

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340479730>

SEBARAN EMISI GAS BUANG KAPAL DI SELAT MADURA AKIBAT AKTIFITAS PELAYARAN

Conference Paper · March 2013

CITATIONS

0

2 authors, including:



[Mohammad Danil Arifin](#)

Universitas Darma Persada

17 PUBLICATIONS 11 CITATIONS

SEE PROFILE

SEBARAN EMISI GAS BUANG KAPAL DI SELAT MADURA AKIBAT AKTIFITAS PELAYARAN.

Mohammad Danil Arifin ST.MT, Ir. Endro Prabowo M.Sc
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan,
Universitas Darma Persada
email : danilarifin.mohammad@gmail.com

ABSTRAK

Selat Madura merupakan salah satu daerah pelayaran yang memiliki lalu lintas terpadat di Indonesia. Hal ini dipengaruhi oleh keberadaan Pelabuhan Tanjung Perak sebagai salah satu *local hub* pergerakan barang di Indonesia disamping Pelabuhan Tanjung Priok. Dengan banyaknya kapal-kapal domestik dan maupun kapal berbendera asing yang melintasi perairan ini akan memberikan dampak terhadap peningkatan emisi gas buang.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui emisi, konsentrasi emisi pada beberapa wilayah di *shore line* Selat Madura akibat kapal-kapal yang beroperasi di perairan tersebut. Hal ini dilakukan dengan melakukan evaluasi kepadatan jalur pelayaran di Selat Madura dengan memanfaatkan data yang diperoleh melalui perangkat *Automatic Identification System* (AIS). Untuk menampilkan pola pergerakan kapal, mode operasinya dan pengaruh pergerakan kapal terhadap sebaran emisi yang dihasilkannya, data yang diperoleh dari AIS ini selanjutnya diintegrasikan dengan perangkat lunak *Geographic Information System* (GIS). Metodologi dari Trozzi et.al menjadi dasar penentuan emisi yang dikeluarkan oleh kapal.

Dari penelitian ini didapatkan jumlah emisi NO_x sebesar 1052.742 kg/jam, SO_x sebesar 2712.798 kg/jam, CO₂ sebesar 1409.747 kg/jam, CO sebesar 4531.036 kg/jam dan PM sebesar 54.95 kg/jam. Sedangkan konsentrasi emisi NO_x, SO_x, CO₂, CO dan PM terbesar berada di daerah Ujung Kamal dan Banyu Ujuh Madura.

Kata kunci : *Emisi gas buang, Automatic Identification System (AIS), Geographic Information System (GIS), Selat Madura, Local Hub*

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dimana penggunaan kapal sebagai transportasi laut tidak dapat dihindarkan. Indonesia memiliki beberapa perairan dengan lalu lintas yang padat, seperti Selat Madura. Selain merupakan tempat lalu lalang kapal domestik, wilayah ini juga merupakan tempat transit beberapa kapal asing. Telah terjadi peningkatan jumlah kapal dalam 5 tahun terakhir hingga mencapai lebih dari 100%, pada tahun 2010 lalu alur Selat Madura dilintasi 30.000 kapal per tahun, sementara pada tahun 2005 baru ada 14.686 kapal per tahun (Kompas news , 11/03/2011).

Semakin banyak kapal yang melewati Selat Madura, maka semakin banyak pula dampak yang diakibatkan, salah satunya adalah polusi udara akibat emisi gas buang dari kapal dimana hal ini dapat meningkatkan level emisi di perairan tersebut serta dapat menyebabkan masalah kesehatan dan lingkungan. Beberapa peneliti sebelumnya (Wang et al., 2007), telah melaporkan adanya permasalahan pada kualitas udara yang berhubungan dengan emisi kapal laut. Lalu lintas kapal laut diperkirakan memiliki peran dalam kematian sekitar 60.000 bayi prematur di seluruh dunia Nitrogen oksida (NO_x), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan sulfur oksida (SO_x) adalah beberapa polutan yang terdapat pada emisi gas buang dari kapal (Wang et al., 2007).

Oleh karena itu, Selat Madura yang merupakan daerah pelayaran terpadat kedua setelah Selat Malaka menjadi fokus dalam penyusunan penelitian ini. Untuk itu dilakukan penelitian dengan judul: Sebaran Emisi Gas Buang di Selat Madura Akibat Aktivitas Pelayaran.

