

ISSN : 2337-7976

VOLUME III / NO. 1 / MARET 2015



**PROSIDING
SEMINAR HASIL PENELITIAN
SEMESTER GANJIL
2014/2015
4 MARET 2015**

*"MENINGKATKAN MUTU DAN PROFESIONALISME
DOSEN MELALUI PENELITIAN"*

**LEMBAGA PENELITIAN,
PEMBERDAYAAN MASYARAKAT DAN KEMITRAAN
UNIVERSITAS DARMA PERSADA**



DARMA PERSADA

KAJIAN STRATEGI PENURUNAN EMISI GAS BUANG DARI KAPAL DI PELABUHAN TANJUNG PRIOK

Arif Fadillah*) Augustinus Pusaka K.*) Moch. Ricky Dariansyah*)

*) Jurusan Teknik Perkapalan, Fak. Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada
e-mail: arif_fadillah@yahoo.com

ABSTRAK

Tingginya mobilisasi barang dengan menggunakan transportasi laut, berdampak pada tingginya emisi gas rumah kaca yang dikeluarkan ke atmosfer. Ketika kapal mendekati pelabuhan, kapal motor mencemari udara di sekitar pelabuhan. Bahkan selama kapal berada di kawasan pelabuhan, kapal motor tetap menyalakan mesin untuk memenuhi beberapa kebutuhan terutama listrik. Selama mesin beroperasi, berarti selama itu pula kapal mengeluarkan polutan ke udara. Dalam studi ini dilakukan kajian strategi penurunan emisi gas buang dari kapal di Pelabuhan Tanjung Priok. Pengumpulan data, baik primer dan sekunder pada lokasi Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta. Hasil studi menghasilkan strategi untuk menurunkan emisi di pelabuhan dengan Skenario Business as Usual (BAU), Skenario Penggunaan Listrik Pelabuhan, Skenario Efisiensi Turn Round Time (TRT), Skenario Penggunaan CNG Sebagai Pengganti BBM Kapal. Skenario Peningkatan Kualitas BBM untuk menekan emisi Sox, Skenario Penerapan Teknologi Pada Permesinan Kapal untuk menekan emisi Nox.

Kata Kunci: Emisi gas buang kapal, Penurunan emisi gas buang kapal, Pencemaran udara transportasi laut.

1. PENDAHULUAN

Transportasi laut yang menggunakan kapal motor sebagai penggerak, merupakan salah satu sumber pencemar udara. Kapal-kapal motor, mulai dari ukuran yang kecil sampai yang besar, umumnya menggunakan minyak diesel atau solar sebagai bahan bakar motor. Minyak diesel atau solar yang dibakar di mesin kapal mengeluarkan sejumlah gas, seperti NO_x, SO_x, atau CO₂. Semua gas tersebut menjadi penyebab pemanasan global, yang memicu terjadinya perubahan iklim.

Tingginya mobilisasi barang menggunakan transportasi laut, berdampak memacu percepatan pemanasan global, polutan dari kapal di laut juga dapat menimbulkan hujan asam. Ketika kapal mendekati pelabuhan, kapal motor mencemari udara di sekitar pelabuhan. Bahkan selama kapal berada di kawasan pelabuhan, kapal motor tetap menyalakan mesin untuk memenuhi beberapa kebutuhan, terutama listrik. Selama mesin beroperasi, berarti selama itu pula kapal mengeluarkan polutan ke udara.

Pencemaran lingkungan laut dari kapal di pelabuhan merupakan isu nasional yang perlu segera ditangani, hal ini dibutuhkan untuk menentukan langkah-langkah yang diperlukan dalam menentukan kebijakan pengendalian pencemaran udara. Pengumpulan data, baik primer dan sekunder pada lokasi Pelabuhan Tanjung Priok.

