

# “TEKNOLOGI”

*Jurnal Ilmu - Ilmu Teknik dan Sains*  
Volume 11 No .1 April 2014

---

## **Penanggung Jawab**

Dekan Fakultas Teknik  
Universitas Pattimura

## **Penerbit**

Fakultas Teknik  
Universitas Pattimura

## **Ketua Dewan Redaksi**

Pieter Th. Berhиту ST. MT

## **Penyunting Pelaksana**

Max Rumaherang, ST., MS.Eng., Ph.D  
Jonny Latuny, ST., M.Eng., Ph.D  
Danny S. Pelupessy, ST., M.Eng

## **Penyunting Ahli**

Prof. Dr. Ir. Sutanto Soehodho, M.Eng  
Prof. Ir. Harsono T., MSIE, Ph.D  
Prof. Dr. Ir. N. V. Huliselan, M.Sc  
Prof. Dr. Ir H Manalip, M.Sc., DEA  
Prof. Aryadi Suwono  
Dr. H. Soefyan Tsauri, M.Sc., APU  
Dr. Ir. A. A Masroeri, M. Eng  
Dr. Ir. Wisnu Wardhana, M.Sc., SE  
Dr. M. K. J Norimarna, M.Sc  
Ir. R. G. Wattimury, M.Eng

## **Sekretariat Redaksi**

Fakultas Teknik Universitas Pattimura  
Jln Ir. M. Putuhena - Poka Ambon  
e-mail: [teknologi@mail.unpatti.ac.id](mailto:teknologi@mail.unpatti.ac.id)  
www: <http://paparisa.unpatti.ac.id/paperrepo>

**APLIKASI DATA AIS DIDUKUNG DATA GIS  
UNTUK MEMONITOR KEBUTUHAN KONSUMSI BAHAN BAKAR DI KAPAL  
(STUDI KASUS: KAWASAN SELAT MADURA, INDONESIA)**

**Latuhorte Wattimury<sup>\*)</sup>**

**Abstrak**

Untuk memonitor kondisi suatu kapal, IMO (*International Maritime Organization*) telah menetapkan aturan untuk setiap kapal dengan bobot diatas 300 GT (*Gross Tonnage*) wajib memiliki kelengkapan system navigasi AIS (*Automatic Identification System*). Dalam pengoperasian suatu kapal, bahan bakar merupakan salah satu kebutuhan dengan estimasi biaya terbesar dibanding kebutuhan lainnya. Hal ini memungkinkan terjadi transaksi minyak ilegal di tengah laut. Penelitian ini membahas cara mengoptimalkan data AIS didukung data GIS untuk mengontrol konsumsi bahan bakar di kapal. Kapal yang digunakan, LCT. Bintang Samudra 01 dan 02 yang beroperasi di lokasi Selat Madura dan dapat dideteksi melalui AIS stasiun Lab. Keandalan Fakultas Kelautan ITS. Dari data AIS diperoleh MMSI (*Maritime Mobile Service Identity*). MMSI ini diproses melalui *shipping* database kapal di internet, diperoleh IMO number, sebagai data base parameter besar GT (*Gross Tonnage*) setiap kapal. Dengan Metode Trozzi et al, untuk 3 kondisi operasional kapal; *cruising*, *maneuvering* dan *hotelling*, dapat diestimasi konsumsi bahan bakar pada (*Landing Craft Tank*) LCT. Bintang samudra 01 dan 02, sebesar; 2,11 Ton/Hari dan 2,587 Ton / Hari . Data aktual konsumsi bahan bakar kedua kapal tersebut ; 2,06 Ton/Hari dan 2,5 Ton/Hari,. Hasil verifikasi memperlihatkan selisi eror hasil perhitungan antara penggunaan metode Trozzi,et.al dan besar konsumsi aktual bahan bakar di kapal sebesar 2,43 % untuk Bintang Samudra 01 dan 3,48 % untuk Bintang Samudra 02. Hasil ini merupakan acuan pembuatan web kontrol konsumsi bahan bakar, berbasis internet secara real time, dengan mempertimbangkan kesalahan dari metode yang digunakan.

