

Menghitung Emisi Gas Buang pada Kapal Nelayan Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur

Salman Alfarisi dan Aguk Zuhdi Muhammad Fatallah.

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111

E-mail: salmanaf91@gmail.com, fathalaz[at]its.ac.id

Abstrak— Emisi gas buang kapal nelayan pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur dikhawatirkan telah melewati ambang batas peraturan yang ditentukan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999. Sehingga diperlukan perhitungan emisi dan nilai produksi dari kapal nelayan. Metode untuk menghitung emisi berdasarkan standar eropa (MEET,2002), dimana perhitungan ini telah diterapkan oleh Carlos Trozzi (Trozzi,1999). Hasil perhitungan diperoleh informasi bahwa emisi gas buang untuk kapal 1-5 *gross tonnage* berupa karbon dioksida (CO₂) tiap harinya sebesar 1.020 Kg/ton fuel dan *particulate matter* (PM) sebesar 0.021, kapal 6-10 *gross tonnage* berupa karbon dioksida (CO₂) tiap harinya sebesar 1.925 Kg/ton fuel dan *particulate matter* (PM) sebesar 0.184, kapal 11-15 *gross tonnage* berupa karbon dioksida (CO₂) tiap harinya sebesar 2.592 Kg/ton fuel dan *particulate matter* (PM) sebesar 0.342, dan yang terakhir untuk kapal 21-25 *gross tonnage* berupa karbon dioksida (CO₂) tiap harinya sebesar 3.123 Kg/ton fuel dan *particulate matter* (PM) sebesar 0.481. Dapat ditarik kesimpulan dengan emisi gas buang kapal nelayan seperti data diatas maka terdapat 43 kapal melewati ambang batas yang telah ditentukan dalam kategori 11-15 *gross tonnage* dan 21-25 *gross tonnage*.

Kata Kunci : Emisi, Hasil Tangkapan, Pemanasan Global, Kapal Nelayan

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara kepulauan terbesar sekaligus negara maritim dengan dua pertiga wilayahnya merupakan wilayah lautan. Ada lebih dari delapan ribu jenis ikan laut dan yang lebih mengagumkan lagi 37% spesies ikan di dunia hidup pada perairan Indonesia. Hal ini menyebabkan Indonesia saat ini merupakan salah satu negara yang berkontribusi memasok kebutuhan produk perikanan di dunia mencapai 30% yang membuat Indonesia sebagai salah satu pemasok produk perikanan terbesar di dunia. Demikian yang pernah disampaikan oleh Menteri Kelautan dan Perikanan Susi Pudjiastuti.

Namun, permasalahan utama dalam memenuhi kebutuhan produk perikanan, yaitu pada emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal penangkap ikan untuk karbon dioksida (CO₂), Karbon monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO_x) dan yang terakhir *Particulate matter* (PM).

Dikhawatirkan emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal nelayan pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur sudah melewati ambang batas yang telah ditentukan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999. Jika emisi gas buang yang dihasilkan oleh kapal sudah melewati ambang batas yang telah ditentukan maka akan terjadi peningkatan suhu rata-rata atmosfer yang dapat menyebabkan *global warming*. Komponen-Komponen yang paling banyak berpengaruh pada *global warming* yaitu Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Oksida (NO_x). Untuk perkiraan Prosentase Komponen Pencemar udara dapat dilihat pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1
Prosentase Komponen Pencemar Udara di Indonesia

Komponen Pencemar	Prosentase (%)
CO	70.5
NO _x	8.89

II. URAIAN PENELITIAN

A. Gambaran Umum

Dalam Pelaksanaan Tugas Akhir ini, dalam menghitung emisi gas buang dan nilai produksi dari kapal di butuhkan berbagai macam data pendukung yang nantinya akan dimasukkan ke dalam persamaan yang sudah ditentukan. Data yang dibutuhkan yaitu, *gross tonnage* kapal, spesifikasi mesin kapal, durasi pelayaran,, faktor emisi, dan terakhir jumlah tangkapan.

