

ANALISIS EMISI GAS BUANG KENDARAAN BERMOTOR PADA KAWASAN PASAR TRADISIONAL DENGAN PENDEKATAN MIKROSIMULASI

Iin Irawati

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Semarang (USM) Jalan Arteri Sukarno Hatta –
Semarang

Email : iien.irawati@yahoo.co.id

ABSTRACT

Transportation is a major contributor of air pollution. The high population of vehicles, lack of availability of road space, as well as their activity is a cause side road traffic congestion. Traffic congestion leading to high levels of pollutants that are in the way. This study focused on the analysis of the amount of vehicle exhaust emissions (CO and NO_x) that is in front of Mranggen market. The method is microsimulation with tools such as VISSIM. From the analysis of field measurements of density values obtained at 209.2 veh / mil, with simulation on the fifth calibration with parameters average standstill distance with value 2.25 meters and lateral diamond, then the simulation results obtained density value of 237.09 veh / mil, the difference in density value is 13%. From the calibration of simulation, the obtained value CO of 474 343 ppm / hour which exceeds the threshold levels of pollutants which is 20 ppm / 8 hours and NO_x amounted to 92.90 ppm / hour which exceeds the threshold levels of pollutants that of 0.05 ppm / 24 hours.

Keywords: Density, exhaust emissions, microsimulation, CO and NO_x.

ABSTRAK

Transportasi merupakan sektor utama penyumbang pencemaran udara. Tingginya populasi kendaraan, kurangnya ketersediaan ruang jalan, serta aktivitas kegiatan sisi jalan merupakan penyebab kemacetan lalu lintas. Kemacetan lalu lintas menyebabkan tingginya kadar polutan yang ada di jalan. Penelitian ini difokuskan pada analisis jumlah emisi gas buang kendaraan (CO dan NO_x) yang ada di depan pasar Mranggen yang merupakan pusat bangkitan dan tarikan. Metode yang digunakan adalah dengan pendekatan secara mikrosimulasi dengan alat bantu yang berupa VISSIM. Dari hasil analisis diperoleh nilai kerapatan pengukuran lapangan sebesar 209.2 kend/jam, dengan simulasi pada kalibrasi kelima dengan parameter kalibrasi *average standstill distance* dengan nilai 2.25 meter dan lateral diamond, maka diperoleh nilai kerapatan hasil simulasi sebesar 237.09 kend/jam, selisih nilai kerapatan tersebut adalah 13%. Dari simulasi yang sudah dikalibrasi tersebut, maka diperoleh nilai CO sebesar 474.343 ppm/ jam yang melebihi ambang batas kadar polutan yaitu 20 ppm/8 jam serta NO_x sebesar 92.90 ppm/jam yang melebihi ambang batas kadar polutan yaitu sebesar 0.05 ppm/24 jam.

Kata Kunci: Kerapatan, emisi gas buang, mikrosimulasi, CO dan NO_x.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat polusi udara tertinggi di dunia. Polusi udara yang dihasilkan tersebut berasal dari berbagai sektor. Salah satunya berasal dari sektor transportasi. Irawan, (2012); kontribusi emisi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara terbesar mencapai 60 % - 70 % dibanding dengan industri yang hanya berkisar antara 10 % - 15 %, sedangkan sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan atau ladang.

Tingginya kontribusi emisi tersebut disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang merupakan dampak dari peningkatan akan pemenuhan moda transportasi sebagai akibat dari peningkatan jumlah penduduk. Tingkat polutan dari perkembangan moda seperti

motor, mobil penumpang, bus, dan mobil barang memberikan tingkat hubungan yang sangat signifikan (Suryanto, 2012). Semakin tinggi jumlah moda transportasi, maka semakin tinggi pula kadar polutan yang dihasilkan.

Kadar polutan yang melebihi nilai ambang batas yang diijinkan akan mempengaruhi kualitas udara yang berdampak pada kerusakan lingkungan. Pemanasan global dan perubahan iklim terjadi akibat aktivitas manusia terutama yang berhubungan dengan penggunaan bahan bakar fosil, yang menyebabkan perubahan komposisi alami atmosfer yaitu peningkatan kuantitas gas rumah kaca (GRK) secara global (Ernawi, 2013). Kondisi perubahan iklim yang terjadi merupakan salah satu faktor pemicu munculnya berbagai bencana alam, sehingga diperlukan suatu kajian lingkungan hidup yang strategis dari sektor transportasi.

