

## BASELINE BEBAN EMISI SEKTOR TRANSPORTASI DI KORIDOR PASTEUR-CILEUNYI DAN UJUNGBERUNG- GEDEBAGE, BANDUNG, JAWA BARAT, INDONESIA

### *TRANSPORT-INDUCED EMISSION LOAD BASELINE IN PASTEUR-CILEUNYI AND UJUNGBERUNG-GEDEBAGE ROUTE, BANDUNG, WEST JAWA, INDONESIA*

<sup>1\*</sup> Filson Maratur Sidjabat, <sup>2</sup> Driejana, dan <sup>3</sup>Ade Sjafruddin

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Presiden

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Lingkungan

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

<sup>1</sup>fmsidjabat@president.ac.id, <sup>2</sup>driejana@yahoo.com, <sup>3</sup>ades@si.itb.ac.id

**Abstrak:** Sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca yang besar saat ini, dan menjadi tantangan besar di abad 21, khususnya dalam pengembangan pembangunan transportasi yang berkelanjutan. Inventori emisi merupakan salah satu alat yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam permasalahan pencemaran udara. Baseline emisi dihitung di beberapa titik akurat pada jalan, yang paralel dengan proyek BIUTR. Penelitian ini dilakukan di 7 ruas jalan dalam koridor Pasteur-Cileunyi dan Ujungberung-Gedebade, untuk gas rumah kaca (CO<sub>2</sub> dan HC), dan pencemar udara lainnya (CO, NO<sub>x</sub>, dan PM<sub>10</sub>) dari sektor transportasi. Faktor emisi Inggris digunakan dalam perhitungan beban emisi karena lebih detail dan sesuai dengan kondisi di lapangan (ragam kecepatan dan jenis kendaraan). Hasil menunjukkan skenario proyek BIUTR meningkatkan beban emisi, berkaitan dengan meningkatnya volume kendaraan. Peningkatan beban emisi yang dihitung untuk proyeksi tahun 2015-2030 dari beban emisi driving adalah (34,9 - 152,13)%, (100,94 - 441,74)%, (17,53 - 70,51)%, (12,83 - 55,5)%, dan (16,65 - 70,87) %, untuk CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, dan HC, secara berurutan.

**Kata kunci:** Baseline emisi, transportasi berkelanjutan, pencemar udara, faktor emisi

**Abstract :** Transportation sector as one of the biggest contributors of greenhouse gas emission, becoming one of the biggest challenges in the 21<sup>st</sup> century; especially on the way people build a sustainable transportation system. Inventory emission is one of the tools that is commonly be used as a foundation tool for decision makers in managing pollution problems. Emission baseline is calculated in some precisely exact points on the road, parallel with BIUTR project which plans to the extend to the existing and put some new fly over road links. This research was done in 7 lines of roads within the route between Pasteur-Cileunyi and Ujungberung-Gedebage. The research is focused on greenhouse gases, of CO<sub>2</sub> and HC, and air pollutants (CO, NO<sub>x</sub>, and PM<sub>10</sub>) focusing on transportation as the source. British emission factor was used because it is the best implicated emission factors as it is better in details and the field condition, e.g. various speed and vehicle type. The results shows that BIUTR project scenario increases emission load, related to the increase of vehicles volume. The increase of emission calculated for 2015-2030 from driving emission load are (34,9 - 152,13)%, (100,94 - 441,74)%, (17,53 - 70,51)%, (12,83 - 55,5)%, and (16,65 - 70,87) %, for CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, and HC, respectively.

**Key words:** Emission baseline, sustainable transportation, air pollutant, emission factor

## PENDAHULUAN

Peningkatan emisi gas rumah kaca akibat pertumbuhan ekonomi dan pertumbuhan penduduk dunia yang terjadi saat ini, telah meningkatkan kepedulian masyarakat global terhadap dampak pemanasan global dan perubahan iklim yang terjadi. Sektor transportasi merupakan salah satu penyumbang emisi gas rumah kaca yang besar saat ini. Sektor transportasi mengkonsumsi

21% energi primer dan bertanggung jawab atas 20% emisi gas rumah kaca seluruh dunia (IEA, 2006 dalam Westerdahl et al., 2009). Penggunaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi penggerak mesin, menghasilkan beberapa jenis gas rumah kaca, seperti karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), metana (CH<sub>4</sub>) dan senyawa hidrokarbon lain, dan nitrogen oksida (N<sub>2</sub>O), dengan tambahan polutan lainnya disamping pencemaran udara yang sudah umum diketahui dampaknya, seperti karbon monoksida (CO), Non-methane Volatile Organic Compounds (MNVOCs), sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), partikulat (PM<sub>10</sub>) dan oksida nitrogen lainnya (NO<sub>x</sub>) (Lindley et al., 1999). Salah satu gas rumah kaca yang dominan dihasilkan dari sektor transportasi adalah CO<sub>2</sub> (Houghton et al., 1996). Oleh karena itu, sektor transportasi menjadi tantangan besar di abad 21 ini yang perlu menjadi perhatian, dimana pengembangan pembangunan di sektor ini harus diarahkan menjadi pengembangan transportasi yang berkelanjutan.