**Kata Kunci :** AIS (*Automatic identification system*), GIS (*Geographic Information System*), Fuel Consumption, GT (*Gross Tonnage*), IT (*Information Technology*)

## **I. PENDAHULUAN**

Teknologi IT (*Information Technology*) merupakan media informasi yang dapat melakukan fungsi kontrol terhadap suatu kapal. Untuk peningkatan keselamatan di kapal, IMO, 1974 (*International Maritime Organization*) maupun aturan SOLAS telah menetapkan aturan system navigasi kapal dengan mewajibkan setiap kapal memiliki AIS (*Automatic Identification System*) untuk kemudahan pelacakan posisi kapal. (*IMO Maritime Safety Committee*, 2007 dan *SOLAS Convention*, 2004)

Krisis global, memungkinkan tidak stabilnya harga bahan bakar dunia, mendorong terjadinya transaksi penjualan bahan bakar secara ilegal. Disisi lain pengoperasian suatu kapal, bahan bakar memiliki estimasi biaya paling tinggi dibanding hal lain. Kondisi ini membutuhkan system monitoring yang harus kompleks secara real time. Penelitian ini bertujuan menghasilkan sebuah system monitoring yang sifatnya real time terhadap konsumsi bahan bakar di kapal dan difokuskan di lokasi selat Madura, mengingat

peralatan AIS system yang digunakan, milik Laboratorium Keselamatan dan Keandalan Fakultas Teknologi Kelautan ITS.

Beberapa penelitian sebelumnya terkait penelitian ini yakni; Jalken, J. P. et al., (2009) melalui permodelan dengan memanfaatkan data AIS dapat mengestimasi konsumsi bahan bakar di kapal dengan tingkat emisi tertentu. HulsKotte, J. H. J. et al., (2010) menerapkan penggunaan kuesioner untuk perhitungan bahan bakar di Dermaga Rotterdam, hasilnya memperlihatkan hubungan linier antara konsumsi bahan bakar dengan GT (*Gross Tonnage*) kapal. Sutrisno, (2009) merancang sistem kontrol bahan bakar melalui sensor yang dipasangkan di setiap kapal dan dapat beroperasi melalui internet secara *online*, untuk memonitor bahan bakar ke owner di darat. Penelitian ini menerapkan teknologi IT dengan model tertentu yang memungkinkan perhitungan bahan bakar berdasarkan fungsi *Gross Tonnage* dan dapat diverifikasi terhadap konsumsi bahan bakar operasional di kapal, sehingga bisa merupakan acuan untuk pembuatan media control

---

<sup>\*)</sup>Latuhorte Wattimury; Dosen Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Unpatti

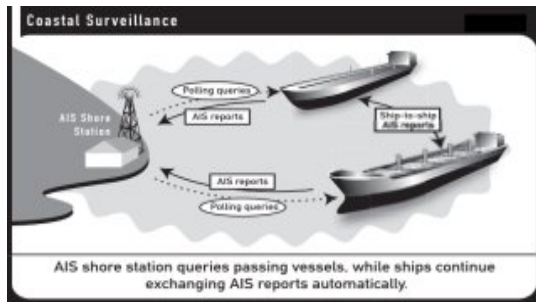
monitoring kondisi bahan bakar di kapal secara real time.

**I. 1. Automatic Identification System (AIS)**

AIS adalah sebuah sistem transponder yang memungkinkan suatu kapal bisa mentransmisikan informasi tentang kapal tersebut ke kapal lain di sekitarnya atau ke owner (*shoreside*) di darat, berupa posisi kapal, MMSI (*Maritime Mobile Service Identity*), IMO number (*International Maritime Organization*), *Latitude*, *Longitude*, *SOG (Speed over ground)* *COG (Course over ground)*, *Call Sign*, *GT (Gross Tonnage)*, *Dimensions of ship*. Konsep ini dirintis oleh seorang penemu Swedia, Håkan Lans pertengahan 1980-an melalui satu sistem radio *narrowband* sinkronisasi transmisi data. AIS dirancang untuk beroperasi pada mode berikut: (AIS, 2001).

- Mode informasi diantara kapal-ke-kapal untuk menghindari tabrakan.
- Mode informasi tentang sebuah kapal dan muatannya.
- Mode manajemen lalu lintas ketika terintegrasi dengan *Vessel Traffic System (VTS)*.

