

PENGARUH MUATAN LEBIH BEBAN GANDAR KENDARAAN BERAT ANGKUTAN BARANG TERHADAP PENINGKATAN OKSIDA KARBON

Wahid Wahyudi
Fakultas Pembangunan dan
Lingkungan
Universitas Brawijaya
Jln. MT Haryono 167, Malang
65145, Telp: (0341) 587710
wahiiidwah@yahoo.com

Agus Taufik Mulyono
Fakultas Teknik
Universitas Gadjah Mada
Jln. Grafika 2, Kampus UGM,
Yogyakarta, 55281
Telp: (0274) 545675
atm8002@yahoo.com

Wimpy Santosa
Fakultas Teknik
Universitas Katolik Parahyangan
Jln. Ciumbuleuit 94, Bandung
Telp: (022) 2032655
wimpy.santosa@yahoo.com

Abstract

At present, the influence of overloaded freight vehicles only associated with damage to the road structure and road congestion or services. Overloading is not considering the effect of the increase of carbon oxides. Increased carbon oxides on overloaded vehicles occur due to increased fuel consumption and heavy vehicle engine work. This study aimed to obtain the relationship between axle load overloading offenses with increased carbon oxides carried by freight vehicles in the Province of East Java. The method used is direct measurement in several weigh in East Java Province. The excess weights of freight vehicles were measured and then carbon oxide emission tests were performed to measure the carbon monoxide and carbon dioxide emissions. The results indicate that there is a linear relationship between the excess loads carried by freight vehicles with increased carbon oxides. Carbon dioxide increased significantly in line with overloaded heavy freight vehicles. Therefore, the policy to implement sanctions, such as fines for overloaded freight vehicles should include cost components due to increased emissions of carbon oxides, such as reduction cost and community loss affected by these pollutants.

Keywords: heavy vehicle, overload, freight vehicle, carbon oxides

Abstrak

Pengaruh kelebihan muatan kendaraan angkutan barang sampai saat ini hanya dihubungkan dengan kerusakan struktur jalan dan kemacetan atau pelayanan jalan. Kelebihan muatan tersebut belum mempertimbangkan pengaruhnya terhadap peningkatan oksida karbon. Peningkatan oksida karbon pada kendaran yang kelebihan muatan terjadi akibat peningkatan konsumsi BBM dan kerja mesin kendaraan yang berat. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hubungan antara pelanggaran muatan lebih beban gandar dengan peningkatan oksida karbon yang dilakukan oleh kendaraan angkutan barang di Provinsi Jawa Timur. Metode yang digunakan adalah pengukuran langsung di beberapa Jembatan Timbang di Provinsi Jawa Timur. Masing-masing kendaraan angkutan barang diukur muatan berlebihnya dan kemudian dilakukan uji emisi oksida karbon, yaitu karbon monoksida dan karbon dioksida. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan linier antara kelebihan muatan yang dilakukan oleh kendaraan angkutan barang dengan peningkatan oksida karbon. Karbon dioksida meningkat secara signifikan sejalan dengan kelebihan muatan kendaraan berat angkutan barang. Oleh karena itu, kebijakan pemberian sanksi berupa denda kendaraan berat angkutan barang dengan muatan berlebih harus mengikutsertakan komponen biaya akibat peningkatan emisi oksida karbon, yaitu biaya penanggulangan dan biaya kerugian masyarakat yang terkena dampak polutan tersebut.

Kata-kata kunci: kendaraan berat, kelebihan muatan, kendaraan angkutan barang, oksida karbon

PENDAHULUAN

Saat ini angkutan barang moda jalan mempunyai fleksibilitas tinggi serta mampu mewujudkan pelayanan dari pintu ke pintu (*door to door service*) dan berperan sebagai pengumpan (*feeder*) maupun sebagai penerus bagi moda lain. Hal tersebut membentuk suatu kondisi dengan biaya angkut untuk moda jalan dikategorikan lebih murah dibandingkan biaya angkut untuk moda lainnya karena hanya memerlukan bongkar muat di lokasi asal dan di lokasi tujuan. Namun demikian biaya angkutan barang moda jalan dipengaruhi oleh biaya operasional kendaraan. Biaya operasional kendaraan angkutan barang terdiri dari biaya bahan bakar minyak, biaya penyusutan, dan biaya bunga.