Berdasarkan EST (*Environmentally Sustainable Transportation*) *Guideline 1*, pengembangan transportasi berkelanjutan tidak hanya menyediakan keuntungan-keuntungan dalam mobilitas dan akses, tapi harus juga memperhatikan segi kesehatan dan lingkungan. Dalam *EST Guideline 2*, ditambahkan juga mengenai evaluasi trend transportasi jangka panjang, dengan mempertimbangkan seluruh aspek transport, dampak lingkungan dan kesehatannya, serta implikasi ekonomi dan sosial dari keberlangsungan proyek.

Saat ini, Bandung telah menyanggah gelar kota Metropolitan, dimana: (1) cakupan interaksi kota telah melampaui batas-batas wilayah administrasi kota Bandung mencapai Kabupaten Bandung, Kabupaten Sumedang, dan Kota Cimahi, dan (2) jumlah penduduk Kota Bandung sudah lebih dari 2,25 juta jiwa (plus wilayah sub-urban total menjadi lebih dari 5,5 juta jiwa). Salah satu masalah terbesar di Kota Bandung adalah pada sektor transportasi yang dicirikan oleh tingginya tingkat kemacetan, pada jam sibuk kecepatan kendaraan rata-rata hanya ± 15 km/jam. Kemacetan ini selain diakibatkan oleh tata ruang yang sentralistik sehingga porsi permintaan perjalanan ke pusat kota sangat besar, juga disebabkan oleh suplai jaringan jalan yang sangat terbatas (± 3% dari luas area), itupun tidak semuanya digunakan untuk kepentingan lalu lintas karena banyak on-street parking, pasar tumpah, dan PKL. Sulitnya pengendalian perkembangan kota Bandung dan membengkaknya kebutuhan prasarana juga dipengaruhi oleh tingginya kunjungan wisata “domestik” saat week-end, serta tingginya arus migrasi untuk mencari kerja dan pendidikan. Pengembangan jalan Tol Cikampek-Purwakarta-Padalarang (Cipularang) dan rencana pembangunan Tol Bandung-Cirebon memacu kekhawatiran semakin tak terkendalinya pembangunan di Kota Bandung dan sekitarnya (Litbang dengan LPPM-ITB, 2003). Dari permasalahan ini, muncullah berbagai alternatif pembangunan dan perencanaan untuk sektor transportasi di Kota Bandung, salah satunya adalah proyek tol dalam Kota Bandung (*Bandung Intra Urban Toll Road - BIUTR*).

Pembangunan BIUTR melibatkan tiga pemerintah daerah, yakni Kota Bandung, Kab. Bandung, dan Prov. Jabar. Khusus Kota Bandung, 41 Kelurahan di 15 Kecamatan, akan dilintasi tol yang memiliki panjang 27,257 kilometer tersebut. Sedangkan Kabupaten Bandung, terdapat 7 desa di 2 kecamatan yang dilintasi. BIUTR tersebut dibagi dalam dua segmen, yakni segmen Timur-Barat (Pasteur-Cileunyi) sepanjang 20,6 kilometer dan segmen Utara-Selatan (Ujungberung-Gedebage) sepanjang 6,7 kilometer. Lebar jalan tol itu berukuran 2 x 36 meter. Untuk ruas Pasteur-Cileunyi, jalan tol akan dibangun di atas jembatan layang (flyover) Pasupati. (<http://newspaper.pikiran-rakyat.com>). Dari perencanaan ini dapat dipastikan mobilitas dan akses kendaraan di Kota Bandung akan meningkat. Terlebih lagi dengan adanya rencana kawasan Gedebage menjadi warehouse (gudang), tentu akan meningkatkan jumlah kendaraan berat berbahan bakar solar yang masuk, yang berdampak pada peningkatan faktor emisi yang signifikan.

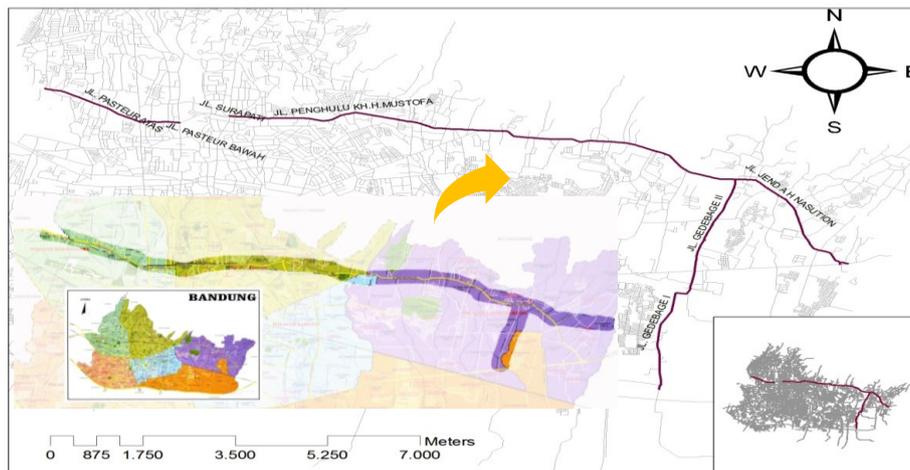
Berdasarkan dari EST Guidelines 1 & 2 di atas, keuntungan dari tersedianya mobilitas dan akses telah diperoleh, namun dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan harus menjadi