*AIS station* yang terpasang pada Lab. Keandalan Fakultas Kelautan ITS dan sanggup menjangkau lokasi selat Madura ini, lebih dikenal sebagai *shoreside stasiun*.

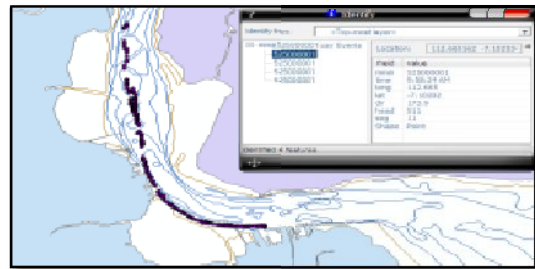


**Gambar 1.** Contoh Penerima Data AIS Pada Daerah *Shoreside* (AIS, 2001)

**I.2. GIS (*Geographic Information System*)**

GIS merupakan sistem informasi khusus yang memiliki kemampuan membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi berefrensi geografis berbasis *online*. Sistem ini menggunakan peralatan GPS (*Global Position System*) sebagai media pelacakan yang berhubungan langsung dengan posisi satelit di manapun ditempatkan.

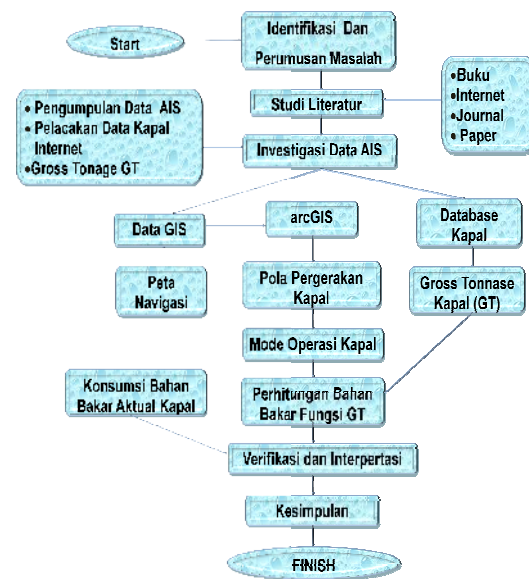
<http://geodesy.gd.itb.ac.id>. *GPS Vehicle Tracker* merupakan salah satu perangkat yang dapat memonitor dan melacak posisi serta data yang berhubungan dengan posisi kapal, Kecepatan, kondisi pergerakan kapal, serta parameter lain. Data tersebut di integrasikan dengan data kapal kemudian diolah merupakan *shipping* data base kapal yang dapat di lihat melalui web seperti [www.vesseltracker.com](http://www.vesseltracker.com). Selain itu informasi system GIS dapat dilakukan melalui media software *arc GIS*, dengan menggunakan data parameter kapal seperti MMSI, sehingga dapat memantau lebih rinci pola pergerakan kapal untuk kondisi *Maneuvering*, *Hotelling*, maupun *Cruising*. Seperti gambar berikut:



**Gambar 2.** Pola Pergerakan Kapal LCT. Bintang Samudra 01 (arc GIS 2012)

**II. METODE PENELITIAN**

Alur penelitian ini dilakukan dalam tahapan seperti *Flow Chart* berikut ;



**Gambar 7.** *Flow Chart* Penelitian

Data AIS dari Juli tahun 2010 sampai dengan Maret 2011 pada Lab. *Safety* dan Keandalan yang terrekam melalui *receiver* AIS, diload dalam bentuk file .csv. Data tersebut diolah untuk memperoleh data dengan hari *traffic* pelayaran terpadat pada ranges waktu tersebut, dengan asumsi bahwa; untuk penelitian ini, diambil hanya 2 (dua) kapal saja sebagai prototif dan memiliki trayek pelayaran full di selat Madura, karena data lapangan tentang konsumsi bahan bakar aktualnya bisa diperoleh untuk diverifikasi terhadap konsumsi bahan bakar yang dihitung melalui metode Trozzi et al dengan fungsi *Gross Tonnage* kapal itu sendiri.

