

ANALISIS DAMPAK KENDARAAN BERMOTOR TERHADAP EMISI SEBAGAI DASAR IMPLEMENTASI KONSEP COMPACT CITY

Rinaldy Demertho Raymon Makatita¹⁾, Stevianus Titaley²⁾, Hanok Mandaku³⁾

¹⁾ S1 Perencanaan Wilayah dan Kota, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Email: makatitaaldy@gmail.com,

²⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Email: stevi_74@yahoo.com,

³⁾ Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pattimura

Email: hanokmandaku30@gmail.com,

Abstrak Setelah penguraian latar belakang yang telah diuraikan, Maka perumusan masalah yang menjadi fokus penelitian adalah bagaimana pengaruh jenis bahan bakar dan jenis kendaraan serta aktivitas kendaraan bermotor terhadap emisi CO² di Kota Ambon, serta memiliki tujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh jenis bahan bakar dan jenis kendaraan serta aktivitas kendaraan bermotor terhadap emisi CO² di Kota Ambon. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak aktivitas kendaraan bermotor terhadap emisi CO² di kawasan perkotaan, sebagai dasar untuk implementasi konsep *compact city*. Dalam konteks urbanisasi yang pesat, kendaraan bermotor menjadi salah satu kontributor utama gas emisi rumah kaca, khususnya CO² yang berdampak pada perubahan iklim dan kualitas udara. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengumpulan data melalui pengukuran emisi CO² dari berbagai jenis golongan kendaraan dan analisis faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat emisi. Hasil analisis diharapkan dapat memberikan gambaran mengenai hubungan antara volume kendaraan bermotor dan tingkat emisi CO² di wilayah perkotaan, serta relevansinya dengan prinsip-prinsip *compact city*, yang menekankan pada pengurangan ketergantungan terhadap kendaraan pribadi melalui perencanaan kota yang lebih padat, efisien, dan berkelanjutan. Temuan Penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk kebijakan pengurangan emisi dan penerapan konsep *compact city* dalam upaya menciptakan lingkungan perkotaan yang lebih ramah lingkungan serta lebih nyaman untuk disusuri dengan berjalan kaki.

Kata kunci : IPCC, Emisi CO², *Compact city*, Kendaraan, Ambon

1. PENDAHULUAN

Kota Ambon mengalami peningkatan jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya, yang menyebabkan tingginya emisi CO² dan berdampak pada kualitas udara serta lingkungan perkotaan. Salah satu konsep tata ruang yang dapat menjadi solusi dalam mengurangi dampak lingkungan akibat emisi kendaraan bermotor adalah *Compact City*, yang menekankan pemanfaatan lahan secara efisien, integrasi fungsi perumahan dan komersial, serta pengembangan transportasi berkelanjutan. Implementasi konsep ini di Kota Ambon menghadapi tantangan besar terkait polusi udara dari kendaraan berbahan bakar fosil, sehingga diperlukan analisis mendalam mengenai pengaruh jenis bahan bakar, jenis kendaraan, serta aktivitas kendaraan bermotor terhadap emisi CO² dan bagaimana kontribusinya dalam mendukung keberlanjutan lingkungan. Beberapa penelitian terdahulu telah mengkaji dampak transportasi terhadap emisi CO² seperti studi Wismadani & Widjanarko (2017) tentang konsumsi listrik dan emisi karbon, Fidelia (2017) mengenai sistem pemantauan kualitas udara berbasis sensor, serta Saputra et al. (2015) yang menganalisis polusi udara secara *real time* menggunakan *wireless sensor network*. Namun, kajian yang

menghubungkan emisi kendaraan dengan pendekatan *compact city* masih terbatas, sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kendaraan bermotor terhadap emisi CO² sebagai langkah awal implementasi konsep *compact city*. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah inventarisasi emisi berbasis *IPCC Guidelines*, dengan pendekatan statistik deskriptif kuantitatif, menggunakan data primer dari survei traffic counting dan data sekunder dari studi literatur. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi bagi pemerintah, akademisi, dan masyarakat dalam merumuskan kebijakan transportasi yang lebih ramah lingkungan serta mendukung implementasi *compact city* di Kota Ambon.

