

BEBAN EMISI SEKTOR TRANSPORTASI DI KOTA YOGYAKARTA

Sa'duddin

Pusat Studi Transportasi dan Logistik UGM
Jalan Kemuning M-3 Sekip
Sleman Yogyakarta 55281
Telp: (0274) 556928, 563984, 6491075
saduddin@ugm.ac.id

M. Pramono Hadi

Pusat Studi Lingkungan Hidup UGM
Jalan Lingkungan Budaya, Sekip Utara
Kampus UGM, Yogyakarta 55281
Telp: (0274) 565722, 6492410
mphadi@ugm.ac.id

Abstract

In Yogyakarta, education and tourism sectors has contributed to the increase of vehicle movement, which subsequently will increase the amount of emission. In this research, emission inventory has been performed for pollutant sources of NO_x, SO₂, PM₁₀, CO, and CO₂ for land transport sector. Besides, the percentages of the sources are also calculated. The calculation of pollutant sources is performed using EMEP/EEA and IPCC approach. The data used in this research include primary data collected through traffic counting and secondary data collected from related institutions in 2012. The result of analysis indicates that emission source resulted from road sector has contributed large proportion to total emission load as compared with non-road sector (railway). Furthermore, passenger car gives larger contribution to total emission than freight car.

Keywords: Emission, land transport, Yogyakarta city

Abstrak

Kota Yogyakarta sebagai kota pendidikan dan pariwisata akan memberikan kontribusi terhadap pergerakan kendaraan. Dalam penelitian ini dilakukan inventarisasi emisi untuk sumber pencemar NO_x, SO₂, PM₁₀, CO, dan CO₂ dari sektor transportasi darat, serta prosentase yang dihasilkan dari sumber tersebut. Metode perhitungan menggunakan pendekatan dari EMEP/EEA dan IPCC untuk menghitung sumber emisi tersebut. Data yang digunakan berupa data primer yaitu *traffic counting* dan data sekunder dari instansi terkait dari tahun 2012 untuk menghitung beban emisi. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa sumber dari jalan raya memberikan kontribusi beban emisi sangat besar/signifikan dibandingkan dengan sumber dari non jalan (kereta api), selanjutnya untuk mobil penumpang/orang memberikan kontribusi lebih dibandingkan dengan sumber dari kendaraan barang.

Kata Kunci: Beban Emisi, transportasi darat, Kota Yogyakarta

PENDAHULUAN

Kota Yogyakarta sangat strategis, karena terletak di jalur-jalur utama, yaitu Jalan Lintas Selatan yang menghubungkan Yogyakarta, Bandung, Surakarta, Surabaya, dan kota-kota di selatan Jawa, serta jalur Yogyakarta Semarang, yang menghubungkan Yogyakarta, Magelang, Semarang, dan kota-kota di lintas tengah Pulau Jawa. Karena itu, angkutan di Yogyakarta cukup memadai untuk memudahkan mobilitas antara kota-kota tersebut. Kota ini mudah dicapai oleh transportasi darat dan udara, sedangkan karena lokasinya yang cukup jauh dari laut (27-30 km) menyebabkan tiadanya transportasi air di kota ini.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 tahun 1999 pasal 6 ayat 4 memuat ketentuan mengenai diperlukannya kegiatan inventarisasi sumber pencemar udara atau yang disebut dengan inventarisasi emisi (IE). Salah satunya kegunaannya untuk menghitung beban emisi dan dijadikan dasar atau *baseline* bagi satu kota untuk menentukan target penurunan beban dengan cara yang lebih efektif dan tepat sasaran.

