

No. 077 A/UN7.F3.6.8.TL/DL/X/2022

No. 078 A /UN7.F3.6.8.TL/DL/X/2022

LAPORAN TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI EMISI
GAS RUMAH KACA (GRK) DAN
KONVENSIONAL DI AREA PELABUHAN
STUDI KASUS KOTA SEMARANG**



Disusun Oleh:

Christoffer Abel Wijoyo 21080119110033
Vadrian Danusilantar 21080119130072

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:

**PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI EMISI
GAS RUMAH KACA (GRK) DAN KONVENSIIONAL
DI AREA PELABUHAN
STUDI KASUS KOTA SEMARANG**

Disusun Oleh:

Nama: Christofer Abel Wijoyo

NIM: 21080119110033

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari:

Tanggal:

Menyetujui:

Penguji I



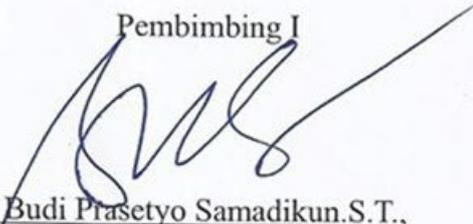
Ir. Nurandani Hardyanti .S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP.197301302000032001

Penguji II



Dr. Ing. Sudarno, ST, MSc
NIP. 197401311999031003

Pembimbing I



Dr.Ir. Budi Prasetyo Samadikun.S.T.,
M.Si., IPM., ASEAN Eng.
NIP.197805142005011001

Pembimbing II



Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo.S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng
NIP. 197402141999031002

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.

NIP. 197401311999031003

Menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir yang berjudul:
**PERENCANAAN STRATEGI REDUKSI EMISI
GAS RUMAH KACA (GRK) DAN KONVENSIONAL
DI AREA PELABUHAN
STUDI KASUS KOTA SEMARANG**

Disusun Oleh:

Nama: Vadrian Danusilintar

NIM: 21080119130072

Telah disetujui dan disahkan pada:

Hari:

Tanggal:

Menyetujui:

Penguji I

Penguji II



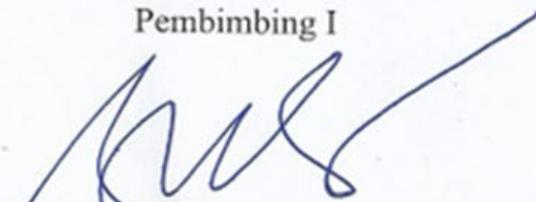
Ir. Nurandani Hardyanti .S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng.
NIP.197301302000032001



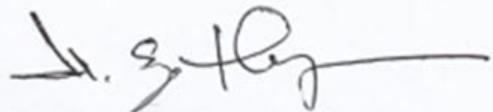
Dr. Ing. Sudarno, ST, MSc
NIP. 197401311999031003

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr.Ir. Budi Prasetyo Samadikun.S.T.,
M.Si., IPM., ASEAN Eng.
NIP.197805142005011001



Dr. Ir. Haryono Setiyo Huboyo.S.T.,
M.T., IPM., ASEAN Eng
NIP. 197402141999031002

Mengetahui,
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Ing. Sudarno, S.T., M.Sc.

**EVALUASI DESAIN SISTEM DRAINASE KAWASAN JALAN TIRTO
AGUNG, KOTA SEMARANG DENGAN PENERAPAN
*SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEM (SUDS)***

Christofer Abel Wijoyo *), Vadrian Danusilintar *), Budi Prasetyo Samadikun *),
Haryono Setiyo Huboyo *)

