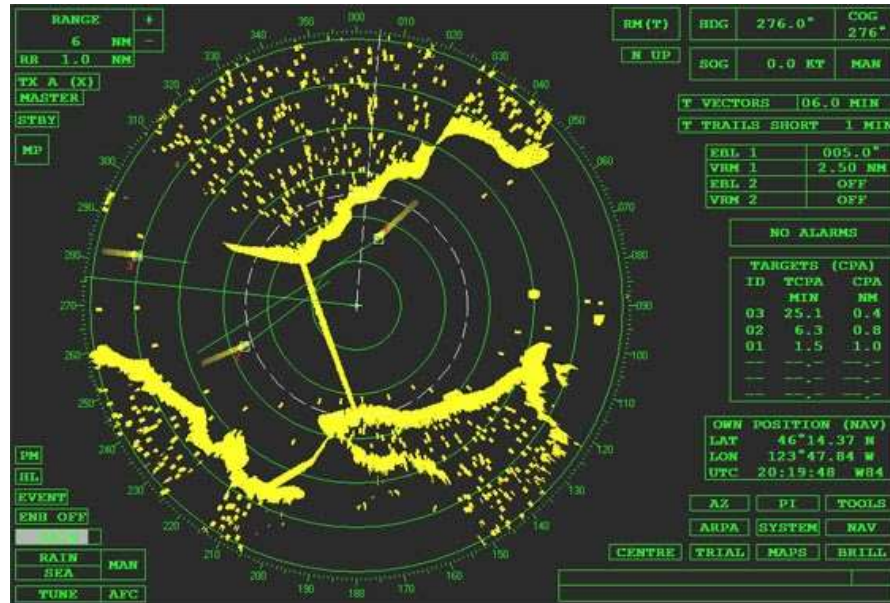
2.5. *Marine RADAR / RADAR Laut*

Radar (*Radio Detection and Ranging*) merupakan sistem gelombang elektromagnetik yang digunakan untuk mendeteksi, mengukur jarak, sudut *heading*, dan membuat *map* benda-benda seperti pesawat terbang, kapal dan kendaraan bermotor dan informasi cuaca. Gelombang radio yang dipancarkan dari suatu benda dapat ditangkap oleh radar kemudian dianalisa untuk mengetahui lokasi dan bahkan jenis benda tersebut. Walaupun sinyal yang diterima relatif lemah, namun radar dapat dengan mudah mendeteksi dan memperkuat sinyal tersebut.

Radar akan menerima pantulan, atau gema, dari segala sesuatu dalam jangkauan maksimum sistem. Kisaran maksimum radar tergantung pada frekuensi, dan intensitas (*power*), tetapi juga ketinggian radar di atas permukaan laut dan kondisi atmosfer. Hal ini karena batas kisaran atas tertahan oleh lengkungan bumi, dan tergantung dengan panjang gelombangnya yang mungkin membengkok saat berinteraksi dengan atmosfer dalam kondisi khusus[9],[10].

Karena keamanan oleh redundansi, setiap kapal yang lebih besar dari 3000 *gross tonnage (GT)* diwajibkan oleh *International Maritime Organization (IMO)* akan dilengkapi dengan dua radar independen. Salah satunya pasti *X-band* radar ($\lambda \approx 3 \text{ cm.}$, $\nu \approx 9,4 \text{ GHz}$), dan radar lainnya sering dipilih sebagai radar *S-band* ($\lambda \approx 10 \text{ cm.}$, $\nu \approx 3 \text{ GHz}$) [11]. Pada radar *X-band* memancarkan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang lebih pendek daripada radar *S-band*, keduanya mencapai citra radar dengan resolusi lebih besar. Sisi negatifnya adalah keduanya, *X-band* menerima lebih banyak pantulan dari laut dan dari curah hujan daripada radar *S-band* dan karenanya, *X-band* menerima lebih banyak gangguan. Radar *X-band* dengan *wave length* yang lebih kecil akan memiliki kecepatan dan sensitivitas yang sangat cocok untuk menangkap target yang lebih kecil disekitar kapal. Ketika memasuki daerah lepas pantai atau di perairan yang ramai, *X-band* sangat cocok digunakan untuk mendeteksi target-target yang disekitarnya saja. *S-band* dengan memiliki *wavelength* yang lebih besar dari *X-*

band sangat cocok digunakan untuk observasi objek target ataupun cuaca yang berkabut dengan jarak jauh [9],[12].