2. METODE PENELITIAN

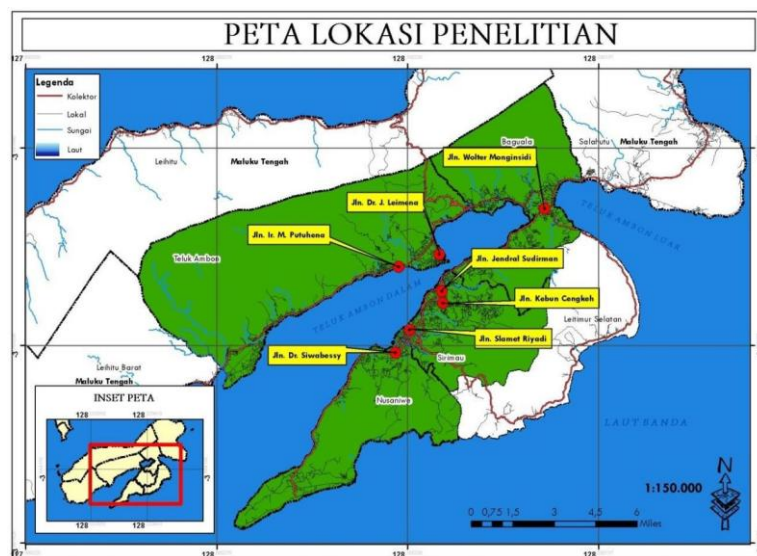
A. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di empat kecamatan di Kota Ambon yang memiliki populasi tertinggi yaitu Kecamatan Sirimau, Teluk ambon, Teluk ambon baguala, Nusaniwe dengan kurun waktu 8 minggu. Data diperoleh melalui survei lapangan di ruas-ruas jalan strategi pada kawasan ini. Yang mana ruas-ruas jalan yang diteliti dapat dilihat dibawah ini

Tabel 1. Ruas jalan yang diteliti

No	Nama ruas jalan	Fungsi kelas
1	Jln. Slamet Riyadi	Arteri Primer
2	Jln. Dr. Siwabessy	Arteri Sekunder
3	Jln. Jendral Sudirman	Arteri Primer
4	Jln. Kebun Cengkeh	Kolektor Sekunder
5	Jln. Dr. J. Leimena	Arteri Primer
6	Jln. Ir. M. Putuhena	Arteri Primer
7	Jln. Wolter Monginsidi	Arteri Primer

Proses pengambilan data volume kendaraan pada penelitian ini diambil berdasarkan dua kondisi yaitu *weekdays* dan *weekend*. Proses pengambilan sampel penelitian untuk *weekdays* dimulai dari hari senin – Kamis sedangkan *weekend* sabtu dan minggu dengan lama waktu penelitian perhari sekitar 12 jam atau (07.00 – 18.00 WIT).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

B. Pendekatan metode

Penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode analisis inventarisasi emisi. Data primer diperoleh melalui perhitungan lalu lintas (*traffic counting*) untuk mengeta-

hui jumlah kendaraan yang melintas dan konsumsi bahan bakarnya. Data sekunder, seperti faktor emisi kendaraan dan pola penggunaan bahan bakar, diperoleh dari literatur dan publikasi resmi dan alat.

Total		6593	Setting
Motor	MP (SW dan sedan)	SUV/MPV/minibus	
5198	15	1122	
pick up	bus kecil	bus besar	
123	4	1	
truck	jip	container	
130	0	0	
0	0	0	
0	0	0	
0	0	0	

Gambar 2. Aplikasi *traffic counting*

Yang digunakan untuk perhitungan volume kendaraan yaitu *traffic counter mobile* yang dapat dilihat pada gambar diatas.

a. Variabel penelitian

Variabel independen :

- Jumlah kendaraan bermotor (X1)
- Faktor emisi kendaraan (X2)
- Konsumsi bahan bakar (X3)

Variabel dependen :

- Kualitas emisi CO² (Y)

b. Analisis data

Analisis emisi dilakukan menggunakan rumus *TIER 2* berdasarkan panduan *IPCC Guideline 1996* :

$$E = n \times EF \times K \quad (1)$$

Keterangan :

- E : Total emisi CO²
- N : Jumlah kendaraan bermotor
- EF : Faktor Emisi (g/liter)
- K : Konsumsi bahan bakar (liter/km)

Perhitungan akan dilakukan setelah mendapatkan emisi CO² total pada ruas jalan yang disurvei pada wilayah studi dalam satuan ton, dengan mengalikan jumlah hasil perhitungan emisi jumlah hasil perhitungan emisi CO² dalam satuan ton/bulan dengan panjang jalan yang diamati di wilayah studi dan juga terdapat rumus akhir yang digunakan untuk mencari hasil akhir pada penelitian kali ini dapat dilihat dibawah ini.

