

PERHITUNGAN PENURUNAN BEBAN EMISI PENCEMARAN UDARA DARI PEMBANGUNAN JALUR TOL JORR W2 DI DKI JAKARTA

REDUCTION OF AIR EMISSION FROM JORR W2 HIGHWAY DEVELOPMENT IN JAKARTA

¹Lailatus Siami, ²Asep Sofyan dan ³Russ Bona Frazila

^{1,2} Program Magister Teknik Lingkungan

³ Program Studi Magister Teknik Sipil

Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

Jl Ganesha 10 Bandung 40132

*¹lailatus25@gmail.com, ²asepsofyan@yahoo.com, ³frazila@yahoo.com

Abstrak: Sebagai pusat urbanisasi, mobilitas barang dan manusia di Kota Jakarta memiliki rutinitas transportasi yang padat setiap hari. Hal ini ditandai dengan adanya orientasi mobilitas manusia dari perumahan di sekeliling Jakarta (Jabodetabek) menuju tempat kerja di Kota Jakarta. Dengan pertumbuhan jumlah kendaraan sebesar $\pm 8\%$ per tahun, sektor transportasi memiliki dampak berupa kemacetan dan pencemaran udara. Dari penelitian sebelumnya (Darmanto, 2012) sektor dominan dalam penyumbang emisi CO dan PM_{10} adalah sektor transportasi sebesar 78,85% dan 99,94%. Sehingga, diperlukan penanganan khusus pada sektor transportasi. Pendekatan pada jaringan jalan yang kompleks di Jakarta dilakukan dengan menggunakan model jaringan jalan. Sehingga didapatkan volume kendaraan tiap ruas jalan untuk dihitung beban emisinya. Berdasarkan hasil representasi dari model jaringan jalan, ruas jalan dengan volume tertinggi berada di jalan tol Cawang dan jalan utama pada jalan Ciputat Raya. Hasil dari inventarisasi emisi pada ruas jalan berbeda – beda pada tiap jenis polutan. Hal ini dipengaruhi oleh proporsi jenis kendaraan yang ikut menentukan faktor emisi. 70,68% beban emisi didominasi oleh polutan CO sebesar 973.734,26 ton/tahun. Sistem transportasi di Jakarta disusun dalam pola transportasi makro (PTM). Dan pada RPJMD (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah), terdapat beberapa rencana prioritas untuk pembangunan transportasi. Salah satunya adalah pembangunan tol dalam kota maupun tol luar kota. Pada studi ini, skenario yang dipilih adalah pembangunan jalur tol JORR W2 (Jakarta Outer Ring Road West 2). Jalur tol ini Di daerah Kebon Jeruk – Ulujamu yang juga dijadikan akses bus. Dari skenario ini, didapatkan penurunan beban emisi sebesar 2% untuk polutan NO_x ; 1,6% untuk polutan NO_2 ; 0,4% untuk polutan CO; 0,8% untuk polutan PM_{10} dan 0,1% untuk polutan VOC.

Kata kunci: Sektor transportasi, model jaringan jalan, RPJMD, JORR W2, penurunan emisi

Abstract : As the center of urbanisation for goods and human, Jakarta surely have a dense of mass transportation everyday. It is showed by the mobile of human from the surround (Jabodetabek) to workplace in Jakarta. By the 2011, the rate of vehicle number is $\pm 8\%$ each year. It is a common that transportation sector has a traffic congestion and traffic air pollution impact. Previous study (Darmanto, 2012) showed the dominant sector of highest emission of CO and PM_{10} from transportation sector as 78,8 % and 99,4%. So it will be necessary to take particular handling from transportation sector. The approach of complex road networking uses road networking model. So that, flow of vehicle in every road derived to be calculated in emission inventory. Based on emission inventory of road segmentation, Cawang road highway has the highest number for number of vehicle. And so does Ciputat Raya road. The result of emission inventory for each road is different for each parameter. Due to the proportion of vehicle which determine the factor emission. 70,68% CO as the highest emission is 973.734,26 ton/year. Transportation system in Jakarta conduct in Jakarta's macro transportation (JMT) master plan. And in RPJMD (Mid-term action), there are some specific priority of transportation action. It is highway road development inner and outside of Jakarta. In this study, scenario will be do in development of Jakarta Outer Ring Road West 2 (JORR W2). And the suitable scenario highway development in Kebon Jeruk – Ulujamu for bus accesable.

Based on the scenario, reduction of NO_x emission is 2%; 1,6% for NO₂ emission; 0,4% for CO emission; 0,8% for PM₁₀ emission and 0,1% for VOC emission.