perhatian juga. Berkaitan dengan hal tersebut, dalam jurnal ini akan dihitung baseline beban emisi pada koridor Pasteur-Cileunyi dan Ujungberung-Gedebage sebagai dasar bagi berbagai program pengelolaan kualitas udara dari sektor transportasi dan untuk penelitian selanjutnya. Skenario proyek BIUTR akan didiskusikan dalam jurnal ini sebagai contoh perencanaan transportasi di Kota Bandung, untuk menghitung aspek lingkungan dan keberlanjutan dari suatu proyek.

## METODOLOGI

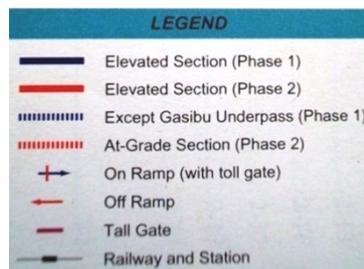
### AREA STUDI

Penelitian ini dilakukan di sepanjang jalan-jalan dalam koridor Pasteur-Cileunyi dan Ujungberung-Gedebage yang dimulai dari persimpangan jalan keluar tol Pasteur hingga Cileunyi, dan Ujungberung – Gedebage (lihat **Gambar 1** dan **2**). Pada **Gambar 2** dapat dilihat gambar perencanaan BIUTR, dimana koridor studi yang akan diamati paralel dengan perencanaan proyek ini. Jalan-jalan yang diteliti merupakan jalan-jalan yang ditetapkan baseline emisinya (5 parameter: CO<sub>2</sub>, CO, HC, NO<sub>x</sub>, dan PM<sub>10</sub>) dari sektor transportasi. Adapun jenis kendaraan yang ditinjau selama survei berlangsung antara lain: motor, mobil pribadi, mobil angkot, bus besar, bus kecil, truk kecil (*light duty*), truk gandeng (*heavy duty*).



**Gambar 1** Wilayah Studi





**Gambar 2.** Koridor Pasteur-Cileunyi dan Ujung Berung-Gedebage (JICA, 2009)

### PENGUMPULAN DATA PRIMER

Survei lapangan (survei transportasi) dilakukan untuk memperoleh data mengenai jarak tempuh, waktu tempuh, idling time, dan kecepatan rata-rata kendaraan di ruas jalan yang diteliti. Waktu tempuh dan jarak tempuh digunakan untuk mendapatkan kecepatan rata-rata pada rute tersebut yang akan digunakan untuk memperoleh nilai faktor emisi dalam perhitungan beban emisi dengan pendekatan kecepatan kendaraan. Data aktivitas kendaraan yang dibutuhkan untuk perhitungan beban emisi kendaraan ini, diantaranya adalah: a) Data volume kendaraan di tiap ruas jalan; b) data waktu tempuh kendaraan di tiap ruas jalan; dan c) data waktu tunda (idling time) kendaraan di tiap ruas jalan

Metode survei transportasi yang dilakukan untuk mendapatkan data primer ini diantaranya adalah survei manual. Untuk survei volume kendaraan dilakukan dengan cara menghitung setiap kendaraan yang melintasi titik pengamatan di suatu ruas jalan sesuai dengan klasifikasi yang telah ditentukan sebelumnya dalam formulir survei. Sedangkan untuk survei kecepatan dilakukan dengan menggunakan kendaraan dengan menghitung jarak yang ditempuh dan waktu yang dibutuhkan untuk menempuh jarak tersebut, didalamnya telah diperhitungkan juga hambatan-hambatan. Survei kecepatan ini dilakukan bersamaan dengan survei volume kendaraan.

Survei transportasi dilakukan pada hari Sabtu tanggal 21 November 2009 dan Minggu tanggal 22 November 2009 untuk menggambarkan kondisi *weekend*, serta hari Selasa tanggal 17 November 2009, Rabu tanggal 18 November 2009, dan Kamis tanggal 19 November 2009 untuk menggambarkan kondisi *weekday*. Survei volume kendaraan dilakukan selama 12 jam mulai pukul 06.00 sampai dengan pukul 18.00. Sedangkan untuk survei kecepatan dilakukan pada saat

*peak hour* yaitu: 1) Pagi, pukul 07.00 – 09.00; 2) Siang, pukul 11.00 – 13.00; dan 3) Sore, pukul 16.00 – 18.00.

## PENGUMPULAN DATA SEKUNDER

Data sekunder merupakan data hasil penelitian atau survei yang pernah dilakukan sebelumnya meliputi data aktivitas transportasi di jalan-jalan di Kota Bandung, kuota bahan bakar (premium dan solar) di SPBU Kota Bandung, data produksi kendaraan setiap tahun dari GAIKINDO, dan data panjang jalan. Data faktor emisi setiap kendaraan bermotor diperoleh dari Suhadi, 2008 ; UK-NAEI, 2007. Pengumpulan data sekunder dilakukan dari instansi terkait seperti Badan Pusat Statistik (Novianti, 2009), Dinas Perhubungan, dan Bapedda.