1.2 Perumusan Masalah

Dengan semakin banyaknya jumlah kapal yang melewati Selat Madura maka semakin padat pula aktifitas yang terjadi di Selat Madura tersebut, dimana hal ini pastinya juga akan memberikan dampak yang cukup berpengaruh terhadap aktifitas kehidupan di sekitar Selat Madura tersebut baik kehidupan sosial ekonomi masyarakat serta dampak terhadap pencemaran udara yang diakibatkan karena aktifitas pelayaran tersebut. Dengan kondisi tersebut dan berdasarkan latar belakang diatas, maka permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

- a. Bagaimana perhitungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal-kapal yang sedang beroperasi di Selat Madura (*Hotelling, Cruising, Maneuvering*)
- b. Berapakah jumlah emisi yang dikeluarkan oleh kapal-kapal yang beroperasi di sepanjang daerah shore line Selat Madura.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian antara lain adalah:

- a) Untuk mengetahui bagaimana perhitungan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal-kapal yang sedang beroperasi di Selat Madura (*Hotelling, Cruising, Maneuvering*)
- b) Untuk mengetahui jumlah emisi yang dikeluarkan oleh kapal-kapal yang beroperasi di sepanjang daerah *shore line* Selat Madura.

1.4 Manfaat Hasil Penelitian

Melalui penelitian mengenai Estimasi Emisi Gas Buang Kapal Menggunakan Integrasi Data *Automatic Identification System (AIS)* Dan *Geographic Information System (GIS)* diharapkan kita bisa mengetahui seberapa besar emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal, selain itu juga diharapkan hasil dari penelitian ini bisa menjadi sebagai bahan masukan dan pertimbangan kepada pemerintah ataupun pihak-pihak yang berwenang dalam perumusan suatu kebijakan sehubungan dengan adanya peningkatan suhu bumi secara global untuk menciptakan kondisi “*Green and Clean*” terutama untuk mengurangi tingkat emisi guna mengurangi adanya efek rumah kaca (*Green House Effect*) dan menyelamatkan bumi dari adanya perubahan iklim secara drastis “*Lets Save Our Earth Now*”.

1.5 Lokasi Penelitian

Pengerjaan penelitian fokus ke Selat Madura karena Selat Madura adalah daerah terbesar kedua dalam hal transportasi laut di Indonesia. Selain transportasi kapal domestik, di Selat Madura juga terdapat kapal berbendera asing yang transit. **Gambar 2.** menunjukkan daerah Selat Madura diambil dari Google Earth.



Gambar 1. Lokasi Selat Madura

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 AIS (*Automatic Identification System*) & GIS (*Geographic Information System*)

a. AIS (*Automatic Identification System*)

Automatic Identification System atau AIS adalah suatu sistem pelacakan otomatis yang digunakan pada kapal dan Layanan Pelacakan Kapal atau *Vessel Traffic Services (VTS)* untuk mengidentifikasi dan menemukan kapal dengan bertukar data secara elektronik dengan kapal lain yang berdekatan dan stasiun VTS. Informasi yang didapat dari AIS berasal dari radar, dimana metode AIS menjadi metode utama menghindari tabrakan di transportasi laut (Altwickler, 2000).

b. *Geographic Information Ssytem (GIS)*

Geographic Information System (GIS) adalah sistem informasi khusus yang mengelola data yang memiliki informasi spasial (bereferensi keruangan). Atau dalam arti yang lebih sempit, adalah sistem komputer yang memiliki kemampuan untuk membangun, menyimpan, mengelola dan menampilkan informasi berefrensi geografis, misalnya data yang diidentifikasi menurut lokasinya, dalam sebuah database.