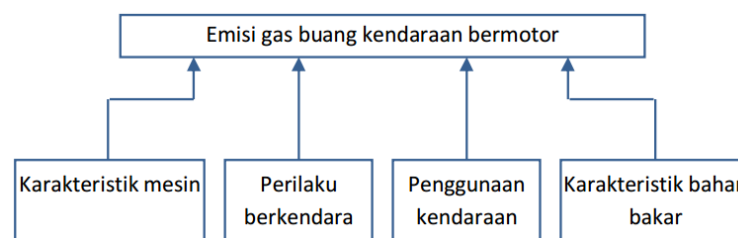
Inventarisasi emisi (*emission inventory*) adalah pencatatan secara komprehensif tentang jumlah pencemar udara (parameter) dari sumber-sumber pencemar udara dalam suatu wilayah dan periode waktu wilayah tertentu. Dalam bahasa yang sederhana, inventarisasi emisi adalah menentukan sumber-sumber pencemar udara, apa yang keluar dari sumber pencemar udara tersebut dan berapa banyak. Inventarisasi emisi berfungsi sebagai landasan dalam pembuatan kebijakan publik. Data inventarisasi emisi digunakan untuk menetapkan strategi dan peraturan; mengevaluasi status kualitas udara terkait dengan baku mutu yang telah ditetapkan; mengevaluasi efektivitas kebijakan pengendalian pencemaran udara; dan melakukan perubahan kebijakan sesuai dengan kebutuhan.

Beban emisi berasal dari berbagai sumber, baik sumber titik, area, maupun bergerak. Kota Yogyakarta sebagai kota pendidikan dan jasa, emisi yang dihasilkan sebagian besar dari sumber bergerak. Dari data pergerakan jenis kendaraan yang merupakan sumber emisi, bagaimana tiap jenis kendaraan memberikan emisi yang ditimbulkan di Kota Yogyakarta. Adapun tujuan studi yaitu menghitung beban emisi pencemar udara kota dari sumber transportasi darat di kota Yogyakarta, dan berapa prosentase emisi yang dihasilkan dari tiap-tiap sumber.

Inventarisasi emisi Kota Yogyakarta mencakup sumber bergerak yang terletak di dalam wilayah administratif kota. Sumber bergerak: sumber yang bergerak dari satu tempat ke tempat lain, di jalan raya atau bukan jalan raya. Pencemar udara (parameter) yang diinventarisir: nitrogen oksida (NO_x), sulfur dioksida (SO₂), hidrokarbon (HC), partikel halus berukuran hingga 10 mikrometer (PM₁₀), karbon monoksida (CO), dan karbon dioksida (CO₂). Penambahan HC/VOC dikarenakan parameter ini memberikan dampak negatif pada kesehatan manusia dan dapat menjadi prekursor ozon di troposfer. Untuk CO₂ dikarenakan dampaknya yang besar pada *global warming*.

METODOLOGI

Perhitungan emisi sumber bergerak umumnya menggunakan metode faktor emisi. Secara spesifik, emisi dari kendaraan bermotor ditimbulkan dari proses pembakaran di dalam mesin yang mengeluarkan gas buang (nitrogen, CO₂, air, dan pencemar-pencemar udara); evaporasi bahan bakar pada mesin, saat pengisian bahan bakar, dan lainnya (lihat Gambar 1). Untuk mengetahui lokasi studi dapat dilihat di Gambar 2.



Gambar 1 Faktor-faktor yang mempengaruhi emisi kendaraan bermotor
Sumber: Meyer dan Miller, 2001.