B. Gross Tonnage & Mesin Kapal

Data *Gross Tonnage* dan mesin pendorong kapal didapatkan dari Rukun Nelayan Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Data Spesifikasi Kapal (*Gross Tonnage* & Mesin Kapal)

No.	<i>Gross Tonnage</i>	Mesin Kapal
1.	1-5	Merk : Yanmar Type : CY 1115 Tenaga Kuda : 23 HP SFOC : 177 gr/Hp.Jam Jenis Bahan Bakar : Solar Merk : Dongfeng Type : S 1115 Tenaga Kuda : 24 HP SFOC : 177 gr/Hp.Jam Jenis Bahan Bakar : Solar

Tabel 2.1
Lanjutan Data Spesifikasi Kapal (*Gross Tonnage* & Mesin Kapal)

No.	<i>Gross Tonnage</i>	Mesin Kapal
2.	6-10 GT	Merk : Yanmar Type : TF 300 H-di Tenaga Kuda : 30 HP SFOC : 178 gr/kWh Jenis Bahan Bakar : Solar Merk : Dongfeng Type : S 1110 Tenaga Kuda : 23 HP SFOC : 178 gr/kWh Jenis Bahan Bakar : Solar Merk : Yanmar Type : 3GM30F Tenaga Kuda : 24 HP SFOC : 178 gr/hp.jam Jenis Bahan Bakar : Solar
3.	11-15 GT	Merk : Yanmar Type : 6CHE3 Tenaga Kuda : 30 HP SFOC : 242 gr/kWh Jenis Bahan Bakar : Solar
4.	21-25 GT	Merk : Yanmar Type : 6CHE3 Tenaga Kuda : 30 HP SFOC : 242 gr/kWh Jenis Bahan Bakar : Solar

C. Daya Jelajah Kapal

Dalam menangkap ikan nelayan pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur mempunyai tujuan yang berbeda-beda tergantung dari besar *gross tonnage* kapal dan alat tangkap yang digunakan. Daya jelajah kapal berfungsi untuk mencari lama pelayaran dari kapal. berikut merupakan tabel tujuan pada masing-masing kapal dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2.2
Daya Jelajah Kapal Nelayan

No.	<i>Gross Tonnage</i>	Daya Jelajah Kapal
1.	1-5 GT	5 nm dari daratan
2.	6-10 GT	Jepara
3.	11-15 GT	Kalimantan
4.	21-25 GT	Kalimantan

D. Hasil Tangkapan Kapal

Hasil tangkapan berfungsi untuk mengetahui nilai produksi dari kapal. berdasarkan data Rukun Nelayan Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan diperoleh data hasil tangkapan ikan kapal nelayan yang dapat dilihat pada **Tabel 2.3**.

Tabel 2.3
Data Hasil Tangkapan Kapal Nelayan

No.	<i>Gross Tonnage</i>	Hasil Tangkapan
1.	1-5	Kakap Merah Kerapu Cucut Manyung Putihan Kurisi

Tabel 2.3
Lanjutan data Hasil Tangkapan Kapal Nelayan

No.	<i>Gross Tonnage</i>	Hasil Tangkapan
2.	6-10	Kuningan Cucut Kembung Kapas Tongkol Tenggiri
3.	11-15	Bawal Hitam Grobyak Lencam Blosa
4.	21-25	Tongkol Tenggiri Bawal Hitam Grobyak Lencam Blosa

E. Perhitungan Asumsi Emisi Kapal

Perhitungan emisi pada kapal menggunakan standar metodologi Eropa (MEET,2002), yang mana perhitungan ini sebelumnya sudah dilakukan oleh Carlo Trozzi (Trozzi,1999). Estimasi mempertimbangkan 4 kapal yang sudah dikategorikan menurut *gross tonnage* dari 210 kapal yang ada pada Kelurahan Brondong. Data lainnya yang dipertimbangkan sudah dijelaskan diatas yaitu seperti faktor emisi, dan spesifikasi parameter dari kapal seperti konsumsi bahan bakar, tipe dari mesin, dan lain-lain. Berikut merupakan factor emisi dari mesin yang dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2.4
Faktor Emisi dari Masing-Masing Polutan (Trozzi,2006)