Berdasarkan latar belakang tersebut di atas, maka *Kajian Strategi Penurunan Emisi Gas Buang dari Kapal di Pelabuhan Tanjung Priok* sangat diperlukan dalam pengambilan kebijakan dan memperkuat keputusan pembangunan transportasi laut dan penyeberangan saat ini maupun yang akan datang. Hasil studi menghasilkan strategi untuk menurunkan emisi di pelabuhan dengan Skenario Business as Usual (BAU), Skenario Penggunaan Listrik Pelabuhan, Skenario Efisiensi Turn Round Time (TRT), Skenario Penggunaan CNG Sebagai Pengganti BBM Kapal. Skenario Peningkatan Kualitas BBM untuk menekan emisi Sox, Skenario Penerapan Teknologi Pada Permesinan Kapal untuk menekan emisi Nox.

1.1 Maksud dan Tujuan Studi

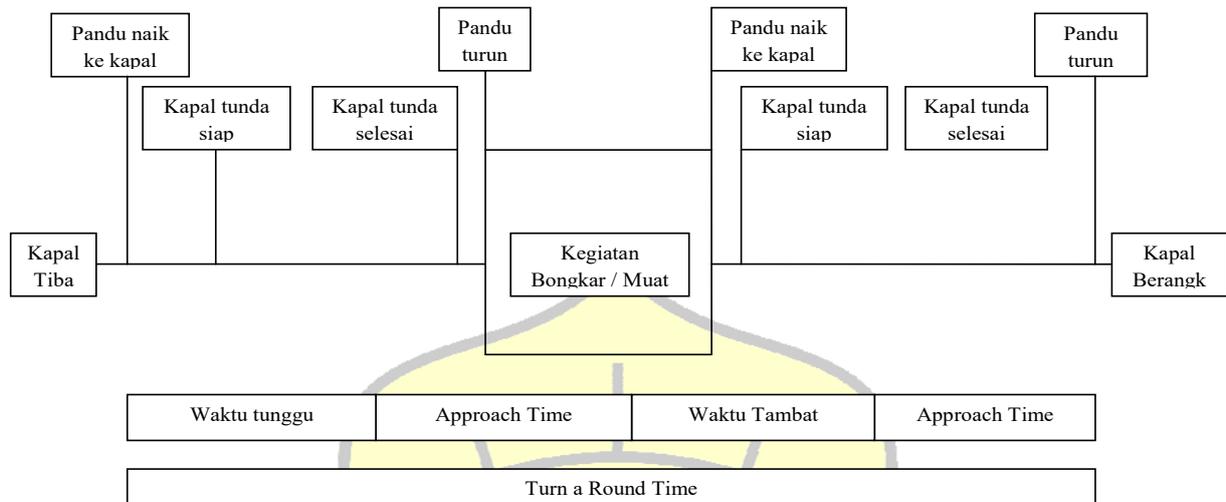
Studi ini dimaksudkan untuk menganalisis dan mengevaluasi upaya penurunan emisi gas buang dari kegiatan kapal di pelabuhan. Adapun tujuan dari pekerjaan studi ini adalah memberi masukan kepada pihak pelabuhan untuk mengantisipasi keluarnya kadar emisi gas buang oleh kapal-kapal yang singgah di pelabuhan, agar tidak terjadi pencemaran di atas ambang batas.

1.2 Manfaat Penelitian

Selain bermanfaat bagi pengembangan transportasi laut dan penyeberangan pada kapal-kapal dalam negeri yang beroperasi, secara khusus pekerjaan studi ini juga bermanfaat sebagai landasan penyusunan program kerja, acuan serta arahan bagi *stakeholder* dan instansi terkait, seperti pelabuhan, angkutan laut atau kapal, dan pemerintah.

2. METODOLOGI PERHITUNGAN EMISI

Dalam rangka pengukuran emisi gas buang dari kegiatan kapal di pelabuhan dilakukan, baik untuk mesin utama dan mesin bantu kapal dengan memperhitungkan sejak kedatangan kapal (*time arrival*), kegiatan bongkar muat termasuk didalamnya waktu tunggu kapal sampai dengan waktu keberangkatan kapal (*time departure*) pada pintu pelabuhan atau dikenal dengan TRT (*Time Round Time*) kapal di pelabuhan, seperti terlihat dalam Gambar 1.