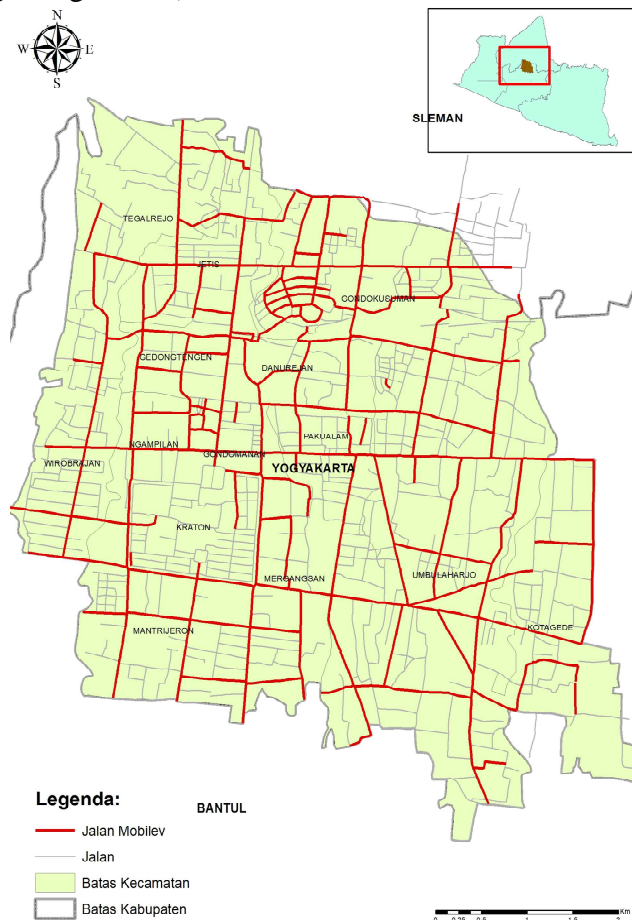
Jenis dan jumlah pencemar yang diemisikan dari berbagai kategori kendaraan dipengaruhi oleh tingkat penggunaan kendaraan dalam ton atau kilogram-kilometer. Faktor emisi dipengaruhi oleh berbagai parameter, diantaranya adalah karakteristik mesin, teknologi kendaraan, karakteristik bahan bakar, usia dan perawatan kendaraan, dan penggunaan kendaraan.

Untuk memperkirakan sumber emisi, ada 2 pendekatan umum yaitu *top-down* (dari atas ke bawah) dan *bottom-up* (dari bawah-ke atas) yang sering digunakan sesuai dengan kebutuhan akan tujuan inventarisasi emisi dan sumber daya yang tersedia (data, waktu, dan anggaran). Penelitian ini menggunakan pendekatan kombinasi dari 2 pendekatan ini sering digunakan. Informasi statistik (*top down*) dan spesifik sumber (*bottom up*) digunakan bersamaan untuk situasi dimana informasi sumber yang spesifik tersedia tetapi tidak lengkap.

Persamaan umum untuk perkiraan emisi adalah:

$$E = EF \times AD \times \left(\frac{1 - CE}{100} \right)$$

E = emisi, AD = data aktivitas atau rata-rata kegiatan: jumlah bahan bakar yang digunakan, jumlah bahan mentah yang diproses atau jumlah unit yang diproduksi, EF = faktor emisi; partikel per kg bahan bakar atau NO_x per km yang dihabiskan, CE = efisiensi pengendalian atau efisiensi pengurangan emisi secara keseluruhan, % (hanya jika perangkat pengurangan digunakan).



Gambar 2 Wilayah Studi dan lokasi jaringan jalan yang disurvei

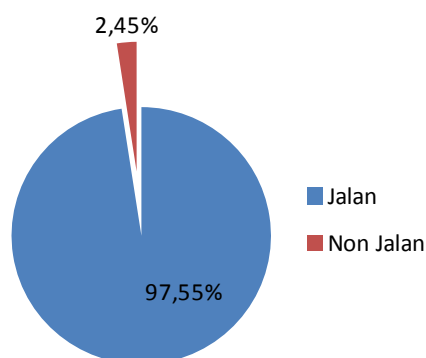
ANALISIS

Dalam hasil dari beban emisi tiap-tiap ruas jalan, diolah menggunakan *software mobilev* dengan memasukkan data volume lalu lintas, panjang jalan, *gradient* jalan, dan tipe jalan serta fungsi jalan. Semakin besar volume lalu lintas maka beban emisi dari ruas jalan tersebut akan semakin besar. Adapun secara umum, total beban emisi yang berada di Kota Yogyakarta dari sektor transportasi dapat dilihat di Tabel 1.