Key words: *Transportation sector, traffic networking model, Mid-term action, JORR W2, emission reduction*

PENDAHULUAN

Jakarta merupakan kota terpadat di Indonesia dengan jumlah penduduk berkisar 10,1 juta, tingkat kepadatan sekitar 13 ribu jiwa/ km² dan jumlah rumah tangga sekitar 2,5 juta (BPS, 2012). Sampai saat ini Kota Jakarta masih menjadi pusat urbanisasi dan tercatat sampai dengan tahun 2010, kebutuhan akan perjalanan di DKI Jakarta hampir mencapai 22 juta perjalanan/hari. Pada kendaraan bermotor pun juga terlihat tingginya jumlah perjalanan setiap hari, yaitu berkisar 15 juta perjalanan/hari. Dalam waktu sekitar 10 tahun telah terjadi peningkatan rata-rata perjalanan di wilayah Jabodetabek sebesar 50% (Susantono, 2013). Jika tidak ada langkah efektif dan efisien, Jakarta diprediksi akan mengalami kemacetan total pada tahun 2014 (Widodo, 2012). Dalam 5 tahun terakhir, pertumbuhan jumlah kendaran mencapai ±8% per tahun. Dengan kondisi seperti itu, kemacetan merupakan hal yang tidak bisa dihindari dan diperkirakan biaya kemacetan mencapai Rp 45,2 triliun/tahun yang meliputi biaya untuk BBM, operasional kendaraan, *time value*, *economic value* dan pencemaran udara. Dalam Nisrina (2012), disebutkan total emisi dari sektor transportasi wilayah Jabodetabek untuk pencemar PM₁₀ sebesar 29.188,18 ton/tahun.

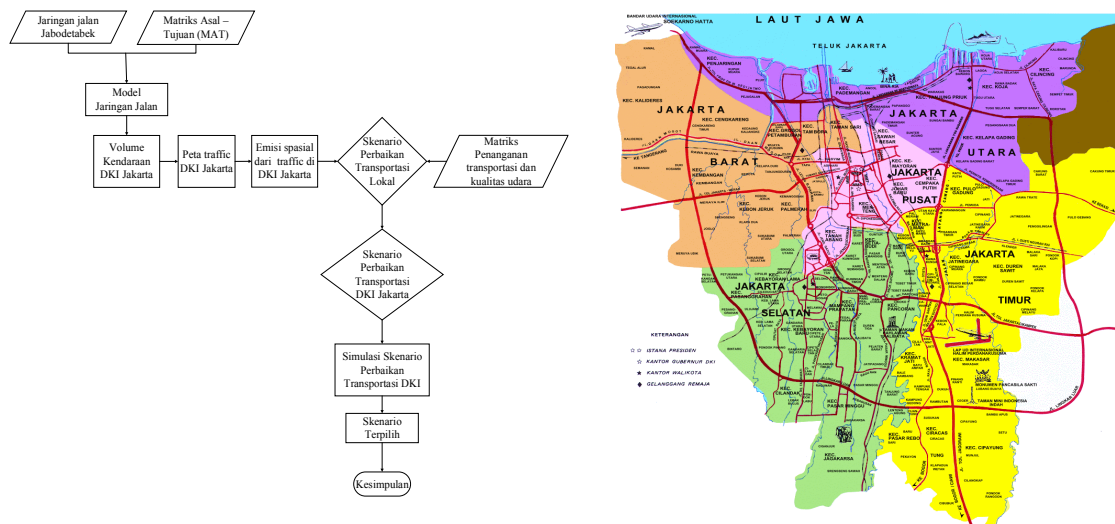
Konskuensi dari kemajuan Kota Jakarta adalah timbulnya permasalahan lingkungan dimana salah satunya adalah menurunnya kualitas udara. Untuk memantau kualitas udara, lima buah stasiun pemantau kualitas udara (SPKU) disediakan di DKI Jakarta yaitu di Bunderan HI (DKI 1), Kelapa gading (DKI 2), Jagakarsa 3 (DKI 3), Lubang Buaya (DKI 4) dan di GOR Cendrawasih (JAF 4). Berdasarkan data SPKU di stasiun DKI 4 dan JAF 4 tahun 2012, konsentrasi harian PM₁₀ beberapa kali melebihi baku mutu. Di stasiun DKI 2 dan DKI 3 tahun 2012, konsentrasi harian O₃ beberapa kali melebihi baku mutu.

Untuk inventarisasi emisi dari sektor transportasi, diperlukan pendekatan dengan menghitung data kendaraan dalam sistem jaringan transportasi yang kompleks. Salah satu pendekatan tersebut adalah dengan menggunakan model jaringan jalan, suatu model yang dapat merepresentasikan sistem jaringan dan kegiatan pada jalan. Dalam sistem kendaraan, daerah diwakili dengan zona. Sedangkan persimpangan diwakili dengan node dan jalan yang menghubungkan antar persimpangan diwakili dengan link. Pada model jaringan jalan dibutuhkan data jaringan jalan dan matriks asal – tujuan (MAT) sehingga didapatkan flow kendaraan tiap ruas jalan. Dengan adanya volume kendaraan pada ruas jalan, maka dapat diestimasi emisi kendaraan tiap ruas jalan. Dan pada tahun 2012, perlu dilakukan inventarisasi emisi kembali.

Diperlukan penanganan khusus yang bersifat *win – win solution*, dimana kebutuhan masyarakat atas ketersediaan transportasi tetap terpenuhi. Dan dampak negatif dari transportasi berupa penurunan kualitas udara dapat dikurangi. Dengan adanya penanganan transportasi pada studi ini diharapkan dapat memperbaiki kualitas udara Kota Jakarta.