<i>Engine Type</i>	<i>NO_x</i>	<i>CO</i>	<i>CO₂</i>	<i>VOC</i>	<i>PM</i>	<i>SO_x</i>
<i>Steam turbines – BFO</i>	6,98	0,431	3200	0,085	2,5	20s
<i>Steam turbines – MDO</i>	6,25	0,6	3200	0,5	2,08	20s
<i>High speed diesel engine</i>	70	9	3200	3	1,5	20s
<i>Medium speed diesel eng.</i>	57	7,4	3200	2,4	1,2	20s
<i>Slow speed diesel engines</i>	87	7,4	3200	2,4	1,2	20s
<i>Gas turbines</i>	16	0,5	3200	0,2	1,1	20s
<i>Pleasure – Inboard diesel</i>	48	20	3200	26	Neg.	20s
<i>Pleasure – Inboard gasol</i>	21,2	201	3000	13,9	Neg.	20s
<i>Outboard gasoline engines</i>	1,07	540	3000	176	Neg.	20s

Carlos Trozzi dalam penelitiannya menggunakan konsumsi bahan bakar mesin sehari-hari, dan emisi dihitung dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti mesin dan jenis dari pada bahan bakar yang digunakan oleh kapal yang sedang diteliti. Konsumsi bahan bakar dari setiap jenis kapal diperoleh dari hasil analisis regresi linear konsumsi bahan bakar terhadap lama pelayaran. Selain itu, tingkat emisi yang diasumsikan seperti yang ditunjukkan oleh persamaan dibawah ini :

Persamaan mencari lama perjalanan kapal (Santosa,2001) :

$$t = \frac{S}{v}$$

Dimana :

- T : Durasi Perjalanan Kapal (Jam)
- S : Jarak Rute Pelayaran Kapal (nm)
- v : Kecepatan Kapal (Knot)

Setelah didapatkan durasi perjalanan kapal selanjutnya dapat dicari konsumsi bahan bakar yang di butuhkan oleh kapal untuk mendapatkan nilai emisi gas buang dari kapal nelayan yang ada pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur yang ada pada persamaan sebagai berikut.

Perhitungan konsumsi bahan bakar pada mesin kapal :

$$FC = BHP \times SFOC \times t$$

Dimana :

- FC : Konsumsi Bahan Bakar (ton)
 BHP : Daya Putaran Mesin (kW)
 SFOC : Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (kW/kWh)
 t : Durasi Kapal Saat Berlayar (Jam)

Langkah selanjutnya setelah di dapatkan konsumsi bahan bakar dari kapal, dihitunglah emisi gas buang yang di hasilkan oleh kapal nelayan. Emisi gas buang yang akan di hitung adalah karbon dioksida (CO₂), *particulate matter* (PM), nitrogen oksida (NO_x), dan karbon monoksida (CO). Perhitungan emisi gas buang dengan cara mengkalikan dengan masing-masing faktor emisi yang ada pada **Tabel 2.4**.

Berikut persamaan untuk mencari emisi gas buang (Pitana,2010) :

$$E = S \times F$$

Dimana :

- E : Total Emisi Dari Polutan (Kg/tom fuel)
 S : Konsumi Bahan Bakar (ton/Jam)
 F : Faktor Emisi Polutan Dari Mesin

Setelah mendapatkan emisi dari kapal, untuk mendapatkan nilai produksi total dari usaha perikanan di Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur didekati dengan cara menghitung pendapatan bersih yang dikalikan dengan jumlah populasi untuk mendapatkan pendapatan bersih secara total (Hamzah,2005) dari usaha perikanan pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur.

