

POTENSI GAS RUMAH KACA (GRK) DARI AKTIVITAS ANGKUTAN UMUM DI TERMINAL TAMANAN KOTA KEDIRI

Gabriella Aswad, Okik Hendriyanto C

Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Email:
Email : gabriellaswad@gmail.com

ABSTRAK

Emisi CO₂ yang berlebihan merupakan penyebab terjadinya gas rumah kaca (GRK) yang menyebabkan pemanasan global yang berakibat terjadinya perubahan iklim, oleh karena itu harus ada upaya serius guna menurunkan emisi CO₂ tersebut. Dengan adanya sejumlah emisi CO₂ yang cukup tinggi terutama dari aspek transportasi, maka perlu adanya penelitian jumlah emisi CO₂ dari aspek transportasi. Pencemar gas rumah kaca dianalisis untuk mengetahui beban emisi yang dihasilkan dari tiap jenis kendaraan dari konsumsi bahan bakar minyak. Penelitian ini dilakukan di Terminal Tamanan dimana merupakan tempat yang padat dengan aktivitas transportasi massal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas kendaraan, menghitung dan menganalisis beban emisi CO₂ ketika kendaraan bergerak dan ketika waktu menunggu serta memberikan rekomendasi aksi mitigasi akibat emisi untuk mengurangi emisi. Emisi kendaraan bergerak dihitung dengan menggunakan Tier 2. Emisi kendaraan bergeratertinggi di Terminal Tamanan dihasilkan oleh bus besar yaitu 11,47 kg/jam. Ketika waktumenunggu emisi tertinggi di Terminal Tamanan dihasilkan oleh Bus Sedang yaitu 39,30kg/jam. Rekomendasi mitigasi dari aktivitas kendaraan yang menghasilkan emisi GRK dapat berupa penerapan kebijakan, peremajaan kendaraan, dan melakukan smart driving.

Kata kunci: Gas Rumah Kaca (GRK), Metode Tier 2, Emisi waktu menunggu, emisi kendaraan bergerak

ABSTRACT

CO₂ emissions excessive are the cause of Greenhouse Gas (GHG) emissions that cause global warming that result of climate change, therefore there must be a serious effort to reduce the CO₂ emissions. With the amount of CO₂ emissions is quite high, especially from the aspect of transportation, it is necessary to study the amount of CO₂ emissions from the transportation aspect. Greenhouse gases are analyzed to determine the burden of emissions that generated from each type of vehicle and fuel consumption. This research is located at Tamanan bus station, which have crowded public transportation activities. The purpose of this research are to identify the activity of vehicle, especially public transportation, calculate and analyze the load of CO₂ emissions when it was moving and idling, and give mitigation recommend to reduce the emissions. An automobile emissions were calculated by Tier 2 method. The highest CO₂ running emissions at Tamanan bus station were generated by large bus which amounted to 11,47 kg/hour. The highest CO₂ idle time emissions at Tamanan bus station were generated by medium bus which amounted to 39,30 kg/hour. Based on data from transportation agency.the mitigation as a result of greenhouse gas emissions from vehicle are policy implementation, vehicle rejuvenation, and perform smart driving.

Keywords: Greenhouse Gas (GHG), Tier 2 method, idle time emission, running emission

PENDAHULUAN

Pemanasan global yang ditimbulkan oleh efek rumah kaca merupakan fenomena yang hangat dibicarakan belakangan ini. Upaya minimasi emisi gas rumah kaca menjadi salah satu upaya yang mendapat perhatian besar dalam pengelolaan lingkungan. Efek rumah kaca akan menyebabkan energi dari sinar matahari tidak dapat terpantul keluar bumi. Pada keadaan normal, energi matahari yang diadsorpsi bumi akan dipantulkan kembali dalam bentuk infra merah oleh awan dan permukaan bumi. Namun karena adanya gas rumah kaca, sebagian besar infra merah yang dipancarkan bumi tertahan oleh awan dan gas-gas rumah kaca untuk dikembalikan ke permukaan bumi. Oleh karena itu akan terjadi peningkatan suhu di permukaan bumi yang menyebabkan pemanasan global (Rukaesih, 2004).

Gas-gas yang dikategorikan sebagai Gas Rumah Kaca adalah CO₂, N₂O, dan CH₄. Kandungan CO₂ mencapai 70% terhadap total Gas Rumah Kaca. Peningkatan Gas Rumah Kaca ini disebabkan oleh tiga sektor utama, yaitu energi, transportasi, dan industri. Terdapat 3 sektor lain yang mempengaruhi tetapi dengan tingkat pertumbuhan rendah, yaitu bangunan permukiman dan komersial serta kehutanan, termasuk pembakaran hutan dan pertanian (IPCC, 2006).

