

**PENGARUH KEPADATAN LALU-LINTAS PADA JAM PUNCAK TERHADAP KANDUNGAN GAS
KARBON MONOKSIDA (CO) DI JALAN RAYA KALIGAWA SEMARANG**
(THE EFFECT OF TRAFFIC DENSITY AT THE PEAK HOURS ON THE CARBON MONOXIDE
CONCENTRATION AT KALIGAWA HIGHWAY SEMARANG)

Titiek Sumarawati⁶

ABSTRAK

Salah satu penyumbang pencemaran udara berasal dari sektor transportasi sebagai akibat dari buangan pembakaran yang kurang sempurna. Salah satu polutan tersebut adalah gas karbon Monoksida (CO) Jalan Raya Kaligawe Semarang merupakan jalan yang padat lalu-lintas terutama pada jam puncak yaitu pagi, siang dan sore dimana kepadatan lalu-lintas semakin meningkat. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kepadatan lalu-lintas pada jam puncak terhadap konsentrasi gas CO di Jalan Raya Kaligawe Semarang.

Janis penelitian adalah analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*. Populasi penelitian adalah konsentrasi gas CO dalam udara di jalan raya kaligawe Semarang menggunakan alat ukur *Monoxor II Portable CO analyzer*. Untuk mengetahui distribusi konsentrasi CO digunakan analisis statistik deskriptif dan pengaruh kepadatan lalu-lintas terhadap konsentrasi CO digunakan uji non parametric Kruskal Wallis dan uji Mann-Whitney untuk mengetahui perbedaan waktu pengukuran.

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata konsentrasi CO tertinggi terjadi pada sore hari (31,409 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), kemudian pada waktu pagi (20,907 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), siang 10,116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ konsentrasi terendah pada waktu lalu-lintas senggang/malam rata-rata sebesar 9,345 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Berdasarkan analisis statistik dengan Kruskal Wallist Test menunjukkan nilai $p < 0,05$, artinya ada perbedaan rata-rata konsentrasi antar waktu sehingga dapat disimpulkan adanya pengaruh kepadatan lalu-lintas pada jam puncak terhadap konsentrasi CO di jalan Raya Kaligawe Semarang

Kata-kata kunci: kepadatan lalu-lintas, jam puncak, konsentrasi CO

ABSTRACT

Transportation sectors contribute to air pollution due to the gas emission. One of the pollutants is carbon monoxide (CO). Kaligawe highway has a large influx of traffic especially at peak hours, morning, afternoon, late afternoon. The aim of this study is to determine the effect of traffic density at the peak hours on the CO concentration.

This study was analytic observational with cross sectional design. The population was CO gas presenting in the air of Kaligawe highway area taken with Monoxor II Portable CO analyzer. To find out the distribution of CO concentration, statistic descriptive analysis was applied. To confirm the effect of traffic density on the CO concentration, non- parametric Kruskal Wallis test was conducted. And to further confirm the difference measuring time, Mann- Whitney test was completed.

The study showed that late afternoon was the time with the highest CO concentration rate (31.409 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), followed by morning (20, 907 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, afternoon (10,116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) and the lowest CO concentration was recorded for evening (9,345 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). The Kruskal Wallist test resulted in $p < 0.05$ meaning that the rate of concentration differs with time. In conclusion the traffics density at the peak hour effects on CO concentration

Key words : traffic density, peak hours. CO concentration

⁶Dosen Fakultas Teknik dan Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sultan Agung (Unissula) Semarang

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Kondisi sistem transportasi diperkotaan memperlihatkan kecenderungan yang sangat rumit dan sering terjadi kemacetan terutama pada jam-jam sibuk. Kondisi ini disebabkan karena tingginya jumlah kendaraan bermotor yang bergerak di dalam kota. Dari sektor transportasi inilah merupakan sumber pencemaran udara terbesar di perkotaan sekitar 60 % (Soedomo,2001)

Polutan utama yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor adalah Karbondioksida (CO_2), oksida nitrogen (NO_x), Karbon Monoksida (CO), hidrokarbon (HC), oksida sulfur (SO_x), dan timbal (Pb). Selain polutan yang telah disebutkan, kegiatan transportasi juga menghasilkan pencemar debu yang cukup tinggi. Besarnya tingkat emisi polutan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor sangat tergantung dari karakteristik operasi jalan. Kendaraan yang berkecepatan rendah akan menghasilkan lebih banyak emisi gas buang, terutama gas CO. Polutan yang dihasilkan dari kendaraan yang berkecepatan rendah ini dapat mencapai tiga kali lipat dari kecepatan normal (Purnomosidhi, 1994).