Survei The Asia Foundation (2008) menyebutkan bahwa biaya angkutan barang yang terbesar adalah biaya bahan bakar minyak dan upah pekerja (sopir dan montir). Oleh karena itu, suatu upaya yang dilakukan oleh para pengusaha angkutan barang untuk menekan biaya operasional kendaraan adalah dengan meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan dalam proses pengangkutan barang. Sebagai konsekuensinya adalah banyak kendaraan angkutan barang yang beroperasi dengan beban berlebih.

Pada saat ini penanganan muatan lebih pada angkutan barang masih belum terwujud dengan baik. Hal tersebut diindikasikan oleh banyaknya angkutan barang yang beroperasi dengan melebihi kapasitas angkut pada saat beroperasi, lemahnya penegakan hukum, dan lemahnya sistem pelaporan atau evaluasi dan rekapitulasi terhadap data kendaraan barang yang melanggar kapasitas beban muatan.

Permasalahan penanganan muatan lebih angkutan barang ini menjadi hal yang sangat kompleks, dikarenakan *multiplier effects* yang berpengaruh secara langsung terhadap berbagai bidang kehidupan. Seiring dengan perkembangan transportasi, ternyata kelebihan kapasitas angkut kendaraan barang memunculkan permasalahan-permasalahan baru yang juga merugikan. Sebagai contoh adalah terjadinya kemacetan karena kendaraan barang yang *overload* tersebut tidak mampu berjalan dengan kecepatan rata-rata dan hal ini tentunya akan menghasilkan dampak turunan, seperti emisi yang dihasilkan kendaraan barang akan semakin tinggi karena mesin dipaksa untuk menyesuaikan beban yang diangkut.

Menurut Guensler et al (2005), jumlah emisi yang dihasilkan oleh suatu kendaraan sangat bergantung pada perubahan kinerja mesin kendaraan. Selama ini kelebihan muatan kendaraan angkutan barang hanya dihubungkan dengan pengaruhnya terhadap kerusakan struktur jalan dan kemacetan atau pelayanan jalan, serta belum mempertimbangkan pengaruhnya terhadap peningkatan oksida karbon yang dapat menyebabkan penurunan kualitas udara. Hal ini terjadi karena adanya anggapan bahwa faktor yang sangat berpengaruh terhadap emisi gas buang adalah perawatan mesin dan perilaku pengemudi.

Menurut Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, Tentang Pengendalian Pencemaran Udara, emisi adalah zat, energi dan/atau komponen lain yang dihasilkan dalam suatu kegiatan yang masuk dan/atau dimasukkannya ke dalam udara ambien yang

mempunyai dan/atau tidak mempunyai potensi sebagai unsur pencemar. Reaksi kimia antara oksigen dengan bahan bakar hidrokarbon terjadi di dalam mesin pembakaran yang ada dalam kendaraan. Secara teoritis, hasil reaksi kimia tersebut adalah karbon dioksida (CO_2), air (H_2O), dan energi (panas). Namun pada kenyataannya emisi gas buang kendaraan bermotor mengandung berbagai senyawa kimia. Komposisi dan kandungan senyawa kimia tersebut bergantung pada kondisi mengemudi, jenis mesin, alat pengendali emisi bahan bakar, temperature operasi, dan faktor lainnya.

Jika kondisi tersebut dibiarkan, tingkat pencemaran emisi gas buang akan meningkatkan oksida karbon dan meningkatkan potensi pencemaran udara yang berpengaruh langsung terhadap perubahan iklim. Perubahan iklim ini akan menghasilkan tantangan yang besar bagi pembangunan yang berkelanjutan di Indonesia. Oleh karena itu Pemerintah Republik Indonesia, melalui Peraturan Presiden No. 61 Tahun 2011 menyusun Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca (RAN-GRK) untuk mencapai tujuan nasional, target sektoral, tolok ukur, serta prioritas aksi dengan mempertimbangkan masalah mitigasi perubahan iklim bagi sektor-sektor ekonomi yang terkena dampaknya.