Kota Kediri merupakan kota terbesar ketiga di Jawa Timur setelah Surabaya dan Malang, dengan luas wilayah 63404 km² dan hanya terdapat 1 terminal induk yaitu Terminal Tamanan. Menurut data yang diperoleh dari BPS dan Dishub Kota Kediri (2017) didapatkan bahwa jumlah penumpang terus meningkat setiap tahunnya, begitu pula dengan angkutan umum jenis bus yang ikut mengalami hal yang serupa. Dari sebelumnya 50 armada, kini mencapai 70 armada untuk Bus Antar Kota Antar Propinsi, Tentu hal ini menunjukkan bahwa emisi CO₂ mengalami peningkatan seiring bertumbuhnya jumlah kendaraan, sedangkan upaya untuk mengestimasi udara baik studi maupun pemantauan rutin sangat minim serta alat untuk mengevaluasi dampak negatif akibat operasional bus dan angkutan

lainnya juga terbatas. Oleh karena itu penulis memandang penting untuk mengkaji emisi karbon dioksida di dalam area yang padat akan aktivitas kendaraan terutama angkutan umum

METODE PENELITIAN

Data Primer

Data primer dilakukan dengan pengamatan langsung aktivitas kendaraan di lapangan, seperti kecepatan, lama berhenti, waktu tempuh, jarak tempuh dan kapasitas mesin.

Data Sekunder

Data skunder diperoleh dari instansi terkait yaitu Dishub Kota Kediri dan UPT Terminal Tamanan, berupa data jumlah kendaraan serta profil area Terminal Tamanan.

Analisis Data

1. Perhitungan Emisi CO₂ Ketika Kendaraan Bergerak

Untuk menghitung beban emisi dengan metode Tier-2 pada dasarnya sama dengan Tier-1 namun dengan faktor emisi masing-masing jenis bahan bakar yang spesifik bagi Indonesia dapat dilihat pada persamaan dibawah ini (IPCC, 2006):

$$\text{Emisi GRK} = \text{Data Aktivitas} \times \text{Faktor}$$

$$\text{Emisi Emisi GRK} = \sum (\text{Fuel } a \times \text{EF } a)$$

dimana:

Emission = emisi (kg)

Fuel a = konsumsi bahan bakar jenis a (L)

EF a = faktor emisi bahan bakar jenis a (kg/L)

2. Perhitungan Emisi CO₂ Ketika Waktu Menunggu (*Idling*)

Dalam menghitung jumlah emisi kendaraan yang dihasilkan di dalam terminal dipengaruhi beberapa faktor diantaranya idle time. Perhitungan idle time dapat dilihat pada persamaan dibawah ini (Taylor, 2003):

$$\text{Idle fuel use (l/hour)} = (\text{idle fuel flow}) \times (\text{idle time per day}) \times (\text{total vehicle in a day})$$

dimana :

Idle fuel use = pemakaian bahan bakar ketika ngetem (l/jam)

Idle fuel flow = aliran bahan bakar (l/jam)

idle time per day = waktu ngetem per hari (jam)

Idle emissions (kg/hour) = (idle fuel use) (GHG emission factor) × (total vehicle in hour)

dimana :

Idle emissions = emisi ketika ngetem (kg/jam)

Idle fuel use = penggunaan bahan bakar (l/hour)

GHG emission factor = faktor emisi GRK (kg/L)

Faktor Emisi

Menurut Yusratika Nur (2010) perhitungan beban emisi CO2 terdapat dua pendekatan, yaitu pendekatan jarak tempuh kendaraan (VKT) dan pendekatan konsumsi bahan bakar. Formula perhitungan emisi berdasarkan pendekatan VKT tidak jauh berbeda dengan formula perhitungan berdasarkan konsumsi bahan bakar.

Perhitungan beban emisi kendaraan dalam penelitian ini menggunakan metode perhitungan dengan pendekatan konsumsi bahan bakar kendaraan dengan faktor emisi yang dikeluarkan oleh Pertamina (2006) berdasarkan kandungan karbon yang terdapat di dalam jenis bahan bakar dapat dilihat pada Tabel 4.9. Faktor emisi menunjukkan besarnya emisi/serapan per satuan unit kegiatan yang dilakukan.