## PERHITUNGAN BEBAN EMISI

Beban emisi untuk suatu polutan  $j$  dari kendaraan pada suatu segmen jalan dapat dihitung dengan persamaan (1) dibawah ini:

$$E_j = \sum_{i=1}^n E_{ij} = \sum_{i=1}^n l \cdot P_i \cdot V \cdot C_{ij} = l \cdot V \sum_{i=1}^n P_i \cdot C_{ij} \quad \text{Persamaan 1}$$

dimana  $l$  adalah panjang dari segmen jalan (data mengenai panjang jalan dapat diukur dari peta jalan dalam GIS).  $V$  adalah volume total kendaraan yang melewati suatu segmen jalan, sedangkan  $P_i$  adalah fraksi probabilitas distribusi dari kendaraan tipe  $i$ . Dalam penelitian ini jumlah kendaraan tiap kategori telah didapatkan, sehingga nilai probabilitas ini tidak dibutuhkan.

$$\text{Beban Emisi} \left( \frac{\text{tons}}{\text{tahun}} \right) = \text{Jumlah kendaraan} \left( \frac{\text{kendaraan}}{\text{hari}} \right) \times \text{panjang jalan (km)} \\ \times \text{faktor emisi} \left( \frac{\text{g/km}}{\text{kendaraan}} \right) \times 10^{-6} \left( \frac{\text{ton}}{\text{g}} \right) \times 365 \left( \frac{\text{hari}}{\text{tahun}} \right)$$

## FAKTOR EMISI

Faktor emisi dalam **Persamaan 1** di atas adalah jumlah polutan  $j$  yang diemisikan dari kendaraan jenis  $i$  per unit jarak (g/km). Dalam penelitian ini, faktor emisi yang digunakan dalam menentukan beban emisi adalah faktor emisi Inggris (UKs National Atmospheric Emissions Inventory (NAEI, 2007).

Proporsi kendaraan dengan spesifikasi EURO di Indonesia adalah jumlah kendaraan yang diproduksi setelah tahun 2003 (asumsi sudah termasuk EURO II) dibagi dengan jumlah proporsi kendaraan. Semakin tinggi EURO-nya maka semakin ramah lingkungan, sehingga mesin kendaraan dengan spesifikasi EURO yang lebih tinggi akan memiliki faktor emisi yang lebih rendah. Database faktor emisi Inggris tersedia dalam bentuk spreadsheet Excel (NAEI) dengan memasukkan parameter kecepatan kendaraan untuk mendapatkan nilai faktor emisi. Kendaraan dalam database faktor emisi Inggris ini dibagi menjadi 7 kategori, yaitu mobil bensin, mobil diesel, kendaraan ringan bensin, kendaraan ringan diesel, kendaraan berat, bis, dan motor. Setiap kategori tersebut dibagi lagi berdasarkan teknologi mesinnya dengan standar emisi pra-EURO, EURO I, EURO II, EURO III, EURO IV. Di Indonesia sendiri, pemberlakuan peraturan kendaraan dengan mesin berstandar emisi EURO II baru dilaksanakan awal tahun 2005 melalui Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 141 Tahun 2003, sehingga dapat disimpulkan kendaraan di Indonesia secara umum saat ini terdiri dari mobil pra-EURO sampai dengan EURO II.

Persamaan polinomial yang digunakan untuk mendapatkan nilai faktor emisi CO, CO<sub>2</sub>, HC, PM<sub>10</sub> dan NO<sub>x</sub> yang digunakan untuk mengestimasi beban emisi dengan pendekatan kecepatan kendaraan adalah menggunakan **Persamaan 2** sebagai berikut:

$$y = k \cdot (a + bx + cx^2 + dx^3 + ex^4 + fx^5 + gx^6) / x$$

Persamaan 2

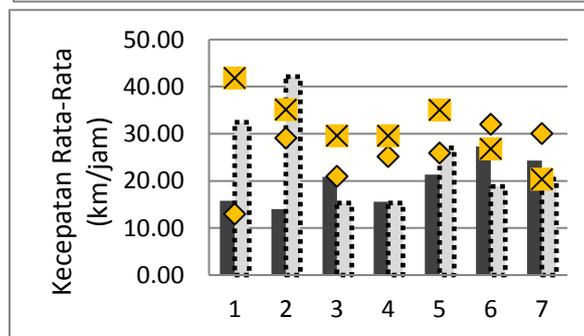
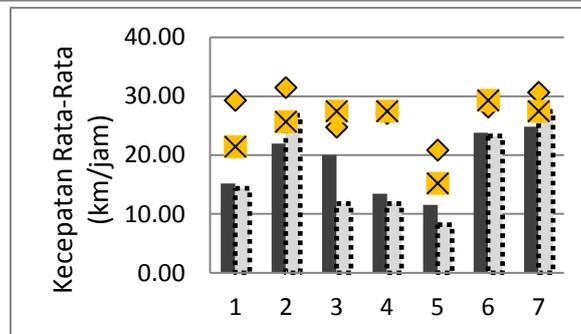
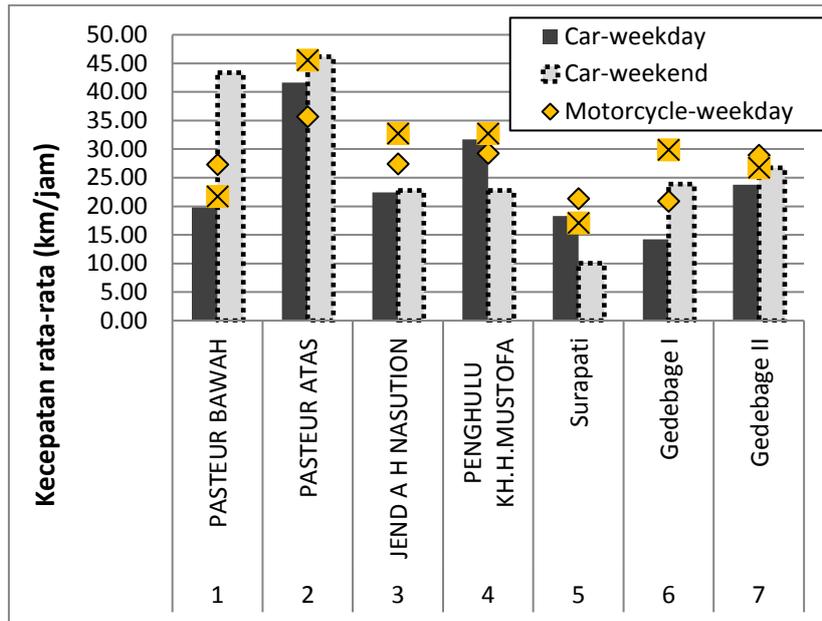
y = faktor emisi (g/km); x = kecepatan kendaraan (km/jam);  
a,b,c,d,e,f,g,k = konstanta

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat beberapa hal yang perlu dibahas untuk mendapatkan beban emisi yang dihasilkan kendaraan bermotor di daerah yang diteliti, diantaranya adalah hasil survei traffic counting dan kecepatan rata-rata kendaraan, pemilihan faktor emisi yang dipengaruhi oleh kecepatan kendaraan, dan perhitungan beban emisi.

#### *Hasil Survei Kendaraan*

Dari hasil survei diketahui bahwa terdapat perbedaan jumlah kendaraan pada jalan-jalan dalam koridor studi baik pada kondisi weekday maupun pada kondisi weekend. Kondisi peak hour pada masing-masing jalan ini, mempengaruhi beban emisi di jalan tersebut. Bila dibandingkan antara kondisi weekday dengan weekend, dapat dilihat perbedaan volume kendaraan di tiap ruas jalan. Volume kendaraan di suatu jalan, mempengaruhi kecepatan rata-rata tiap kendaraan. Kedua variabel inilah yang dapat digunakan sebagai input dalam menentukan aktivitas transportasi untuk inventarisasi emisi. Pada **Gambar 3** dapat dilihat kecepatan rata-rata dari motor dan mobil pada kondisi *weekday* dan *weekend* dari 7 ruas jalan yang diamati ( a. Shift pagi; b. Shift siang; dan c. Shift sore). Data ini adalah data pada arah Barat - Timur/Selatan-Utara. Dari tiga shift waktu ini dapat dilihat perbedaan yang menunjukkan aktifitas transportasi di jalan-jalan tersebut. Secara umum, kondisi peak hour pada weekday adalah pada shift pagi dan sore, yang merupakan waktu masyarakat pergi dan pulang ke tempat kerja, ataupun ke sekolah. Bila dibandingkan pada weekend, kecepatan rata-rata lebih tinggi pada shift pagi, menunjukkan pengurangan volume kendaraan pada waktu tersebut.



(a) Shift Pagi (atas); (b) Siang (kiri bawah) dan Shift Sore (kanan bawah)  
**Gambar 3** Kecepatan rata-rata Motor dan Mobil (Arah: Barat-Timur/Selatan-Utara)