Suatu bidang prioritas yang termasuk dalam RAN GRK adalah sektor transportasi. Hasil pengamatan oleh Kementerian Lingkungan Hidup (KLH) menunjukkan bahwa jumlah emisi CO_2 yang dihasilkan oleh sektor transportasi di Indonesia meningkat dari 58 juta ton, pada tahun 2000, menjadi 73 juta ton, pada tahun 2007. Jika dibandingkan dengan emisi CO_2 dari sumber lainnya, transportasi tergolong sektor terbesar kedua penghasil CO_2 , yaitu sekitar 25% (KLH, 2009). Selain itu Pasal 209 UU 22/2009, Tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan, mengatur dengan tegas bahwa untuk menjamin kelestarian lingkungan, dalam setiap kegiatan di bidang lalulintas dan angkutan jalan harus dilakukan pencegahan dan penanggulangan pencemaran lingkungan hidup untuk memenuhi ketentuan baku mutu lingkungan sesuai dengan ketentuan peraturan perundangan.

Dalam upaya mengatasi dan meminimalkan dampak turunan kelebihan muatan angkutan barang tersebut, perlu adanya suatu rancangan tindakan yang dilakukan secara bertahap. Rancangan tindakan tersebut bertujuan untuk mengidentifikasi secara detail korelasi antara muatan lebih beban gandar kendaraan angkutan barang dengan emisi gas yang dihasilkan.

METODOLOGI PENELITIAN

Kendaraan angkutan barang yang bermuatan lebih memiliki karakteristik konsumsi bahan bakar yang tinggi, karena daya angkut yang melebihi kapasitas kendaraan sehingga beban kerja mesin pun semakin besar. Hal tersebut menyebabkan peningkatan emisi gas buang sehingga menurunkan kualitas udara dan berpotensi menyebabkan gangguan kesehatan manusia, sebagai dampak langsung, dan efek gas rumah kaca, sebagai dampak tidak langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kelebihan muatan kendaraan angkutan barang terhadap penurunan kualitas udara di Provinsi Jawa Timur. Penurunan kualitas udara yang dimaksud merupakan kualitas udara ambien yang bersifat bebas di lingkungan terbuka dengan unsur-unsur penyusun berupa oksigen, karbon dioksida, karbon monoksida, sulfur, nitrogen, hidrogen dan sebagainya yang perubahan kadar unsur-unsur tersebut mempengaruhi kualitas udara. Hipotesis utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah adanya perbedaan tingkat emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan berat angkutan barang pada kondisi muatan normal dan pada kondisi muatan berlebih.

Dengan penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh penggunaan atau konsumsi bahan bakar pada kendaraan barang dengan muatan berlebih yang berdampak pada emisi gas buang kendaraan barang tersebut terhadap penurunan kualitas udara. Beberapa hal penting yang dapat dikaji sehubungan dengan hal tersebut adalah korelasi antara emisi gas buang kendaraan angkutan barang bermuatan lebih terhadap pemanasan global dan peningkatan emisi gas rumah kaca yang dihasilkan.

Selain itu dengan hasil korelasi tersebut diharapkan penelitian ini mampu menghasilkan formulasi kerugian penurunan kualitas udara yang disebabkan oleh kelebihan muatan kendaraan angkutan barang yang selanjutnya dapat memberikan rekomendasi berupa pedoman teknis bagi pengambil keputusan untuk mengendalikan muatan berlebih kendaraan angkutan barang, khususnya yang terjadi di Jawa Timur, sehingga mampu menekan tingkat kerugian yang berasal dari dampak yang ditimbulkan.

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian pengaruh muatan lebih beban gandar kendaraan angkutan barang terhadap emisi gas rumah kaca adalah dengan menggunakan metode deskriptif evaluatif. Pada tahap awal dilakukan pendeskripsian data eksisting hasil survei data primer dan survey data sekunder, yang mencakup berat muatan total kendaraan dan barang yang diangkut terhadap Jumlah Berat yang Diijinkan (JBI), kadar emisi gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan berat angkutan barang, kondisi dan volume lalu lintas kendaraan, serta kualitas udara ambien.