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

JL. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia, 50275

Email: christoferabel2@gmail.com, vadriandanusilintar@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Salah satu sumber emisi gas rumah kaca dan gas konvensional dari sektor pelayaran adalah dari aktivitas kapal dan aktivitas alat berat di pelabuhan. Area Pelabuhan Kota Semarang merupakan pusat kegiatan maritim di Jawa Tengah. Kegiatan maritim yang akan diproyeksikan terus naik juga akan berdampak pada meningkatnya emisi yang dihasilkan dari aktivitas pelabuhan. Namun belum ada perencanaan strategi reduksi emisi gas rumah kaca dan gas konvensional di Area Pelabuhan Kota Semarang. Karenanya, tugas akhir ini bertujuan untuk membuat perencanaan strategi reduksi emisi gas rumah kaca dan gas konvensional di Area Pelabuhan Kota Semarang. Perhitungan emisi menggunakan referensi dari ICF International dengan menghitung emisi berdasarkan lama aktivitas kapal dan alat berat. Hasil proyeksi emisi GRK dan gas konvensional di Area Pelabuhan Kota Semarang tahun 2022-2032 menunjukkan peningkatan tiap tahunnya. Kondisi emisi tahun 2022-2032 untuk gas GRK didapatkan emisi dalam Ton sebesar 784.373,32 CO₂, 25,36 N₂O, dan 19,51 CH₄. Untuk Gas konvensional sebesar 384,00 PM_{2,5}, 387,79 PM₁₀, 1.735,54 CO, 1.097,20 HC, 10.880,91 NO_x, dan 3.075,51 SO_x. Rencana reduksi emisi di area Pelabuhan Kota Semarang diupayakan melalui empat strategi terpilih, untuk strategi reduksi emisi dari kapal digunakan strategi peyediaan sumber listrik dari darat (*OnShore Power Supply*), penggunaan bahan bakar alternatif, penggunaan *Tugboat* listrik dan untuk strategi reduksi emisi dari aktivitas alat berat digunakan strategi penggunaan alat berat listrik.

Kata Kunci: inventarisasi emisi, GRK, gas konvensional, pelabuhan, strategi reduksi emisi.

ABSTRACT

One source of greenhouse gas and conventional gas emissions from the shipping sector is ship activity and heavy equipment activity at ports. The Port Area of Semarang City is the center of maritime activities in Central Java. Maritime activities which are projected to continue to increase will also have an impact on increasing emissions generated from port activities. However, there is no planning strategy for reducing greenhouse gas and conventional gas emissions in the Port Area of Semarang City. Therefore, this final project aims to plan a strategy for reducing greenhouse gas and conventional gas emissions in the Port Area of Semarang City. Emission calculations use references from ICF International by calculating emissions based on the length of ship and heavy equipment activity. The projected results of GHG and conventional gas emissions in the Port Area of Semarang City in 2022-2032 show an increase every year. Emission conditions for 2022-2032 for GHG gas emissions in tons are 784,373.32 CO₂, 25.36 N₂O, and 19.51 CH₄. For conventional gas it is 384.00 PM_{2.5}, 387.79 PM₁₀, 1735.54 CO, 1097.20 HC, 10880.91 NO_x and 3075.51 SO_x. Emission reduction plans in the Port area of Semarang City are pursued through four selected strategies, for the emission reduction strategy from ships the OnShore Power Supply strategy is used, the use of alternative fuels, the use of electric tugboats and for the emission reduction strategy from heavy equipment activities the strategy of using electric heavy equipment is used.

Key word: emission inventory, greenhouse gas, conventional gas, port, emission reduction strategies.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semarang adalah ibu kota Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Kota ini merupakan Kota metropolitan terbesar kelima di Indonesia setelah Jakarta, Surabaya, Bandung, dan Medan. Sebagai salah satu kota paling berkembang di Pulau Jawa. Secara administratif, Kota Semarang terbagi atas 16 wilayah Kecamatan dan 177 Kelurahan. Luas wilayah Kota Semarang tercatat 373,78 Km². Laju pertumbuhan penduduk Kota Semarang yaitu 0,25 % atau sekitar 1.656.564 jiwa (BPS, 2022). Kepadatan penduduk cenderung naik seiring dengan kenaikan jumlah penduduk.