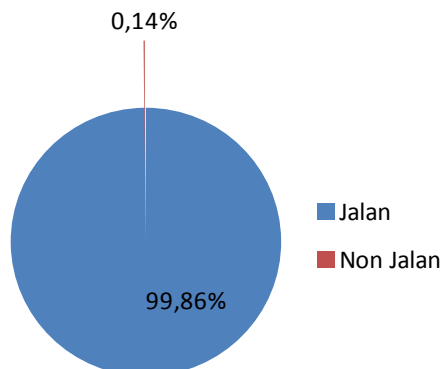
Tabel 1 Total beban emisi di Kota Yogyakarta, 2012 (ton/tahun)

Sumber/Emisi	NO _x	SO ₂	HC	PM ₁₀	CO	CO ₂
Jalan	641,52	50,16	5.318,22	89,42	10.697,50	199.236,96
Non Jalan	16,08	0,07	646,39	0,58	3,96	26.063,01

Sumber: Hasil Analisis, 2013



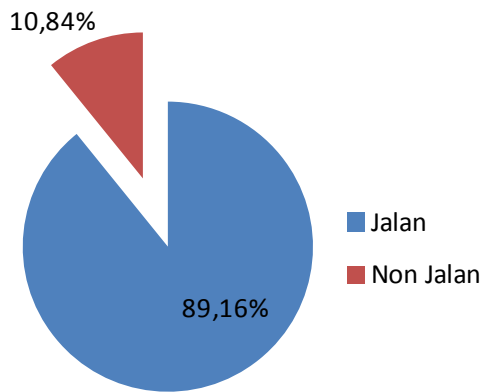
Gambar 3 Prosentase beban emisi NO_x



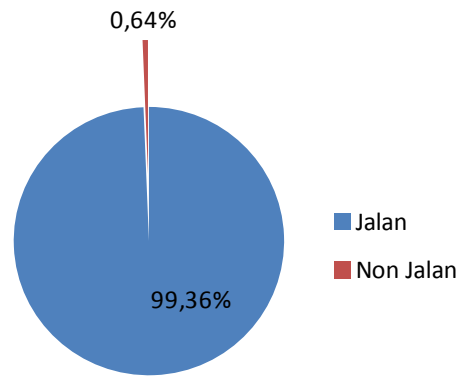
Gambar 4 Prosentase beban emisi SO₂

Dalam klafikasi sumber emisi dari sektor transportasi dibagi menjadi dua yaitu dari sumber jalan raya dan non jalan (kereta api). Untuk prosentase emisi NO_x jalan raya sebesar 97,55% sedangkan untuk non jalan sebesar 2,45% (lihat Gambar 3), sedangkan emisi SO₂ bersumber dari jalan sebesar 99,86% dan hanya 0,14% berasal dari non jalan (lihat Gambar 4).

Untuk sumber emisi dari hidrokarbon (HC), mayoritas berasal dari sumber jalan yaitu sebesar 89,16% sedangkan 10,84% berasal dari sumber non jalan (lihat Gambar 5), sedangkan untuk emisi dari PM₁₀ (partikulat beukuran 10 mikron) mayoritas juga dihasilkan dari sumber jalan dengan kontribusi sebesar 99,36% dan hanya 0,64% berasal dari sumber non jalan (lihat Gambar 6).

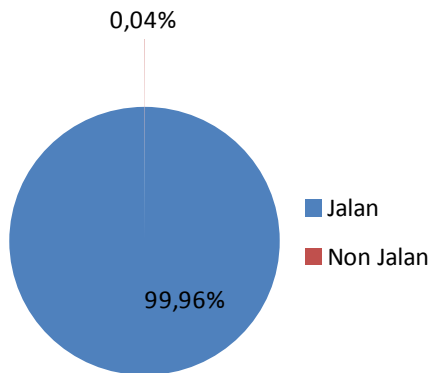


Gambar 5 Prosentase beban emisi HC

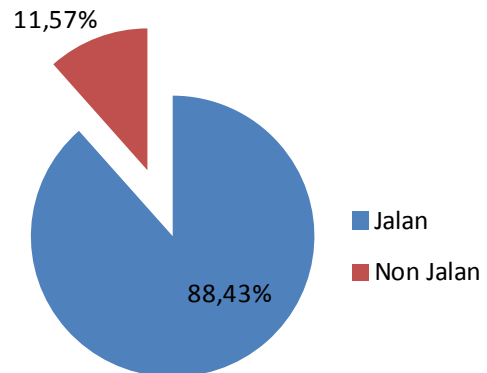


Gambar 6 Prosentase beban emisi PM₁₀

Gambar 7 menunjukkan bahwa untuk emisi CO (Karbon Monoksida) hampir sebagian besar berasal dari sumber jalan 99,96% dan hanya sedikit yaitu 0,04% yang berasal dari sumber non jalan, sedangkan untuk emisi CO₂ (Karbon Dioksida) 88,43% berasal dari sumber bergerak jalan raya dan 11,57% berasal dari sumber non jalan (lihat Gambar 8).