Gambar 2.5. Tampilan pada layer Radar navigasi pelayaran. [9]

Gambar diatas merupakan tampilan pada *layer* RADAR navigasi pelayaran. Terdapat beberapa *Menu bar* yang berisikan fungsi dan perintah dari *layer* RADAR tersebut. Berikut penjelasan fungsi-fungsi dari istilah yang terdapat pada gambar diatas :

- 1) *GAIN*: pengatur tampilan pada radar terhadap sensitivitas radar dalam mendeteksi objek yang ada.
- 2) *RAIN*: anti clutter yang berfungsi untuk mengurangi efek dari cuaca berupa awan dan hujan. Dengan instrument rain ini, gambaran yang lebih jelas akan didapatkan karena variabel yang tidak dibutuhkan seperti awan atau hujan akan dihilangkan.
- 3) *SEA*: anti *clutter* yang digunakan untuk mengurangi efek cuaca dari ombak atau gelombang, sehingga layar radar akan lebih jelas menampilkan objek-objek yang diperlukan.
- 4) *Presentation mode*: Terdapat dua mode, yang pertama adalah *north up* yaitu pengatur yang umumnya memberi tampilan pada radar yang selalu

mengarah ke utara atau 0° . Kedua adalah *course up* yang memberi tampilan pada radar yang mengarah pada arah haluan kapal dengan letak sebenarnya.

- 5) *HEADING*: haluan kapal.
- 6) *SPEED OVER GROUND*: monitor yang menunjukkan kecepatan kapal tanpa dipengaruhi oleh arus seolah-olah kapal berjalan diatas daratan.
- 7) *SPEED THROUGH THE WATER*: figur yang menunjukkan kecepatan kapal sebenarnya yang sudah dipengaruhi arus.
- 8) *SKALA*: *adjuster* pada radar untuk mengatur luasnya area deteksi radar.
- 9) *VECTOR MODE*: ada dua jenis *vector mode*. Pertama, *mode relative vector*, pengaturan ini menampilkan garis yang menggambarkan arah dan kecepatan dari target yang berubah-ubah, menyesuaikan arah dan kecepatan kapal kita. Dalam hal ini radar dapat menunjukkan tentang arah kapal target akan melewati haluan atau buritan kapal, jika kapal target lebih cepat dari kapal kita maka, target akan melewati haluan kapal jika lebih lambat maka akan melewati buritan. Kedua adalah *True vector* yang merupakan garis yang menggambarkan arah dan kecepatan dari target kepada utara sejati.
- 10) *RELATIVE MOTION*: menggambarkan pergerakan dari target atau kapal kita sendiri berdasarkan kecepatan arah haluan. Lalu untuk *relative motion* kapal target bergerak sedangkan kapal kita tetap diam.
- 11) *TRUE MOTION*: menggambarkan pergerakan sejati dari target atau kapal kita, saat semua kapal dan target yang bergerak maka akan bergerak sesuai di tampilan layar RADAR, hanya target yang tetap/diam juga akan tetap diam di tampilan layar RADAR. *True motion* ini dapat dipengaruhi oleh arus, inilah yang membedakan *true motion* dan *relative motion*.
- 12) *TX A (X)*: penanda jenis radar yang sedang digunakan dalam hal ini radar yang sedang digunakan adalah radar *X band* yang ditandai dengan huruf “(X)”.
13) *OWN POSITION*: monitor radar yang menunjukkan lintang dan bujur kapal berdasarkan GPS.

2.6. ENC (*Electronic Navigation Chart*)

Pengertian ENC berisikan data digital sesuai standar Spesifikasi ENC IHO S-57 yang menyimpan seluruh objek-objek yang relevan yang telah dipetakan untuk keperluan keselamatan navigasi seperti ; garis pantai, kedalaman, SBNP, dan lain lain [13]. Terdapat beberapa sifat ENC menurut [14] beberapa sifat yang dimiliki ENC adalah :

1. Isi ENC didasarkan pada data survei yang relevan bersumber dari kantor hidrografi atau data yang ditampilkan dalam peta kertas resmi.
2. ENC disusun dan dikodekan sesuai dengan standar internasional yang ditetapkan oleh IHO
3. ENC hanya dikeluarkan oleh atau atas kewenangan Pemerintah, Kantor Hidrografi resmi atau instansi pemerintah terkait lainnya.
4. ENC secara teratur diperbaharui dengan informasi terbaru resmi yang didistribusikan secara digital.