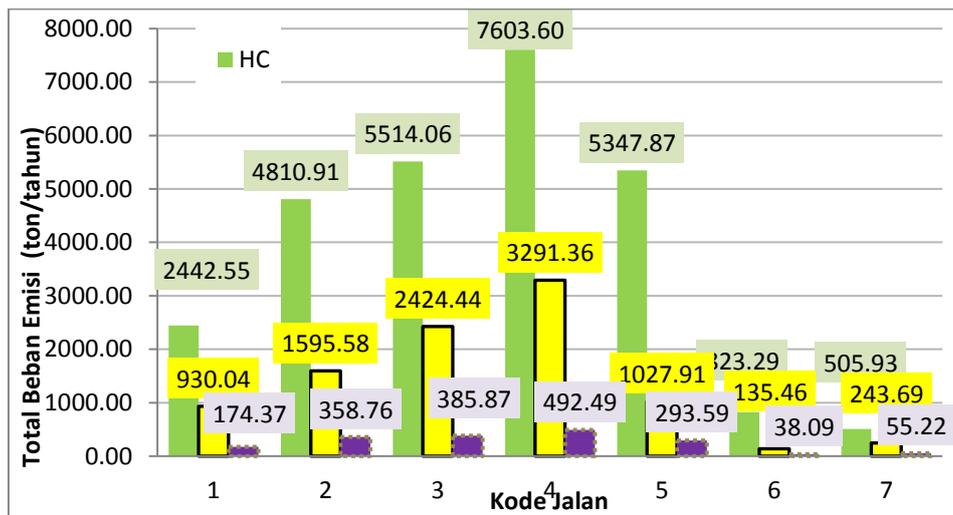
### Perhitungan Beban Emisi

Beban Emisi saat berkendara adalah beban emisi yang dihasilkan dari kendaraan bermotor pada kondisi bergerak dan mesin menyala. Dalam perhitungan beban emisi saat berkendara, dibutuhkan data-data aktivitas kendaraan yang selanjutnya akan dikalikan dengan faktor emisi terpilih. Perhitungan beban emisi dalam penelitian ini menggunakan metode perhitungan dengan pendekatan jarak tempuh kendaraan (VKT). Vehicle Kilometer Travelled sebagai salah satu data aktivitas adalah panjang perjalanan tahunan setiap jenis kendaraan bermotor di suatu daerah, yang biasanya diaplikasikan untuk skala makro, seperti kota, kabupaten, atau provinsi (Affum et al., 2003). Untuk perhitungan beban emisi skala mikro seperti pada

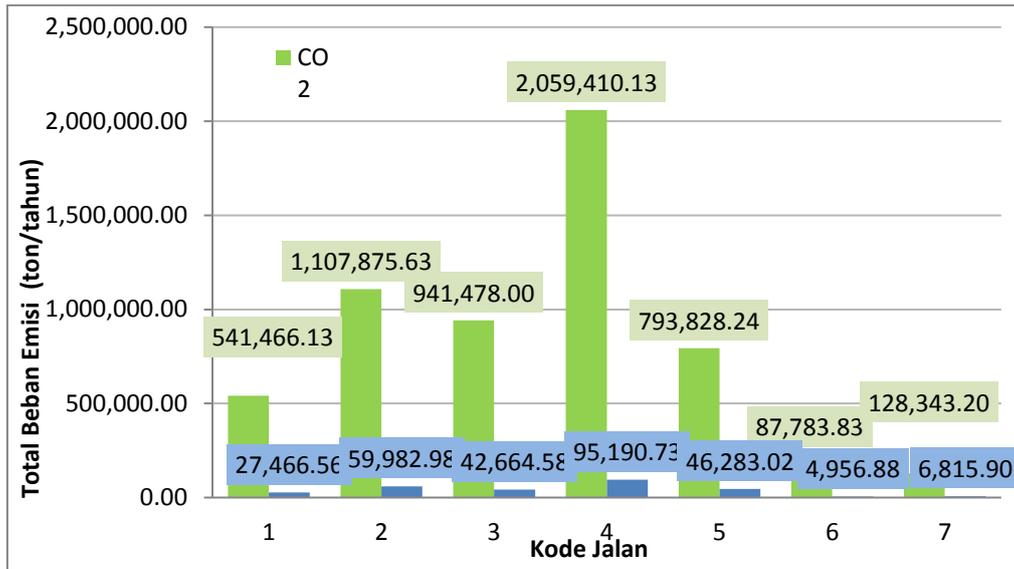
lingkup studi penelitian ini, panjang ruas jalan yang dilewati oleh kendaraan dianggap sebagai jarak tempuh kendaraan.

Data aktivitas yang lain adalah data volume kendaraan yang telah didapatkan sebelumnya dari survei kendaraan yang dilakukan saat kondisi *weekday* dan *weekend*. Pemilihan waktu survei didasarkan pada perbedaan karakteristik lalu lintas yang bervariasi di Kota Bandung. Pengklasifikasian kendaraan saat perhitungan beban emisi mengikuti klasifikasi yang ada dalam data faktor emisi yang digunakan. Untuk mendapatkan estimasi jumlah kendaraan bensin dan solar, jumlah kendaraan mobil penumpang dikalikan dengan rasio penjualan bahan bakar bensin dan solar di Kota Bandung.

Nilai faktor emisi Inggris (Metode NAEI) dipengaruhi bukan saja oleh kecepatan kendaraan tetapi juga jenis kendaraan bahkan teknologi mesin kendaraan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya dalam pemilihan faktor emisi, faktor emisi Inggris mengklasifikasikan tiap jenis kendaraan ke dalam teknologi mesin dengan standar emisi EURO, seperti pra-EURO, EURO I, EURO II, sampai EURO IV. Karena di Indonesia hanya berlaku sampai EURO II maka faktor emisi yang dipilih untuk mobil adalah faktor emisi untuk EURO II, EURO I, dan untuk pra-EURO dipilih faktor emisi dari spesifikasi mesin tertua pre-ECE, sedangkan untuk bus dan truk dipilih faktor emisi untuk EURO II, EURO I, dan untuk pra-EURO dipilih faktor emisi dari spesifikasi pre-1988 models. Setelah semua data aktivitas tersedia dan faktor emisi telah ditentukan, dapat dilakukan perhitungan beban emisi dalam ton/tahun. Hasil perhitungan beban emisi total per tahun untuk jalan-jalan dalam koridor studi digambarkan dalam **Gambar 4**.