Penelitian tentang transportasi di Surabaya menunjukkan bahwa 96,8 % gas Karbon Monoksida (CO) yang ada berasal dari gas buang kendaraan bermotor dari total emisi gas sebanyak 54.800 ton pertahun. Hal ini berdampak pada peningkatan suhu udara hingga $0,5^{\circ}\text{C}$ pada tahun 2003 (Wijoyo, 2003).

Jalan Raya Kaligawe sebagai salah satu jalur utama di Semarang dengan tingkat kepadatan (volume) lalu-lintas yang tinggi. Menurut Arniroh

(2004) bahwa volume tertinggi terjadi pada setengah hari kerja untuk arah timur ke Barat yaitu pukul 17.00 — 18.00 WIB dengan jumlah 3.030 smp (satuan motor penumpang) / jam. Hal ini dikarenakan banyaknya aktivitas seperti jalur luar kota menuju Semarang sehingga menyebabkan kepadatan arus lalu-lintas tertinggi. Sedangkan volume lalu-lintas terendah terjadi pada pukul 02.00 – 03.00 WIB dengan jumlah 542 smp/jam, dikarenakan aktivitas sudah mulai berkurang

Tingginya volume lalu-lintas di Jalan Kaligawe tentu saja membawa konsekuensi adanya emisi gas buang khususnya CO. Oleh karena itu maka perlu dilakukan studi untuk mengetahui pengaruh kepadatan lalu-lintas kendaraan bermotor terhadap konsentrasi Karbon Monoksida di Jalan Raya Kaligawe Semarang.

1.2. Rumusan Masalah

Bagaimana pengaruh kepadatan lalu-lintas terhadap konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO).

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Untuk mengetahui gambaran konsentrasi gas karbon Monooksida (CO) pukul 01.00 — 08.00 ; 12.00 — 13.00; 17.00-18.00; 21.00 — 22.00 di jalan Raya Kali gawe Semarang
- b. Untuk mengetahui pengaruh lalu-lintas pada jam puncak dan lalu-lintas pada jam sepi terhadap konsentrasi gas karbon Monoksida yang diambil dari 3 titik sepanjang jalan Raya Kaligawe Semarang

1.4. Manfaat

- a. Mengetahui besarnya pencemaran udara yang terjadi akibat padatnya lalu-lintas di Jalan Raya Kaligawe Semarang
- b. Sebagai sumber informasi data yang dapat dipakai dalam memecahkan masalah yang dihadapi baik bagi praktisi maupun instansi yang terkait

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Transportasi

Lalu-lintas adalah pergerakan kendaraan dan orang yang melewati suatu jalan raya. Lalu-lintas tidak dapat dipisahkan dari transportasi. Transportasi adalah suatu kegiatan untuk memindahkan barang atau orang dari suatu tempat ke tempat lain. Lalu-lintas pada suatu ruas jalan yang satu dengan ruas jalan yang lain mempunyai karakteristik yang berbeda-beda. Karakteristik lalu-lintas adalah ciri-ciri khusus yang berkaitan dengan komponen lalu-lintas. Komponen-komponen lalu-lintas tersebut yaitu prasarana lalu-lintas (jalan) dan sarana lalu-lintas (kendaraan dan pengguna jalan / pengendaraan pejalan kaki).

Karakteristik lalu-lintas di antaranya adalah volume lalu-lintas, kepadatan lalu-lintas, kecepatan lalu-lintas, jenis kendaraan dan sebagainya (Santoso, 2003). Volume lalu-lintas menunjukkan jumlah kendaraan yang melintasi suatu titik pengamatan dalam suatu waktu (hari, jam, menit). Kecepatan adalah besaran yang menunjukkan jarak yang ditempuh kendaraan. dibagi waktu teripuh. Biasanya dinyatakan dalam km/jam. Kecepatan ini menggambarkan nilai gerak dari

kendaraan (Sukinnan dalam Amiroh, dkk.2004).

Kepadatan Lalu-lintas adalah waktu dimana lalu-lintas kendaraan bermotor yang melewati jalan menjadi lebih padat yang disebabkan oleh peningkatan jumlah pengguna jalan sehubungan dengan aktivitasnya seperti dimulainya jam masuk sekolah untuk pelajar dan jam masuk kerja oleh para pekerja pada pagi hari, selesainya jam sekolah dan adanya waktu istirahat kerja untuk pekerja pada siang hari, dan selesainya waktu kerja untuk para pekerja pada sore harinya (Suharyono, 2004).