F. Definisi Emisi yang Dihasilkan Oleh Kapal

1) Definisi Karbon Dioksida (CO₂)

Definisi dari karbon dioksida adalah senyawa kimia yang terdiri dari dua atom oksigen yang terikat secara *kovalen* dengan sebuah atom karbon. Ia berbentuk gas pada keadaan *temperature* dan tekanan standar dan hadir di atmosfer bumi. Rata-rata konsentrasi karbon dioksida (CO₂) di atmosfer bumi kira-kira 387 ppm berdasarkan volume walupun jumlah itu bisa bervariasi tergantung pada lokasi dan waktu. Karbon dioksida (CO₂) dihasilkan dari hasil pembakaran bahan bakar fosil. Untuk ukuran jumlah total emisi karbon dioksida (CO₂) disebut dengan *carbon footprint* (Whorf,2005)

2) Definisi Karbon Monoksida (CO)

Definisi dari karbon monoksidasi (CO) adalah gas yang tak berwarna,tak berbau,dan tak berasa. Ia

terdiri dari satu atom karbon yang secara kovalen berikatan dengan satu atom oksigen. Dalam ikatan ini, terdapat dua ikatan kovalen dan satu ikatan kovalen koordinasi antara atom karbon dan oksigen. karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tak sempurna senyawa karbon. Sering terjadi pada mesin pembakaran dalam. Karbon monoksida dapat terbentuk apabila terdapat kekurangan oksigen dalam proses pembakaran. Karbon monoksida mudah terbakar dan menghasilkan lidah api berwarna biru, menghasilkan karbon dioksida (CO₂). Walaupun karbon monoksida (CO) bersifat racun, namun karbon monoksida (CO) memainkan peran yang penting dalam teknologi modern, yakni merupakan prekursor banyak senyawa karbon. Karbon monoksida (CO) memiliki efek *radiative forcing* secara tidak langsung dengan menaikkan konsentrasi metana dan ozon troposfer melalui reaksi kimia. Dengan proses alami di atmosfer karbon monoksida teroksidasi menjadi karbon dioksida (Wiberg,2001).

3.) Definisi Nitrogen Oksida (NO_x)

Nitrogen oksida (NO_x) merupakan senyawa jenis gas yang terdapat diudara bebas, sebagian besar berupa gas nitrit oksida (NO) dan nitrogen oksida (NO₂) serta berbagai jenis oksida dalam jumlah yang sedikit. Gas dari nitrit oksida (NO) tidak berwarna dan tidak berbau, sedangkan gas NO₂ berwarna coklat kemerahan, berbau tidak sedap dan cukup menyengat. Berbagai jenis nitrogen oksida (NO_x) dapat dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar minyak (BBM) dan bahan bakar (BB) fosil lainnya pada suhu yang tinggi, yang dibuang ke lingkungan melalui emisi gas buang kendaraan. Nitrogen oksida (NO_x) dapat dihasilkan juga dengan proses alami seperti pencahayaan (*lighting*), kebakaran hutan dan aktifitas mikroorganisme. Emisi nitrogen oksida (NO_x) terutama yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar fosil baik sumber *static* maupun sumber yang bergerak (Mulya,2005).

4) Definisi *Particulate Matter* (PM)

Definisi dari *Particulate matter* (PM) adalah istilah untuk partikel padat atau cair yang ditemukan di udara. Partikel dengan ukuran besar atau cukup gelap dapat dilihat sebagai jelaga atau asap. Sedangkan partikel yang sangat kecil dapat dilihat dengan mikroskop electron. Partikel berasal dari berbagai sumber baik mobile dan stasioner (diesel truk, woodstoves, pembangkit listrik, dll), sehingga sifat kimia dan fisika partikel sangat bervariasi. Partikel dapat langsung terbentuk di atmosfer saat polutan gas seperti SO₂ dan NO_x bereaksi membentuk partikel halus. *Particulate matter* (PM) merupakan pencemaran udara yang berasal dari proses pembakaran dan gas-gas buang berbahan bakar fosil.

Bahan-bahan *particulate matter* (PM) dapat terakumulasi tidak hanya di daerah-daerah yang berdekatan dengan sumber pencemaran saja tetapi dapat juga di daerah-daerah yang lebih jauh (Siccama dan Smith1978). *Particulate matter* (PM) dengan ukuran yang lebih besar dan berat

diakumulasikan di dekat sumber pencemaran, sedangkan *particulate matter* (PM) dengan ukuran yang lebih kecil dan ringan akan mengalami penyebaran yang lebih jauh dari sumber pencemaran.