GIS dapat dimanfaatkan untuk mempermudah dalam mendapatkan data-data yang telah diolah dan tersimpan sebagai atribut suatu lokasi atau obyek. Data-data yang diolah dalam SIG pada dasarnya terdiri dari data spasial dan data atribut dalam bentuk digital. Sistem ini merelasikan data spasial (lokasi geografis) dengan data non spasial, sehingga para penggunaanya dapat membuat peta dan menganalisa informasinya dengan berbagai cara

2.2 Perhitungan Estimasi Emisi

Perhitungan emisi dihitung berdasarkan standar metodologi eropa (MEET), Estimasi emisi mempertimbangkan dua belas kelas kapal yang mempunyai gross tonnage diatas 100 GT Trozzi, et al, data lainnya antara lain faktor emisi, dan spesifikasi parameter kapal seperti konsumsi bahan bakar, tipe mesin, dll. Trozzi, et al, dalam penelitiannya menggunakan perhitungan konsumsi bahan bakar mesin dari setiap jenis kapal diperoleh dari analisis regresi linier konsumsi bahan bakar terhadap tonase kotor seperti terlihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kelas Kapal dan Faktor Konsumsi Bahan Bakar

Sela in itu, emis i gas bua ng dihit ung den gan me mpe rtim ban gka	Jenis Kapal	Konsumsi Bahan Bakar (ton/day) Dengan Menggunakan Fungsi <i>Gross Tonnage</i> (GT)
	Solid Bulk	$C_{jk} = 20.1860 + 0.00049 \times GT$
	Liquid Bulk /Tanker	$C_{jk} = 14.6850 + 0.00079 \times GT$
	General Cargo	$C_{jk} = 9.8197 + 0.00143 \times GT$
	Container	$C_{jk} = 8.0552 + 0.00235 \times GT$
	Ro-Ro Cargo	$C_{jk} = 12.8340 + 0.00156 \times GT$
	Passenger	$C_{jk} = 16.9040 + 0.00198 \times GT$
	High Speed Ferry	$C_{jk} = 39.4830 + 0.00972 \times GT$
	Inland Cargo	$C_{jk} = 9.8197 + 0.00143 \times GT$
	Sail Ship	$C_{jk} = 0.4268 + 0.00100 \times GT$
	Tugs	$C_{jk} = 5.6511 + 0.01048 \times GT$
	Fishing	$C_{jk} = 1.9387 + 0.00448 \times GT$
	Other Ships	$C_{jk} = 9.7126 + 0.00091 \times GT$

n faktor-faktor seperti mesin dan jenis bahan bakar serta mode operasi dari kapal seperti terlihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Faktor Emisi Pada Kapal (kg/ton)

Mode	Engine / Bahan Bakar	NO _x	CO	CO ₂	VOC	PM	SO _x
Cruising	SSD/BFO	87	7.4	3200	2.4	1.2	60
	MSD/BFO	57	7.4	3200	2.4	1.2	60
	HSD/MDO	70	9	3200	3	1.5	20
Manoeuvring	SSD/BFO	78	28	3200	3.6	1.2	60
	MSD/BFO	51	28	3200	3.6	1.2	60
	HSD/MDO	63	34	3200	4.5	1.5	20
Hotelling	SSD/BFO	35	99	3200	23.1	1.2	60
	MSD/BFO	23	99	3200	23.1	1.2	60
	HSD/MDO	28	120	3200	28.9	1.5	20

SSD = Slow Speed Diesel Engine

BFO = Bunker Fuel Oil

PM = Particulate Matter

VOC = Volatile Organic Compound

MSD = Medium Speed Diesel Engine

MDO = Marine Diesel Oil

HSD = High Speed Diesel Engine

Perhitungan total emisi suatu polutan dari mesin utama ditunjukkan dalam persamaan berikut ini Trozzi, et al ,UNEC/EMEC :

$$E_i = \sum_{jklm} E_{ijklm} \quad (1)$$

$$E_{ijklm} = S_{jkm}(GT)t_{jklm}F_{ijklm} \quad (2)$$

Dimana,

<i>i</i>	:	Polutan
<i>j</i>	:	Jenis bahan bakar
<i>k</i>	:	Pengelompokan kapal
<i>l</i>	:	Tipe mesin

m	:	Mode operasi kapal
E_i	:	Total emisi polutan i
E_{ijklm}	:	Total emisi polutan i saat menggunakan bahan bakar j dengan tipe kapal k dan jenis mesin l pada m
F_{ijklm}	:	Rata-rata emisi faktor polutan i dari bahan bakar j dengan tipe kapal k dan mesin l dalam m
S_{jkm} (GT)	:	Konsumsi harian bahan bakar j oleh jenis kapal k saat m dengan menggunakan fungsi GT
t_{jklm}	:	Navigasi dari kapal jenis k dengan tipe mesin l yang menggunakan bahan bakar j saat m .