a) Total Emission Load of HC, NO<sub>x</sub> and PM<sub>10</sub>

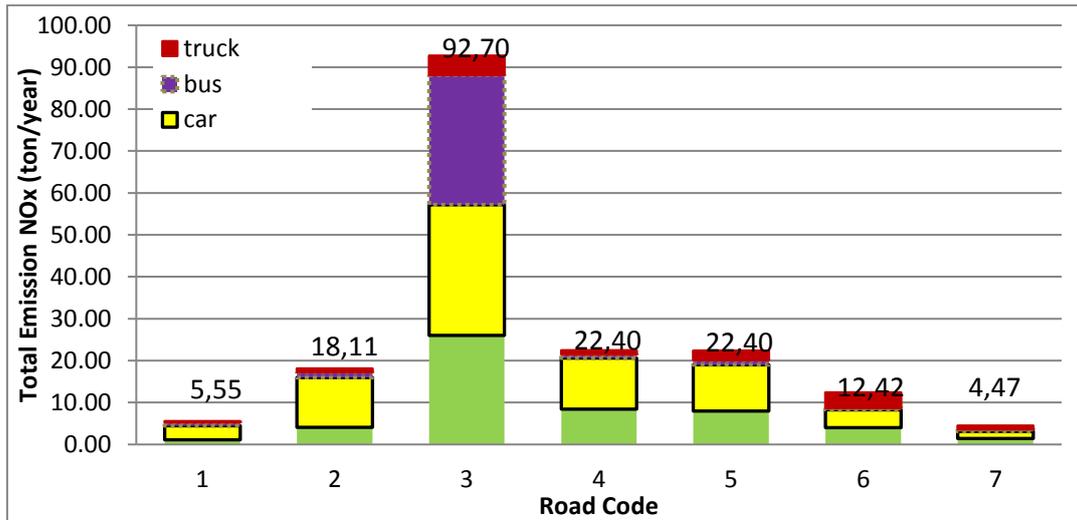


b) Total Emission Load of CO<sub>2</sub> and CO

**Gambar 4** Beban Emisi CO<sub>2</sub>, HC, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, dan CO (dengan metode NAEI)

\*) Kode Jalan: (1) Pasteur bawah, (2) Pasteur atas, (3) Jend.A.H.Nasution, (4) Penghulu KH.H.Mustofa, (5) Surapati, (6) Gedebage 1, (7) Gedebage 2 (include Jl. Rumah sakit)

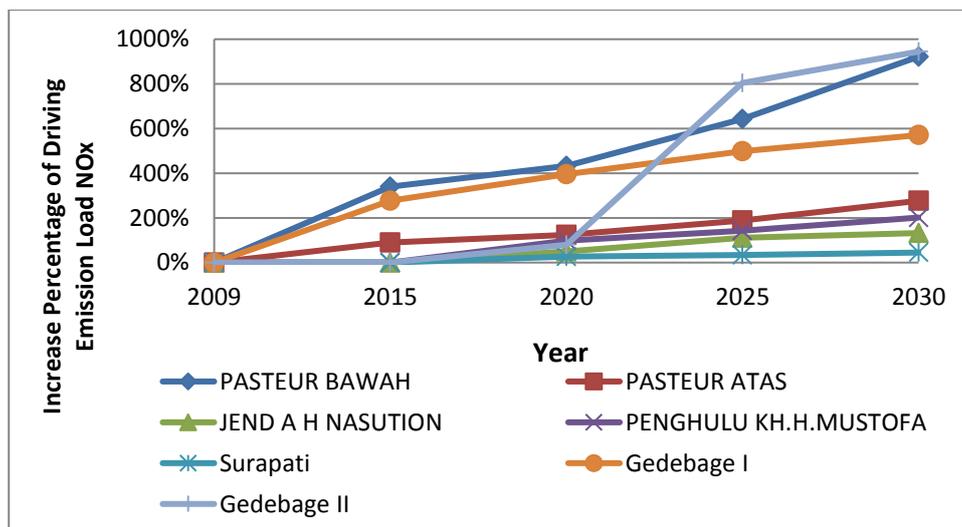
Motor merupakan kontributor terbesar emisi CO<sub>2</sub> dari kendaraan bermotor, bahkan bila dibandingkan dengan mobil. Hal ini disebabkan jumlah kendaraan motor yang lebih tinggi dibanding mobil yang menyebabkan beban emisi kendaraan yang dihasilkan tinggi. Semakin besar jumlah kendaraan, semakin besar beban emisi kendaraan tersebut. Namun berbeda halnya dengan emisi NO<sub>x</sub> yang dihasilkan oleh motor dan mobil. Untuk beban emisi NO<sub>x</sub> ini mobil menghasilkan emisi yang lebih besar daripada motor seperti terlihat pada **Gambar 5**. Perbedaan ini disebabkan faktor emisi dari motor jauh lebih kecil dibandingkan dengan faktor emisi NO<sub>x</sub> dari mobil. Hal ini dapat dilihat dari nilai faktor emisi NO<sub>x</sub> dari motor sebesar 0,0151, sedangkan faktor emisi NO<sub>x</sub> dari mobil sebesar 0,302- 1,663. Dari angka tersebut dapat dilihat bahwa faktor emisi mobil lebih besar 110 kali daripada faktor emisi NO<sub>x</sub> sepeda motor. Hal inilah yang membuat mobil menghasilkan beban emisi NO<sub>x</sub> paling besar dibandingkan dengan jenis kendaraan lainnya. Jadi, besarnya beban emisi suatu parameter dari sebuah kendaraan tidak hanya dipengaruhi oleh besarnya jumlah kendaraan yang melintas pada sebuah jalur, melainkan dipengaruhi juga oleh faktor emisi dari kendaraan tersebut terhadap parameter pencemar udara yang ditinjau.