$$E_{Total} = PanjangJalan \times Erata-rata \quad (2)$$

Setelah itu untuk *Erata-rata* dapat diketahui dengan total jumlah emisi dari kedua kondisi yaitu *weekdays* dan *weekend* setelah itu hasilnya dikali dengan 372 jam yang mana ini adalah lamanya waktu penelitian yaitu selama 12 jam per hari selama satu bulan. Tetapi

adapun data yang dibutuhkan untuk melakukan perhitungan :

- Data volume aktivitas kendaraan yang beroperasi di wilayah penelitian atau jalan yang di observasi.
- Data bahan bakar spesifik untuk setiap jenis kendaraan dalam satuan liter/km
- Data faktor emisi CO²
- Panjang ruas jalan yang diamati pada wilayah studi.
- Panjang ruas jalan total pada wilayah studi

C. Volume kendaraan

Volume kendaraan yang akan digunakan dalam perhitungan emisi adalah data hasil observasi yang dilakukan dengan pendekatan *traffic counting* dan perhitungan kali ini pun berfokus kepada 8 jenis kendaraan dan 7 golongan kendaraan. Sajian data jenis dan golongan yang diamati serta total volume kendaraan yang beroperasi pada kedua kondisi selama 8 minggu dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 2. Klasifikasi golongan dan total volume lalu lintas

Jenis Kendaraan	Golongan	Total Volume Lalu Lintas (Unit)
Motor	Golongan I	710.479
Mobil Penumpang (Station Wagon dan sedan)	Golongan II	1.754
SUV, MPV, Minibus, dan angkutan umum	Golongan III	194.765
Pick up	Golongan IV	19.007
Bus kecil	Golongan VA	436
Bus besar	Golongan VB	166
Truk	Golongan VI	18.652
Truk SemiTrailer	Golongan VIIC	37

D. Faktor emisi

Dalam penelitian ini menggunakan faktor emisi lokal yang mana faktor emisi telah disesuaikan dengan keadaan di Indonesia sendiri dan indeks faktor emisi lokal agak berbeda dengan faktor emisi IPCC 1996 dan faktor emisi merupakan nilai jumlah polutan yang dilepaskan ke atmosfer serta disini terdapat dua jenis bahan bakar yang tersedia yaitu premium dan solar yang mana data yang disajikan dapat dilihat di bawah ini.

Tabel 3. Faktor emisi

Jenis Bahan Bakar	Faktor Emisi IPCC 1996 (g/liter)	Faktor Emisi Lokal (g/liter)
Premium/Bensin	2.597,86	2.003,40
Diesel/Solar	2.924,90	2.220,40

E. Konsumsi bahan bakar spesifik

Konsumsi bahan bakar merupakan data yang dibutuhkan untuk perhitungan emisi CO². Berikut merupakan sajian data konsumsi bahan bakar spesifik yang didapat dari studi literatur.

Tabel 4. Konsumsi bahan bakar spesifik

Golongan	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (liter/km)
Golongan I	0.0266
Golongan II	0.1179
Golongan III	0.1160
Golongan IV	0.1064
Golongan VA	0.1650
Golongan VB	0.1689
Golongan VI	0.1850
Golongan VIIC	0.1920

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Gambaran umum lokasi penelitian

Kota ambon merupakan ibu kota Provinsi Maluku dengan luas wilayah sekitar 359,45 km² dan jumlah penduduk mencapai 347.288 jiwa berdasarkan data BPS Kota Ambon tahun 2022. Sebagai pusat ekonomi, pemerintahan, dan pendidikan di Maluku. Kota Ambon memiliki mobilitas penduduk yang tinggi, yang berkontribusi pada meningkatnya jumlah kendaraan bermotor. Berdasarkan data kendaraan bermotor yang terdaftar mencapai 105.499 unit, dengan sepeda motor sebanyak 76.097 unit, diikuti oleh minibus 23.833 unit, truk 4.719 unit, sedan 694 unit, *microbus* 154 unit. Topografi Kota Ambon yang berbukit dan dikelilingi perairan yang menyebabkan keterbatasan ruang untuk pengembangan infrastruktur transportasi, sehingga banyak jalan utama mengalami kepadatan lalu lintas, terutama di Kecamatan Sirimau, Nusaniwe, Teluk Ambon, Teluk Ambon Baguala. Kecamatan-kecamatan ini dipilih sebagai lokasi penelitian karena memiliki tingkat aktivitas transportasi yang tinggi, dengan berbagai zona fungsional seperti pusat perdagangan, perkantoran, pendidikan, serta kawasan pemukiman padat. Selain itu, Kota Ambon memiliki luas lahan vegetasi sekitar 29.679,25 ha yang berperan dalam menyerap emisi CO². Namun, dengan pertumbuhan kendaraan bermotor yang terus meningkat, efektivitas lahan vegetasi dalam menekan emisi diperkirakan akan semakin berkurang. Oleh karena itu, penelitian ini fokus pada hubungan antara kepadatan kendaraan, karakteristik penggunaan bahan bakar yang nantinya dapat menjadi dasar pertimbangan dalam perencanaan transportasi berkelanjutan dan penerapan konsep *compact city* di Kota Ambon.