Pramono, (2008); menyebutkan bahwa sebuah pengelolaan yang baik dan berkelanjutan dibutuhkan pengelolaan yang berorientasi pada kebutuhan masyarakat transportasi di masa yang akan datang. Sehingga diperlukan studi – studi di bidang transportasi yang berkaitan dengan lingkungan. Salah satu wilayah yang menjadi kajian studi penelitian adalah kawasan perniagaan (pasar tradisional). Kemacetan akibat aktivitas pasar dipengaruhi oleh adanya perpindahan manusia dan barang dari suatu tempat ke tempat lain serta aktivitas fungsi perangkutan, yang secara langsung maupun tidak langsung berkaitan dengan aktivitas dagang pasar tradisional (Sirait, 2006). Fenomena pertumbuhan perdagangan pada pasar tradisional berdampak pada penggunaan sisi badan jalan sebagai lahan untuk berdagang sehingga menyebabkan tingginya hambatan samping. Hambatan samping atau *side friction* yang merupakan salah satu faktor kemacetan lalu lintas yang berdampak pada tingginya kepekatan polusi udara karena padatnya antrian kendaraan yang berhenti dengan mesin tetap menyala.

KAJIAN WILAYAH STUDI

Kajian penelitian ini difokuskan pada pasar tradisional yang berada di kota pinggiran Semarang, yaitu pasar Mranggen. Kondisi lalu lintas depan pasar Mranggen adalah sebagai berikut:

- a) Tingginya bangkitan dan tarikan yang terjadi pada kawasan tersebut yang merupakan pusat aktivitas bertemunya penjual dan pembeli dan tidak didukung oleh ketersediaan prasarana yang berupa infrastruktur jalan yang memadai.
- b) Adanya penyempitan lebar jalan sebagai akibat adanya aktivitas samping masyarakat yang memunculkan hambatan samping (*side friction*) yang tinggi, seperti :
 - Adanya parkir liar pada segmen jalan depan pasar karena tidak adanya lahan parkir yang mencukupi jumlah kendaraan yang parkir.
 - Adanya PKL yang memanfaatkan sisi badan jalan dan trotoar untuk berjualan.
 - Adanya pejalan kaki (*pedestrian*) yang menyusuri sisi badan jalan karena tidak adanya fasilitas pejalan kaki depan pasar serta adanya alih fungsi trotoar untuk kegiatan niaga di seberang pasar.
 - Adanya perlambatan kendaraan tak bermotor pada sisi badan jalan.
 - Adanya moda angkutan umum yang menaikturunkan penumpang pada sisi badan jalan karena tidak tersedianya halte.

- c) Seringnya terjadi tundaan kendaraan karena adanya pergerakan pedestrian yang memotong badan jalan (*crossing*) akibat dari tidak tersedianya JPO (jembatan penyeberangan orang).
- d) Pada waktu hujan terjadi kemacetan karena banjir akibat kurang buruknya saluran pembuangan air (*drainase*).
- e) Tidak berfungsinya simpang APILL di dekat pasar.
- f) Buruknya penataan median jalan. Median jalan yang digunakan sekarang adalah *non-permanent*, sehingga banyak terdapat celah yang dapat digunakan oleh sepeda motor untuk berbelok.
- g) Tingginya *comuterrisasi* yang tidak diimbangi dengan prasarana infrastruktur jalan.

LANDASAN TEORI

1. Arus lalulintas

Arus lalulintas adalah jumlah kendaraan yang melewati suatu ruas jalan per satuan mobil penumpang (smp/jam). Untuk mengkonversikan jumlah kendaraan dalam smp, maka jumlah kendaraan dikalikan dengan nilai ekivalen mobil penumpang (emp).

2. Kapasitas jalan

Kapasitas jalan adalah kemampuan maksimal jalan dalam menampung jumlah kendaraan (MKJI,1997). Rumus untuk menghitung kapasitas ruas jalan perkotaan adalah:

$$C = Co * FCw * FCsp * FCsf * FCcs \dots \dots \dots 1$$

Keterangan :

- Co = kapasitas dasar (smp/jam).
- FCw = faktor penyesuaian kapasitas terhadap lebar jalur lalulintas efektif.
- FCsp = faktor penyesuaian kapasitas terhadap pemisahan arah.
- FCsf = faktor penyesuaian kapasitas terhadap hambatan samping.
- FCcs = faktor penyesuaian kapasitas terhadap ukuran kota.