Semarang memiliki pelabuhan yaitu Pelabuhan Tanjung Emas. Pelabuhan Tanjung Emas Semarang terletak di pantai utara Jawa Tengah: Lintang 06°55` .11” - 06°57` .14” LS, Bujur 110°27` 10” - 110°23` 11” Timur dengan wilayah monitoring termasuk kedalam wilayah Desa Pangun, Bandarharjo dan Tanjung Mas di Kecamatan Semarang Utara, Kota Semarang, Jawa Tengah. Pelabuhan tersebut terletak di atas lahan PT Pelindo III (Persero) dengan luas lahan 636 hektar daratan dan 17.800 hektar perairan (PT PELINDO III, 2021). Pelabuhan Tanjung Emas merupakan salah satu dari 25 pelabuhan strategis di Indonesia. Menurut data BPS dari tahun 2016 sampai 2020, aktivitas bongkar barang di pelabuhan Tanjung Emas mengalami kenaikan dari 5.900.769 ton pada tahun 2016 menjadi 6.303.961 ton tahun 2020 (BPS, 2021). Untuk arus penumpang yang melalui Pelabuhan Tanjung Emas dari tahun 2016 sampai 2019 mengalami kenaikan dari 18.893 orang tahun 2016 menjadi 35.506 orang tahun 2019 (BPS, 2021). Pelabuhan Tanjung Emas memiliki fasilitas antara lain pemecah gelombang, alur pelayaran, kolam pelabuhan, dermaga, fender, gudang, dan terminal seluas 3000 m². PT Pelindo III (Persero) yang menjalankan bisnis intinya sebagai penyedia fasilitas jasa kepelabuhanan, bertugas menjamin kelangsungan dan kelancaran angkutan laut dengan tersediannya infrastruktur transportasi laut yang memadai untuk kelancaran aktivitas operasional seperti bongkar muat kapal.

Pelabuhan Tanjung Emas menjadi salah satu pusat kegiatan maritim. Kegiatan maritim dapat memengaruhi kualitas lingkungan, salah satunya adalah emisi karbon dioksida yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Pemanasan global adalah fenomena di mana suhu rata-rata atmosfer bumi meningkat di atas yang seharusnya. Pelayaran global menyumbang sekitar 2% dari total emisi karbon dunia. Jumlah ini akan meningkat 90% sampai 150% pada tahun 2050 (IMO,2020). Salah satu sumber emisi dari sektor pelayaran dihasilkan dari aktivitas pelabuhan berupa pelayaran kapal dan aktivitas di pelabuhan (Huboyo, 2018). Seiring bertambahnya pergerakan barang dan manusia akan sejalan dengan peningkatan kebutuhan transportasi laut termasuk bertambahnya jumlah dan intensitas pelayaran kapal, hal tersebut akan berpengaruh terhadap jumlah kapal berlabuh di pelabuhan yang akan menambah polusi udara dari emisi gas buang hasil pembakaran bahan bakar.

Polusi udara konvensional dan emisi gas rumah kaca sangat terkait dengan kegiatan pelayaran. Penggunaan bahan bakar transportasi laut juga berkontribusi terhadap polutan udara konvensional dan gas rumah kaca. Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14 Tahun 2020 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara, Istilah pencemaran udara mengacu pada proses dimana aktivitas manusia memasukkan atau memasukkan zat, energi, atau komponen lain ke udara ambien sedemikian rupa sehingga melebihi Standar Kualitas Udara Ambien yang ditetapkan, parameter pencemar udara konvensional meliputi partikulat (PM10), partikulat (PM2.5), karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), ozon (O₃) dan hidrokarbon (HC). Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No 73 tahun 2017 Tentang Pedoman Penyelenggaraan Dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Gas Rumah Kaca yang selanjutnya disingkat GRK adalah gas yang terkandung dalam atmosfer, baik alami maupun antropogenik, yang menyerap dan memancarkan kembali radiasi inframerah, Gas GRK meliputi senyawa sebagai berikut karbon dioksida (CO₂), metana (CH₄), dinitro oksida (N₂O), hidrofluorokarbon (HFCs), perfluorokarbon (PFCs), sulfur heksafluorida (SF₆).

Polusi udara konvensional berisiko menimbulkan penyakit seperti asma bronkial, bronkopneumonia, pneumonia, dan infeksi pernapasan akut (Ertiana, 2022). Sedangkan untuk emisi GRK dapat menahan panas keluar dari lapisan atmosfer bumi yang akan meningkatkan suhu bumi atau disebut global warming, (Ismail, 2020).

Pertumbuhan aktivitas bongkar muat barang dan arus penumpang di Pelabuhan Tanjung Emas di masa depan berakibat terhadap peningkatan kegiatan operasional di area pelabuhan dan berdampak pada meningkatnya emisi penyumbang GRK dan gas konvensional. Selain itu penyusunan strategi reduksi emisi di area pelabuhan juga sesuai dengan Perpres no 98 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi Yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca dalam Pembangunan Nasional serta Rencana Strategis 2020-2024 direktorat pengendalian pencemaran udara. Oleh karena itu pentingnya memproyeksikan dan menyusun strategi reduksi emisi gas konvensional dan GRK di area pelabuhan Kota Semarang.