2.2. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah adanya bahan-bahan / zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan susunan (komposisi) udara dari keadaan normalnya (Wardhana, 2000). Pembangunan yang pesat dewasa ini, khususnya dalam industri dan teknologi serta meningkatnya jumlah kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar fosil (minyak) menyebabkan udara di sekitarnya menjadi tercemar oleh gas-gas buangan hasil pembakaran. Secara umum penyebab pencemaran udara ada 2 macam, yaitu: 1). karena faktor internal (secara alamiah) seperti : debu yang beterbangan akibat tiupan angin, abu (debu) yang dikeluarkan dari letusan gunung berapi berikut gas-gas vulkanik, proses pembusukan sampah organik, dll. 2). karena faktor eksternal (oleh karena ulah manusia), seperti : hasil pembakaran bahan bakar fosil, debu atau serbuk dari kegiatan industri dan pemakaian zat-zat kimia yang disemprotkan ke udara.

Pencernaan udara pada suatu tingkat tertentu dapat merupakan campuran dari satu atau lebih bahan pencemar, baik berupa padatan, cairan, atau gas yang masuk terdispersi ke udara lalu menyebar ke lingkungan sekitar. Kecepatan penyebaran ini akan tergantung pada keadaan geografi dan meteorologi setempat (Wardhana, 2000).

Akibat dari pencemaran udara baik secara langsung maupun tidak langsung dapat merugikan manusia dimana kerugian langsung adalah terhadap kesehatan manusia dan kerugian tidak langsungnya adalah terhadap lingkungan dimana manusia itu tinggal (DEPKEH, 1991).

2.3. Karbon Monoksida (CO)

Gas Karbon Monoksida merupakan salah satu gas pencemar udara yang biasanya hanya ada di daerah perkotaan dimana ruang udara terbatas oleh jalan-jalan, gedunggedung, terowongan-terowongan maupun tempat-tempat parkir bawah tanah seperti dibanyak hotel-hotel dan pusat pembelanjaan (Suparmoko, 2000).

Karbon Monoksida dapat dihasilkan oleh karena adanya pembakaran bensin yang tidak sempurna dari kendaraan bermotor, mesin industri, pernanas rumah, pembakaran dipertanian, dan lain-lain. Gas ini tidak berwarna atau berbau tetapi sangat berbahaya (Sastrawijaya, 1997).

Karbon Monoksida adalah campuran kimiawi karbon dan oksigen dengan rumusan CO. Gas ini tidak berbau dan tanpa warna, sekitar 3 person lebih ringan dari udara, dan beracun bagi semua binatang berdarah panas dan kehrdrapan pada umumnya. Karbon monoksida dibentuk

ketika karbon atau karbon yang berisi unsur dibakar dengan suatu pemasukan udara tidak cukup. Bahkan ketika jumlah udara secara teoritis cukup. reaksi tidaklah selalu lengkap-, sedemikian sehingga gas pembakaran membebaskan oksigen dan beberapa karbon monoksida (Microsoft® Encarta® Perpustakaan Acuan 2005).

Secara umum terbentuknya gas CO adalah melalui proses sebagai berikut:

1. Pembakaran bahan bakar fosil dan udara yang reaksinya tidak *stoikhiometris* adalah pada harga *Equivalen Ratio* (ER) > 1.
2. Pada suhu tinggi terjadi reaksi antara CO₂ dan C yang menghasilkan CO.
3. Pada suhu tinggi CO₂ dapat terurai kembali menjadi CO dan O₂.

ER > 1 berarti pemakaian udara lebih dari keperluan reaksi *stoikhiometris* di mana 1 kg bahan bakar maka udara yang diperlukan untuk pembakaran adalah 15 kg udara. Semakin tinggi suhu hasil pembakaran maka jumlah gas CO₂ yang terdisosiasi (terurai) menjadi CO dan O akan semakin banyak. Suhu tinggi merupakan pemicu terjadinya gas CO (Wardhana, 2000).

Pembakaran bensin dalam kendaraan bermotor merupakan lebih dari separuh penyebab polusi udara. Pembakaran bensin lebih efisien jika mobil dilarikan dengan kecepatan yang konstan, dan mengurangi frekuensi pengereman dan menstater (Amsyari, 1995). t3erbagai macam polutan biasanya mencapai puncaknya pada sore hari setelah bagian terbesar mobil berkumpul di jalan raya (Aditama, 1992).

Tingkat konsentrasi gas CO di udara dapat menurun jika dipengaruhi oleh : 1). Tanah yang masih terbuka atau tanah lapang

dan belum ada bangunan di atasnya sehingga dapat membantu penyerapan gas CO, sebab mikroorganisme yang ada didalam tanah mampu menyerap gas CO yang terdapat di udara. 2). Keadaan geografi dan meteorologi setempat. 3). Adanya tumbuhan yang mampu menyerap gas CO yang diperlukan serta mengeluarkan gas oksigen ke udara (Wardhana, 2000). Selain itu perlu .nembuat jalan satu jalur untuk mengurangi kemacetan lalu lintas, serta penggunaan bahan bakar yang ramah lingkungan seperti gas ataupun bahan bakar biodiesel (Suharyono,2004)

2.4. Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan Manusia

Karbon Monoksida (CO) adalah gas yang beracun, tidak berbau dan tidak berwarna sangat berpengaruh terhadap kesehatan dikarenakan mempunyai sifat yang dapat mengikat darah lebih kuat daripada oksigen, Membentuk ikatan karboksihemoglobin sehingga dapat mengakibatkan darah tidak dapat mengikat oksigen yang dibutuhkan oleh tubuh, mengingat kestabilan CO kira kira 140 kali dari kestabilan oksigen, dengan demikian fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen akan terganggu (Wardhana, 2000).