Gambar 1. *Turn Round Time* Kapal di Pelabuhan (1)

Kegiatan kapal di pelabuhan adalah sebagai berikut:

1. *Approach Time* (AT) : Waktu terpakai untuk kapal dari lokasi lego jangkar sampai ikat tali di tambatan dermaga pelabuhan atau sebaliknya.
2. *Berth Time* (BT) : Waktu tambat sejak first line sampai dengan last line.
3. *Turn Round Time* (TRT) : Waktu sejak kedatangan kapal berlabuh jangkar di kolam pelabuhan, dilanjutkan bongkar muat dermaga serta waktu keberangkatan kapal atau *Time arrival* sampai dengan *Time departure*.

Sedangkan estimasi gas emisi buang dari kapal di pelabuhan juga dengan memperhitungkan dari jenis kapal, dimana:

a. Olah Gerak Kapal di Pelabuhan dengan Sistim Propulsi Sendiri

Untuk perhitungan gas emisi buang dari kegiatan kapal di pelabuhan dengan memperhitungkan seluruh emisi yang ditimbulkan dari mesin utama kapal (MU/ME) dan mesin bantu kapal (MB/AE) selama beroperasi di pelabuhan. Jenis kapal ini adalah ferry, kapal tunda, *supply boat* dan sejenisnya.

b. Olah Gerak Kapal di Pelabuhan Tidak dengan Sistim Propulsi Sendiri

Untuk perhitungan gas emisi buang dari kegiatan kapal di pelabuhan dengan memperhitungkan seluruh emisi yang ditimbulkan dari mesin bantu kapal (MB/AE) dan emisi yang ditimbulkan

emisi dari tug boat dan kapal bantu lainnya. Jenis kapal ini adalah: kapal barang, *tanker*, *bulk carrier* dan sejenisnya.

Estimasi emisi gas buang dari mesin utama kapal mengikuti persamaan berikut ini dari Trozzi, et al,

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

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

dimana,

| | |
|-------------|---|
| i | Polutan |
| j | Jenis bahan bakar |
| k | Pengelompokan kapal |
| l | 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} | Konsumsi harian bahan bakar j oleh jenis kapal k saat m dengan menggunakan fungsi GT |

Perhitungan konsumsi bahan bakar dari mesin bantu dilakukan melalui persamaan dari Ishida, et.al.

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

dimana :

f : konsumsi bahan bakar (kg/kapal/jam)

O : rated output (PS/engine)

L : faktor beban (crusing :30%, hotelling (tanker) : 60%, (other ship) : 40% dan maneuvering : 50%)

Sedangkan estimasi emisi gas buang kapal dihitung berdasarkan Trozzi, et.al, dimana 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. Jenis Kapal dan Konsumsi Bahan Bakar

| 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 | $C_{jk} = 9.7126 + 0.00091 \times GT$ |

Selain itu, emisi gas buang dihitung dengan mempertimbangkan 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 |
| Manoeu | SSD/BFO | 78 | 28 | 3200 | 3.6 | 1.2 | 60 |

| | | | | | | | |
|-----------|---------|----|-----|------|------|-----|----|
| vering | MSD/BFO | 51 | 28 | 3200 | 3.6 | 1.2 | 60 |
| | HSD/MDO | 63 | 34 | 3200 | 4.5 | 1.5 | 20 |
| | SSD/BFO | 35 | 99 | 3200 | 23.1 | 1.2 | 60 |
| Hotelling | 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
MDO = Marine Diesel Oil VOC = Volatile Organic Compound
MSD = Medium Speed Diesel Engine HSD = High Speed Diesel Engine

3. PELABUHAN TANJUNG PRIOK

Pelabuhan Tanjung Priok tergolong pelabuhan umum merupakan pelabuhan yang relatif lengkap dengan disediakan terminal penumpang, terminal peti kemas maupun terminal-terminal curah. Pelabuhan Tanjung Priok berada di Kotamadya Jakarta Utara, Propinsi DKI Jakarta dengan posisi koordinat antara 06° - 06' - 00" LS dan 106° - 53' - 00" BT dengan kedalaman alur -5 sampai dengan -14 mLWS dan kedalaman kolam PLB antara -5 sampai dengan -14 mLWS. Gambar 2. Memperlihatkan dan lokasi dan layout Pelabuhan Tanjung Priok, Jakarta.