METODOLOGI

Langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Gambar 1**. Pada penelitian ini akan dilakukan inventarisasi emisi sektor transportasi pada segmen jalan Kota Jakarta dengan parameter yang dikaji meliputi NO₂, CO, PM₁₀, dan O₃ (prekursornya CO, NO_x dan VOC).



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian dan Wilayah Penelitian

Perhitungan inventarisasi emisi segmen jalan, menggunakan persamaan berikut (EMEP/European Environment Agency, 2013) :

$$E_{i,k,T} = N_k \times L_{a,T} \times e_{i,k} \quad \text{(Persamaan 1)}$$

$E_{i,k,T}$ merupakan emisi polutan i [g] yang dihasilkan pada waktu T . N_k adalah jumlah kendaraan jenis k yang beroperasi. $L_{a,T}$ adalah Panjang jalan di lokasi a [km] pada waktu T . Dan $e_{i,k}$ merupakan faktor emisi [g/km] untuk polutan i , dengan jenis kendaraan k , pada waktu T . Faktor emisi yang digunakan dalam inventarisasi emisi pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Rekapitulasi Faktor Emisi

No.	Parameter Polutan	Jenis Kendaraan	Faktor Emisi (g/km)	No.	Parameter Polutan	Jenis Kendaraan	Faktor Emisi (g/km)
1.	NO ₂	Mobil	1,91	4.	NO _x	Mobil	1,8336
		Sepeda Motor	0,056			Sepeda Motor	0,0576
		Bus	16,5			Bus	15,84
		Minibus	10,1			Minibus	8,989
		Truk	4,7			Truk	4,183
2.	CO	Mobil	37,3	5.	VOC	Mobil	2,77
		Sepeda Motor	14,7			Sepeda Motor	8,18
		Bus	5,71			Bus	1,99
		Minibus	2,71			Minibus	0,706
		Truk	1,85			Truk	1,07
3.	PM ₁₀	Mobil	0,0022				
		Sepeda Motor	0,176				
		Bus	0,909				
		Minibus	0,479				
		Truk	0,333				

Sumber: EMEP- Corinair, 2013

Skenario yang disusun berupa rencana penanganan transportasi yang didasarkan pada matriks penanganan transportasi terhadap kualitas udara. Setelah terpilih satu skenario, maka dilakukan *running* ulang pada model jaringan jalan untuk mendapatkan kondisi *traffic* setelah penangan. Kemudian didapatkan pemetaan *traffic* dan pemetaan beban emisi persegi jalan dan spasial di Kota Jakarta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

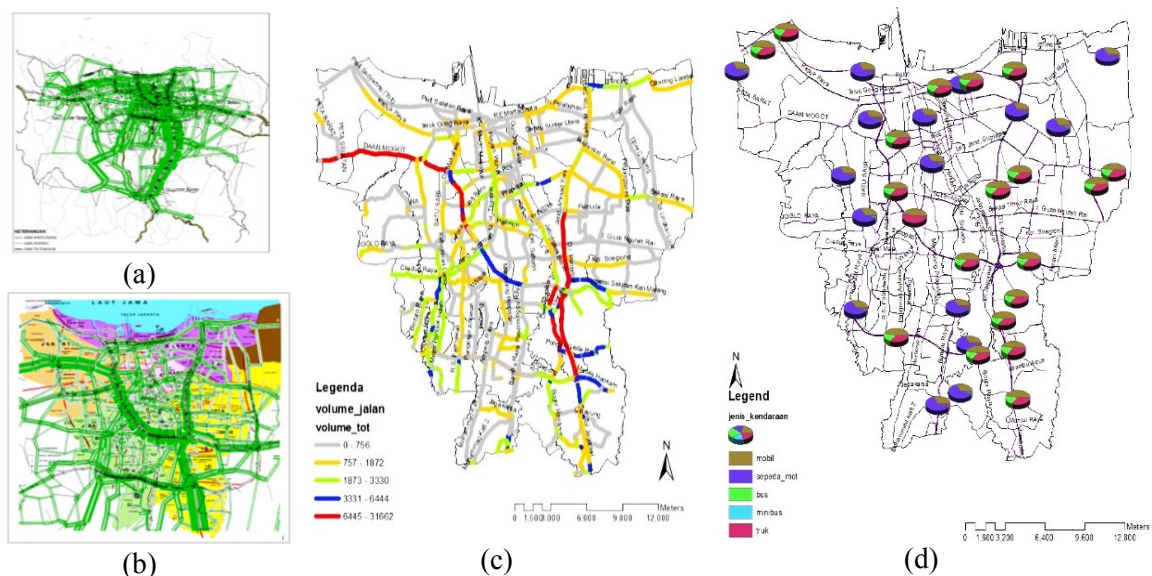
Estimasi MAT dengan Data Jaringan

Untuk menentukan jumlah kendaraan pada ruas jalan maka digunakan model jaringan jalan. Dan pada model jaringan jalan ini dibutuhkan data matriks asal-tujuan (MAT) dan jaringan jalan DKI Jakarta. Pada **Tabel 2** dapat dilihat hasil estimasi MAT tahun 2012 dan hasil simulasi dari pembebanan jalan berupa volume kendaraan pada tiap link.