Perhitungan bahan bakar ditentukan berdasarkan standar metodologi eropa (MEET), menurut metode Trozzi et al. (1998, 1999, 2006). Estimasi emisi mempertimbangkan dua belas kelas kapal yang mempunyai *gross tonnage* diatas 100 GT, Dengan mengetahui besar GT tiap kapal, dapat diestimasi besar konsumsi bahan bakar melalui rumus perhitungan bahan bakar untuk tiap kelas dan modus operasi kapal serta faktor konsumsi bahan bakar sebagai berikut ; (Trozzi et al., 1998)

$$S_{jk}(GT) = C_{jk}(GT) * 0.8 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$S_{jkm}(GT) = C_{jkm}(GT) * p_m \quad \dots\dots\dots(2)$$

Dimana:

$S_{jk}(GT)$  = konsumsi harian bahan bakar j oleh jenis kapal k dengan menggunakan fungsi gross tonnage.

$S_{jkm}(GT)$  = konsumsi harian bahan bakar j oleh jenis kapal k saat mode operasi m dengan menggunakan fungsi gross tonnage.

$C_{jk}$  = konsumsi harian bahan bakar j oleh jenis kapal k dengan menggunakan fungsi gross tonnage.

$C_{jkm}$  = konsumsi harian bahan bakar j oleh jenis kapal k dengan untuk mode m menggunakan fungsi gross tonnage.

$p_m$  = fraksi maksimum full konsumsi bahan bakar untuk mode operasi m.

**Tabel 1.** Kelas Kapal dan Faktor Konsumsi Bahan Bakar Berdasarkan Fungsi *Gross Tonnage* (Trozzi et al., 1998)

Ship Class	Consumption at full power (tons/day) as a function of gross tonnage (GT)
Solid Bulk	$C_k = 20.1860 + 0.00049 \times GT$
Liquid Bulk	$C_k = 14.6850 + 0.00079 \times GT$
General Cargo	$C_k = 9.8197 + 0.00143 \times GT$
Container	$C_k = 8.0552 + 0.00235 \times GT$
Passenger/Ro-Ro/Cargo	$C_k = 12.8340 + 0.00156 \times GT$
Passenger	$C_k = 16.9040 + 0.00198 \times GT$
High Speed Ferry	$C_k = 39.4830 + 0.00972 \times GT$
Inland Cargo	$C_k = 9.8197 + 0.00143 \times GT$
Sail Ship	$C_k = 0.4268 + 0.00100 \times GT$
Tugs	$C_k = 5.6511 + 0.01048 \times GT$
Fishing	$C_k = 1.9387 + 0.00448 \times GT$
Other Ships	$C_k = 9.7126 + 0.00091 \times GT$

Estimasi konsumsi bahan bakar untuk mesin-mesin bantu ditentukan dari persamaan berikut: (Ishida, T, 2003)

$$f = 0,2 \times O \times L \quad \dots\dots\dots(3)$$

Dimana :

- f : konsumsi bahan bakar (kg/kapal/jam)
- O : rated output (PS / Engine)
- L : faktor beban (*cruising* : 30%, *hotelling (tanker)* : 60%, *hotelling (other ships)* : 40% dan *maneuver* : 50% )

**Tabel 2.** Fraksi Maksimum ( $p_m$ ) Konsumsi Bahan Bakar Mode Operasi. (Trozzi et al., 1998)

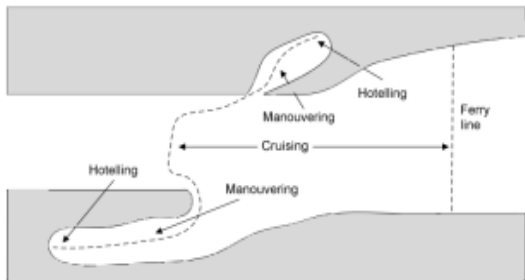
Mode	Fraction
Cruising	0.8
Manoeuvring	0.4
Hotelling default	0.2
passenger	0.32
tanker	0.2
other	0.12
Tug: ship assistance	0.2
moderate activity	0.5
under tow	0.8

Sama halnya dengan mesin utama, mesin bantu memiliki perbedaan *load factor* untuk tiap mode operasi seperti diperlihatkan pada table 3 berikut. (Ishida, T, 2003)