Dalam ENC ada yang dinamakan Batas ENC *Cell*, yaitu harus ditentukan oleh setiap kantor hidrografi yang bersangkutan, batas dapat disesuaikan dengan peta kertas atau membuat batas baru. Spesifikasi produksi ENC lampiran B S-57, menyatakan bahwa batas geografis sebuah *cell* ditentukan oleh produsen ENC yang bersangkutan. Berkas *dataset* hasil akhir dari pembuat harus tidak melebihi 5 *megabyte* dan tidak terlalu kecil agar tidak banyak nomor *cell* yang dipakai. Selain itu, bentuk format dalam batas *cell* harus persegi empat, dengan begitu data yang diliput dapat berbentuk [15]. Area yang sama dan objek *ENC Cell* dapat digunakan untuk representasi yang berbeda dalam berbagai penggunaan atau tema navigasi. Hal tersebut menjelaskan bahwa data dikirimkan kepada pengguna dikelompokkan dalam tujuan penggunaan sesuai dengan tujuan navigasi pelaut tergantung dengan situasi. Menurut [15] berdasarkan atas tujuan peruntukan navigasi (*navigational purpose*), *ENC* dibuat menjadi 1 (satu) *band* dari 6 (enam) *usage band* yang ada, yaitu *Overview*, *General*, *Coastal*, *Approach*, *Harbour*, dan *Berthing*. Setiap produsen *ENC* harus bertanggung jawab untuk menetapkan tujuan navigasi ke *cell* tertentu.



Gambar 2.7. ENC pada sistem monitoring AIS.

Sumber : <http://www.marinetraffic.org/ais-live/>

Keterangan dari gambar diatas yaitu ENC berbasis WebGIS menjelaskan sistem *monitoring* navigasi kapal, terdapat simbol-simbol dan batas-batas serta garis yang melintas di perairan laut. Mulai dari batas-batas area yang berwarna oranye melambangkan wilayah daratan dan warna biru melambangkan wilayah laut. Sedangkan pada lautan terdapat garis-garis kontur dan angka yang menunjukkan informasi kedalaman laut. Pada garis tebal warna biru tua menjelaskan tentang lintasan atau *tracking* dari pergerakan navigasi kapal, dan simbol yang berbentuk segitiga lancip tersebut ialah sebuah kapal yang sedang melintas di area perairan dan juga ada identitas nama dari kapal tersebut. Contoh pada gambar di atas terdapat beberapa pergerakan kapal-kapal yang melintas dengan nama identitas kapal yaitu PELAGOS, GREAT EAST, SPIRIT OF ZOPILOTE, EVERLAST, M/Y CARPE DIEM, dan lain-lain.

2.7. Organisasi Terkait AIS (*Automatic Identification System*)

2.7.1. *International Maritime Organization (IMO)*

International Maritime Organization (IMO) adalah badan khusus PBB yang bertanggung jawab untuk langkah-langkah untuk meningkatkan keselamatan dan keamanan pelayaran internasional dan menerbitkan sebuah resolusi IMO MSC.74(69) yaitu rekomendasi standar kinerja untuk sistem identifikasi otomatis kapal universal. Standar ini mendefinisikan persyaratan kinerja dasar untuk peralatan AIS, dan digunakan *International Telecommunication Union (ITU)* dan *International Electrotechnical Commission (IEC)* dalam mengembangkan standar teknis dan pengujian.

2.7.2. *International Association of Maritime Aids to Navigation and Lighthouse Authorities (IALA)*

IALA (*International Association on Lighthouse Authorities*) yaitu suatu badan internasional yang berwenang mengatur tentang suar dan pelampungan, IALA Merupakan suatu badan non pemerintah yang bersama para wakil dari negara – negara penyelenggara Sarana Bantu Navigasi Pelayaran untuk saling menukar informasi dan merekomendasikan improvisasi – improvisasi untuk Sarana Bantu Navigasi Pelayaran Berdasarkan teknologi terkini. Informasi tentang penggunaan AIS oleh Otoritas disediakan dalam edisi terbaru dari Manual VTS IALA, Rekomendasi IALA V-128 Edisi.3 Juni 2007, tentang Persyaratan Kinerja Operasional dan Teknis untuk VTS khususnya mengidentifikasi teknis persyaratan untuk AIS di pusat VTS.