Jika diteliti melalui jurnal dan penelitian, belum ada jurnal atau penelitian yang membahas mengenai strategi reduksi emisi GRK dan gas konvensional di area pelabuhan di Kota Semarang. Pada tugas akhir ini akan dilakukan penyusunan strategi penurunan emisi GRK dan gas konvensional di Area Pelabuhan Studi Kasus Kota Semarang

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan permasalahan yang melatarbelakangi Tugas Akhir ini, dapat diidentifikasi masalah sebagai berikut:

1. Peningkatan aktivitas di area Pelabuhan Kota Semarang yang menyebabkan peningkatan emisi GRK dan Gas Konvensional di area Pelabuhan Tanjung Emas
2. Belum adanya efektivitas penerapan strategi reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional secara khusus di area Pelabuhan Kota Semarang.

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana hasil inventarisasi emisi GRK dan Gas Konvensional dari aktivitas di area Pelabuhan Kota Semarang ?
2. Bagaimana rencana strategi reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional dari aktivitas di area Pelabuhan Kota Semarang?
3. Bagaimana hasil reduksi rencana strategi emisi GRK dan Gas Konvensional dari aktivitas di area Pelabuhan Kota Semarang?

1.4 Rumusan Tujuan

Tujuan dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengklasifikasi hasil inventarisasi emisi GRK dan Gas Konvensional dari aktivitas di area Pelabuhan Kota Semarang.
2. Mengklasifikasi rencana strategi reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional dari aktivitas di area Pelabuhan Kota Semarang.
3. Merencanakan hasil reduksi rencana strategi emisi GRK dan Gas Konvensional dari aktivitas di area Pelabuhan Kota Semarang?

1.5 Pembatasan Masalah

Masalah dalam Tugas Akhir ini dibatasi sebagai berikut:

1. Ruang lingkup studi dalam Tugas Akhir ini adalah aktivitas kapal dan alat berat yang ada di area Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang.
2. Inventarisasi emisi GRK dan Gas Konvensional memanfaatkan pedoman ICF, pedoman Pemerintah Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, pedoman lembaga Dinas Lingkungan Hidup, dan data riil eksisting instansi.
3. Parameter emisi GRK yang akan diinventarisasikan adalah adalah CH₄, N₂O dan CO₂
4. Parameter emisi gas konvensional yang akan diinventarisasikan adalah SO_x, NO_x, CO, HC, PM₁₀ dan PM_{2.5}.
5. Strategi reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional akan disusun untuk jangka waktu 10 tahun (2022-2032)
6. Emisi yang dihitung pada penelitian ini dibatasi pada emisi langsung