Sedangkan untuk mengestimasi konsumsi bahan bakar dari mesin bantu didapatkan dari persamaan dasar seperti yang telah dilakukan Ishida.

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

dimana :

- f : konsumsi bahan bakar (kg/kapal/jam)
- O : rated output (PS/engine)
- L : faktor beban (crusing :30%, hotelling (tanker) : 60%, hotelling (other ship) : 40% dan maneuvering 50%

III. ANALISA DATA DAN HASIL

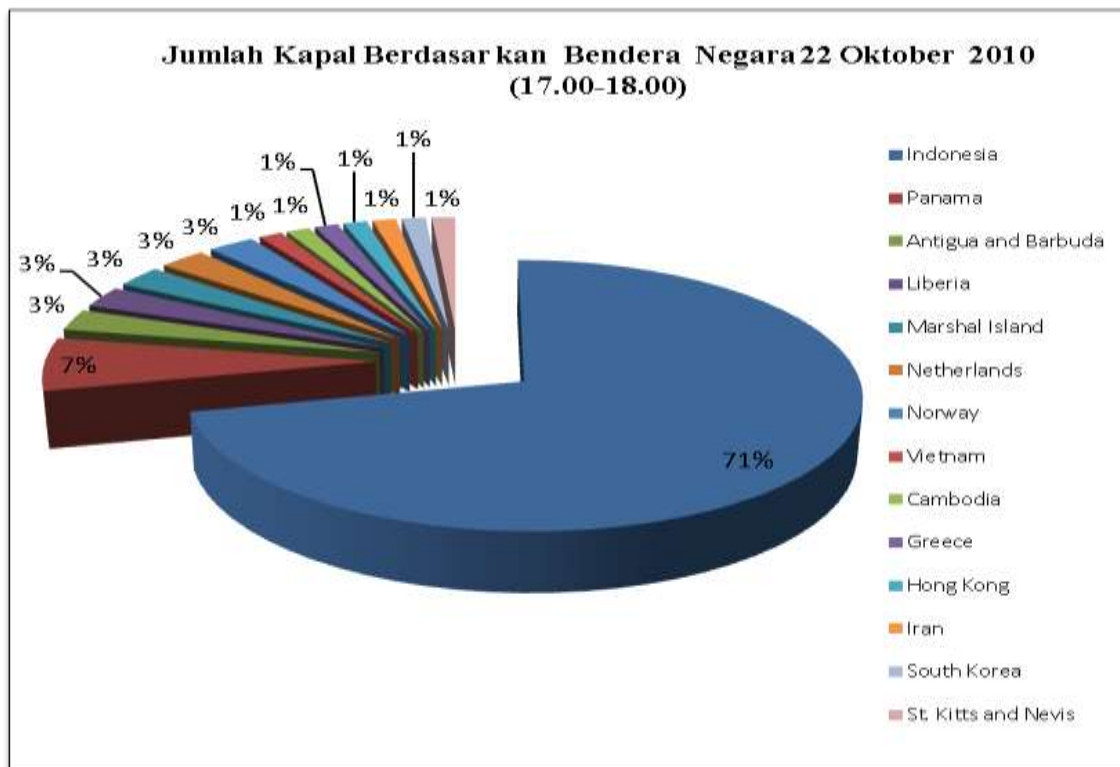
3.1 Investigasi Data

Data dari AIS ini adalah data berupa.csv dimana berisikan ribuan data kapal sehingga untuk memudahkan dalam menginvestigasi data dari AIS ini penulis menggunakan bantuan perangkat lunak MySQL ver.5.0. Data AIS selama tersebut dimasukkan ke dalam server data dari MySQL seperti terlihat pada **Gambar 4.1**, sehingga database mengenai data AIS dapat tersimpan dan hal ini lebih memudahkan penulis untuk memanggil data yang diinginkan dengan menuliskan suatu perintah tertentu. Setelah data-data AIS tersebut tersimpan dalam bentuk database maka selanjutnya adalah menentukan bulan terpadat. Berdasarkan hasil investigasi yang dilakukan maka didapatkan hasil seperti pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Kepadatan Trafik Selat Madura 2010-2011

Selain itu juga dapat diketahui bahwa pada jam 17.00-18.00 terdapat 78 kapal di sekitar Selat Madura.