G. Dampak yang Dihasilkan Emisi Kapal

1) Dampak yang Dihasilkan Karbon Dioksida (CO₂)

Persoalaan pemanasan global sudah menjadi isu lingkungan hidup sejak tahun 1990 dan merupakan ancaman serius bagi kelestarian ekosistem bumi. Keberadaan gas karbon dioksida (CO₂) di atmosfer lebih berlimpah dan konsentrasi gas ini terus meningkat, sehingga perlu mendapat perhatian serius. Gas karbon dioksida (CO₂) di atmosfer memiliki sifat seperti kaca yakni meneruskan radiasi gelombang pendek dari cahaya matahari, tetapi menyerap dan memantulkan radiasi gelombang panjang atau radiasi balik yang telah dipancarkan bumi yang memiliki sifat panas. Dampak yang terjadi dari peningkatan karbon dioksida (CO₂) dalam kurun waktu 100 tahun yang akan datang dapat membuat suhu rata-rata bumi meningkat hingga 4,5°C dan dapat berpengaruh pada perubahan besaran dan distribusi curah hujan yang membawa dampak luas dalam banyak segi kehidupan manusia. Kejadian itu dapat terjadi dikarenakan perubahan suhu dan curah hujan secara langsung dan tidak langsung mempengaruhi sistem produksi pangan, sumber daya air, pemukiman, kesehatan, energi, dan kenaikan permukaan air laut. Kenaikan emisi karbon dioksida (CO₂) harus di kendalikan karena waktu paruh dari gas karbon dioksida (CO₂) mempunyai waktu yang lama yaitu 200 tahun

2) Dampak yang Dihasilkan Karbon Monoksida (CO)

Karbon monoksida yang keluar dari emisi gas buang kapal akan berada di udara ambient, jika terhirup oleh manusia maka molekul tersebut akan masuk ke dalam saluran pernapasan dan terus masuk ke dalam paru-paru yang akan menempel pada haemoglobin darah membentuk *carboxy haemoglobin* (COHb) (Wardhana,2011)

Semakin tinggi konsentrasi karbon monoksida (CO) yang terhirup oleh manusia maka akan semakin fatal resiko yang diterima oleh manusia tersebut, bahkan dapat menyebabkan kematian. Sifat karbon monoksida (CO) yang berupa gas yang tidak berbau dan tidak berwarna serta sangat toksik tersebut, maka karbon monoksida (CO) sering disebut sebagai *silent killer*. Efek terhadap kesehatan gas karbon monoksida (CO) merupakan gas yang berbahaya untuk tubuh karena daya ikat gas karbon monoksida (CO) terhadap haemoglobin adalah 240 kali dari daya ikat karbon monoksida (CO) terhadap oksigen (O₂). Apabila gas CO darah (HbCO) cukup tinggi, maka akan mulai terjadi gejala antara lain pusing kepala (HbCO 10 persen), mual dan sesak nafas (HbCO 20 persen), gangguan penglihatan dan konsentrasi menurun (HbCO 30 persen) tidak sadar, koma (HbCO 40-50 persen) dan apabila berlanjut akan dapat menyebabkan kematian. Pada paparan

menahun akan menunjukkan gejala gangguan syaraf, infark otak, infark jantung dan kematian bayi dalam kandungan.

Gas karbon monoksida (CO) yang tinggi di dalam darah berasal dari emisi gas buang bahan bakar fosil. Terhadap lingkungan udara dalam ruangan, gas karbon monoksida (CO) dapat pula merupakan gas yang menyebabkan *building associated illnesses*, dengan keluhan berupa nyeri kepala, mual dan muntah (Anonim,2009). Karbon monoksida (CO) adalah gas yang tidak berwarna, tidak berbau, mudah terbakar dan sangat beracun. Merupakan hasil utama pembakaran karbon monoksida (CO) dan senyawa yang mengandung karbon monoksida (CO) yang tidak lengkap.(Handayani,2008).