1.6 Rumusan Manfaat

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Penulis:
 - a. Memberikan pengetahuan dan pemahaman terkait inventarisasi serta proyeksi emisi GRK dan Gas Konvensional di area Pelabuhan Kota Semarang.
 - b. Memberikan pengetahuan dan pemahaman terkait strategi reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional di area Pelabuhan Kota Semarang.
2. Bagi IPTEK:
 - a. Perencanaan ini dapat menjadi referensi mengenai perencanaan strategi untuk mereduksi emisi GRK dan Gas Konvensional dalam suatu wilayah serta menjadi landasan yang dapat dikembangkan lebih lanjut dalam penelitian selanjutnya.
 - b. Memberikan informasi pengaruh pencemaran gas khususnya di daerah pelabuhan pengaruhnya terhadap lingkungan.
3. Bagi Pemerintah:
 - a. Menyediakan inventarisasi dan strategi reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional khususnya di area Pelabuhan Kota Semarang.
 - b. Membantu pemerintah kota dalam upaya inventarisasi emisi GRK dan Gas Konvensional di area Pelabuhan Kota Semarang
 - c. Menjadi masukan serta pertimbangan pemerintah kota dalam menetapkan kebijakan, upaya, dan strategi terkait reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional di area Pelabuhan Kota Semarang.
4. Bagi Masyarakat:
 - a. Perencanaan ini dapat memberi wawasan serta informasi terkait inventarisasi emisi GRK dan Gas Konvensional beserta kondisi kualitas udara di area Pelabuhan Kota Semarang.
 - b. Memberi wawasan dan informasi terkait alternatif strategi yang dapat diterapkan sebagai upaya reduksi emisi GRK dan Gas Konvensional di area Pelabuhan Kota Semarang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, N. I. S. 2009. *Pengaruh Lama Paparan Asap Knalpot Dengan Kadar Co 1800 Ppm Terhadap Gambaran Histopatologi Jantung Pada Tikus Wistar*. Fakultas Kesehatan.
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2019. *Semarang Dalam Angka 2018*. Jawa Tengah: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2020. *Semarang Dalam Angka 2019*. Jawa Tengah: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2021. *Semarang Dalam Angka 2020*. Jawa Tengah: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2022. *Semarang Dalam Angka 2021*. Jawa Tengah: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Jawa Tengah, 2023. *Semarang Dalam Angka 2022*. Jawa Tengah: Badan Pusat Statistik.
- Badan Pusat Statistik Semarang, 2022. *Semarang Dalam Angka 2022*. Semarang: Badan Pusat Statistik.
- Buanawati, T. T., Huboyo, H. S., & Samadikun, B. P. 2017. *Estimasi Emisi Pencemar Udara Konvensional (SO_x, NO_x, CO, Dan Partikulat) Kendaraan Pribadi Berdasarkan Metode International Vehicle Emission (IVE) Di Beberapa Ruas Jalan Kota Semarang*. Jurnal Teknik Lingkungan, 6(3), 1–12.
- Ericsson, P., Fazlagic, I. 2008. *shore-side power supply a feasibility study and a technical solution for an onshore electrical infrastructure to supply vessels with electric power while in port*. Goteborg: Chalmers University of Technology.
- Ertiana, Evita Della. 2022. *Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Masyarakat: Literatur Review*. Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal Volume 12 Nomor 2.

- Harmoni, A. 2009. *Dampak Sosial Ekonomi Perubahan Iklim*. Fakultas Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, Universitas Gunadarma: Jakarta.
- Hendra, P, Yanuar. 2019. *Analisa Kapal Berbahan Bakar LNG sebagai Marine Fuel dalam Mengurangi Emisi Gas Buang Terhadap Lalu Lintas Kapal di Pelabuhan Bitung*. Warta Penelitian Perhubungan 2019, 31 (1): 25-34
- Huboyo, H.S. 2018. *Inventarisasi dan Sebaran Emisi Aktivitas Pelabuhan dengan Aermod View*. Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan vol 15 no 1, 31 – 35.
- Huboyo. H.S, Andarani.P, Hadiwidodo.M. 2018. *Inventarisasi dan Sebaran Emisi Aktivitas Pelabuhan dengan Aermod View*. Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan, vol. 15, no. 1, pp. 31-35
- ICF International. 2009. *Current Methodologies in Preparing Mobile Source Port-Related Emission Inventories*.
- International Maritime Organization. 2020. *The Fourth IMO Greenhouse Gas Study*.
- International Maritime Organization. 2020. *Port Emission Toolkit, Guide No. 1*.
- International Maritime Organization. 2021. *Ship Energy Efficiency Regulations and Related Guidelines*. London. International Maritime Organisation
- IPCC. 2007. *AR4 Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. The Intergovernmental Panel on Climate Change
- Ismail, Amrizarois. 2020. *Potensi Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) Dalam Kegiatan Belajar Di Rumah Secara On-Line: Analisis Jejak Karbon (Carbon Footprint Analysis)*. Jukung Jurnal Teknik Lingkungan, 6 (2):195-203.

- Ismiyati, Marlita, D. Deslida, S. 2014. *Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor*. Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTransLog) - Vol. 01 No. 03.
- Karunia, D. 2019. *Pengaruh Aktivitas Manusia Terhadap Perubahan Kualitas Udara*. Jakarta.
- Kılıç A, Yolcu M, Kılıç F, Bilgili L. 2022. *Assessment of ship emissions through cold ironing method for Iskenderun Port of Turkey*. Environmental Research & Technology, Vol. 3 (4), pp. 193-201.
- KLHK. 2012. *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional, Buku I: Pedoman Umum*. Jakarta. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Mashuri D,N. 2022, *Analisis Swot Sebagai Strategi Meningkatkan Daya Saing*. JPS (Jurnal Perbankan Syariah), Vol.1, No.1: 97-112.
- Kementerian Lingkungan Hidup. 2013. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*.
- Keputusan Menteri Perhubungan Republik Indonesia. 2023. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No 8 tentang Penetapan Aksi Mitigasi Perubahan Iklim Sektor Transportasi Untuk Pencapaian Target Kontribusi Yang Ditetapkan Secara Nasional*. Jakarta.
- Martins, Y. Huboyo, H.S., Samadikun, B.P. 2022. *Emisi Polutan Konvensional dari Aktivitas di Alur Pelayaran Pelabuhan Dili*. Jurnal Serambi Engineering: Volume VII, No.3, Juli 2022
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. 2017. *Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No 7 tentang Pedoman Penyelenggaraan dan Pelaporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca*. Jakarta.