Gambar 2. Posisi dan Layout Pelabuhan Tanjung Priok (1)

Fasilitas terminal peti kemas yang dimiliki pelabuhan Tanjung Priok terdiri atas terminal konvensional yang memiliki fasilitas pelayanan petikemas yang terdiri atas fasilitas gudang yang

memiliki luas 169.956 M² dan lapangan penumpukan seluas 423.678 M². Terminal peti kemas yang ada terdiri atas CFS seluas 8.096 M² dan lapangan container seluas 60.92 M².

Sedangkan waktu pelayanan kapal, baik untuk kapal dari luar dan dalam negeri mulai tahun 2009 sampai dengan 2013 ditunjukkan dalam Tabel 3. Waktu pelayanan kapal di Pelabuhan Tanjung Priok, baik kapal untuk angkutan dalam negeri maupun luar negeri.

Tabel 3 Waktu Pelayanan Kapal di Pelabuhan Tanjung Priok

| NO | URAIAN | SATUAN | REALISASI | REALISASI | REALISASI | REALISASI | REALISASI |
|----|----------------------------|--------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | | | TAHUN 2009 | TAHUN 2010 | TAHUN 2011 | TAHUN 2012 | TAHUN 2013 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | KAPAL LUAR NEGERI | | | | | | |
| | a Turn Round Time (TRT) | Jam | 36.72 | 40.43 | 41.97 | 76.14 | 38.88 |
| | b Waiting Time (WT) | Jam | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 0.40 |
| | c Approach Time (AT) | Jam | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 38.57 | 1.00 |
| | d Postpone Time (PT) | Jam | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | e Berthing Time (BT) | Jam | 33.72 | 37.43 | 38.97 | 36.57 | 36.48 |
| | f Non Operating Time (NOT) | Jam | 3.71 | 4.57 | 4.28 | 1.00 | 3.30 |
| | g Berth Working Time (BWT) | Jam | 30.01 | 32.85 | 34.68 | 35.57 | 33.18 |
| | h Effective Time (ET) | Jam | 28.83 | 30.08 | 32.41 | 3.88 | 30.22 |
| | I Idle Time (IT) | Jam | 1.18 | 2.77 | 2.27 | 31.69 | 2.96 |
| | KAPAL DALAM NEGERI | | | | | | |
| | a Turn Round Time (TRT) | Jam | 41.14 | 39.13 | 42.41 | 77.88 | 32.06 |
| | b Waiting Time (WT) | Jam | 1.00 | 1.00 | 1.00 | - | 0.42 |
| | c Approach Time (AT) | Jam | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 39.44 | 1.00 |
| | d Postpone Time (PT) | Jam | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 | 1.00 |
| | e Berthing Time (BT) | Jam | 38.14 | 36.13 | 39.41 | 37.44 | 29.64 |
| | f Non Operating Time (NOT) | Jam | 6.78 | 4.99 | 6.27 | 1.00 | 2.80 |
| | g Berth Working Time (BWT) | Jam | 31.36 | 31.15 | 33.14 | 36.44 | 26.84 |
| | h Effective Time (ET) | Jam | 28.19 | 28.02 | 29.25 | 6.17 | 24.00 |
| | I Idle Time (IT) | Jam | 3.17 | 3.13 | 3.89 | 30.27 | 2.84 |