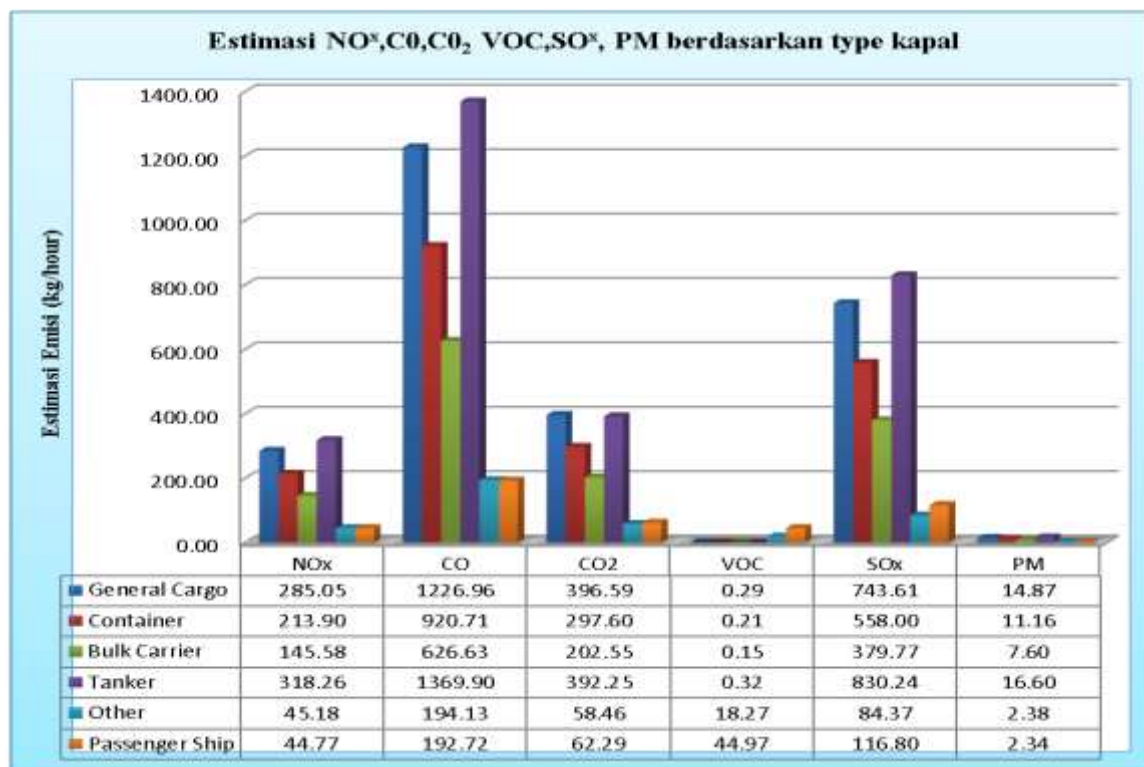


Gambar 3 Jumlah kapal pada tanggal 22 Oktober 2010 (17.00-18.00)

Tabel 3. Estimasi NO_x , CO, CO_2 , VOC, SO_x dan PM berdasarkan type kapal (kg/jam) pada 22 Oktober 2010 jam 17.00-18.00

Type of Ship	NO_x	CO	CO_2	VOC	SO_x	PM
Kg/hour						
General Cargo	285.051	1226.959	396.593	0.286	743.612	14.872
Container	213.902	920.708	297.602	0.215	558.005	11.160
Bulk Carrier	145.580	626.627	202.546	0.146	379.774	7.595
Passenger Ship	44.772	192.716	62.292	44.967	116.798	2.336
Other	45.177	194.129	58.464	18.271	84.369	2.382
Tanker	318.259	1369.898	392.249	0.320	830.241	16.605
Total	1052.742	4531.036	1409.747	64.205	2712.798	54.950

Berdasarkan **Tabel 3.** dan **Gambar 4.** dapat diketahui bahwa kapal tanker merupakan kapal yang berkontribusi paling besar emisi NO_x , CO, CO_2 , SO_x dan PM dimana masing-masing adalah 318.259 kg/jam, 1369.898 kg/jam, 392.249 kg/jam dan 830.241 kg/jam dan 16.605 kg/jam, kemudian diikuti oleh general cargo dan container pada posisi kedua dan posisi ketiga.