3. Kerapatan

Kerapatan adalah jumlah kendaraan jumlah kendaraan yang menempati panjang ruas jalan tertentu atau lajur yang umumnya dinyatakan sebagai jumlah kendaraan per kilometer (Alamsyah,2008).

Rumus yang digunakan untuk menghitung nilai kerapatan (k) adalah:

$$k = volume / kecepatan ruang rata - rata \dots \dots \dots 2$$

4. Mikrosimulasi

Immers dan Logghe (2002) menyebutkan bahwa untuk mendapatkan model perilaku setiap pengemudi, maka dapat digunakan model simulasi komputer dengan pendekatan secara mikroskopik. Model tersebut dinamakan model mikrosimulasi (*microsimulation models*). Dalam model mikrosimulasi terdapat komponen yang merupakan parameter dari perilaku

pengemudi, antara lain adalah *car following models* (model pembuntutan kendaraan) serta *lanechanges models* (model berpindah jalur).

5. VISSIM sebagai alat bantu

VISSIM merupakan alat bantu atau perangkat lunak simulasi lalu lintas untuk keperluan rekayasa lalu lintas, perencanaan transportasi, waktu sinyal, angkutan umum serta perencanaan kota yang bersifat mikroskopis dalam aliran lalu lintas multi – moda yang diterjemahkan secara visual dan dikembangkan pada tahun 1992 oleh salah satu perusahaan IT di negara Jerman. (Siemens,2012). VISSIM berasal dari kata *VerkehrStadten – Simulationsmodel* (dalam bahasa Jerman) yang artinya model simulasi lalu lintas kota.

PENGUMPULAN DATA

a) Karakteristik geometrik jalan

Rekapitulasi data geometrik jalan tertera pada tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi data geometrik segmen jalan depan pasar Mranggen

Parameter	Hasil Pengamatan	
Lebar lajur	Lajur	
	A	B
	4,5 m	3,5 m
Panjang segmen jalan	220 m	
Panjang median non – permanen	300 m	
Lebar median	0,7 m	
Tipe jalan	2/2 D	

b) Rekapitulasi volume kendaraan (total untuk kedua lajur)

Volume kendaraan dari hasil survei ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi volume kendaraan per lajur

Nama segmen jalan	Jenis kendaraan	Volume Kendaraan per Lajur		Total (kendaraan/jam)
		A	B	
Depan pasar Mranggen (Jalan Raya Mranggen)	Sepeda motor (<i>motorcycle/MC</i>)	3232	2154	5386
	Kendaraan ringan (<i>light vehicle/LV</i>)	785	524	1309
	Kendaraan berat (<i>heavy vehicle/HV</i>)	185	123	308
	Kendaraan tak bermotor (<i>unmotorcycle/UMC</i>)	65	44	109
	Total (kendaraan/jam)	4267	2845	7112

c) Rekapitulasi komposisi kendaraan

Komposisi dari jumlah tiap – tiap jenis kendaraan ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Komposisi tiap jenis kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Lajur	
		A	B
1.	Mobil	0.098	0.150
2.	Truk (kendaraan berat)	0.043	0.055
3.	Bis (kendaraan berat)	0.043	0.723
4.	Sepeda motor	0.789	0.055
6.	Becak dan sepeda kayuh (kendaraan tak bermotor)	0.026	0.018
	Total	1.000	1.000

d) Rekapitulasi kecepatan tempuh rata – rata kendaraan untuk kedua lajur

Data kecepatan tempuh rata – rata tiap jenis kendaraan ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Kecepatan tempuh kendaraan

Nama segmen jalan	Jenis kendaraan	Kecepatan rata – rata kendaraan (km/jam)
Depan pasar Mranggen (Jalan Raya Mranggen)	Mobil (kendaraan ringan)	20
	Truk (kendaraan berat)	15
	Bis (kendaraan berat)	15
	Sepeda motor	30
	Becak dan sepeda kayuh (kendaraan tak bermotor)	10

e) Rekapitulasi hambatan samping (*side friction*)

Jumlah bobot frekwensi hambatan samping per 200 meter untuk kedua sisi jalan ditabelkan pada tabel 5.