Tabel 1 Faktor Eimisi Berdasarkan Jenis Bahan Bakar

No.	Fuel	FE (kg/L)
1	Diesel Oil	2,2
2	Fuel Oil	2,6

(Sumber: Pertamina, 2006)

HASIL DAN PEMBAHASAN
Volume Kendaraan

Volume kendaraan mempunyai fluktuasi pada jam-jam tertentu. Untuk informasi, menurut data dari UPTD Terminal Tamanan Kota Kediri, jumlah kedatangan bus AKDP dan AKAP rata-rata mencapai 413 tiap harinya. (Dishhub Kota Kediri, 2018). Penelitian yang dilakukan tentang perhitungan emisi CO2

bersumber dari angkutan umum yang dibedakan menurut jenis bahan bakarnya yaitu solar dan bensin. Angkutan umum berbahan bakar solar adalah bus dan berbahan bakar bensin adalah mobil penumpang umum/angkot. Jenis bus digolongkan menurut PP No. 55 Tahun 2012 Pasal 5 Ayat 3 yaitu bus besar, bus sedang, dan bus kecil.

Teknis survey adalah wawancara tatap muka dengan sejumlah sampel pengemudi untuk setiap kategori dan sub-kategori kendaraan. Hasil survey diharapkan mewakili panjang perjalanan dan ekonomi bahan bakar rerata tiap kendaraan. (KLH, 2012). Berdasarkan hasil perhitungan yang dilakukan jumlah kendaraan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2 Jumlah Kendaraan Bermotor

Hari/ Tanggal	Jumlah Kendaraan (unit)		
	Bus Besar	Bus Sedang	MPU
Selasa, 13 Maret 2018	132	63	10
Kamis, 15 Maret 2018	127	76	9
Selasa, 20 Maret 2018	141	81	10
Kamis, 22 Maret 2018	143	72	11
Total	543	291	40
Sabtu, 17 Maret 2018	148	83	13
Minggu, 18 Maret 2018	155	75	14
Sabtu, 24 Maret 2018	153	72	15
Minggu, 25 Maret 2018	145	71	15
Total	601	301	57

(Sumber: Data Primer, 2018)

Konsumsi BBM

Jumlah konsumsi bahan bakar tiap jenis kendaraan berbeda-beda tergantung kapasitas mesin, semakin besar kapasitas mesin, semakin besar pula bahan bakar yang diperlukan (Zahra, 2009) dan pola berkendara pengemudi seperti frekuensi jalan-berhenti, jumlah km yang ditempuh tiap hari (Soedomo, 2001).

Berikut adalah rata-rata konsumsi bahan bakar pada angkutan umum yang ada di Terminal Tamanan Kota Kediri:

Tabel 3 Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar

Jenis Kendaraan	Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar per Hari (L/km)
Bus Besar	0,33
Bus Sedang	0,18
MPU	0,13

(Sumber: Data Primer, 2018)

Kapasitas Mesin

Engine Displacement atau yang lebih dikenal dengan kapasitas mesin adalah volume dari semua piston di dalam silinder mesin pembakaran dalam, yang diukur dari satu pergerakan maksimum dari atas ke bawah. Biasanya dinyatakan dalam centimeter cubic (cc).

Kapasitas mesin kendaraan mempengaruhi konsumsi bahan bakar, semakin besar kapasitas mesin, semakin besar pula bahan bakar yang dibutuhkan oleh kendaraan tersebut. Mesin kendaraan dengan kapasitas silinder lebih besar akan mengeluarkan emisi yang lebih besar. (Zahra, 2009). Berikut adalah rata-rata kapasitas mesin di Terminal Tamanan Kota Kediri:

Tabel 4 Kapasitas Mesin

Jenis Kendaraan	Kapasitas Mesin	
	cc	Liter
Bus Besar	7684	7,684
Bus Sedang	3298	3,298
MPU	2477	2,477

(Sumber: Data Primer, 2018)

Waktu Menunggu

Waktu menunggu (*idle time*) juga merupakan karakteristik yang menunjukkan hubungan diantara waktu konsumsi bahan bakar dan parameter lainnya dalam mesin dan kecepatan ketika mesin dalam keadaan siaga (Kovakh, 1979).

Ketika mesin kendaraan dipakai berjalan akan bekerja 30% lebih efisien tatapi dalam keadaan idling hanya 11% (Brightman et al, 2010). Kinerja mesin yang tidak efisien ini dapat menimbulkan konsumsi bahan bakar dan emisi yang berlebih. Berikut adalah rata-rata waktu menunggu di Terminal Tamanan Kota Kediri:

Tabel 5 Rata-rata Waktu Menunggu

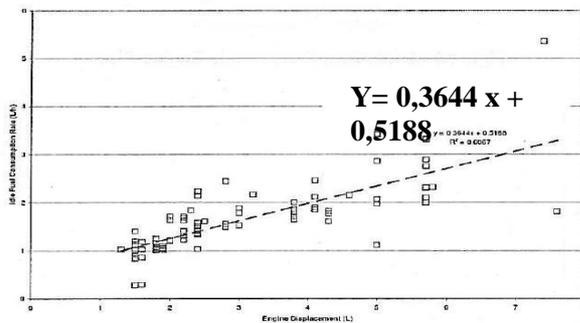
Jenis Kendaraan	Idle Time	
	Menit	Jam
Bus Besar	4	0,067
Bus Sedang	25	0,4167
MPU	2	0,03

(Sumber: Data Primer, 2018)

Aliran Bahan Bakar

Idle fuel flow atau aliran bahan bakar pada mesin berfungsi untuk melayani kebutuhan bahan bakar selama mesin bekerja atau dinyalakan, untuk itu sistem bahan bakar pada mesin dibuat sedemikian rupa agar proses pembakaran yang dihasilkan dapat berjalan dengan sempurna. Komponen utama dari sistem bahan bakar adalah kapasitas mesin. Kapasitas mesin kendaraan berpengaruh

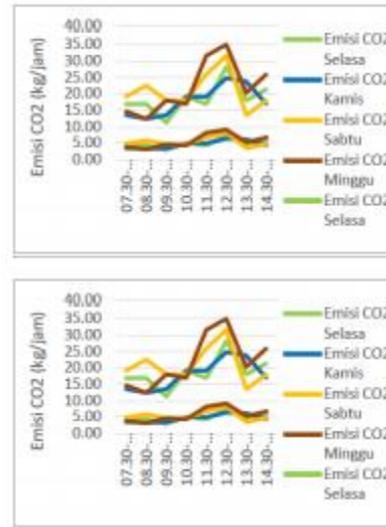
signifikan terhadap aliran bahan bakar yang ada, nilai kapasitas mesin yang semakin besar akan menyebabkan aliran bahan bakar yang juga semakin besar. (Taylor, 2003). Taylor (2003) mengambil beberapa sampel kendaraan dengan kapasitas mesin dan aliran bahan bakar ketika waktu menunggu yang bervariasi. Kemudian menganalisis hubungan antara keduanya, sehingga menghasilkan persamaan seperti pada gambar 4.9.



Gambar 1 Hubungan Kapasitas Mesin terhadap Aliran Bahan Bakar Ketika Waktu Menunggu (Sumber: Taylor, 2003)

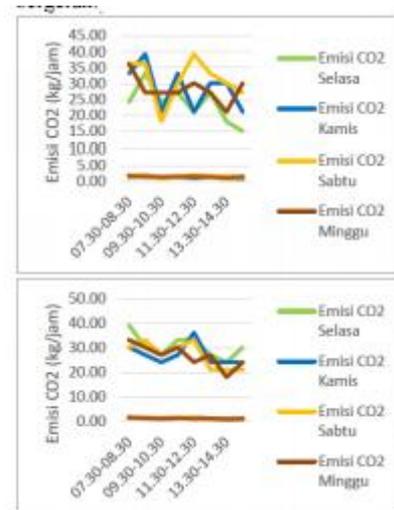
Beban Emisi CO2 Bergerak dan Menunggu

Berdasarkan hasil perhitungan emisi ketika kendaraan bergerak disimpulkan bahwa estimasi emisi CO2 menggunakan Tier 2 tergantung banyak jumlah kendaraan bermotor dan jumlah konsumsi bahan bakar. Artinya, jumlah kendaraan yang banyak dan mengkonsumsi bahan bakar yang sedikit belum tentu menghasilkan nilai emisi yang tinggi. Begitu juga ketika kendaraan bermotor yang lewat jumlahnya sedikit, namun mengkonsumsi bahan bakar yang banyak, maka emisi CO2 belum tentu tinggi. Perhitungan emisi CO2 dengan Tier 2 berbasis pada jumlah konsumsi bahan bakar tiap jenis kendaraan. Faktor lain yang mendukung selain jumlah kendaraan dan konsumsi bahan bakar. Sedangkan hasil perhitungan emisi ketika menunggu disimpulkan bahwa estimasi emisi CO2 menggunakan persamaan menurut Taylor tergantung kapasitas mesin dan waktu menunggu kendaraan. Sehingga emisi ketika waktu menunggu lebih tinggi daripada bergerak.