Gambar 4. Estimasi NO_x, CO, CO₂, VOC, SO_x dan PM berdasarkan type kapal (kg/jam) pada 22 Oktober 2010 jam 17.00-18.00

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian yang telah dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

- Jumlah polutan emisi pada trafik densitas terpadat adalah:
 - Nitrogen Oksida (NO_x) = 1052.742 kg/jam
 - Sulfur Oksida (SO_x) = 2712.798 kg/jam
 - Carbon Monoksida (CO) = 4531.036 kg/jam
 - Carbon Dioksida (CO₂) = 1409.747 kg/jam
 - Particulate Matter (PM) = 54.950 kg/jam
- Jumlah konsentrasi tertinggi polutan emisi pada trafik densitas terpadat berada di daerah sekitar Banyu Ujuh dan Ujung Kamal dengan konsentrasi emisi yaitu :
 - Nitrogen Oksida (NO_x) = 1.008 µg/m³
 - Sulfur Oksida (SO_x) = 2.48 µg/m³
 - Carbon Monoksida (CO) = 1.368 µg/m³
 - Carbon Dioksida (CO₂) = 4.77 µg/m³
 - Particulate Matter (PM) = 0.0594 µg/m³

DAFTAR PUSTAKA

- Altwick, E.R., *Air Pollution*, Lewis Publisher, 2000.
- Bracken, C., Carnemolla, A., Ritter, C., Zielke, E., *An Analysis of Exhaust Emission from a Large Ship Docked in Humbolt Bay*, ENGR 416- Transport Phenomena, 2007
- Cimorelli AERMOD : *Description Of Formulation*. United States Environmental Protection Agency (EPA), 2004.- <http://www.epa.com/AERMOD/EPA-454R-03-004.pdf>.
- Flang, Richard, C and Seinfeld J.H. *Fundamental Of Air Pollution Engineering*. New Jersey : Prentice Halls, 1988.
- Godish, T. *Air Quality*. Ball State University, Muncie, Indiana : Lewis Publishers, Inc., 1985.
- Ishida, T., *Emission of Estimate Methods of Air Pollution and Green House Gases from Ships*, J. Jap. Inst. Mar. Eng., 37(1), 2003.

- Jalkanen, JP [et.al.] . *Modelling System for the Exhaust Emissions Of Marine Traffic and Its Application In the Baltic Sea Area*. J. Atmos. Chem. Phys., 2009. - 15229 - 15373 : Vol. IX.
- Pingjian, L., Kobayashi, E., Ohsawa, T., Sakata, M., *Case Study on Health Assessments Related to a Modal Shift in Transportation*, Journal of Marine Science and Technology-JASNACE, 2006.
- Pitana, T., Kobayashi, E., Wakabayashi, N., *Estimation Of Exhaust Emission Of Marine Traffic Using Automatic Identification System Data (Case Study : Madura Strait Area, Indonesia)*, OCEANS 2010 IEEE Sydney 24-27 May 2010, CFP100CF-CDR 978-1-4244-5222 Library Of Congress : 2009934926, 2010.
- Trozzi, C., Vaccaro, R., *Methodologies For Estimating Air Pollutant Emission From Ships*, Techne Report MEET RF98b, 1998. UNECE/EMEP, Group 8: *Other Mobile Sources and Machinery*, in *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook-third ed.*, October 2002 Update (Technical Report no.30), 2002.
- UNECE/EMEP. Group 8 : *Other Mobile Source and Machinery*, in *EMEP/CORINAIR Emission Inventory Guidebook-third ed.* Technnical Report no.30, 2002.
- Wang, C., Callahan, J., Corbett, J.J., *Geospatial Modeling of Ship Traffic and Air Emissions*, Proceeding of ESRI International Conference, (2007).