3) Dampak yang Dihasilkan Nitrogen Oksida (NO_x)

Diantara berbagai jenis oksida nitrogen yang ada di udara, nitrogen dioksida (NO_x) merupakan gas yang paling beracun. Karena larutan nitrogen dioksida (NO_x) dalam air yang lebih rendah dibandingkan dengan SO₂, maka nitrogen oksida (NO_x) akan dapat menembus ke dalam saluran pernafasan lebih dalam. Bagian dari saluran yang pertama kali dipengaruhi adalah membran mukosa dan jaringan paru. Organ lain yang dapat dicapai oleh nitrogen oksida (NO_x) dari paru adalah melalui aliran darah. Karena data epidemiologi tentang resiko pengaruh nitrogen oksida (NO_x) terhadap kesehatan manusia sampai saat ini belum lengkap, maka evaluasinya banyak didasarkan pada hasil studi eksperimental. Berdasarkan studi menggunakan binatang percobaan, pengaruh yang membahayakan seperti misalnya meningkatnya kepekaan terhadap radang saluran pernafasan, dapat terjadi setelah mendapat pajanan sebesar 100 µg/m³. Percobaan pada manusia menyatakan bahwa kadar NO_x sebesar 250 µg/m³ dan 500 µg/m³ dapat mengganggu fungsi saluran pernafasan pada penderita asma dan orang sehat (Tugaswati,2008).

4) Dampak *Particulate Matter* (PM)

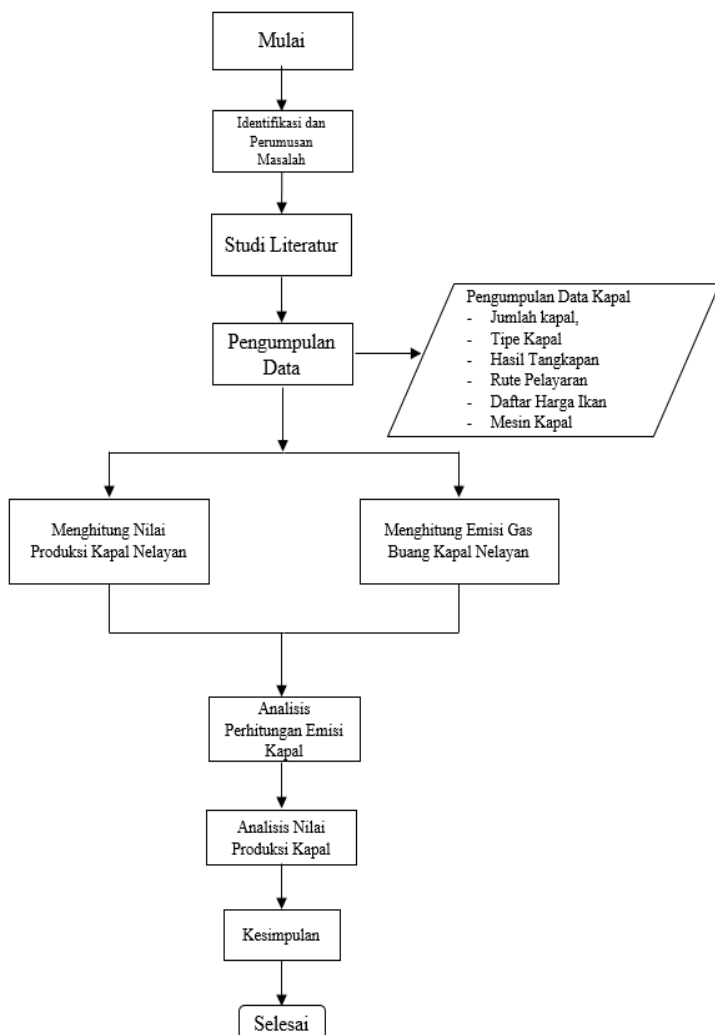
Particulate Matter (PM) Standar merupakan partikel kecil yang bertanggung jawab untuk efek kesehatan yang merugikan karena kemampuannya untuk mencapai daerah yang lebih dalam pada saluran pernapasan. *Particulate Matter* (PM) termasuk partikel dengan diameter 10 mikrometer atau kurang. Standar kesehatan berdasarkan PP No. 41 Tahun 1999 untuk *Particulate Matter* (PM) adalah 150 µg/Nm³ (24 jam).