B. Perhitungan emisi

Kota ambon memiliki volume kepadatan kendaraan bermotor yang cukup tinggi. Terutama pada ruas jalan yang berada pada fungsi kelas arteri primer yang mana jalur ini adalah jalur utama mobilitas masyarakat. Aktivitas kendaraan bermotor yang terus meningkat berkontribusi langsung terhadap emisi CO² yang merupakan salah satu penyebab utama pencemaran udara. Berdasarkan hasil perhitungan, Jumlah emisi CO² yang dihasilkan kendaraan bermotor di kota ambon bervariasi tergantung pada jenis kendaraan, bahan bakar yang digunakan, dan tingkat kepadatan lalu lintas. Dari hasil yang didapatkan diketahui bahwa kendaraan dengan bahan bakar premium menjadi penghasil emisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan kendaraan dengan bahan bakar diesel. Selain itu, ruas jalan dengan volume lalu lintas yang padat cenderung menghasilkan emisi yang lebih besar akibat konsumsi bahan bakar lebih tinggi selama kondisi kemacetan, Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel yang telah disajikan.

Tabel 5. Hasil perhitungan total emisi pada golongan kendaraan

Jenis Kendaraan / Golongan	Jumlah Kendaraan	Faktor Emisi	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik	Jumlah Emisi CO ²
Motor	710.479	2.003,40	0.0266	37.861,738
Mobil Penumpang (Station Wagon dan sedan)	1.754	2.003,40	0.1179	414,296
SUV, MPV, Minibus, dan angkutan umum	194.765	2.003,40	0.1160	45.262,295
Pick up	19.007	2.003,40	0.1064	4.417,120
Bus kecil	436	2.220,40	0.1650	159,735
Bus besar	166	2.220,40	0.1689	62,254
Truk	18.652	2.220,40	0.1850	7.661,756
Truk SemiTrailer	37	2.220,40	0.1920	15,77
TOTAL				111.390,86

Dapat dilihat dari data yang telah disajikan bahwa volume golongan I atau motor mendominasi. sedangkan jumlah emisi terbesar yang dihasilkan terdapat pada golongan 3 atau SUV, MPV, minibus, dan angkutan umum tentu hal ini sudah dipastikan bahwa yang mendominasi klasifikasi golongan-golongan kendaraan. Yang menggunakan bahan bakar premium/bensin dipastikan tingkat emisi yang dihasilkan lebih tinggi ini dikarenakan faktor volume kendaraan yang beroperasi juga tinggi, Ketika jumlah total emisi telah diketahui selanjutnya akan dilakukan perhitungan akhir dari penelitian atau Etotal yang mana data tersebut dapat dilihat pada tabel yang disajikan dibawah ini.

Tabel 6. Hasil perhitungan total pada ruas jalan

Ruas Jalan	Panjang Jalan (Km)	Emisi CO ² rata-rata (Kg/bulan)	Emisi CO ² (Ton/bulan)	Total Emisi CO ² (Ton/Tahun)
Ruas jalan yang di survei	15,36	111.390,86	111,39	636.473
Total Ruas jalan	492,29	111.390,86	111,39	20.399.060,1

Sehingga dapat diketahui bahwa kota ambon yang memiliki 636.473 Ton emisi CO². Angka ini masih terbilang rendah yaitu hanya sekitar seperempat dari daya tampung total emisi kota ambon yang mana mampu menampung 2.261.575,75 ton emisi, Tetapi ketika dilihat dari data emisi yang di hasilkan tahun 2022 yaitu kurang lebih 264.853,31 Ton peningkatan kenaikan emisi dalam kurun waktu dua tahun ini dapat dikatakan sekitar 41,61 %. Angka yang lumayan tinggi dan apabila angka tersebut konsisten selama 5-10 tahun maka dapat dipastikan daya tampung tidak lagi dapat menampung emisi yang dihasilkan, dalam konteks ini juga rendahnya emisi kendaraan menjadi salah satu tujuan dasar sehingga pendekatan strategis dan pengusulan kebijakan diperlukan dalam tata kelola perkotaan sangat diperlukan untuk mencapai tujuan dari konsep *compact city*.