Untuk mengetahui kadar emisi gas buang dilakukan uji emisi terhadap kendaraan angkutan barang di lokasi Jembatan Timbang dengan batasan parameter jenis unsur karbon monoksida (CO) dan CO₂ dan kendaraan berat yang diproduksi pada tahun 1980-2012. Pada tahap selanjutnya hasil pendeskripsian data tersebut kemudian dievaluasi, yang bertujuan untuk mengetahui korelasi antara kelebihan muatan kendaraan angkutan barang dengan penurunan kualitas udara atau emisi gas rumah kaca. Pada tahap ini permodelan dispersi emisi gas buang dikorelasikan dengan baku mutu udara ambien.

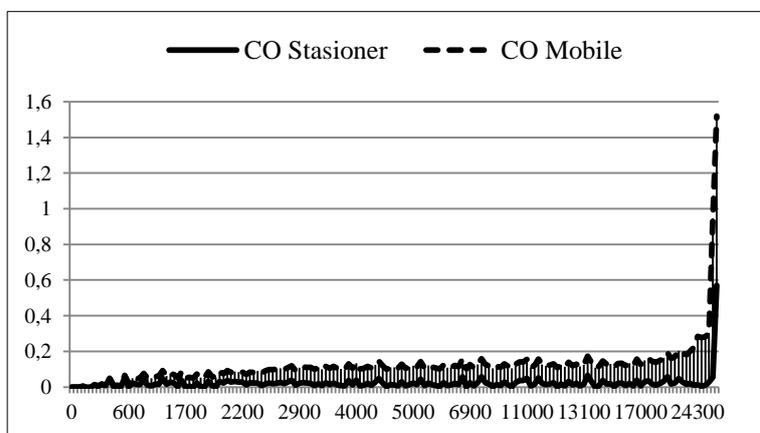
PENINGKATAN OKSIDA KARBON DAN EMISI GAS RUMAH KACA

Uji emisi gas buang dilakukan terhadap kendaraan angkutan barang dalam keadaan berhenti (*idle*) dan dalam keadaan bergerak (maju-mundur). Data yang diolah merupakan data gabungan yang diambil dari seluruh lokasi pengukuran, yaitu Malang, Mojokerto, Lamongan, dan Pasuruan. Pengambilan data uji emisi kendaraan angkutan barang ini

menggunakan parameter CO dan CO₂, yang merupakan oksida karbon yang dihasilkan kendaraan bermotor dan merupakan polutan yang dapat meningkatkan potensi terjadinya efek rumah kaca. Hubungan antara kelebihan muatan dengan konsentrasi gas CO dan gas CO₂ pada kondisi diam maupun pada kondisi bergerak dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

Hasil ekstrapolasi tersebut menunjukkan bahwa makin tinggi kelebihan berat muatan kendaraan angkutan barang makin tinggi pula selisih antara konsentrasi oksida karbon pada kondisi berhenti dan pada kondisi bergerak. Pola perubahan nilai konsentrasi oksida karbon pada pengukuran kondisi berhenti cenderung lebih stabil seiring dengan perubahan jumlah kelebihan muatan. Pola tersebut sangat berbeda dengan konsentrasi oksida karbon pada kondisi pengukuran bergerak. Hasil yang didapat menunjukkan bahwa makin tinggi jumlah kelebihan muatan angkutan barang makin tinggi pula konsentrasi oksida karbon yang dihasilkan pada pengukuran kondisi bergerak.

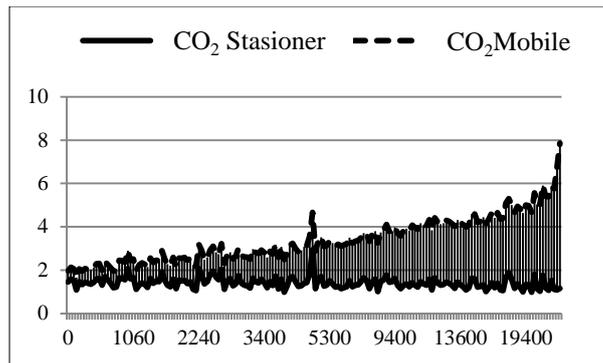
Berdasarkan Gambar 1 dan Gambar 2 dapat dicermati bahwa kelebihan muatan yang terjadi pada kendaraan berat angkutan barang memberikan pengaruh yang lebih signifikan terhadap peningkatan konsentrasi gas karbon dioksida (CO₂) dibandingkan terhadap gas karbon monoksida (CO). Hal tersebut dapat dicermati dari fluktuasi perbedaan antara konsentrasi gas CO₂ pada pengukuran mobile dan stasioner jika dibandingkan dengan hasil pengukuran gas CO dengan metode pengukuran yang sama. Hasil cermatan data tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan pelanggaran kelebihan berat muatan kendaraan angkutan barang lebih banyak menghasilkan emisi gas buang CO₂ daripada CO.