Efek utama bagi kesehatan manusia dari paparan *Particulate Matter* (PM) meliputi: efek pada pernapasan dan sistem pernapasan, kerusakan jaringan paru-paru, kanker, dan kematian dini. Orang tua, anak-anak, dan orang-orang dengan penyakit paru-paru kronis, influenza, atau asma, sangat sensitif terhadap efek partikel. *Particulate Matter* (PM) yang asam juga dapat merusak bahan buatan manusia dan merupakan penyebab utama berkurangnya jarak pandang.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan hal yang mutlak dalam upaya mendapatkan pedoman yang benar dan dapat memandu peneliti dalam menentukan langkah-langkah yang dilakukan dalam pengerjaan Tugas Akhir. Langkah pertama, mengidentifikasi dan perumusan masalah yang ada. Kedua, studi literature untuk dapat memahami permasalahan pada Tugas Akhir ini sehingga dapat diketahui mengapa permasalahan dapat terjadi yang nantinya dapat diletakkan dasar teori untuk mendukung Tugas Akhir. Ketiga, pengumpulan Tugas Akhir dilakukan dengan cara survey sekunder. Survey ini dilakukan untuk mencari data yang bersifat kuantitatif. Pada penelitian kuantitatif, penelitian berangkat dari teori menuju data, dan berakhir pada penerimaan atau penolakan terhadap teori yang digunakan.

Empat, perancangan metode untuk menghitung emisi gas buang dan nilai produksi dari kapal. selanjutnya kelima, analisa dan pembahasan dari perencanaan yang sudah dilakukan. Terakhir, kesimpulan dan saran dari keseluruhan proses yang telah dilakukan sebelumnya serta memberikan jawaban atas permasalahan yang ada.



Gambar 3.1. Diagram Tahapan Pelaksanaan Tugas Akhir

IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

A. Estimasi Emisi Kapal dalam Hari

Berikut merupakan hasil keseluruhan emisi gas buang kapal dalam hari pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1
Emisi Kapal dalam Hari

No	Ukuran Kapal	Jumlah Kapal	NOx	CO	CO ₂	PM
1.	1-5 GT	42	0.5547	1.0201	31.14423	0.0211
2.	5-10 GT	100	38.028	1.9265	2134/232	0.1842
3.	10-15 GT	25	12.951	2.5921	727.1211	0.3242
4.	20-25 GT	43	26.286	3.1231	1475.765	0.4812
Total		210	80.234	7.2343	4324/242	0.9234

B. Estimasi Emisi Kapal dalam Tahun

Berikut adalah hasil keseluruhan emisi gas buang kapal dalam tahun pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur dapat dilihat pada **Tabel 4.2**.

Tabel 4.2
Emisi Kapal dalam Tahun

No	Ukuran Kapal	Jumlah Kapal	NOx	CO	CO ₂	PM
1.	1-5 GT	42	18.3223	43.232	1119.619	0.7296
2.	5-10 GT	100	912.893	45.623	76824.23	6.4822
3.	10-15 GT	25	232.211	45.335	13089.46	5.7632
4.	20-25 GT	43	1440/23	56.772	26550.23	16.232
Total		210	2602.23	189.34	117582.2	28.422

C. Hasil Tangkapan Nelayan dalam Hari

Berdasarkan data yang didapat dari Rukun Nelayan Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan, didapat jumlah tangkapan masing-masing kapal yang dikategorikan berdasarkan *gross tonnage* yang berfungsi untuk menemukan jumlah tangkapan dari nelayan yang dapat dilihat pada **Tabel 4.3**.

Tabel 4.3
Tangkapan Nelayan dalam Hari

No	Gross Tonnage	Jumlah Kapal	Jumlah Tangkapan
1.	1-5 GT	42	90.47
2.	5-10 GT	100	4940
3.	10-15 GT	25	21433
4.	20-25 GT	43	24133
Total		210	50596.47

D. Hasil Tangkapan Nelayan dalam Satu Tahun

Berikut merupakan nilai produksi dari seluruh kapal yang ada pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur yang dapat dilihat pada **Tabel 4.4**.