Ketika dihirup gas Karbon Monoksida ,CO) berkombinasi dengan hemoglobin di dalam darah, mencegah penyerapan oksigen dan berakibat mati lemas oleh CO₂. (Microsoft® Encarta® Perpustakaan Acuan, 2005). Oleh karena sifat gas Karbon Monoksida (CO) yang dapat mengikat darah lebih kuat dari pada oksigen, maka dapat terbentuk ikatan karboksihemoglobin yang dapat bertahan hingga beberapa jam, sehingga dapat mengakibatkan darah tidak dapat mengikat oksigen

yang dibutuhkan oleh tubuh (Amsyari, 1995).

Hemoglobin + O₂ -- O₂Hb
(Oksihemoglobin).

Hemoglobin + CO - COHb
(Karboksihemoglobin).

Kestabilan dari karboksihemoglobin kirakira 140 kali kestabilan oksihemoglobin, sehingga darah akan menjadi lebih mudah dalam menangkap gas CO sehingga fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen akan terganggu (Wardhana, 2000).

Departemen Kesehatan RI (1994) menyatakan bahwa pada umumnya gejala pembentukan CO-Hb akan lebih cepat terjadi pada perokok, baik perokok aktif maupun perokok pasif.

Kadar 10 bpj (bagian per jenis) CO dalam udara dapat menyebabkan manusia sakit. Dan dalam waktu setengah jam, 1300 ppm (part per million) dapat menyebabkan kematian, menghisap gas yang keluar dari knalpot mobil diruang ter.u,up akan menyebabkan kematian (Sastrawijaya, 1997).

WHO telah membuktikan bahwa karbonmonoksida yang secara rutin mencapai tingkat tak sehat di banyak kota dapat mengakibatkan kecilnya berat badan janin, meningkatnya kematian bayi dan kerusakan otak, tergantung pada lamanya seorang wanita hamil terekspos, dan tergantung pada konsentrasi polutan di udara (BPLHD, 2004).

Namun kebanyakan dunia negara berkembang mengalami kenaikan tingkat karbon monoksida, seiring dengan pertambahan jumlah kendaraan **dan** kepadatan lalu lintas. Perkiraan kasar dari WHO menunjukkan bahwa konsentrasi karbonmonoksida yang tidak sehat mungkin

terdapat pada paling tidak separuh kota di dunia (BPLHD, 2004)

III. METODE PENELITIAN

3.1. Jenis dan Variabel Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian analitik observasional dengan pendekatan cross sectional. Populasi penelitian adalah udara di Jalan Raya Kaligawe Semarang dan sampel diambil dari 3 titik (jembatan Kaligawe, traffic light terminal terboyo, depan SPBU terboyo). Alat ukur udara yang digunakan adalah *Monoxor 11 Portable CO Analyzer*

Variabel penelitian terdiri dari variabel bebas yaitu . lalu lintas pada jam puncak, sedangkan variabel terikat adalah tingkat pencemaran, konsentrasi gas karbonmonoksida

3.2. Cara Penelitian

Pengambilan sampel udara dilakukan pada 3 titik jalan Kaligawe Semarang dalam tiga rentang waktu pagi, siang, dan sore hari (jam puncak) yaitu:

Pagi antara jam 07.00 - 08.00 ; Siang : antara jam 12.00 - 13.00 Sore : antara jam 17.00 - 18.00 dan Malam : antara jam 21.00 - 22.00. Adapun lokasi pengambilan sampel, yaitu

- Persimpangan jalan Barito dan Kaligawe sebagai titik pertama (jembatan Kaligawe).
- Traffic light persimpangan jalan terminal Terboyo dan Jalan Kaligawe sebagai titik kedua,
- Didepan pom bensin jalan Kaligawe Semarang

sebagai titik ketiga.

3.3. Analisis Data

- Untuk mengetahui distribusi frekuensi berdasarkan konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) digunakan analisa statistik deskriptif.
- Mengetahui adanya perbedaan pengaruh lalu lintas pada jam puncak terhadap kadar CO digunakan uji statistik *Non Parametrik Kruskal-Wallis* dilanjutkan dengan *Uji Mann-Whitney* untuk mengetahui perbedaan antar waktu pengukuran.