Tabel 5. Jumlah bobot frekwensi hambatan samping per 200 meter untuk kedua sisi jalan

Segmen jalan	Jumlah bobot frekwensi hambatan samping per 200 meter yang sudah dikalikan dengan bobot jenis hambatan samping				Total
	Kendaraan keluar/masuk dar/ke sisi jalan	Kendaraan melambat	Pejalan kaki	Kendaraan parkir dan berhenti	
Depan pasar Mranggen (Jalan Raya Mranggen)	350.7	9.2	179	218	756.9

Jumlah bobot hambatan samping sebesar 756.9 tersebut menunjukkan bahwa kelas hambatan samping yang ada pada depan pasar Mranggen termasuk tinggi karena nilainya berada pada *range* 500 – 899.

ANALISIS DATA

1. Arus lalu lintas (Q)

Arus lalu lintas total = $(5386 \cdot 0.2) + (1309 \cdot 1) + (308 \cdot 1.2) + (109 \cdot 0.7) = 2831.9$ smp/jam.

2. Kapasitas jalan (C)

Analisis kapasitas jalan menggunakan metode dalam MKJI 1997 khusus jalan perkotaan.

Rumus yang digunakan : $C = Co * FCw * FCsp * FCsf * FCcs$

Dari data – data yang ada, maka analisis kapasitas jalan ditunjukkan pada tabel 6.

Tabel 6. Analisis kapasitas jalan

C (smp/jam)	Co (smp/jam)	FCw	FCsp	FCsf	FCcs
2271.796	3300	0.92	0.98875	0.88	0.86

3. Derajat kejenuhan (*degree of saturation* (DS))

$$DS = Q/C = 2831.9 / 2271.796 = 1.2$$

4. Kerapatan / *density* (k)

$$k = \text{volume/kecepatan ruang rata – rata}$$

Kecepatan rata – rata ruang diperoleh dengan menggunakan tabel hubungan antara derajat kejenuhan dengan kecepatan arus bebas, sehingga diperoleh nilai 34 km/jam.

$$k = 7112/34 = 209.2 \text{ kendaraan/km}$$

5. Pendekatan mikrosimulasi dengan alat bantu VISSIM untuk menghitung jumlah emisi gas buang (CO dan NOx)

Langkah – langkah dalam mikrosimulasi VISSIM adalah sebagai berikut:

1. Membuat gambar lokasi studi dengan cara *input* peta lokasi simpang yang ada pada *Google Map* sebagai *background images*.
2. Membuat *link* atau lajur berdasarkan jumlah, panjang dan lebarnya pada *background images* serta diberi kode *link* sebagai geometrik simpang.
3. Membuat hubungan antar *link* sebagai *link connector*.
4. Masukkan tipe, jumlah serta komposisi kendaraan sebagai *vehicle input*.
5. Masukkan parameter – parameter *car following* dan *lane changing* berdasarkan nilai *default* yang ada pada Wiedemann 74 sebagai *driving behavior*.
6. *Running* program untuk simulasi.
7. Output simulasi berupa kerapatan dibandingkan dengan pengukuran di lapangan sebagai langkah validasi. Apabila terdapat perbedaan yang signifikan antara hasil simulasi dengan pengukuran di lapangan, maka langkah dibuat langkah kalibrasi pada *driving behavior* dengan membuat nilai *default* yang baru.
8. Kalibrasi model mikrosimulasi.

Komponen serta parameter tersebut meliputi :

1) *Following* (pembuntutan).

Komponen yang terdapat pada *following* meliputi :

- (1) *Look ahead distance*, dengan nilai *default* minimum 0 meter, maksimum 250 meter.
- (2) *Number of observed vehicles*, dengan nilai *default* adalah 4.
- (3) *Look back distance*, dengan nilai *default* minimum 0 meter, maksimum 150 meter.
- (4) *Temporary lack of attention*, dengan nilai *default* 0 %.
- (5) *Smooth closeup behavior*.
- (6) *Standstill distance for static obstacles*, dengan nilai *default*-nya yaitu 0,5 meter.