Gambar 7 Prosentase beban emisi CO



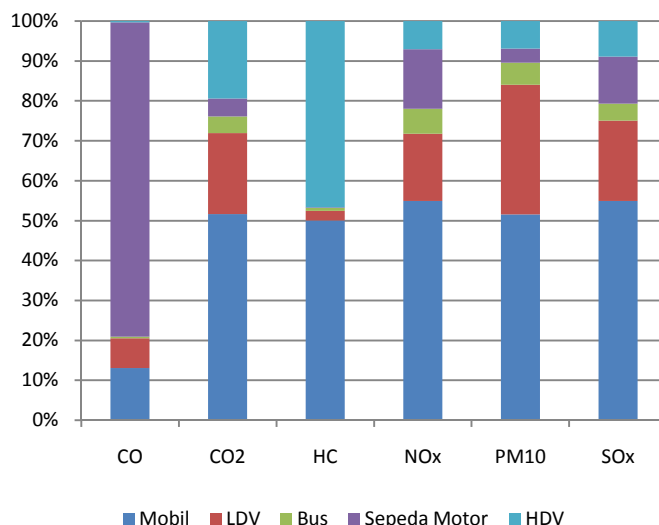
Gambar 8 Prosentase beban emisi CO₂

Dari hasil perhitungan yang ditunjukkan di Tabel 1 dan prosentasi sumber emisi dari tiap-tiap emisi (Gambar 3-8) dapat disimpulkan bahwa mayoritas emisi untuk NO_x, SO₂, HC, PM₁₀, CO, dan CO₂ berasal dari sumber yang berada di jalan raya. Untuk sumber non jalan raya, untuk studi kasus di Yogyakarta hanya berasal dari sumber pergerakan kereta api.

Transportasi darat (jalan raya) merupakan penyumbang terbesar, mendekati > 90% dari emisi semua parameter; bila dibandingkan dari sumber non jalan. Berikut hasil turunan pangsa emisi transportasi jalan raya dilihat dari jenis kendaraan berbasis jenis bahan bakar yang digunakan, sebagai berikut:

- NO_x: sepeda motor (12,8%), mobil (30,7%), LDV (11,4%), HVD (17,8%), Bus (27,2%)
- SO₂: sepeda motor (16,5%), mobil (37,4%), LDV (8,0%), HVD (16,2%), Bus (21,9%)
- HC: sepeda motor (93,3%), mobil (4,7%), LDV (1,5%), HVD (0,2%), Bus (0,3%)

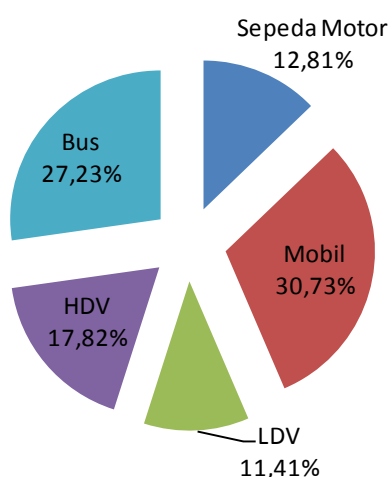
- PM₁₀: sepeda motor (13,5%), mobil (63,4%), LDV (10,7%), HVD (5,5%), Bus (6,9%)
- CO: sepeda motor (78,4%), mobil (13,1%), LDV (7,4%), HVD (0,3%), Bus (0,4%)
- CO₂: sepeda motor (36,7%), mobil (39,4%), LDV (8,1%), HVD (6,4%), Bus (8,6%)