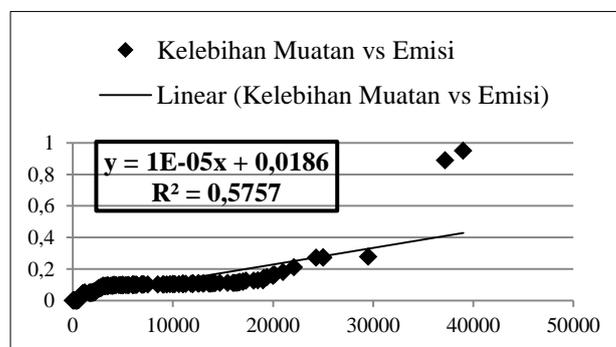
Gambar 1 Korelasi Kelebihan Beban Muatan Angkutan Barang terhadap Emisi Gas Buang CO pada Kondisi Diam dan pada Kondisi Bergerak

Selain melakukan ekstrapolasi, untuk mengetahui hubungan serta fungsi yang dihasilkan, dilakukan analisis regresi antara kelebihan muatan kendaraan angkutan barang dan peningkatan oksida karbon. Peningkatan oksida karbon adalah selisih antara konsentrasi oksida karbon dalam kondisi mobile dan dalam kondisi stasioner. Analisis regresi dalam mencari korelasi antara kelebihan muatan kendaraan angkutan barang dan

peningkatan oksida karbon dilakukan dengan beberapa model persamaan regresi, yaitu persamaan regresi linear, persamaan regresi polinomial, persamaan regresi eksponensial, dan persamaan regresi logaritmik. Berdasarkan sebaran data dan hasil analisis regresi yang dilakukan diperoleh persamaan regresi yang menghasilkan korelasi yang signifikan adalah persamaan regresi linear. Hasil analisis regresi antara kelebihan muatan kendaraan angkutan barang dengan peningkatan karbon monoksida dapat dilihat pada Gambar 3 dan hasil analisis regresi antara kelebihan muatan kendaraan angkutan barang dengan peningkatan karbon dioksida dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 2 Korelasi Kelebihan Beban Muatan Angkutan Barang terhadap Emisi Gas Buang CO₂ pada Kondisi Diam dan pada Kondisi Bergerak



Gambar 3 Hubungan Kelebihan Beban Muatan Kendaraan Angkutan Barang terhadap Selisih Emisi Oksida Karbon pada Kondisi Bergerak dan pada Kondisi Diam untuk Gas Karbon Monoksida

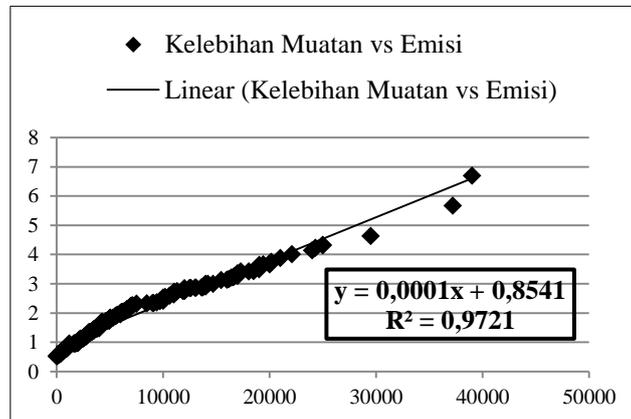
Hasil regresi korelasi antara kelebihan muatan terhadap selisih emisi oksida karbon pada kendaraan berat angkutan barang secara linear memberikan tingkat koefisien determinasi (R^2) yang lebih besar dari 0,5. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat korelasi secara linear antara kelebihan muatan pada kendaraan berat angkutan barang dengan perubahan emisinya. Kedua gas oksida karbon, yaitu karbon monoksida dan karbon dioksida, yang menjadi fokus pada penelitian kali ini didapatkan hasil persamaan regresi sebagai berikut:

- a. Karbon monoksida : $y = 10^{-5}x + 0,0186$ dengan $R^2 = 0,5757$
 b. Karbon dioksida : $y = 0,0001x + 0,8541$ dengan $R^2 = 0,9721$

dengan:

y = peningkatan emisi karbon (ppm)

x = jumlah kelebihan muatan (kg)



Gambar 4 Hubungan Kelebihan Beban Muatan Kendaraan Angkutan Barang terhadap selisih Emisi Oksida karbon pada Kondisi Bergerak dan pada Kondisi Diam untuk Gas Karbon Dioksida

Berdasarkan persamaan regresi yang menunjukkan korelasi antara kelebihan muatan kendaraan berat angkutan barang dengan peningkatan emisi oksida karbon, dapat disimpulkan bahwa korelasi yang cukup kuat terjadi pada peningkatan CO_2 akibat kelebihan muatan kendaraan berat angkutan barang sebagaimana terdapat korelasi positif antara kedua variable. Selain itu korelasi antara peningkatan CO akibat kelebihan muatan kendaraan berat angkutan barang lebih rendah jika dibandingkan dengan peningkatan CO_2 .

Peningkatan emisi CO dan CO_2 berkontribusi signifikan terhadap emisi gas rumah kaca, sehingga perlu segera ditangani dengan melakukan tindakan mitigasi dan adaptasi dalam menanggulangi dampak negatif dari peningkatan emisi CO dan CO_2 . Tindakan mitigasi mengacu pada pembatasan emisi gas rumah kaca dalam rangka mencegah dampak iklim yang lebih buruk di masa depan terhadap masyarakat, sedangkan tindakan adaptasi mengacu pada penyesuaian dalam individu, kelompok, dan perilaku kelembagaan untuk mengurangi kerentanan masyarakat terhadap perubahan iklim (Pielke ,1998 dan Smit et al, 2000).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa muatan lebih beban gandar kendaraan angkutan barang memiliki korelasi yang sebanding dengan emisi gas buang yang dihasilkan. Semakin berat muatan kendaraan angkutan barang, emisi

gas buang yang dihasilkan juga semakin besar. Emisi gas buang yang semakin besar akan meningkatkan akumulasi kadar CO dan CO₂ pada udara ambien dan akumulasi emisi oksida karbon yang semakin besar dapat meningkatkan potensi terbentuknya efek gas rumah kaca. Persamaan regresi linier antara peningkatan CO dengan kelebihan muatan kendaraan berat angkutan barang memberikan koefisien determinasi R² sebesar 0,5757 dan persamaan regresi antara peningkatan CO₂ dengan kelebihan muatan kendaraan berat angkutan barang memberikan koefisien determinasi sebesar 0,9721. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan linier yang cukup kuat pada peningkatan CO₂ akibat kelebihan muatan kendaraan berat angkutan barang.

Saran tindak lanjut terhadap hasil riset tersebut adalah perlunya disusun formulasi sanksi berupa denda atas kerugian penurunan kualitas udara yang disebabkan oleh kelebihan muatan kendaraan angkutan barang. Denda tersebut perlu mengikutsertakan komponen biaya akibat peningkatan emisi oksida karbon terhadap emisi gas rumah kaca, baik biaya mitigasi maupun biaya adaptasi, serta biaya kerugian masyarakat yang terkena dampak polutan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999, Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2009. *Undang-Undang Nomor 22 Tahun 2009, Tentang Lalulintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Republik Indonesia. 2011. *Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 61 Tahun 2011, Tentang Rencana Aksi Nasional Penurunan Emisi Gas Rumah Kaca*. Jakarta.
- Randall, G., Yoon, S., Feng, C., Li, H., and Jun, J. 2005. *Heavy-Duty Diesel Vehicle Modal Emission Model (HDDV-MEM) Volume I: Modal Emission Modelling Framework*. School of Civil and Environmental Engineering. Georgia Institute of Technology. Atlanta, GA.
- Smit, B., Burton, I., Klein, R. J. T., and Wandel, J. 2000. *An Anatomy of Adaptation to Climate Change and Variability*. Climatic Change, Vol. 45, pp. 223-251.
- The Asia Foundation. 2008. *Freight Transport Cost, Policy, and Road Charges in Indonesia*. Jakarta.