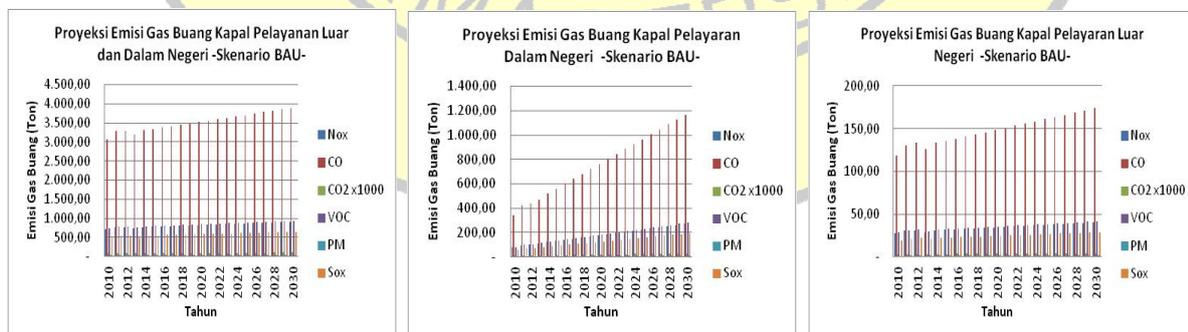
Sedangkan lalulintas kapal, baik untuk kapal luar dan dalam negeri mulai tahun 2009 sampai dengan 2013 ditunjukkan dalam Tabel 4. Total lalulintas kapal memperlihatkan kenaikan lebih dari 10% setiap tahunnya untuk *Gross Tonnage* dan unit kapal yang berkunjung.

Tabel 4 Waktu Pelayanan Kapal di Pelabuhan Tanjung Priok

| NO | U R A I A N | SATUAN | REALISASI | REALISASI | REALISASI | REALISASI | REALISASI |
|----|-------------------------|--------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | TAHUN | TAHUN | TAHUN | TAHUN | TAHUN |
| | | | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 4 | 6 |
| 1. | Pelayaran Luar Negeri : | | | | | | |
| | a. Reguler | Unit | 387 | 336 | 944 | 1.854 | 2.566 |
| | | GT | 6.261.192 | 5.279.088 | 13.720.112 | 32.184.448 | 45.703.615 |
| | b. Non Reguler | Unit | 4.121 | 4.351 | 3.545 | 2.734 | 1.962 |
| | | GT | 55.203.840 | 62.674.010 | 59.425.468 | 46.022.098 | 33.909.750 |
| | Jumlah 1 | Unit | 4.508 | 4.687 | 4.489 | 4.588 | 4.528 |
| | | GT | 61.465.032 | 67.953.098 | 73.145.580 | 78.206.546 | 79.613.365 |
| 2. | Pelayaran Dalam Negeri | Unit | 12.004 | 12.582 | 14.199 | 14.072 | 13.566 |
| | | GT | 29.550.484 | 33.878.444 | 39.194.606 | 40.760.227 | 44.346.132 |
| 3. | Pelayaran Rakyat | Unit | - | - | - | - | - |
| | | GT | - | - | - | - | - |
| 4. | Pelayaran Perintis | Unit | - | - | - | - | - |
| | | GT | - | - | - | - | - |
| 5. | Kapal Negara / Tamu | Unit | 158 | 188 | 226 | 172 | 189 |
| | | GT | 563.384 | 670.826 | 912.991 | 641.817 | 810.468 |
| | Jumlah 2 s/d 5 | Unit | 12.162 | 12.770 | 14.425 | 14.244 | 13.755 |
| | | GT | 30.113.868 | 34.549.270 | 40.107.597 | 41.402.044 | 45.156.600 |
| | Jumlah 1 s/d 5 | Unit | 16.670 | 17.457 | 18.914 | 18.832 | 18.283 |
| | | GT | 91.578.900 | 102.502.368 | 113.253.177 | 119.608.590 | 124.769.965 |