**Tabel 3.** *Load factor* mesin bantu pada setiap mode operasi untuk berbagai tipe kapal

Ship-Type	Cruise	Maneuver	Hotel
Auto Carrier	0.13	0.67	0.24
Bulk Carrier	0.17	0.45	0.22
Container Ship	0.13	0.5	0.17
Passenger Ship	0.8	0.8	0.64
General Cargo	0.17	0.45	0.22
Miscellaneous	0.17	0.45	0.22
RORO	0.15	0.45	0.3
Reefer	0.2	0.67	0.34
Tanker	0.13	0.45	0.67

Kondisi perhitungan konsumsi bahan bakar dengan metode tersebut dilakukan untuk semua modus operasional pergerakan kapal yakni : *maneuvering*, *hotelling*, dan *cruising*, seperti sajian Gambar 3. berikut ; (Trozzi et al., 1998)



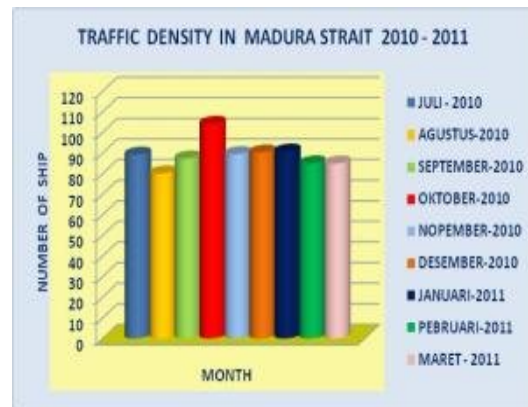
**Gambar 3.** Karakteristik Modus Pergerakan Kapal

Maneuvering diartikan sebagai kondisi kapal pada waktu mendekati, *docking*, berangkat dari pelabuhan atau bisa juga didefinisikan dari perubahan kecepatan kapal secara signifikan dalam waktu yang relative singkat. Kecepatan pada ranges maneuvering ini, berada pada ranges 1 % hingga 94 % dari kecepatan maximum kapal. Hotelling mengacu pada operasi yang terjadi saat kapal bersandar di dermaga atau pada saat kecepatan kapal nol, pada mode ini kecepatan kapal berada pada ranges 0 % hingga 1 % dari kecepatan maximum kapal. kondisi *cruising* adalah kondisi jelajah kapal pada kecepatan konstan, dengan ranges kecepatan pada 95 %

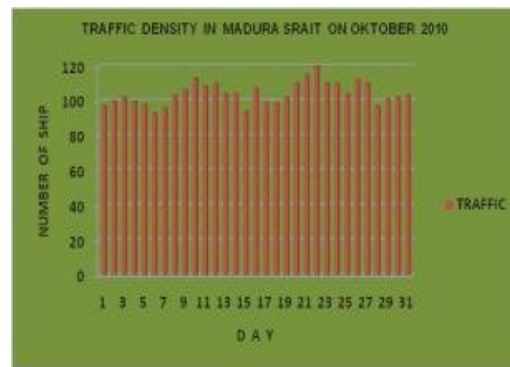
hingga 100 % dari kecepatan maximum operasional kapal. (Trozzi et al., 1999).

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Dengan MySQL (Management System *Structured Query Language*), *traffic* pelayaran terpadat terjadi pada tanggal 22 Oktober tahun 2010 dimana terdapat 120 kapal yang beroperasi. Grafik *traffic* terpadat per bulan dan per hari dapat dilihat pada Gambar 4 dan Gambar 5.