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Gambaran Tingkat Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) di Lokasi Penelitian

Gambaran tingkat konsentrasi gas CO diperoleh setelah dilakukan pengukuran di tiga lokasi, yaitu:

- Persimpangan jalan Barito dan Kaligawe sebagai titik pertama (jembatan Kaligawe).
- Traffic light persimpangan jalan terminal Terboyo dan Jalan Kaligawe sebagai titik kedua.
- Didepan pom bensin jalan Kaligawe Semarang sebagai titik ketiga.

Hasil pengukuran yang kemudian ditabulasikan dapat dilihat pada Tabel 4.1 sebagai berikut :

Tabel 4.1. Distribusi Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Berdasarkan Waktu Dan Titik Pengambilan Sampel ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Waktu Pengambilan	TITIK PENGAMBILAN SAMPEL			Jumlah	Rata-rata
	JEMBATAN KALIGAWA	TERMINAL TERBOYO	SPBU TERBOYO		
	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
	1	2	3		
Pagi	19,954	19,221	23,845	62,720	20,907
Siang	10,116	13,295	6,936	30,347	10,116
Sore	21,967	36,997	35,262	94,226	31,409
Malam	10,116	8,960	8,960	28,036	9,345

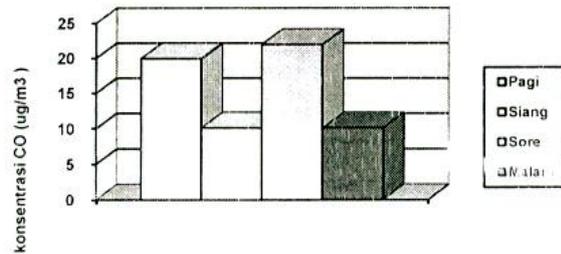
Data Primer Penelitian

a. Lokasi I : Jembatan Kaligawe

Berdasarkan hasil pengukuran, seperti terlihat pada tabel IV.2 dan gambar 4.1 diketahui dapat disimpulkan bahwa tingkat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di Jembatan Kaligawe tertinggi terjadi pada waktu sore hari.

Tabel 4.2. Tingkat Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) di Jembatan Kaligawe

No	Waktu	Kons. CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Peringkat
1	Pagi	19,954	II
2	Siang	10,116	III
3	Sore	21,967	I
4	Malam	10,116	III



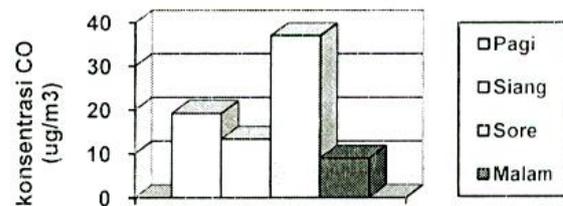
Gambar 4.1. Tingkat Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) di Jembatan Kaligawe

b. Lokasi II : *Traffic Light* Terminal Terboyo Kaligawe

Berdasarkan hasil pengukuran seperti terlihat pada tabel IV.3. dan gambar 4.2, dapat disimpulkan bahwa tingkat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di *Traffic Light* Terminal Terboyo - Kaligawe tertinggi pada waktu sore hari

Tabel 4.3. Tingkat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di *Traffic Light* Terminal Terboyo – Kaligawe

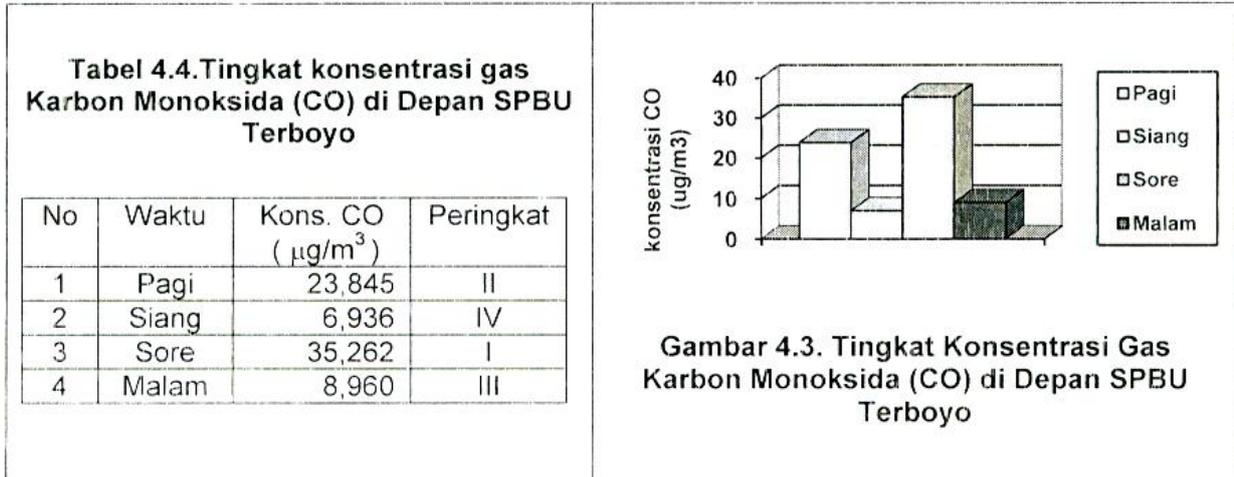
No	Waktu	Kons. CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Peringkat
1	Pagi	19,221	II
2	Siang	13,295	III
3	Sore	36,997	I
4	Malam	8,960	IV