2.7.3. *International Telecommunication Union (ITU)*

International Telecommunication Union adalah sebuah organisasi internasional yang didirikan untuk membakukan dan meregulasi radio internasional dan telekomunikasi. ITU didirikan sebagai *International Telegraph Union* di Paris pada tanggal 17 Mei 1865. Tujuan utamanya

meliputi standardisasi, pengalokasian spektrum radio, dan mengorganisasikan perjanjian rangkaian interkoneksi antara negara-negara berbeda untuk memungkinkan panggilan telepon internasional. Pada Penggunaan AIS, *monitoring* navigasi kapal pelayaran merekomendasikan ITU-R M.1371-1 tentang karakteristik teknis untuk kapal AIS *universal* menggunakan *time division multiple access* di Pita seluler maritim VHF.

2.7.4. *International Electrotechnical Commission (IEC)*

IEC adalah organisasi standardisasi internasional yang menyusun dan menerbitkan standar-standar internasional untuk seluruh bidang elektrik, elektronik dan teknologi yang terkait atau bidang teknologi elektro (*electrotechnology*). Tujuan dari didirikannya IEC adalah standardisasi untuk teknologi elektrik, elektronik dan yang terkait dengannya. Pada spesifikasi standar AIS IEC 62320-1: 2015 (E) menentukan persyaratan operasional dan kinerja minimum, metode pengujian dan hasil pengujian yang diperlukan untuk Stasiun Basis AIS, kompatibel dengan standar kinerja yang diadopsi oleh Resolusi IMO MSC.74 (69), Universal AIS. Ini menggabungkan karakteristik teknis dari peralatan AIS stasiun tetap non-kapal, termasuk dalam rekomendasi ITU-R M.1371 dan Rekomendasi IALA A-124. Jika berlaku, itu juga memperhitungkan Peraturan Radio ITU. Standar ini mempertimbangkan standar internasional IEC terkait lainnya dan standar nasional yang berlaku.

2.8. Peraturan Terkait AIS

Tabel 2.2 Peraturan SOLAS seputar AIS [16].

Peraturan	Isi
SOLAS BAB V Peraturan 19 tentang “Persyaratan pengangkutan untuk navigasi lintas kapal sistem dan peralatan”.	1. penerima untuk sistem satelit navigasi global atau sistem navigasi radio terestrial, atau cara lain, yang sesuai untuk digunakan sepanjang waktu selama perjalanan yang dimaksudkan untuk menetapkan dan memperbarui posisi kapal secara otomatis. (Pasal 2.1.6) 2. Semua kapal dengan 300 tonase kotor ke atas yang terlibat dalam pelayaran internasional pelayaran dan kapal kargo seberat 500 tonase kotor ke atas yang tidak dilibatkan pelayaran internasional dan kapal penumpang terlepas dari ukurannya harus dipasang dengan sistem identifikasi otomatis (<i>AIS</i>). (Pasal 2.4) 3. AIS harus: a) menyediakan secara otomatis ke stasiun pantai yang dilengkapi dengan tepat, lainnya informasi kapal dan pesawat, termasuk identitas kapal, jenis, posisi, jalur, kecepatan, status navigasi, dan terkait keselamatan lainnya informasi;

	b) menerima secara otomatis informasi semacam itu dari kapal yang dipasang serupa; c) memantau dan melacak kapal; dan d) bertukar data dengan fasilitas berbasis pantai; e) Persyaratan paragraph (2.4.5) tidak akan diterapkan untuk kasus di mana perjanjian, aturan atau standar internasional mengatur perlindungan informasi navigasi; dan f) <i>AIS</i> harus dioperasikan dengan memperhatikan pedoman yang diadopsi oleh organisasi. (Pasal 2.4.5)
--	---

Pada IMO terdapat 10 resolusi IMO standar spesifikasi dan pedoman yang berkaitan dengan AIS. Resolusi IMO digunakan untuk mengatur dan mendeskripsikan beberapa hal tentang kebijakan dalam penggunaan AIS. Sebagian 10 besar Resolusi IMO mengkaitkan pada AIS. Berikut beberapa penjelasannya:

a. Resolusi IMO MSC.74 (69)