4. SIMPULAN

- 1) Aktivitas kendaraan serta pertumbuhan kendaraan yang terjadi di kota ambon cukup mempengaruhi kualitas emisi CO². di kota ambon dan juga dapat dilihat bahwa kendaraan golongan 1 atau motor mendominasi pada jumlah kendaraan yang beraktivitas.

Walaupun emisi yang dihasilkan lebih rendah daripada kendaraan golongan 3 atausuv, mpv, angkutan umum, minibus yang adapada urutan kedua pada jumlah kendaraan yang aktivitas.

- 2) Pada hasil perhitungan total emisi pada seluruh ruas jalan pada area penelitian yang dihasilkan dalam kurun waktu 8 minggu. Dapat diketahui bahwa total emisi yang dihasilkan adalah 636.473 ton hasil ini dihitung menggunakan persamaan *IPCC* 1996 dan angka itu tentu saja hampir menyentuh batas daya serap emisi CO².

DAFTAR PUSTAKA

- Admin. (2022). *Jejak Karbon dalam Kehidupan*. Kementerian esdm republik indonesia badan pengembangan sumber daya manusia esdmpusatpengembangansumber daya manusia aparatur.
- BPS KOTA AMBON. (2021). kota ambon dalam angka 2021.
- Cahya Puteri Abdi Rabbi. (2021). Penjualan Sepeda Motor Ditargetkan Capai 5,4 Juta Unit Tahun Depan. *Katadata.Co.Id*. <https://katadata.co.id/maesaroh/berita/61bb254ec8e88/penjualan-sepeda-motor-ditargetkan-capai-5-4-juta-unit-tahun-depan>
- Hadi, S., & Prasetyo, D. (2021). Integrasi Kebijakan Transportasi dalam Perencanaan
- Halim, M. N., & Purnomo, H. (2021). Metodologi Inventarisasi Emisi Gas Rumah Kaca dari Sumber Transportasi. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 45-60.
- Lingkungan, A. L. (2022). Uji Emisi Kendaraan Bermotor Untuk Pengendalian Pencemaran Udara. <https://dlhk.jogjaprovo.go.id/uji-emisi-kendaraan-bermotor-untuk-pengendalian-pencemaran-udara>.
- Lydia Silvanna Djaman. (2022). Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 111 Tahun 2022 Tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. *Kementerian Sekretariat Negara Republik Indonesia Deputi Bidang Perundang-Undangan Dan Administrasi Hukum*, 021, 1-266.
- Maliyo, V. I. T., Boreel, A., & Loppies, R. (2022). Emisi Karbon Dioksida Di Kota Ambon Analysis of Green Open Space Requirement in Absorbing Carbon Dioxide Emissions in Ambon City. 109-118.
- Mungkasa, O. (2022). Mewujudkan Kota Rendah Karbon . Sumbang Saran bagi Pengembangan Perkotaan Indonesia dan Ibu Kota Nusantara Mewujudkan Kota Rendah Karbon . Sumbang Saran bagi Pengembangan Perkotaan Indonesia dan Ibu Kota Nusantara Osvar Mungkasa. April.
- Susanto, R., & Lestari, W. (2020). Perencanaan Tata Ruang untuk Mendukung Mobilitas Berkelanjutan di Kawasan Urban. *Jurnal Perencanaan Kota dan Wilayah*, 15(3), 75-89.
- Tim CFP IPB University. (2019). Laporan Perhitungan Jejak Karbon. 9-23.
- Wibowo, R., & Hadi, S. (2020). Validasi Data dalam Analisis Inventarisasi Emisi: Teknik dan Pendekatan. *Jurnal Perencanaan Kota dan Wilayah*, 16 (1), 55-68.
- Paralegal. (2009). *Kendaraan Bermotor*. <https://paralegal.id/pengertian/kendaraan-bermotor/>