Tabel 2. Sebagian MAT 2012 hasil estimasi (kanan) dan Sebagian Hasil Simulasi Jalan DKI Jakarta dengan model jaringan jalan (kiri)

Zona	211	212	....	510	511	Simulation/buffer		Volume Kend. (smp/hr)	
211	0	405	....	2	14981	A node	B node	Total	Fixed
212	410	0	....	2	5464	C 211	50091	29205,32	0
.....	.....	.....	....	.....	.....	50091	C 211	32685,9	0
510	2	2	....	0		C 212	50090	10674,41	0
511	16102	5778	....	235	379468	50090	C 212	11669,4	0
						C 213	50045	13760,91	0
									
									
						90137	41448	6280,28	0
						90138	50160	4541,73	0
						90139	90130	2323,14	0

Pada hasil pembebanan jaringan jalan, dapat dilihat bahwa volume kendaraan tinggi mengikuti jalan tol dalam kota dan Jakarta Outer Ring Road (JORR). Hal ini sejalan dengan hasil studi Arifin (2012) bahwa beberapa kemacetan sering terlihat pada pusat kota dan jalan tol tiap pagi dan sore hari. Bahkan kemacetan pada area terjadinya penyempitan jalan pada tol dalam kota seperti persimpangan Cawang dan Tomang merupakan fenomena sehari – hari.



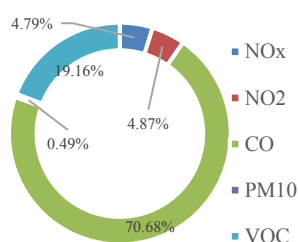
Gambar 2. (a) Pembenanan Jaringan Jalan Jabodetabek Tahun 2012, (b) Pembenanan Jaringan Jalan Jakarta Tahun 2012, (c) Peta *traffic* Kota Jakarta Tahun 2012, dan (d) proporsi kendaraan Kota Jakarta Tahun 2012

Proporsi kendaraan yang mendominasi jalan tol di DKI Jakarta adalah mobil, sedangkan pada jalan utama sepeda motor yang mendominasi. Hal inilah yang menjadi penyebab utama kemacetan (Ferdiansyah, 2009). Prosentase kendaraan yang melintas di ruas jalan utama untuk mobil 32%, sepeda motor sebesar 62%, bus sebesar 1,15%, minibus sebesar 1,67 % dan truk sebesar 2,67%. Pada jalan tol, prosentase kendaraan yang melintas untuk mobil sebesar 47,5%, bus sebesar 16,6%, dan truk sebesar 35,34%.

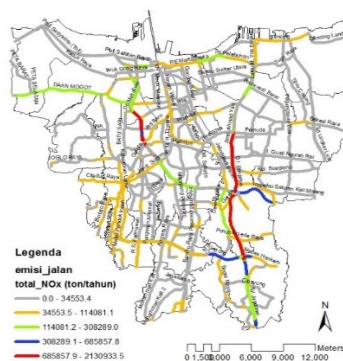
Beban Emisi Jaringan Jalan

Kendaraan bermotor merupakan sumber polusi udara di kota metropolitan di dunia (Guo et al., 2007; Mukerjee et al., 2004 in Liu et al, 2014). Dan menghasilkan beberapa polutan tinggi yaitu carbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO_x), volatil organic compounds (VOCs), dan particulat matter (PM). Secara keseluruhan, emisi dari segmentasi jalan di DKI Jakarta sebesar 65938,48 ton/tahun untuk polutan NO_x. Polutan NO₂ sebesar 67143,85 ton/tahun. Polutan CO sebesar 973734,26 ton/tahun. Polutan PM₁₀ sebesar 6811,34 ton/tahun. Dan polutan VOC sebesar 264007,14 ton/tahun. Beban emisi tertinggi adalah CO sebanyak 70,68% dari total semua jenis polutan.

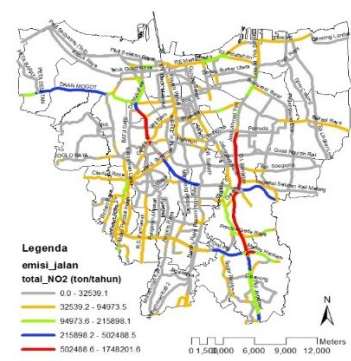
Hasil Inventarisasi Emisi di Jakarta



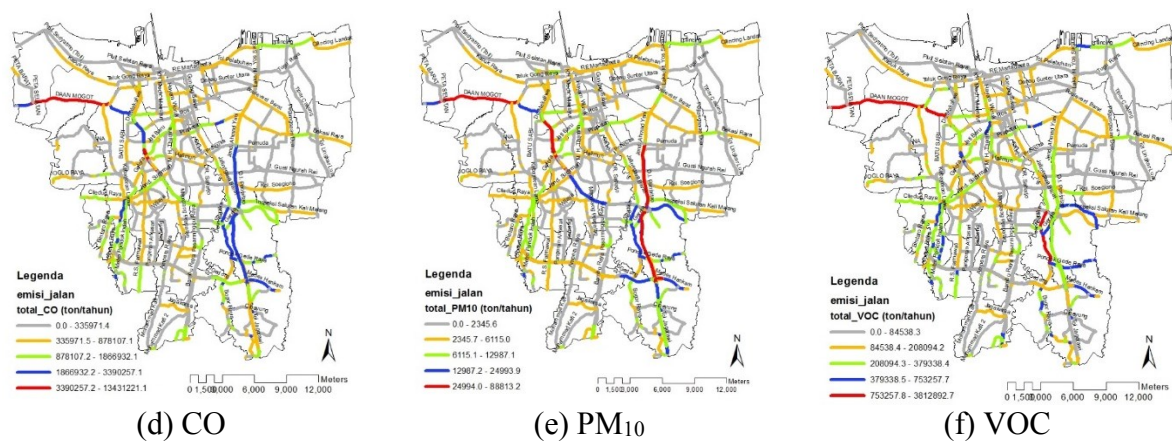
(a)