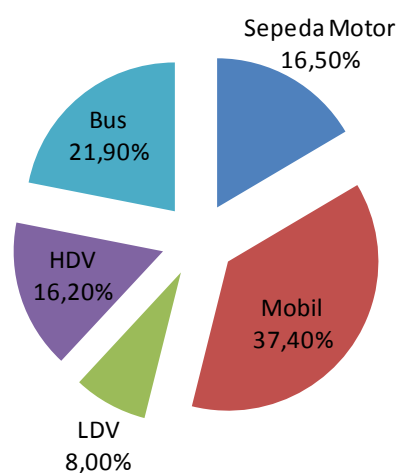
Gambar 9 Diagram kolom prosentasi sumber pencemar tiap-tiap jenis kendaraan
Sumber: Hasil Analisis, 2013

Gambar 8 menunjukkan diagram kolom sumber tiap-tiap jenis kendaraan yaitu dari sepeda motor, mobil, LDV (*Light Duty Vehicle*), HDV (*High Duty Vehicle*), dan bus. Pembagian jenis kendaraan berdasarkan dari jenis bahan bakar yang digunakan.

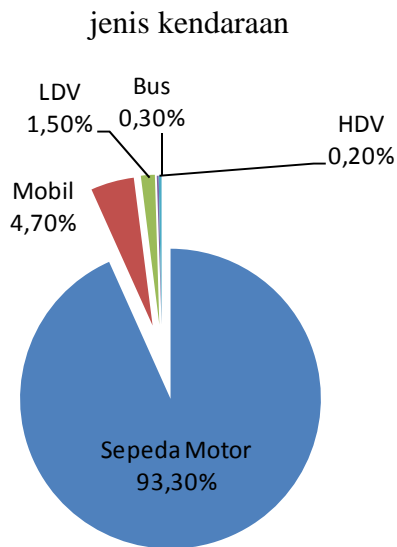
Untuk mengetahui proporsi jenis kendaraan dan berapa prosentase emisi yang dihasilkan dapat dilihat di Gambar 9-14. Untuk sumber emisi NO_x sumber terbesar dihasilkan dari jenis kendaraan mobil yaitu sebesar 39,73% sedangkan sumber terkecil berasal dari jenis kendaraan LDV (*Light Duty Vehicle*), lebih jelasnya dapat dilihat di Gambar 9. Sumber emisi SO₂ sebagian besar berasal dari mobil yaitu sebesar 37,40% disusul oleh Bus 21,90%, sepeda motor 16,50%, HDV 16,20%, dan yang terkecil berasal dari LDV yaitu sebesar 8,00%.