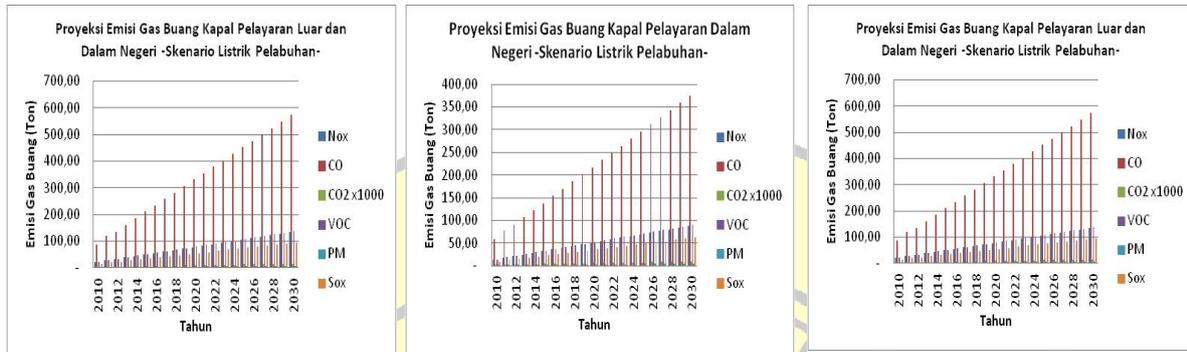
4. Analisa dan Pembahasan

Gambar 3. Memperlihatkan emisi gas buang dari pelayanan kapal dan pelayaran kapal dalam dan luar negeri di Pelabuhan Tanjung Priok dengan proyeksi emisi yang terjadi sampai dengan tahun 2030. Pada skenario ini tidak dilakukan intervensi apapun atau *Business As Usual* (BAU). Pada tahun 2030, total emisi untuk NO_x = 1.221 ton, CO = 5.233 ton, CO₂ = 139,6 × 10³ ton, VOC = 1.260 ton, PM = 65,41 ton dan SO_x = 872,20 ton



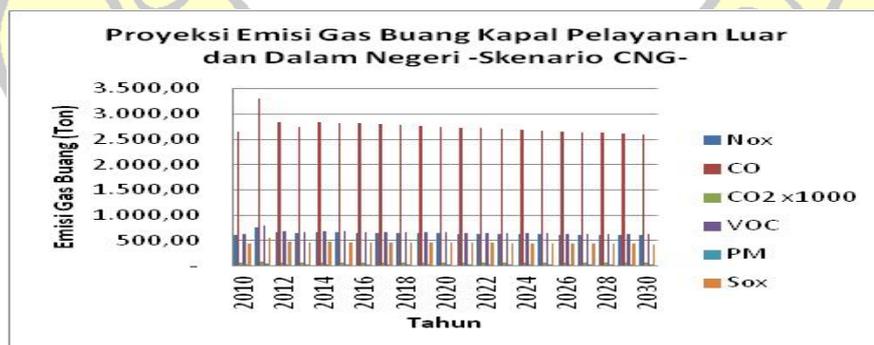
Gambar 3. Emisi Pelayanan Kapal, Pelayaran Kapal Dalam dan Luar Negeri Skenario BAU

Gambar 4 menunjukkan skenario penggunaan listrik pelabuhan sebagai pengganti mesin bantu kapal pelayaran dalam dan luar negeri di pelabuhan. Pada tahun 2030, total emisi untuk NO_x = 267 ton, CO = 1.144 ton, CO₂ = 30,50 × 10³ ton, VOC = 275,60 ton, PM = 14,30 ton dan SO_x = 190,73 ton.



Gambar 4. Emisi Pelayaran Kapal, Pelayaran Kapal Dalam dan Luar Negeri Skenario Listrik Pelabuhan

Gambar 5 memperlihatkan skenario Compressed Natural Gas (CNG) pada kapal pelayanan di pelabuhan sebagai pengganti penggunaan BBM pada mesin utama kapal khususnya tugboat. Pada tahun 2030, total emisi untuk NO_x = 604,85 ton, CO = 2.592 ton, CO₂ = 69,10 × 10³ ton, VOC = 624,30 ton, PM = 32,40 ton dan SO_x = 432,00 ton.