Resolusi ini menjelaskan rekomendasi standar kinerja untuk AIS (*Automatic Identification System*) Kapal Universal. Standar ini mendefinisikan persyaratan kinerja dasar untuk peralatan AIS, dan digunakan oleh *International Telecommunications Union* dan *International Electrotechnical Commission* dalam mengembangkan standar teknis dan pengujian.

b. Resolusi IMO A.1106 (29)

Pedoman revisi ini untuk Penggunaan Operasional *Onboard* dari AIS (*Automatic Identification System*) Kapal. Panduan 17 halaman ini, yang menggantikan Resolusi IMO A.956 (23) dan A.917 (22), menyediakan dan mempromosikan penggunaan AIS yang aman dan efektif, khususnya menginformasikan pelaut tentang penggunaan operasional, batasan dan potensi penggunaan AIS. Akibatnya, dan per 33 CFR 164.46 (a), AIS harus dioperasikan dengan mempertimbangkan pedoman ini.

c. Resolusi IMO MSC.347 (91)

Rekomendasi untuk Perlindungan Tautan Data AIS VHF yang merekomendasikan bahwa: perangkat apa pun yang memancarkan pada saluran radio yang dialokasikan untuk AIS, harus memenuhi persyaratan yang sesuai dari Rekomendasi ITU-R M.1371; bahwa semua perangkat transmisi tersebut harus disetujui oleh Administrasi; dan, bahwa Administrasi harus mengambil langkah-langkah yang diperlukan untuk memastikan integritas saluran radio yang digunakan untuk AIS di perairan mereka. Menggantikan Resolusi IMO MSC.140 (76).

d. IMO *Marine Safety Circular* 1252

Pedoman Pengujian Tahunan dari *Automatic Identification System* (AIS) (*Unified Interpretation*). Meskipun pengujian tahunan AIS saat ini tidak diwajibkan di Amerika Serikat, kapal yang dilengkapi AIS yang melakukan navigasi internasional harus mematuhi Peraturan SOLAS V / 18.9 dan Pedoman ini. Tidak melakukan hal tersebut dapat mempengaruhi masuknya kapal ke pelabuhan asing dan mungkin dikenakan tindakan lain. Pengguna AIS domestik didorong untuk menguji AIS mereka secara teratur. Untuk membantu pengguna dalam melakukannya, *US Coast Guard*, *Federal Communications Commission (FCC) Wireless Bureau*, dan *Radio Technical Commission for Maritime Services (RTCM)* telah berkolaborasi dalam *USCG AIS Inspection Checklist* ini; yang mencerminkan sebagian besar dari apa yang Edaran ini, tetapi, juga memperhitungkan persyaratan AIS AS dan Panduan *Encoding USCG AIS*.

e. IMO *Marine Safety Circular* 1473

Pedoman ini menjelaskan kebijakan penggunaan AIS *AIDS* pada navigasi.

f. *IMO Safety of Navigation Circular 227*

Pedoman instalasi AIS (*Automatic Identification System*) kapal. Panduan 14 halaman ini, disiapkan oleh *IALA (Asosiasi Internasional Otoritas Lighthouse)* dan diadopsi oleh Organisasi Maritim Internasional (IMO), berisi panduan untuk produsen, pemasang, pekarangan, pemasok, dan surveyor kapal. *IMO Safety of Navigation Circular 245* mengubah pedoman ini untuk merekomendasikan bahwa AIS dapat dihubungkan melalui satu daya yang tidak terputus. Tidak ada surat edaran yang dimaksudkan untuk menggantikan dokumentasi yang disediakan oleh pabrikan. Catatan di Amerika Serikat, Standar Instalasi *National Marine Electronics Association (NMEA) 0400-3.10* dapat diandalkan sebagai pengganti surat edaran IMO ini.

g. *IMO Safety of Navigation Circular 244*

Memberikan panduan tentang penggunaan UN / LOCODE (saat dalam pelayaran Internasional) di Bidang Tujuan di pesan AIS.

h. *IMO Safety of Navigation Circular 243 / Rev.1*

Perubahan pedoman untuk penyajian simbol, syarat, dan singkatan yang berkaitan dengan navigasi.

i. *IMO Safety of Navigation Circular 289*

Panduan penggunaan pesan khusus aplikasi AIS (ASM). Daftar ASM yang digunakan di seluruh dunia dapat ditemukan di Koleksi *IALA-AISM ASM*.

j. *IMO Safety of Navigation Circular 290*

Panduan penyajian dan penampilan informasi pesan khusus aplikasi AIS (ASM).