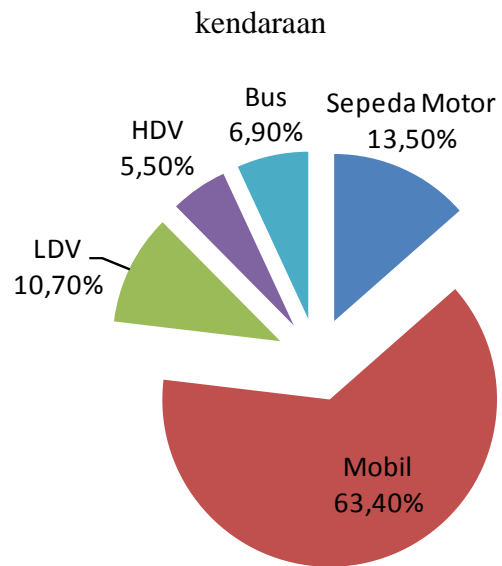
Gambar 10 Emisi NO_x bersumber dari



Gambar 11 Emisi SO₂ bersumber dari jenis

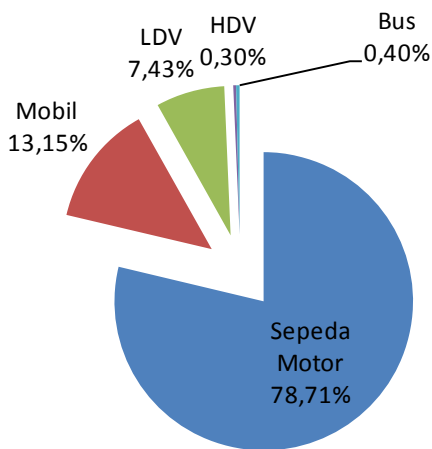


Gambar 12 Emisi HC bersumber dari jenis kendaraan

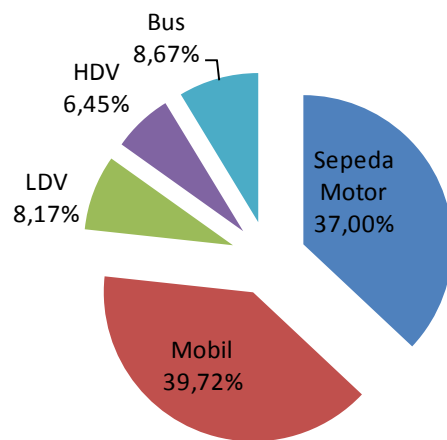


Gambar 13 Emisi PM₁₀ bersumber dari jenis kendaraan

Untuk emisi HC mayoritas berasal dari sumber sepeda motor yaitu sebesar 93,3% dan terkecil berasal dari bus, hanya 0,3% (lihat Gambar 11), sedangkan untuk emisi PM₁₀ sebagian besar berasal dari mobil yaitu sebesar 63,4% dan yang terkecil berasal dari sumber HDV yaitu 5,5% (lihat Gambar 12).



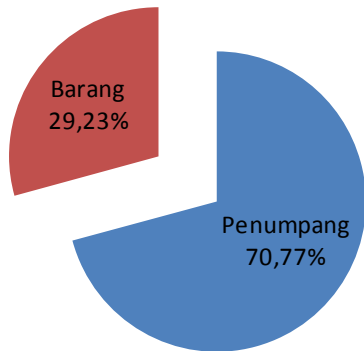
Gambar 14 Emisi CO bersumber dari jenis kendaraan



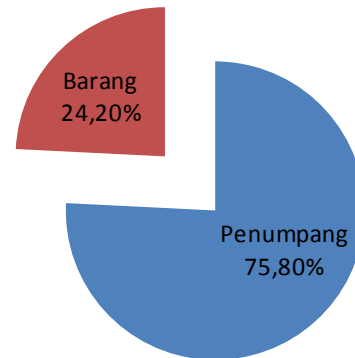
Gambar 15 Emisi CO₂ bersumber dari jenis kendaraan

Emisi Karbon Dioksida (CO) mayoritas berasal dari sumber sepeda motor yaitu sebesar 78,71% dan terkecil berasal dari bus, hanya 0,4% (lihat Gambar 13), sedangkan untuk emisi CO₂ sebagian besar berasal dari mobil yaitu sebesar 63,4% dan sepeda motor sebesar 37%, sedangkan proporsi terkecil berasal dari sumber HDV yaitu 6,45% (lihat Gambar 14).

Untuk mengetahui sumber emisi dari jenis yang diangkut (penumpang dan barang) dapat dilihat di Gambar 16-21. Pembagian yang digunakan dalam penelitian ini untuk kendaraan penumpang yaitu sepeda motor, mobil, dan bus, sedangkan untuk kendaraan barang yaitu LDV dan HDV Untuk NO_x kendaraan penumpang memberikan kontribusi emisi sebesar 70,77% sedangkan untuk kendaraan barang sebesar 29,23% (lihat Gambar 16). Emisi SO₂ sebagian besar berasal dari kendaraan penumpang yaitu sebesar 75,8%, sedangkan untuk kendaraan barang sebesar 24,2% (lihat Gambar 17).