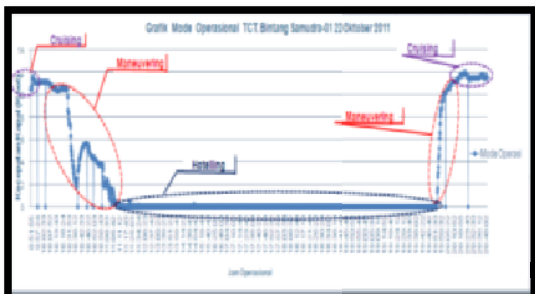
**Gambar 4.** *Traffic* Bulan Terpadat di Selat Madura Juli 2010 ~ Maret 2011



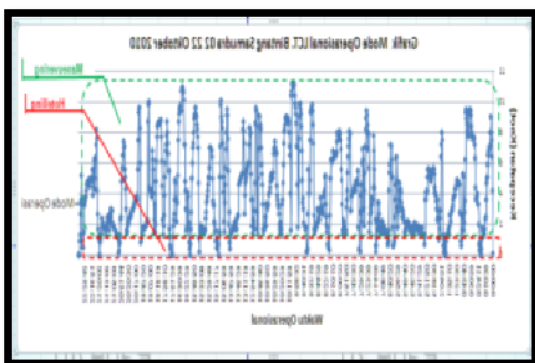
**Gambar 5.** *Traffic* Hari Terpadat di Selat Madura Juli 2010 ~ Maret 2011

Selanjutnya dengan MySQL, MMSI dari 120 kapal yang diperoleh tersebut, diproses melalui shiping database kapal dari internet, sehingga diperoleh IMO number, sebagai *data base* untuk memperoleh besar GT (*Gross Tonnage*) setiap kapal dari setiap mode operasional kapal; *cruising*, *maneuvering* dan *hotelling*, dengan didukung arcGIS software untuk mengetahui pola pergerakan kapal. Timing serta kecepatan untuk

ke tiga mode operasional kapal untuk kedua kapal yang dijadikan prototipe tersebut seperti gambar berikut :



**Gambar 6.** Grafik Mode Operasi LCT.Bintang Samudra 01 di Selat Madura Tanggal 22 Oktober 2011



**Gambar 7.** Grafik Mode Operasi LCT.Bintang Samudra 02 di Selat Madura Tanggal 22 Oktober 2011

Dengan mengetahui timing serta kecepatan untuk setiap mode operasional kapal seperti yang diperoleh melalui grafik di atas, maka besar data *Gross Tonage* kedua kapal prototip tersebut, melalui pendekatan rumusan (2), dan untuk jenis kapal landing craft digolongkan other ship, yang mana dari table 1, digunakan pendekatan rumus berikut :

$$C_{jk} = 9,7126 + 0,00091 \times GT \quad (4)$$

Begitu juga fraksi maksimum konsumsi bahan bakar ( $p_m$ ) untuk jenis mesin induk yang digunakan di tentukan berdasarkan mode operasi , cruising, maneuvering dan hotteling dengan pendekatan rumusan table 2.

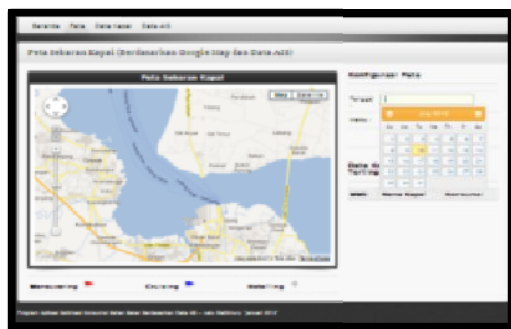
Selanjutnya dari data main auxiliary LCT.Bintang samudra 01 maupun LCT.Bintang Samudra 02, terdapat 2 (dua) mesin bantu masing-masing dengan kapasitas  $2 \times 110 = 220$  BHP atau sebesar

161,81 KW. Dari perhitungan yang dilakukan terhadap kedua kapal tyersebut diperoleh : besar konsumsi bahan bakar per hari untuk LCT.Bintang Samudra sebesar : 10,19399 Ton/Day, atau sebesar 0,00707916 Ton/Min dan untuk kapal LCT.Bintang Samudra 02, sebesar 10.25860 Ton/Day atau sebesar 0,007124028 Ton/min. Data ini kemudian dihitung lagi sesuai lama waktu dan mode operasi untuk tiap kondisi cruising, maneuvering dan hotteling, ditambah dengan besar konsumsi bahan bakar mesin bantu, sehingga diperoleh besar konsumsi bahan bakar total untuk kedua kapal tersebut sebesar : 1,045 Ton dalam 11 jam 53 menit untuk kapal LCT.Bintang Samudra 01, dan untuk kapal LCT.Bintang Samudra 02 sebesar : 2,587 Ton dalam 24 jam.