(b) NO_x



(c) NO₂



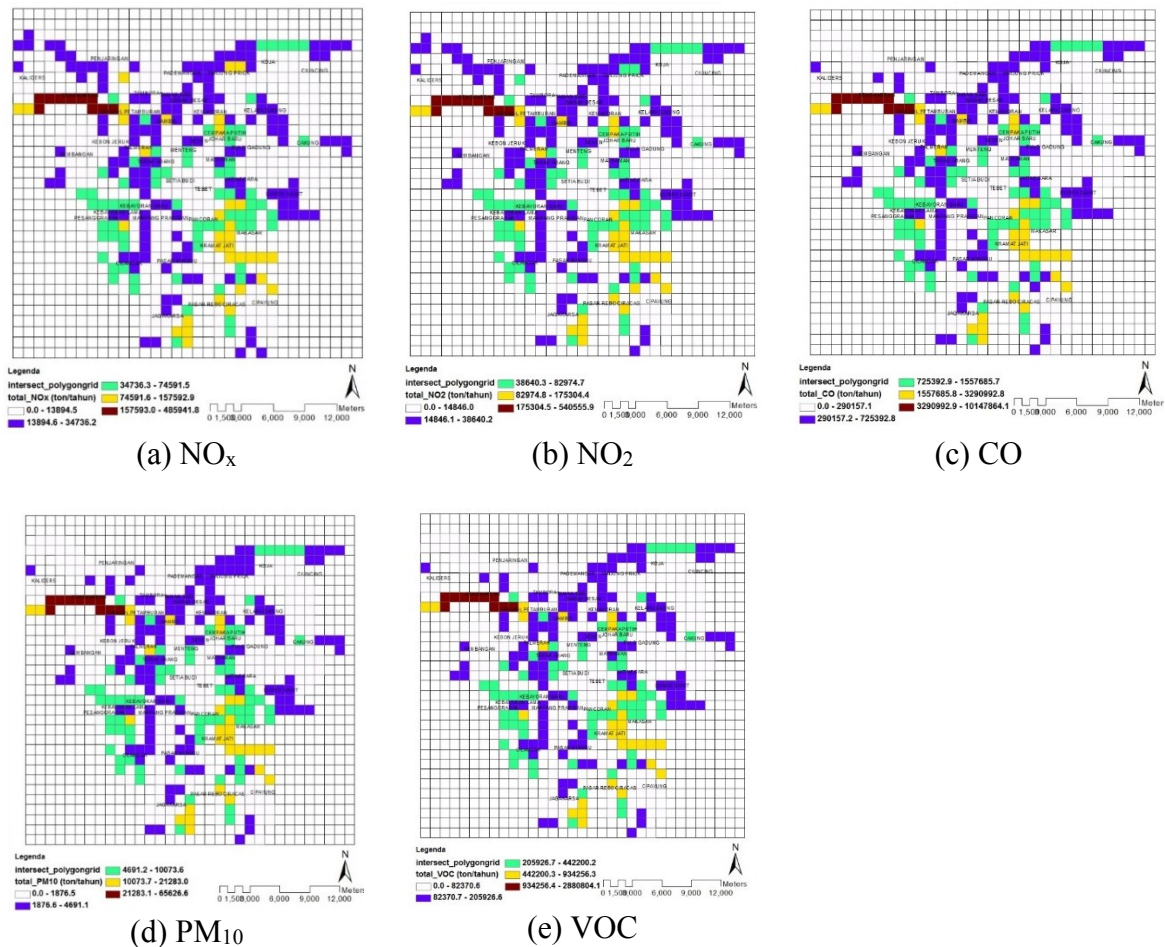
Gambar 3. Proporsi Beban Emisi berdasarkan Jenis Polutan di Kota Jakarta Tahun 2012 dan Beban Emisi pada Jaringan Jalan Kota Jakarta Tahun 2012

Emisi polutan NO_x tertinggi pada jalan tol, terletak di ruas tol Gatot Subroto dengan emisi sebesar 2130933,46 ton/tahun. Sedangkan emisi polutan NO_x tertinggi pada jalan utama, terletak di ruas jalan Ciputat Raya dengan emisi sebesar 643168,95 ton/tahun. Demikian juga dengan emisi polutan NO_2 tertinggi juga terletak di ruas tol Gatot Subroto dengan emisi sebesar 1748201,56 ton/tahun. Sedangkan emisi polutan NO_2 tertinggi pada jalan utama, terletak di pada ruas Ciputat Raya dengan emisi sebesar 715453,55 ton/tahun. Untuk emisi NO_x dan emisi NO_2 emisi tertinggi berada pada jalan tol, meskipun pada jalan utama jenis kendaraan lebih variatif. Hal ini dikarenakan jumlah kendaraan berjenis truk yang melintas di jalan tol lebih banyak dari pada jumlah kendaraan yang melintas di jalan utama. Selain itu, panjang jalan pada ruas jalan tol dengan emisi tertinggi lebih panjang daripada ruas jalan utama.