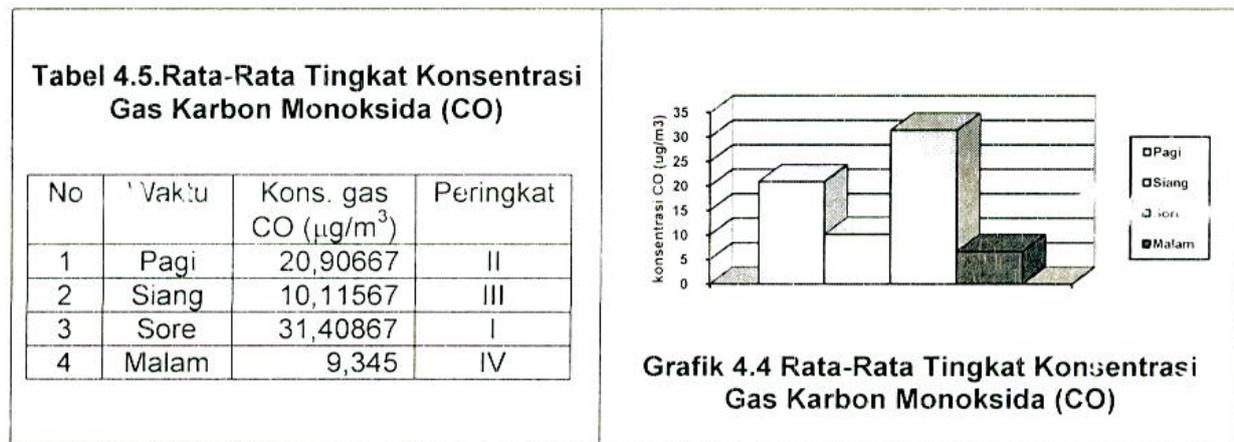
Gambar 4.2 Tingkat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di *Traffic Light* Terminal Terboyo –Kaligawe

c. Lokasi III Depan SPBU Terboyo

Berdasarkan hasil pengukuran seperti terlihat pada tabel IV 4 dan gambar 4.3, dapat disimpulkan bahwa tingkat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di depan SPBU Terboyo tertinggi pada waktu sore hari



Selanjutnya dapat diketahui rata-rata tingkat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) secara keseluruhan di tiga tempat penelitian, adalah sebagai berikut



Berdasarkan data diatas dapat disimpulkan bahwa rata — rata tingkat konsentrasi gas karbon monoksida (CO) pada waktu lalu lintas jam puncak adalah sebagai berikut, pagi sebesar 20,907 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siang 10,116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan konsentrasi gas CO tertinggi pada lalu lintas jam puncak sore sebesar 31,409 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, serta

terendah pada jam lalu lintas senggang (malam) hanya sebesar 9.345 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Berdasarkan data di atas, dapat dilihat pula bahwa lokasi dengan tingkat konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) yang tertinggi yaitu di traffic light persimpangan jalan

terminal Terboyo dan Jalan Kaligawe. Hal tersebut dapat dipahami bahwa lokasi tersebut merupakan tempat keluar masuknya bus dari terminal Terboyo menuju arah timur maupun arah barat yang berpotongan dengan ruas jalan raya Kaligawe yang sangat padat. Adapun area di depan SPBU Terboyo, arus lalu lintas dari terminal Terboyo yang sudah dipecah ke barat dan ke timur, sudah mengurangi kepadatan lalu lintas, akan tetapi di depan SPBU adalah titik pemberangkatan lalu lintas yang baru mengisi BBM sehingga meningkatkan tingkat konsentrasi CO. Adapun lalu lintas yang menuju arah barat, kepadatannya dibagi tiga yaitu menuju selatan ke arah jalan tol dan ke arah utara melewati jalan arteri jurusan pelabuhan-Kalihanteng, sehingga tingkat konsentrasi gas CO di Jembatan Kaligawe lebih rendah daripada di dua titik yang lain.