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia. 2020. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia No P.14. *tentang Indeks Standar Pencemar Udara*. Jakarta.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2011. Peraturan Presiden No. 71 tahun 2011 *tentang Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Jakarta.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2011. Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 *tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Gas Rumah Kaca*. Jakarta
- Peraturan Presiden Republik Indonesia. 2021 .Peraturan Presiden Nomor 98 Tahun 2021 *tentang Penyelenggaraan Nilai Ekonomi Karbon Untuk Pencapaian Target Kontribusi yang Ditetapkan Secara Nasional dan Pengendalian Emisi Gas Rumah Kaca Dalam Pembangunan Nasional*. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah. 2009. Peraturan Pemerintah Nomor 61 Tahun 2009 *tentang Kepelabuhan*. Jakarta.
- Peraturan Pemerintah. 2021. Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 *tentang Pedoman Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*. Jakarta.
- Pratama, R. 2019. *Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi*. Buletin Utama Teknik Vol. 14, No. 2.
- PT Pelindo III Regional Jawa Tengah, 2021. *Laporan Inventarisasi Gas Rumah Kaca CO₂, CH₄, N₂O*. PT. Pelabuhan Indonesia III (persero) Pelabuhan Tanjung Emas Semarang, Semarang.
- Rangkuti Freddy. 2018. *Analisis SWOT: Teknik Membedah Kasus Bisnis Cara Perhitungan Bobot, Rating, dan OCAI*. Cetakan Keduapuluh Empat. Jakarta.
- Samiaji, T. 2009. *Upaya Mengurangi CO₂ di Atmosfer*. Berita Dirgantara, 10(3), 92-95.

- Sasono B.H, 2012, *Manajemen Pelabuhan dan Realisasi Ekspor Impor*, ANDI, Yogyakarta
- Susilawati, 2019, *Dampak Perubahan Iklim Terhadap Kesehatan*. e-SEHAD, Volume 1, Nomor 2, Juni 2021, Hal: 25-31
- Tiarani VL, Sutrisno, Huboyo, 2016. *Kajian beban emisi pencemar udara (TSP, NOx, SO2, HC, CO) dan gas rumah kaca (CO2, CH4, N2O) sektor transportasi darat Kota Yogyakarta dengan metode Tier 1 dan Tier 2*. Jurnal Teknik Lingkungan. 5(1):1-10.
- Trozzi, C., Vaccaro, R. 1997. *Methodologies for Estimating Air Pollutant Emissions from Ships*. MEET Deliverable No. 19. European Commission DG VII, June 1997.
- Tugaswati, A. Tri. 2008. *Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor dan Dampak terhadap Kesehatan*. Yogyakarta.
- Undang-Undang RI Nomor 17 Tahun 2004 Tentang Pengesahan *Kyoto Protocol to the United Nations Framework Convention on Climate Change* (Protokol Kyoto atas Konvensi Kerangka Kerja Perserikatan Bangsa-Bangsa Tentang Perubahan Iklim).
- Wardoyo, Arinyo Y.P. 2016. *Emisi Praktikulat Kendaraan Bermotor dan Dampak Kesehatan*. Malang : Brawijaya.
- Widyasto, L.A. 2015. *Analisis Human Error Terhadap Kecelakaan Kapal Pada Sistem Kelistrikan Berbasis Data Di Kapali*. Jurusan Teknik Sistem Perkapalan Fakultas Teknologi Kelautan Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Yusuf, Y.I., Idrus, M., Chairunisa ,A. 2020. *Analisis Produktivitas Bongkar Muat pada Pelabuhan Soekarno*. Jurnal Penelitian Enjiniring (JPE), Vol. 24, No. 1, Bulan Mei Tahun 2020