Emisi polutan CO tertinggi pada jalan utama, terletak di ruas jalan Ciputat Raya dengan emisi sebesar 13431221,1 ton/tahun. Emisi polutan CO tertinggi pada jalan tol, terletak di ruas tol Gatot Subroto dengan emisi sebesar 6363728,01 ton/tahun. Emisi CO tertinggi berada pada jalan utama, hal ini disebabkan jumlah kendaraan berjenis sepeda motor yang menjadi kontributor utama emisi CO di jalan utama. Emisi polutan PM_{10} tertinggi pada jalan tol, terletak di ruas tol Gatot Subroto dengan emisi sebesar 88813,22 ton/tahun. Emisi polutan PM_{10} tertinggi pada jalan utama, terletak di ruas jalan Ciputat Raya dengan emisi sebesar 86860,2 ton/tahun. Emisi polutan VOC tertinggi pada jalan tol, terletak di ruas tol Gatot Subroto dengan emisi sebesar 48915,79 ton/tahun. Emisi polutan VOC tertinggi pada jalan utama, terletak di ruas jalan Ciputat Raya dengan emisi sebesar 17953,2 ton/tahun. Emisi PM_{10} dan VOC, emisi tertinggi berada pada jalan tol, meskipun pada jalan utama jenis kendaraan lebih variatif. Hal ini dikarenakan jumlah kendaraan berjenis truk yang melintas di jalan tol lebih banyak dari pada jumlah kendaraan yang melintas di jalan utama. Selain itu, panjang jalan pada ruas jalan tol dengan emisi tertinggi lebih panjang daripada ruas jalan utama.

Beban Emisi spasial grid 1x1km

Beban emisi spasial dari Kecamatan Cengkareng dan Grogol cenderung lebih besar untuk semua jenis polutan. Hal ini dikarenakan pada dua kecamatan tersebut terdapat Jalan Daan Mogot yang memiliki volume kendaraan yang padat. Seperti dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini. Dibandingkan dengan jalan utama lain di Jakarta, Jalan Daan Mogot adalah salah satu jalan arteri dengan dengan kecepatan di bawah 10km/jam (Putranto, 2010). Dimana kecepatan mobil di Jakarta rata – rata 30km/jam. Hal ini menunjukkan kecepatan berkendara paling rendah.



Gambar 4. Beban Emisi Spasial di Kota Jakarta Tahun 2012

Hasil Skenario

Matriks Penanganan Transportasi disusun dari RPJMD (Rencana Jangka Pendek Menengah) Kota Jakarta Tahun 2012 – 2017. Rekapitulasi tiga skenario terpilih dapat dilihat pada **Tabel 3** di bawah ini.