4.2. Analisis Pengaruh Lalu Lintas Jam Puncak terhadap Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO)

Untuk mengetahui adanya pengaruh lalu lintas jam puncak terhadap konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di Jalan Raya Kaligawe Semarang, dapat diuraikan berdasarkan perhitungan Kruskal Wallist Test yang diolah menggunakan program SPSS 12. Adapun hasil ujiannya adalah seperti

disajikan pada tabel berikut ini.

Tabel 4.6. Hasil Analisis Kruskal Wallist Test

Ranks			
	WAKTU	N	Mean Rank
Konsentrasi Gas Monoksida	Pagi	3	8,33
	Siang	3	3,83
	Sore	3	10,67
	Malam	3	3,17
	Total	12	

Test Statistics^{a,b}

	Konsentrasi Gas Monoksida
Chi-Square	9,050
df	3
Asymp. Sig.	,029

a. Kruskal Wallis Test

Grouping Variable WAKTU

Dari tabel tersebut terlihat bahwa nilai hasil analisis statistik dengan signifikansinya sebesar 0,029. Maka dapat disimpulkan bahwa angka tersebut menunjukkan angka yang signifikan sehingga dapat disimpulkan rata-rata konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) pada keempat kelompok waktu tersebut memang bervariasi nyata. Setelah diketahui bahwa ada variasi yang signifikan di antara keempat waktu pengambilan sampel (pagi, Siang, sore dan malam), maka selanjutnya diuji perbedaan antar waktu dengan *Mann Whitney Test*. Adapun ringkasan hasil ujiannya seperti pada tabel berikut ini

Tabel 4.7. Hasil Analisis Mann Whitney Test

Perbedaan Waktu Pengambilan	Sig.	Keterangan
Pagi dan Siang	0,050	Signifikan
Pagi dan Sore	0,100	Tidak Signifikan
Pagi dan Malam	0,046	Signifikan
Siang dan Sore	0,050	Signifikan
Siang dan Malam	0,653	Tidak Signifikan
Sore dan Malam	0,046	Signifikan

Berdasarkan hasil analisis Mann Whitney Test diatas maka terlihat perbedaan yang signifikan terhadap konsentrasi CO pada waktu pagi dan siang, pagi dan malam, siang dan sore, sore dan malam yang berarti bahwa konsentrasi gas CO berbeda nyata. Sedangkan pada waktu pagi dan sore, serta siang dan malam tingkat konsentrasi gas CO tidak signifikan yang berarti bahwa gas CO tidak berbeda nyata. Dapat disimpulkan bahwa lalu lintas jam puncak berpengaruh terhadap konsentrasi gas CO di Jalan Raya Kaligawe Semarang.

4.3. Pembahasan

Berdasarkan uji statistik *Kruskal Wallis Test* didapatkan signifikansi sebesar 0,029 yang lebih kecil dibandingkan dengan $\alpha = 0,05$ yang menunjukkan bahwa lalu lintas jam puncak berpengaruh terhadap konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) di jalan Raya Kaligawe Semarang. Peningkatan konsentrasi Karbon Monoksida (CO) meningkat secara signifikan pada waktu pagi dan sore hari dibandingkan pada waktu senggang (malam). Peningkatan konsentrasi Karbon Monoksida (CO) tertinggi pada waktu sore hari, yaitu rata-rata sebesar $31,409 \mu\text{g}/\text{m}^3$. pada waktu sore tersebut bersamaan dengan berakhirnya jam kerja kantor atau pergantian jam kerja industri di sekitar jalan raya Kaligawe. Perlu diketahui bahwa sepanjang jalan raya Kaligawe terdapat banyak perkantoran dan industri, baik Lingkungan Industri, Kecil Bugangan Baru maupun Taman Industri Terboyo yang jumlahnya ratusan dan terdapat puluhan ribu

orang tenaga kerja. Kegiatan ekonomi yang tinggi di sekitar jalan tersebut akan meningkatkan tingkat kepadatan arus lalu lintas pada jam-jam sibuk yang disebut jam puncak kepadatan arus lalu lintas.

Tingginya konsentrasi Karbon Monoksida (CO) pada sore hari melebihi pada waktu pagi hari. Meskipun pada waktu pagi hari jalan raya tersebut sangat padat oleh kendaraan akibat arus pekerja yang berangkat bekerja dan pelajar yang berangkat sekolah, kepadatan ini tidak jauh berbeda dengan kepadatan lalu lintas pada sore hari. Faktor penyebabnya berdasarkan pengamatan adalah pada waktu sore hari, mulai keluar dan masuknya kendaraan-kendaraan besar seperti truk, tronton, dan trailer di sekitar kawasan industri. Adapun dari terminal Terboyo pada sekitar jam 17.00 WIB merupakan puncak pemberangkatan bus-bus malam besar antar provinsi baik yang ke arah Jawa Barat dan Jakarta maupun ke arah Surabaya dan kotakota di Jawa Timur yang menambah kepadatan arus lalu lintas pada sore hari.