Dalam *car following* Wiedemann 74 terdapat 3 model parameter yang dapat digunakan sebagai kalibrasi, yaitu :

- (1) *Average standstill distance*, (a_x) mendefinisikan *desire distance* antara dua mobil, dalam rentang variasi -1.0 meter dan +1.0 meter yang secara normal terdistribusi sekitar 0,0 meter dengan standar deviasi 0,3 meter, nilai default-nya adalah 2 meter.
- (2) *Additive part of safety distance*, (b_x_{add}) digunakan untuk penghitungan *desired safety distance* d . Memungkinkan untuk penyesuaian nilai waktu yang diinginkan, dengan nilai default-nya 2 meter.
- (3) *Multiplicative part of safety distance*, (b_x_{multi}) sama pengertiannya dengan b), dengan nilai default 3 meter.

2) Lane Change (berpindah jalur).

Komponen perilaku dalam *lane change* meliputi:

- (1) *Necessary lane change (route)*.
- (2) *Waiting time diffusion*.
- (3) *Min headway (front/ rear)*.
- (4) *Safety distance reduction factor*.
- (5) *Maximum deceleration for cooperative breaking*.

3) *Lateral* yang merupakan komponen model sebaran pergerakan kendaraan.

Parameter yang digunakan sebagai kalibrasi pada penelitian ini adalah *average standstill distance* serta *lateral*. Untuk kalibrasi *average standstill distance* dipilih nilai yang tidak sama dengan nilai *default* yang ada pada Wiedemann 74 yaitu 2, sedangkan untuk kalibrasi *lateral* dipilih pergerakan yang sifatnya *diamond*/berpencar.

9) Membuat *cover area* pada lokasi penelitian dengan membuat garis keliling di sekitar ruas jalan yang ditinjau (pada *background image*)

10) Model simulasi yang sudah divalidasi tersebut digunakan sebagai penentuan jumlah emisi gas buang yang dihasilkan, yaitu CO dan NOx.

HASIL ANALISIS

Hasil analisis ditabelkan pada tabel 7 dengan perbandingan hasil antara pengukuran di lapangan dengan pendekatan mikrosimulasi VISSIM.

Tabel 7. Hasil analisis mikrosimulasi VISSIM

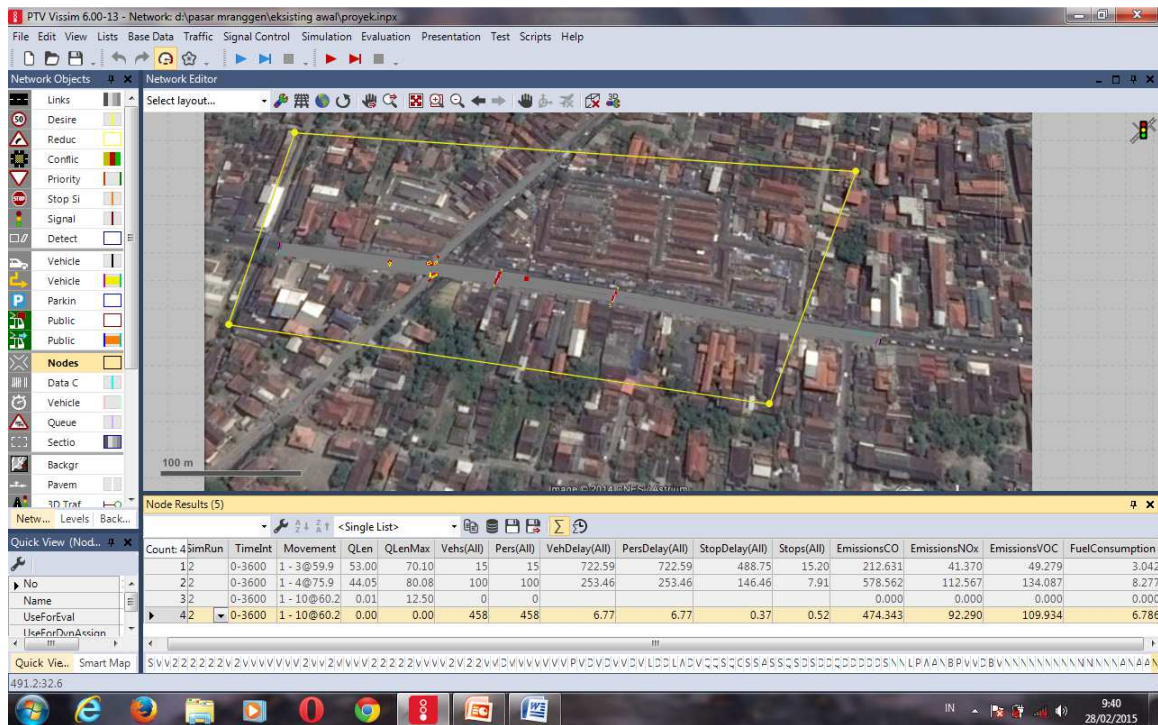
Parameter <i>driving behaviour</i>	Simulasi ke-	Nilai	Hasil analisis kerapatan (kend/km)		Presentase selisih hasil
			Mikrosimulasi VISSIM	Pengukuran lapangan	
<i>Average standstill distance</i>	1	Default 2 m	385.40	209.2	84.2%
	2	Kalibrasi 1 (2.05 m)	309.83		48.1%
	3	Kalibrasi 2 (2.10 m)	300.89		43.8%
	4	Kalibrasi 3 (2.15 m)	278.09		32.6%
	5	Kalibrasi 4 (2.20 m)	266.17		27.2%
	6	Kalibrasi 5 (2.25 m)	237.25		13.4%
	7	Kalibrasi 6 (2.30 m)	275.21		31.6%