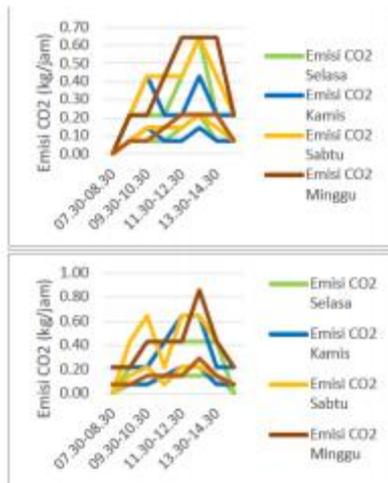
Grafik -2: Hubungan Antara Waktu Sampling Terhadap Beban Emisi CO2 Pada Bus Besar Ketika Waktu Menunggu dan Bergerak

Berikut gambar hubungan antara waktu sampling terhadap beban emisi CO2 pada Bus Besar ketika waktu menunggu dan bergerak:



Grafik -3: Hubungan Antara Waktu Sampling Terhadap Beban Emisi CO2 Pada Bus Sedang Ketika Waktu Menunggu dan Bergerak

Berikut gambar hubungan antara waktu sampling terhadap beban emisi CO2 pada Bus Sedang ketika waktu menunggu dan bergerak:



Grafik -4: Hubungan Antara Waktu Sampling Terhadap Beban Emisi CO₂ Pada MPU Ketika Waktu Menunggu dan Bergerak

KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan yang dilakukan pada bab sebelumnya, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan dalam penelitian ini, yaitu:

1. Beban emisi CO₂ dari aktivitas angkutan umum sebagai berikut:
 - a. Beban emisi CO₂ ketika kendaraan bergerak tertinggi dihasilkan oleh Bus Besar yaitu sebesar 9,11 kg/jam kemudian disusul Bus Sedang yaitu sebesar 2,01 kg/jam. Sedangkan Mobil Penumpang Umum merupakan penghasil emisi terkecil yaitu sebesar 0,07 kg/jam.
 - b. Beban emisi CO₂ ketika waktu menunggu tertinggi dihasilkan oleh Bus Sedang yaitu sebesar 39,30 kg/jam kemudian disusul Bus Sedang yaitu sebesar 34,94 kg/jam. Sedangkan Mobil Penumpang Umum merupakan penghasil emisi terkecil yaitu sebesar 0,86 kg/jam.

Rekomendasi mitigasi yang diusulkan sebagai berikut:

- a. Menetapkan kebijakan dan sosialisasi kepada pengemudi angkutan umum untuk membatasi waktu menunggu (*idle time*).
- b. Menetapkan kebijakan untuk melakukan pemeriksaan, pemeliharaan, dan peremajaan angkutan umum, berupa penggantian oli, pengecekan kondisi mesin dan komponen kendaraan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Kota Kediri. (2017). *Kota Kediri Dalam Angka 2017*. Kediri: Badan Pusat Statistik Kota Kediri.
- EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook. (2009). *Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories*. Luxembourg: European Environment Agency.
- Intergovernmental Panel on Climate Change. (2006). *IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Hayama: Institute for Global Environmental Strategies (IGES).
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2013). *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional Buku II Volume I: Metodologi Perhitungan Tingkat Emisi Gas Rumah Kaca Pengadaan dan Pengurangan Energi*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Kementerian ESDM. (2012). *Kajian Emisi Gas Rumah Kaca Sektor Transportasi*. Jakarta: Kementerian ESDM.
- Kementerian BAPPENAS. (2013). *Pedoman Umum Pemantauan, Evaluasi, dan Pelaporan Pelaksanaan RAN-GRK dan RAD-GRK*. Jakarta: Kementerian BAPPENAS.
- Kovakh, M. (1979). *Motor Vehicle Engines*. Moscow: MIR Publishers.
- Riska Andria L. (2016). *Kajian Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂, CH₄, dan N₂O) Akibat Aktivitas Sukun dan Terminal Terboyo*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Taylor, Gardon W. R. (2003). *Review of The Incidence Energy Use and Costs of Passenger Vehicle Idling*. GW Taylor Consulting. Canada.
- US. EPA. (2005). *Emission Inventory Improvement Program: Preferred and Alternative Methods for Gathering and Locating Specific Emission Inventory Data*. US EPA. Washington DC.

- Warpani, Suwardjoko. (1990). *Merencanakan Sistem Perangkutan*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Wilton, E. (2001). *Good Practice Guide for Preparing Emission Inventory*. Ministry for The Environment Sustainable Management Fund.
- Yusratika, N. (2010). *Inventori Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂ dan CH₄) dari Sektor Transportasi di DKI Jakarta Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar*. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Zahra, E dan Driejana. (2009). *Perbandingan Estimasi Beban Emisi CO dan CO₂ dengan Pendekatan Konsumsi Bahan Bakar dan Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus: Bunderan Cibir Lembang)*. Institut Teknologi Bandung. Bandung