Menurut Menurut Wardhana (2000) Semakin tinggi suhu hasil pembakaran maka jumlah gas CO yang terdisosiasi menjadi CO dan O_2 akan semakin banyak. Suhu tinggi, merupakan pemicu terjadinya gas CO. Hal ini dikuatkan dengan hasil penelitian di Surabaya oleh Wijoyo(2003) disimpulkan bahwa sektor transportasi merupakan penyumbang terbesar pencemaran udara dengan emisi gas mencapai 54.800 ton pertahun 9.8% merupakan gas CO, hal ini ternyata berdampak pada peningkatan suhu $0,5 \text{ }^\circ\text{C}$

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tingkat konsentrasi gas karbon monoksida (CO) pada kepadatan lalu lintas di Jalan Raya Kaligawe Semarang didapatkan tingkat konsentrasi gas karbon monoksida (CO) pada jam puncak pagi rata — rata sebesar 20,907 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, siang 10,116 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan tingkat konsentrasi gas karbon monoksida (CO) tertinggi pada jam puncak sore rata — rata sebesar 31,409 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, serta tingkat konsentrasi terendah pada waktu lalu lintas sepi (malam) rata — rata hanya sebesar 9,345 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kepadatan lalu lintas pada jam puncak berpengaruh terhadap konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di jalan Raya Kaligawe Semarang

5.2. Saran

- a. Bagi Masyarakat Khususnya pemilik mobil penumpang dan kendaraan angkutan barang, agar lebih memperhatikan kondisi sistem pembuangan gas hasil pembakaran bahan bakar pada kendaraannya. Mereka perlu memberi filter pada sistem pembuangan yang memiliki gas buang berlebihan, reparasi sistem injeksi bahan bakar, pemakaian bahan bakar yang ramah lingkungan, dan lain-lain.
- b. Bagi instansi Kesehatan : Dalam memberikan pelayanan dibidang kesehatan yang perlu ditingkatkan adalah penyuluhan dan sosialisasi kesehatan terutama tentang pencernaan udara dan bahayanya bagi kesehatan manusia, upaya pencegahan dan penanggulangannya.

- c. Bagi UNISSULA : Pihak UNISSULA dapat lebih berperan dalam program penghijauan sepanjang jalan Kaligawe bekerja sama dengan pemerintah dan perusahaan-perusahaan yang berada di kawasan Kaligawe seperti Lingkungan Industri Kecil Bugangan dan Kawasan Industri Terboyo.
- d. Bagi Pemerintah : Membuat jalan satu jalur bagi kendaraan yang masuk ke Kota Semarang agar dapat mengurangi kepadatan lalu lintas terutama jam lalu lintas puncak di Jalan Raya Kaligawe, sehingga pencernaan udara yang disebabkan oleh pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor dapat dikurangi, dan melakukan kerjasama antar instansi terkait untuk mengatur tingkat emisi gas buang kendaraan, serta menyediakan bahan bakar yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, T.Y., 1992, *Polusi Udara dan Kesehatan*, Arcan, Jakarta.
- Amiroh, Kurnia, 2004. *Studi Karakteristik Lalu Lintas Di Jalan Raya Kaligawe Semarang*, Tugas Akhir Fakultas Teknik Sipil Unissula Semarang.
- BPLHD, 2004, *Parameter Partikulat PM 10 Indeks Standar: Pencemaran Udara*, BPLHD, Jakarta.
- DEPKEH RI, 1991, *Dampak Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Manusia*, DEPKEH RI, Jakarta
- Lippmann, M, Schsinger, R, 1979, *Chemical Contamination in Human Environment*, Oxford University, New York.

Microsoft Encarta* *Perpustakaan*
Acuan,2005, *Ensiklopedia Digital*,l.

Sastrawijaya,T, 1997, *Pencemaran.*
Lingkungan, Kinetika Cipta, Jakarta

Soeharyono,A,2004, *Tingginya Permintaan Akan*
Kendaraan bermotor dan Tingkat
Kemacetan Lalu Lintas di

jakarta,[http://search Yahoo.Com/search?](http://search.yahoo.com/search?U=www.google.co.id)
[U=www.google. co. uu=for.](http://www.google.co.id)

Suparmoko. M,2000. *Ekonomi Lingkungan .I*
BPFE,Yogyakarta.

Wardhana,W,A,2000. *Dampak Pencemaran*
Lingkungan, Andi Offset, Yogyakarta