Gambar 5. Emisi Pelayaran Kapal Skenario Compressed Natural Gas (CNG)

Sesuai dengan peraturan *International Maritime Organization* (IMO) tentang pembatasan kandungan sulfur pada BBM atau dengan kata lain peningkatan kualitas BBM, sehingga apabila diterapkan pada industri pelayaran di Indonesia akan dapat mengurangi dampak dari emisi gas buang dari kapal terutama akibat kandungan sulfur dalam BBM. Gambar 6 menunjukkan perbandingan emisi sulfur antara Skenario BAU dengan Skenario Kualitas BBM.

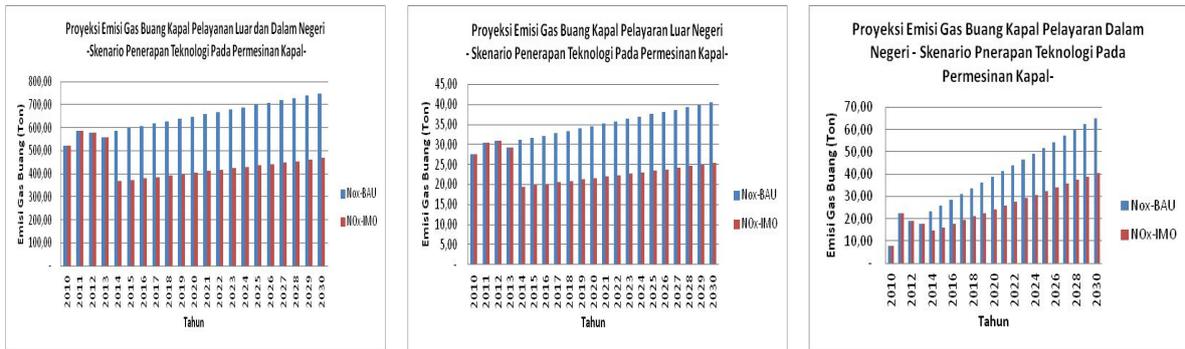
Pada tahun 2030, apabila dilakukan intervensi peningkatan kualitas BBM untuk kapal pelayaran dipelabuhkan menjadi $SO_x = 214,00$ ton dan apabila tidak dilakukan intervensi nilai emisi $SO_x = 648,50$ ton atau menurun sebesar 33% demikian juga untuk kapal pelayaran dalam dan luar negeri menurun sebesar 30%.



Gambar 6. Emisi Gas Buang Kapal Skenario Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Minyak (BBM)

Demikian juga dengan pembatasan dari NO_x di kapal dengan dasar putaran mesin kapal sesuai dengan ketentuan dari IMO. Sehingga apabila diterapkan dapat menurunkan emisi gas buang kapal khususnya emisi NO_x . Gambar 7 menunjukkan perbandingan emisi gas buang NO_x antara skenario BAU dengan skenario peningkatan penerapan teknologi pada permesinan kapal.

Pada tahun 2030, apabila dilakukan intervensi penerapan teknologi pada permesinan kapal untuk kapal pelayaran dipelabuhkan menjadi $NO_x = 467,75$ ton dan apabila tidak dilakukan intervensi nilai emisi $NO_x = 748,40$ ton atau terjadi penurunan emisi gas buang NO_x lebih dari 60% demikian juga untuk kapal pelayaran dalam dan luar negeri.