#### IV.PEMBAHASAN

Dari Hasil Grafik pada gambar 6 dan gambar 7, untuk kedua kapal yang dijadikan acuan penelitian ini diperoleh hasil sebagai berikut :

- LCT. Bintang Samudera 01,
  - Total waktu operasi dari pukul 08:52 s/d jam 20:45 sebanyak 11 jam 53 min atau ( 11,88 Jam).
  - Jumlah Konsumsi Bahan Bakar 1,045 Ton dalam 11,88 jam operasi. Atau untuk (1) satu hari penuh (24 jam) jumlah konsumsi bahan bakar :  
 $(1.045 \times 24) / 11,88 = 2,11$  Ton / Hari



Dari data actual lapangan untuk tanggal 22 Oktober 2010 untuk kapal LCT.Bintang Samudera 01, jumlah total bahan bakar sebesar : 1.03 Ton dalam 12 jam. Atau bila dikonversi besar konsumsi tersebut per hari sebesar :  $(1,03 \times 24) / 12 = 2,06$  Ton/Hari Hasil ini bila di dibandingkan dengan hasil perhitungan untuk tanggal 22 Oktober 2010, dimana total bahan bakat 2,11 Ton/Hari, maka terdapat besar selisi sebesar :

$(2,11 - 2,06) / 2,06 \times 100 = 2,43 \%$  (selisi 2,43 %)

Eror sebesar ini masih digolongkan memenuhi syarat. (ssiregar, 2008).

- LCT. Bintang Samudera 02,
  - Total waktu operasi dari pukul 00:00 s/d jam 24:00 sebanyak 1440 min ( 24 Jam).
  - Jumlah Konsumsi Bahan Bakar 2,587 Ton dalam 24 jam operasi. Atau untuk (1) satu hari penuh (24 jam) jumlah konsumsi bahan bakar :

$(2,587 \times 24) / 24 = 2,587 \text{ Ton / Hari}$

Data lapangan untuk tanggal 22 Oktober 2010 untuk kapal LCT.Bintang Samudera 02, jumlah total bahan bakar sebesar : 2,5 Ton dalam 24 jam. Atau bila dikonversi besar konsumsi tersebut per hari sebesar :

$(2,5 \times 24) / 24 = 2,5 \text{ Ton/Hari}$

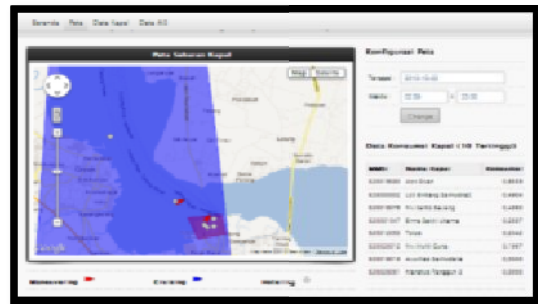
Hasil ini bila di bandingkan dengan hasil perhitungan untuk tanggal 22 Oktober 2010, dimana total bahan bakar 2,587 Ton/Hari, maka terdapat selisi sebesar :

$(2,587 - 2,5) / 2,5 \times 100 = 3,48 \%$

Besar prosentase eror 3,48 % masih digolongkan memenuhi syarat. (ssiregar, 2008).

Hasil tersebut ini memungkinkan dibuatnya media kontrol konsumsi bahan bakar berbasis internet secara realtime, dengan hasil tampilan web control sebagai berikut:

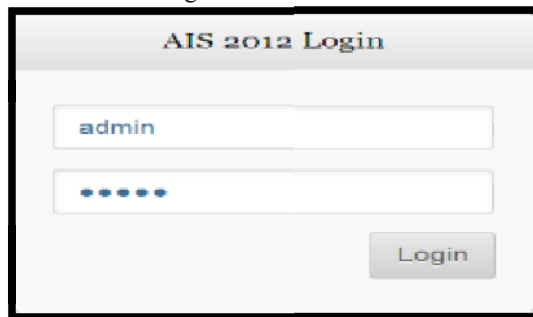
**Gambar 10** Tampilan Peta Sebaran Kapal-1