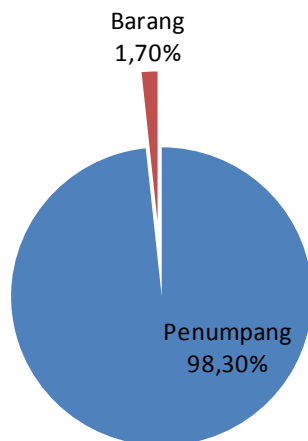


Gambar 16 Emisi NO_x bersumber dari jenis yang diangkut

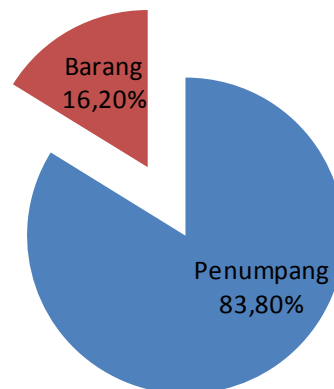


Gambar 17 Emisi SO₂ bersumber dari jenis yang diangkut

Emisi HC 98,3% berasal dari kendaraan penumpang dan hanya 1,7% berasal dari kendaraan barang, sedangkan untuk emisi PM₁₀ kendaraan penumpang berkontribusi sebesar 83,8% dan kendaraan barang hanya 16,2% (lihat Gambar 18-19).

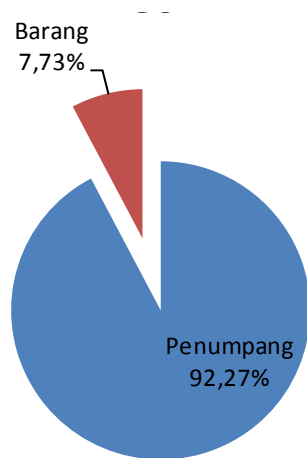


Gambar 18 Emisi HC bersumber dari jenis yang diangkut

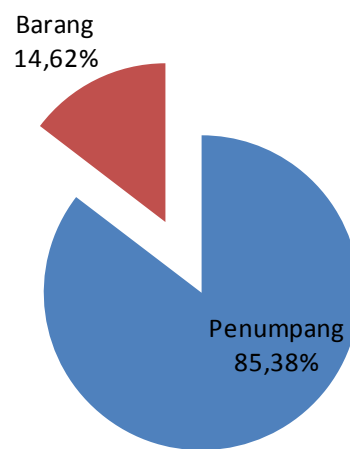


Gambar 19 Emisi PM₁₀ bersumber dari jenis yang diangkut

Untuk emisi CO kendaraan penumpang berkontribusi sangat besar yaitu 92,7%, dan 7,73% berasal dari kendaraan barang (Gambar 20), sedangkan untuk CO₂ 85,38% berasal dari kendaraan penumpang, dan 14,62% berasal dari kendaraan barang (lihat Gambar 21).



Gambar 20 Emisi CO bersumber dari jenis yang diangkut



Gambar 21 Emisi CO₂ bersumber dari jenis yang diangkut

KESIMPULAN

Dari perhitungan beban emisi di Kota Yogyakarta dari masing-masing jaringan jalan dapat disimpulkan bahwa:

1. Emisi dari sumber jalan raya memberikan kontribusi yang sangat besar dibandingkan dengan sumber non jalan (kereta api).
2. Tiap jenis kendaraan memberikan kontribusi yang berbeda-beda terhadap emisi di Kota Yogyakarta, untuk kendaraan penumpang/orang memberikan kontribusi emisi yang sangat besar dibandingkan dengan jenis kendaraan barang dari parameter emisi yang dihitung di Kota Yogyakarta.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta. 2012. *Laporan Status Lingkungan Hidup Daerah Kota Yogyakarta Tahun 2012*, Yogyakarta: Pemerintah Kota Yogyakarta.
- BPS Kota Yogyakarta. 2013. *Kota Yogyakarta Dalam Angka 2013*, Yogyakarta: Badan Pusat Statistik Kota Yogyakarta.
- European Environment Agency, 2013, *EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013*, Luxembourg: Publication Office of the European Union, 2013.
- 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.

The 18th FSTPT International Symposium, Unila, Bandar Lampung, August 28, 2015

Setyono, P., Himawan, W., Pramadhony, dan Dewangga, A.2013. *Panduan Mobilev 3.0*, Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.