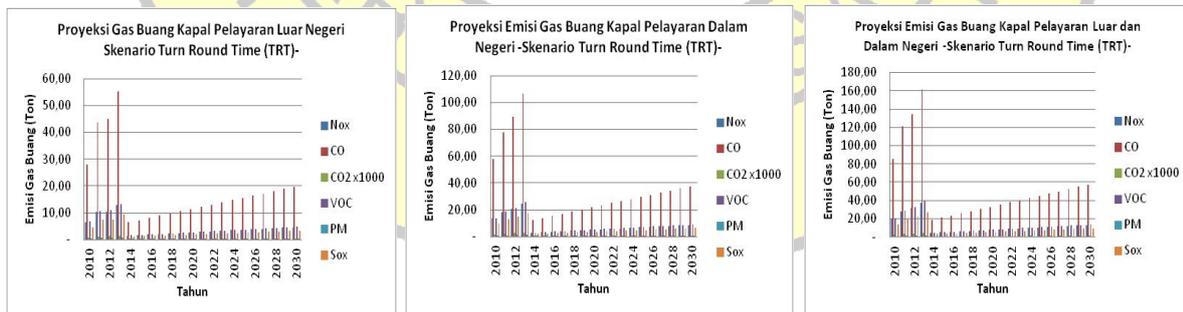


Gambar 7. Emisi Gas Buang Kapal Skenario Penerapan Teknologi Pada Permesinan Kapal

Berdasarkan penelitian terdahulu, rata-rata waktu TRT kapal asal luar dan dalam negeri dari tahun ke tahun meningkat dan pada saat ini TRT di Pelabuhan Tanjung Priok berkisar diatas 40 jam atau kurang lebih sejak kedatangan kapal sampai dengan kapal berangkat selama 2 (dua) hari. Gambar 8 menunjukkan emisi gas buang kapal dengan menggunakan skenario efisiensi *turn round time* (TRT) kapal di pelabuhan, emisi kapal pelayaran tersebut tidak dimasukan.

Dalam kajian ini diasumsikan efisiensi waktu dalam skema TRT sebesar 10% yang dilakukan dapat menurunkan tingkat emisi gas buang kapal dibandingkan dengan skenario BAU. Dengan memperhitungkan bahwa tingkat TRT kapal di Pelabuhan masih sangat terbuka luas, sehingga penurunan tersebut seharusnya dapat dilakukan lebih dari 10%.

Gambar 8. Emisi Gas Buang Kapal Skenario Efisiensi Turn Round Time (TRT)



5. KESIMPULAN

- a. Total kunjungan kapal luar negeri ke Pelabuhan Tanjung Priok menunjukkan trend yang meningkat demikian juga dengan kedatangan kapal dalam negeri, baik dari sisi jumlah maupun *gross tonnage* kapal.
- b. Akibat dari kenaikan kunjungan kapal di Pelabuhan Tanjung Priok juga meningkatkan total pemakaian BBM untuk kapal mengalami trend kenaikan dari tahun ketahun dan dari perhitungan terlihat bahwa konsumsi BBM terbesar adalah untuk kapal angkutan luar negeri.
- c. Perhitungan emisi yang dilakukan adalah untuk polutan NO_x, CO, CO₂, VOC, PM dan SO_x. Hasil kajian memperlihatkan kenaikan emisi gas buang dari kapal yang cukup besar sehingga hal ini dapat mengganggu kesehatan manusia dan ekologi lingkungan pelabuhan.
- d. Strategi untuk menurunkan emisi dibandingkan dengan skenario strategi *business as usual* (BAU) adalah strategi pemakaian listrik pelabuhan, efisiensi *turn round time* (TRT), skenario penerapan kualitas BBM, penerapan teknologi pada permesinan kapal, dan skenario penggunaan *compressed natural gas* (CNG) sebagai bahan bakar pengganti.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Perhubungan, Informasi Geo-Spasial Transportasi, 2011
- Ishida,T., *Emission of Estimate Methods of Air Pollution and Green House Gases from Ships*, J. Jap. Inst. Mar. Eng., 37(1). 2003
- 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., Update (Technical Report no.30)*, 2002
- A Report on Research Concerning the Reduction of CO₂ Emission from Vessels, Ship and Ocean Foundation, Japan, 2000.
- Marpol 73/78 Annex VI: NO_x and SO_x Control, International Maritime Organization (IMO), The United Nation, 2004.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual, 1996.

Arif Fadillah dan Moch. Ricky Dariansyah, Kajian Emisi Gas Buang Dari Kapal di Pelabuhan Tanjung Priok, 2013, Prosiding Seminar Hasil Penelitian Semester Genap 2013/2014, Tahun II/No.2/Agustus 2014, Universitas Darma Persada.