Tabel 4.4
Tangkapan Nelayan dalam Tahun

No	Gross Tonnage	Jumlah Kapal	Jumlah Tangkapan
1.	1-5 GT	42	3256.92
2.	5-10 GT	100	118560
3.	10-15 GT	25	385794
4.	20-25 GT	43	434214
Total		210	941824.9

E. Emisi Kapal Berdasarkan Peraturan Pemerintah
Penjabaran hasil emisi seluruh kapal pada Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur dalam hari. hasil emisi seluruh kapal dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tanggal 26 Mei 1999 mengenai baku mutu udara. Berikut merupakan hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5

Emisi Kapal Berdasarkan Peraturan dalam Hari

No	Gross Tonnage	Jumlah Kapal	Parameter	Waktu (Jam)	Baku Mutu	Emisi Kapal
1.	1-5 GT	50	CO	24	2.97	1.020
			PM	24	0.44	0.021
2.	6-10 GT	115	CO	24	2.97	1.925
			PM	24	0.44	0.184
3.	11-15 GT	30	CO	24	2.97	2.592
			PM	24	0.44	0.342
4.	21-25 GT	15	CO	24	2.97	3.123
			PM	24	0.44	0.481

Berikut merupakan perbandingan antara emisi kapal dalam tahun dengan peraturan pemerintah dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6

Emisi Kapal Berdasarkan Peraturan dalam Tahun

No	Gross Tonnage	Jumlah Kapal	Parameter	Waktu (Jam)	Baku Mutu	Emisi Kapal
1.	1-5 GT	50	CO	24	2.97	1.214
			PM	24	0.44	0.045
2.	6-10 GT	115	CO	24	2.97	10974
			PM	24	0.44	0.195
3.	11-15 GT	30	CO	24	2.97	2.697
			PM	24	0.44	0.451
4.	21-25 GT	15	CO	24	2.97	3.145
			PM	24	0.44	0.482

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa Emisi gas buang dari 38 kapal dalam katagori 21-25 *gross tonnage* dan 5 kapal dalam katagori 11-15 *gross tonnage* nelayan Kelurahan Brondong Kabupaten Lamongan Provinsi Jawa Timur melewati ambang batas yang telah ditentukan oleh Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tanggal 25 Mei 1999

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fardiaz, Srikandi. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- [2] Murdiyarso, Daniel. (2003). *Sepuluh Tahun Perjalanan egosiasi Konvensi Perubahan Iklim*. Jakarta: Kompas.
- [3] Santosa, B., & Willy, P. (2011). *Metoda Metaheuristik Konsep & Implementasi*. Surabaya: Guna Wijaya.
- [4] R. Krishnan, "Permanent Magnet Synchronous and Brushless DC Motor Drives," Blacksburg: CRC Press, 2010.
- [5] Holleman, A. F., & Wiberg, E. *Inorganic Chemistry*. Academic Press: San Diego, 200. ISBN 0-12-352651-5.
- [6] Pitana, T., Kobayashi, E., & Wakabayashi. (2010). *Estimation of Exhaust Emission of Marine Traffic Using Automatic Identification System Data (Case Study : Madura Strait Area, Indonesia)*. OCEANS, LEE CFP 100CF-CDR 978-1-4244-5222. Sydney.

- [7] Trozzi, Carlo. (2006). *Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions from Ships*. Conference Paper.
- [8] Trozzi, C., & Vaccaro, R. (1999). *Actual and Future Air Pollutant Emission from Ship. Proceeding of INRESTS Conference*, Austria.
- [9] _____ (1998). *Methodologies for Estimating Future Air Pollutant Emission from Ship, Techne Report MEET RF98B*.
- [10] Whorf, T.P., & Keeling, CD (2005). "Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network.". *Trends: A Compendium of Data on Global Change. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A.* Period of record: 1958-2004. ^{232.12}_{30.4} ^{37.64}
- [11] Hamzah. (2005). *Valuasi Ekonomi Karang Perairan Pulau Barrang Lompo Sulawesi Selatan*. Tesis. Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin, Makassar.
- [12] Siregar, Edy Batara Mulya. (2005). *Pencemaran Udara, Respon Tanaman Dan Pengaruhnya Pada Manusia. Lecturer Papers-Forestry*. USU Repository.
- [13] Tugawati, A.Tri. (2008). *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*. <URL:http://www.kpbb.org>