**Gambar 11.** Tampilan Peta Sebaran Kapal-2



**Gambar 12.** Peta Consumpsi Bahan Bakar per Sebaran Kapal



**Gambar 8.** Display Login Web Kontrol

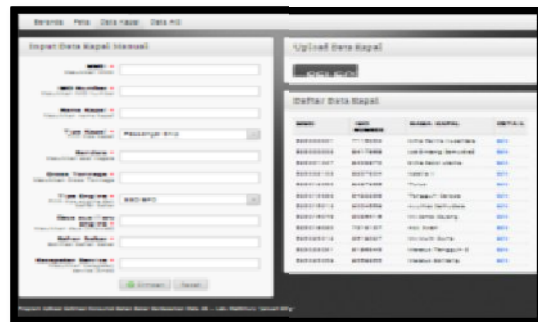
**Data Konsumsi Kapal (10 Tertinggi)**

MMSI	Nama Kapal	Konsumsi
525019080	Acx Swan	0,00
525001047	Bima Sakti Utama	0,00
525016079	Mv.tanto Sayang	0,00
525012050	Tulus	0,00
525016018	Ayumas Samudera	0,00
525025051	Meratus Tangguh 2	0,00
525025012	Mv.Multi Guna	0,00

**Gambar 13.** Data Fuel Consumption per waktu Operasi



**Gambar 9.** Tampilan Opsi Web Kontrol



**Gambar 14.** Displai Pengisian Data Kapal

## V. KESIMPULAN

Konsumsi Bahan Bakar dengan metode pendekatan Gross Tonage menurut Trozzi et.al untuk kedua kapal yakni : LCT. Bintang samudra 01 dan LCT Bintang Samudra 02, yakni; 2,11 Ton/Hari dan 2,587 Ton / Hari. Dari data lapangan konsumsi bahan bakar kedua kapal tersebut ; 2,06 Ton / Hari dan 2,5 Ton/Hari, ternyata memberikan selisi eror sebesar 2,43 % untuk Bintang Samudra 01 dan 3,48 % untuk Bintang Samudra 02, masih memenuhi syarat validasi yakni 0 hingga 5 %, (ssiregar, 2008 ). Hasil Tersebut memungkinkan dibuatnya media kontrol konsumsi bahan bakar berbasis internet secara realtime.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ishida,T., **Emission of Estimate Methods of Air Pollution and Green House Gases from Ships** , J. Jap. Inst. Mar. Eng., 37(1), 2003.
- J.H.J. Hulskotte, H.A.C. Denier van der Gon., **Fuel consumption and associated emissions from seagoing ships at berth derived from an on-board survey.** Atmospheric Environment 44 (2010) 1229e1236
- Jalkanen, J.P, A Brink, J Kalli, J Kukkonen, And T Stipa. **"A Modeling System For The Exhaust Emission Of Marine Traffic And Its Application In The Baltic Sea Area."** 2009.
- Maritime security – AIS ship data. 79th session: 1–10 December 2004. IMO Maritime Safety Committee.Archived from the original on 2007-02-20.Retrieved 2007-01-08.
- S.Siregar.Staff.Gunadarma.Ac.Id/Downloads/.../08\_Penyajian\_Data.Pdf, 2008
- SOLAS Convention, (Safety life at Sea) Fourth Edition, 2004
- Sutrisno, **Perancangan Perangkat Lunak Sistem Monitoring Pemakaian Bahan Bakar Di Kapal Secara Realtime, 2009**
- The Complete Guide of Automatic Identification Sistem (AIS). 2001.
- Trozzi, Carlo. **"Emission Estimate Methodology For Marine Navigaton."** 2006.
- Trozzi, Carlo, and R Vaccaro. **"Actual and Future Air Pollutan Emission from Ship."** *Proceeding of INRETS Conference.* Austria, 1999.
- Trozzi,C., Vaccaro,R., **Methodologies For Estimating Future Air Pollutant Emission**

**From Ships**, Techne Report MEET RF98b, 1998.

Ziqiang Ou, Jianjun Zhu, **AIS Database Powered by GIS Technology for Maritim Safety and Security**, *The Journal Of Navigation*, 2008