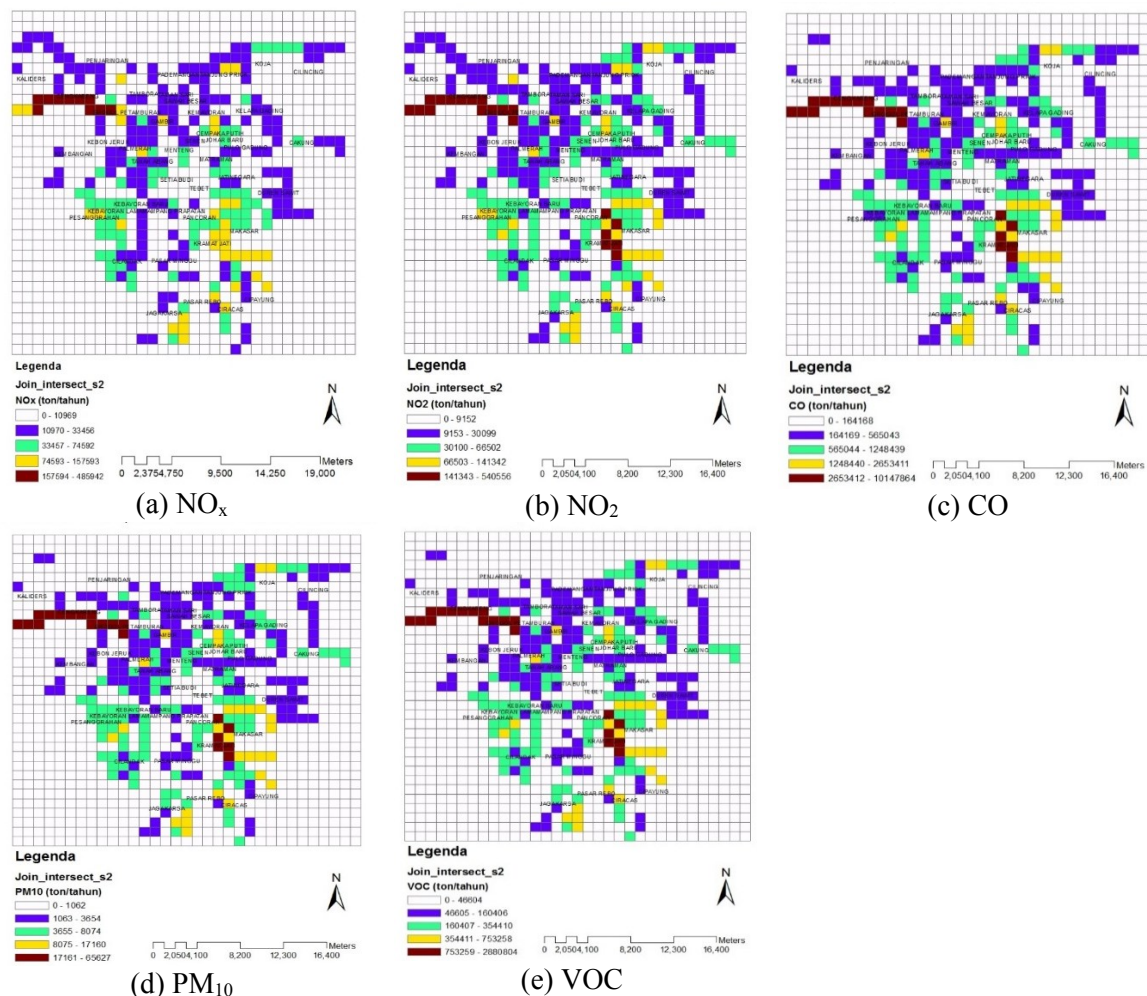
Tabel 3. Pemilihan Skenario

Skenario	Peralihan /penurunan volume kendaraan	Biaya (USD/km)	Letak pada beban emisi	Memicu pertumbuhan jumlah kendaraan	Kontrol paska konstruksi
Skenario 1 (elevated BRT)	14%	0,5 – 2,5 Juta	Dekat beban emisi sedang	Tidak	Mudah
Skenario 2 (Jalur Tol)	40%	535,09 – 1.354,09 Juta	Dekat beban emisi tinggi	Ya	Mudah
Skenario 3 (ERP)	44%	-	Dekat beban emisi tinggi	Tidak	Sulit

Sumber : kompilasi berbagai sumber

Berdasarkan lima variabel di atas skenario yang terpilih pada perencanaan penanganan transportasi DKI Jakarta adalah skenario 2. Pengembangan jalan untuk memenuhi mobilitas kendaraan pribadi telah memicu peningkatan rata – rata kepemilikan kendaraan (Mochtar M et al, 2006). Peralihan kendaraan pribadi kepada angkutan massal dapat mengurangi volume kendaraan dan memicu penurunan perilaku berkendara pada masyarakat (Han, 2010). Sehingga, untuk menghindari pertumbuhan kendaraan, maka pada jalur tol Ulujami – Kebun Jeruk ini direncanakan dilewati angkutan massal bus. Pengoperasian bus dapat mengurangi polutan primer dan sekunder. Peralihan moda kendaraan dari mobil dan motor ini memungkinkan perubahan rasio VOC/NOx di atmosfer (Nugroho, 2010).

Berdasarkan beban emisi spasial setelah dilakukan skenario terpilih, Kecamatan Cengkareng dan Grogol masih menjadi beban emisi dengan kecenderungan tinggi untuk semua jenis polutan. Seperti dapat dilihat pada gambar 5 di bawah ini.



Gambar 5. Beban Emisi Spasial Hasil Skenario di Kota Jakarta

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil inventarisasi emisi dari sektor transportasi pada segmen jalan di DKI Jakarta, beban emisi sebesar 65938.48 ton/tahun untuk polutan NO_x . Polutan NO_2 sebesar 67143,85 ton/tahun. Polutan CO sebesar 973734,26 ton/tahun. Polutan PM_{10} sebesar 6811,34 ton/tahun. Dan polutan VOC sebesar 264007.14 ton/tahun. Beban emisi tertinggi adalah CO sebanyak 70,68% dari total semua jenis polutan.

Skenario terpilih adalah pembungunan tol JORR W2 (Jakarta Outer Ring Road West-2) yang bisa digunakan untuk akses jalur bus. Dari skenario 2, didapatkan penurunan beban emisi sebesar 2% untuk polutan NO_x ; 1,6% untuk polutan NO_2 ; 0,4% untuk polutan CO; 0,8% untuk polutan PM_{10} dan untuk 0,1 % VOC.