**Gambar 5** Total Beban Emisi NOx

\*) Kode Jalan: (1) Pasteur bawah, (2) Pasteur atas, (3) Jend.A.H.Nasution, (4) Penghulu KH.H.Mustofa, (5) Surapati, (6) Gedebage 1, (7) Gedebage 2 (include Jl. Rumah sakit)

Baseline emisi dari 7 ruas jalan studi ini paralel dengan proyek BIUTR. Dengan mengetahui prediksi jumlah kendaraan dan kecepatan rata-rata kendaraan dalam Laporan Final JICA 2009, dan asumsi bahwa 7 ruas jalan saat ini tidak mengalami perubahan dalam tahun mendatang sampai proyek selesai (*anti worst-case-scenario*), persentase peningkatan beban emisi berkendara (*driving emission load*) dari tiap parameter dapat dihitung (seperti pada NO<sub>x</sub> dalam **Gambar 6** di bawah). Peningkatan NO<sub>x</sub> diakibatkan meningkatnya kecepatan kendaraan yang menggunakan BIUTR. Prediksi beban emisi berhenti (*idling emission load*) pada proyek BIUTR, dan data aktual transportasi membutuhkan simulasi transportasi yang tidak dilakukan dalam studi ini.



**Gambar 6** Persentase Peningkatan Beban Emisi NOx saat Berkendara

## KESIMPULAN

Lebih dari 90% emisi berasal dari kondisi *idle* (diam/macet). Dalam skenario proyek BIUTR, terdapat peningkatan di *driving emission load*, yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah kendaraan terkait proyek yang berlangsung dalam perencanaan transportasi di Bandung. Peningkatan beban emisi yang dihitung untuk proyeksi tahun 2015-2030 dari beban emisi *driving* adalah (34,9 - 152,13)%, (100,94 - 441,74)%, (17,53 - 70,51)%, (12,83 - 55,5)%, dan (16,65 - 70,87) %, untuk CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, PM<sub>10</sub>, CO, dan HC, secara berurutan

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan kepada Tim Riset Strategis berjudul, Kajian Potensi Reduksi Emisi dari Sektor Transportasi untuk Mekanisme Pembangunan Bersih yang mendanai sebagian dari penelitian penulis. Ucapan terima kasih juga untuk dukungan dan bantuan dari BAPPEDA Jawa Barat untuk info perencanaan proyek BIUTR, Safrul Amri dan tim yang berkontribusi dalam survei data primer

## DAFTAR PUSTAKA

- Affum, J.K., A.L.Brown, Y.C. Chan. 2003. Integrating Air Pollution Modeling With Scenario Testing in Road Transport Planning
- Badan Pusat Statistik. 2008. Bandung Dalam Angka 2007/2008. BPS Provinsi Jawa Barat : Bandung.
- Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Callander, B.A., Harris, N., Kattenberg, A. and Maskell, K. (eds): 1996, Climate Change 1995: The Science of Climate Change – Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge, Cambridge University Press, 584 p.
- JICA. 2009. FINAL REPORT: Preparatory Survey fir Bandung Intra Urban Toll Road Project. NIPPON KOEI CO., LTD.
- Lindley, S.J., Conlan, D.E., Raper, D.W., Watson, A.F.R. 1999. Estimation Of Spatially Resolved Road Transport Emission For Air Quality Management Aplication In The North West Region Of England, the Science Of The Total Environment, 235, pp. 119-132
- OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) Conference on Environmentally Sustainable Transport (EST). EST Futures, Strategies and Best Practice. 4-6 October 2000, Vienna, Austria.
- Pikiran Rakyat, <http://newspaper.pikiran-rakyat.com/prprint.php?mib=beritadetail&id=111435> (accessed:9 Desember 2016 )
- VEHICLE SPEED EMISSION FACTORS (Version 02/3). 2002.
- Westerdahl, Dane, and Xing Wang, Xiaochuan Pan, K. Max Zhang. 2009. Characterization of on-road vehicle emission factors and microenvironmental air quality in Beijing, China. Atmospheric Environment 43 pp. 697–705