Dari hasil kalibrasi, maka yang mendekati nilai pengukuran kerapatan di lapangan (209.2 kend/km) adalah pada simulasi ke-6 dengan kalibrasi ke 5 (237.25 kend/km), dengan selisih perbedaan sebesar 13.4%.

Dari hasil simulasi ke-6, maka diperoleh nilai emisi gas buang CO dan NOx dan tertera pada tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisis jumlah emisi gas buang (CO dan NOx) kendaraan hasil mikrosimulasi VISSIM serta ambang batas kadar polutan (emisi)

Jenis emisi gas buang kendaraan bermotor	Jumlah emisi hasil Mikrosimulasi VISSIM	Ambang batas kadar polutan (jumlah emisi)
CO	474.343 ppm/jam	20 ppm/8jam
NOx	92.90 ppm/jam	0.05 ppm/24 jam



Gambar 2. Tampilan VISSIM

KESIMPULAN

Dari hasil analisis, maka diperoleh nilai emisi gas buang kendaraan bermotor untuk CO sebesar 474.343 ppm/jam dan nilai tersebut berada di atas ambang batas kadar polutan CO (20 ppm/8 jam), serta NOx sebesar 92.90 ppm/jam, nilai tersebut di atas ambang batas kadar polutan NOx (0.05 ppm/24 jam).

DAFTAR PUSTAKA

Alamsyah,A.A.,(2008), *Rekayasa Lalulintas*,UMM Press.

Bina Marga, (1997), *Manual Kapasitas Jalan di Indonesia*, Dinas PekerjaanUmum.

Ernawi, (2013), *Kota Untuk Semua*, Prosiding Penyelenggaraan Seminar Nasional Dalam Rangka Hari Habitat Dunia 2013, Jakarta, 2013.

Immers and Logghe, (2002), *Representation of Traffic Shock Waves in Microsimulation Models*, Catholic University Leuven, Dept. Civil Engineering, 2002.

Irawan, Bagus., Purwanto, H., (2012), *Modifikasi Catalytic Converter Menggunakan Tembaga Berlapis Mangan Untuk Mereduksi Emisi Gas Buang Carbon Monoksida Motor Bensin*, Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Alam dan Lingkungan, 2012.

Pramono, A., (2008), *Pengelolaan Transportasi Ramah Lingkungan di Kota Mataram*, Thesis, Program Magister Pasca Sarjana Universitas Diponegoro Semarang.

Siemens, (2012), *Microscopic Traffic Simulation with VISSIM*, Simulation of Multimodal Traffic Flow Made Easy.

Sirait,S.T., (2006), *Identifikasi Karakteristik Pasar Tradisional Yang Menyebabkan Kemacetan Lalulintas di Kota Semarang*, Skripsi, Universitas Diponegoro Semarang.

Suryanto, D.A., (2012), *Analisis Tingkat Polusi Udara Terhadap Pengaruh Pertumbuhan Kendaraan Studi Kasus DKI Jakarta*, UG Jurnal, Volume 6, No 12, 2012.