DAFTAR PUSTAKA

- Alvinsyah Z.A. Impact on The Existing Corridor due to Implementation of New Public Transport Corridor (Case Study: Jakarta BRT Systems). *The Eastern Asia Society for Transportation Studies* 2005; 6: 467 – 479
- Arifin Z.N. 2012. *Route Choice Modeling Based On Gps Tracking Data: The Case Of Jakarta*. Dissertation
- Badan Lingkungan Hidup Kota Jakarta 2012, diakses pada 4 february 2012, <<http://lh.Jakarta.go.id/web/wh/?c=main&m=profile>>
- Badan Pusat Statistik, 2011. Jakarta Dalam Angka 2011. Jakarta.
- Both AF, Westerdahl D, Fruin S, Haryanto B, Marshall JD. Exposure to Carbon Monoxide, Fine Particle Mass, and Ultrafine Particle Number in Jakarta, Indonesia: Effect of Commute Mode. *Science of the Total Environment* 2013; 443: 965–972.
- Darmanto, N. 2012. Analisis Distribusi Pencemar Udara SO_2 , NO_2 , CO, PM_{10} , dan O_3 di Jakarta dengan WRF-Chem, Tesis ITB.
- Dinas Perhubungan Provinsi DKI Jakarta, 2012. Dinas Perhubungan Dalam Angka Tahun 2012. Jakarta
- Departemen Pekerjaan Umum, 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Direktorat Jenderal Bina Marga, Indonesia.
- European Environment Agency, 2013. EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2013. Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories EEA Technical Report No 12/2013. ISSN 1725-2237.
- Ferdiansyah R. Kemungkinan Peralihan Penggunaan Moda Angkutan Pribadi ke Moda Angkutan Umum Perjalanan Depok – Jakarta, 2009; 20: 3
- Foo, T.S. An Advanced Demand Management Instrument in Urban Transport: Electronic Road Pricing in Singapore. *Cities* 2000; 17 (1): 31–49.
- Han, S.S. Managing Motorization in Sustainable Transport Planning: The Singapore Experience. *Journal of Transport Geography* 2010; 18: 314–321
- J. Schneider, W. Spangl, L. Moosmann, C. Nagl. 2007. *Representativeness and Classification of Air Quality Monitoring Stations*.
- Leihitu, D.D.J., Analisa Perbandingan Perhitungan Kapasitas Metode MKJI 1997 dengan Perhitungan Kapasitas Menggunakan Metode Greenshields, Greenberg dan Underwood *Jurnal Penelitian Dosen Fakultas Teknik Universitas Darwan Ali* 2012; Vol 1
- Lestari, P. 2006. *Pengembangan Profil Sumber (Source Profile) Pada Kendaraan Bermotor*. SIDA Research Project Report
- Liu, WT, Chen SP, Chang CC, Yang, CFO, Liao, WC, Su, YC, Wu, YC, Wang, CH, Wang, JL, Assessment of Carbon Monoxide (CO) Adjusted Non-Methane Hydrocarbon (NMHC) Emissions of a Motor Fleet - A long Tunnel Study. *Atmospheric Environment* 2014; 89: 403–414
- Mochtar MZ, Hino Y. Principal Issues to Improve the Urban Transport Problems in Jakarta. 2006; 4; 31–38

- Nugroho, S.B., Fujiwara A., Zhang J. The influence of BRT on The Ambient PM₁₀ Concentration at Roadside Sites of Trans Jakarta Corridors. *Procedia Environmental Sciences* 2010; 2: 914–924
- Nur, Y., Lestari, P., Uttari, I., 2010. Inventori Emisi Gas Rumah Kaca (CO₂ dan CH₄) Dari Sektor Transportasi di DKI Jakarta Berdasarkan Konsumsi Bahan Bakar
- Onursal, B., Gautam, S., 1997. Vehicular Air Pollution: Experiences from Seven Latin American Urban Centers, *World Bank Technical Paper* No: 373. The International Bank of Reconstruction and development, Washington DC, USA.
- Pant P, Harrison R.M., Estimation of The Contribution of Road Traffic Emissions to Particulate Matter Concentrations From Field Measurements: A review 1, *Atmospheric Environment*, 2013, 77: 78–97
- Prayudyanto, M.N., Tamin, O.Z., Driejana, R., umami, D., Will Jakarta Road Pricing Reduce Fuel Consumption and Emission. *The Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol.9, 2013
- Putranto, L.S., 2010. Evaluation of Space Mean Speeds Of Road Links Surrounding New Developments in Jakarta. *The Seventh Asia Pacific Conference on Transportation and the Environment*. 3 – 5 June 2010
- Rencana Pendek Jangka Menengah Daerah DKI Jakarta 2012 – 2017, 2012.
- SATURN – Simulation Assignment of Traffic in Urban Road network Manual – version 11.2 2013
- Sofyan, A., Kitada, T., and Kurata, G. *Difference of Sea Breeze in Jakarta Between Dry and Wet Seasons: Implication in NO₂ and SO₂ Distributions in Jakarta*. *Journal of Global Environment Engineering*, 2007; 12: 63-85
- Susilo YO, Joewono TB, Santosa W, Parikesit D. 2007. A Reflection of Motorization and Public Transport in Jakarta Metropolitan Area
- Widodo CE, Kidokoro T, Implementing Transit-Oriented Development (TOD) in A Developing City: Residents' Perception on TOD in Jakarta, Indonesia AESOP 26th Annual Congress. 11-15 July 2012. METU, Ankara
- Sunggiardi R, Putranto LS, Motorcycle Potential Problems In Jakarta. *Jurnal Transportasi* 2009; 9 (2): 117-126