

World Health Organization (1998) *Environmental Health Criteria No. 7, Photochemical oxidants*. Geneva.

World Health Organization (1999) *Environmental Health Criteria No. 8, Sulfur oxides and suspended particulate matter*. Geneva

Mursid Raharjo, *Sebaran Pb dari Emisi Kendaraan Bermotor*, Jurnal Kimia Lingkungan, FMIPA Unair, Vol 9, 2007

Macam Operasi	HC tak terbakar % ₀	CO % ₀	NO % ₀	H %	CO ₂ %	Udara %
Jalan di tempat	0,750	5,2	0,030	1,70	9,50	13,0
Jalan biasa	0,300	0,8	1,500	0,20	12,50	13,1
Dipercepat	0,400	5,2	3,000	1,20	10,20	13,2
Diperlambat	4,000	4,2	0,006	1,70	9,50	13,0

Sumber : *Enviromental Effects of Motor Vehicle Fuels*, 2002

DAFTAR PUSTAKA

Bappeda Kota Semarang, 2004, *Urban Management and Quality Of Life Improvement*, Semarang.

Beroya A, 2001, *Mengenal Lingkungan Hidup*, Yakoma, Jakarta.

Daniel W.W, 1987, *Biostatistics A Foundation for Analysis in the Health Science*, New York, John Wiley and Sons.

Davis L, Cornwell D, 1991, *Introduction To Environmental Engineering*, Mc Graw Hill, Inc, New York.

International Workshop on Human Health and Enviromental Effects of Motor Vehicle Fuels snd Their Exhaust Emissions, Sydney, Australia, 6- 10 April 2002

Kememtrian Lingkungan Hidup, 2003, *Laporan Hasil Identifikasi Pencemaran Udara 6 Kota Besar di Indonesia*, Jakarta

Laboratorium Toyota, *Emisi Kendaraan Bermotor Berbagai Pengoperasian*, Majalah Mobil Motor, edisi maret 1999

Mantra IB, 2000, *Langkah-Langkah Penelitian Survai, Usulan Penelitian dan Laporan Penelitian*, Yogyakarta, BPF-G-UGM.

Nazir M, 1983, *Metode Penelitian*, Jakarta, Ghalia Indonesia.

OKE TR, 2000, *Boundary Layer Climate*, Morumora, Tokyo

Reksohadiprojo, Budi Purnomo, 2002, *Ekonomi Lingkungan*, BPFE, Yogyakarta.

Kupchella CE & Hyland MC (2003) *Environmental Science, Living within the system of nature*. Pp 270- 307

World Health Organization (1997) *Environmental Health Criteria No. 3, Lead*. Geneva.

World Health Organization (1997) *Environmental Health Criteria No. 4, Oxides of nitrogen, Carbon Monokside* Geneva.

LAMPIRAN

Tabel 1

HASIL PENGUKURAN KUALITAS UDARA DAN KARBOKSIHAEMOGLOBINE									
RUAS JALAN NASIONAL DI KOTA SEMARANG TAHUN 2009									
No	Lokasi Penelitian	Karbon Monoksida (CO)		Kepadatan Lalu Lintas (kend/jam)		% Vol CO /100 midarah		% Karboksiaemoglobine (COHb)	
		satuan	besaran	satuan	besaran	satuan	besaran	satuan	besaran
1	Jl. Perintis Kemerdekaan-1 (Perbatasan)	µg/m ³	6.865,29	smp	9.780	%	0,84	%	4,2
2	Jl. Perintis Kemerdekaan-2 (Kodam)	µg/m ³	3.432,78	smp	9.780	%	0,28	%	1,4
3	Jl. Setyabudi - 1 (BLK Penca)	µg/m ³	6.865,50	smp	10.850	%	1,12	%	5,6
4	Jl. Setyabudi - 2 (Terminal B.Manik)	µg/m ³	9.154,07	smp	10.865	%	1,68	%	8,4
5	Jl. Siliwangi - 1 (No 240)	µg/m ³	5.721,29	smp	11.160	%	0,56	%	2,8
6	Jl. Jendral Sudirman (PT. Saka Tinta)	µg/m ³	6.865,50	smp	13.140	%	1,12	%	5,6
7	Jl. Jendral Sudirman (Pos Polisi)	µg/m ³	8.009,81	smp	13.104	%	1,68	%	8,4
8	Jl. Kaligawe - 1 (Depan BRI)	µg/m ³	5.662,23	smp	7.260	%	0,56	%	2,8
9	Jl. Kaligawe - 2 (Palang KA)	µg/m ³	4.577,03	smp	6.960	%	0,28	%	1,4
10	Jl. Kaligawe - 3 (Depan Bengkel)	µg/m ³	3.432,78	smp	7.640	%	1,12	%	5,6
11	Jl. Raya Kaligawe (Unisula)	µg/m ³	6.865,50	smp	6.660	%	2,24	%	11,2
12	Jl. Bangetayu (Polsek)	µg/m ³	5.721,29	smp	6.850	%	0,84	%	4,2

Nb : Kadar Normal Karboksiaemoglobine dalam darah 0,5g/100 gr Hb.

Tabel 2

Tingkat Bahaya Polutan Udara pada Kesehatan Manusia

Kategori	Rentang	Carbon Monoksida (CO)	Nitrogen (NO ₂)	Ozon (O ₃)	Sulfur Oksida (SO ₂)	Partikulat
Baik	0-50	Tidak ada efek	Sedikit Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan SO ₂ setelah 4 jam.	Luka pada beberapa spesies tumbuhan akibat kombinasi dengan O ₃ setelah 4 jam.	Tidak ada efek
Sedang	51- 100	Perubahan Kimia darah tapi tidak terdeteksi	Berbau	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Luka pada beberapa spesies tumbuhan	Terjadi Penurunan pada jarak pandang
Tidak Sehat	101-199	Peningkatan pada gejala kardiovaskular pada perokok yang sakit jantung.	Bau dan kehilangan warna.Peningkatan reaktivitas pembuluh tenggorokan pada penderita asma.	Penurunan kemampuan pada atlet yang berlatih keras.	Bau Meningkatnya kerusakan tanaman	Jarak pandang turun dan terjadi pengotoran debu dimana-mana.
Sangat Tidak Sehat	200-299	Meningkatnya gejala kardiovaskular pada orang bukan perokok yang berpenyakit jantung dan akan tampak beberapa kelemahan yang terlihat secara nyata.	Meningkatnya sensitifitas yang berpenyakit asma dan bronchitis.	Olah raga ringan mengakibatkan pengaruh pernafasan pada pasien yang berpenyakit paru-paru kronis.	Meningkatnya sensitifitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis.	Meningkatnya sensitifitas pada pasien berpenyakit asma dan bronchitis.
Berbahaya	300 - lebih	Tingkat yang berbahaya bagi semua populasi yang terpapar.				

Sumber : *Kementraian Lingkungan Hidup, 2003*

Tabel 3

Emisi gas buang berbagai pengoperasian kendaraan bermotor

pandangan kabur; - 5,0 % : Perubahan fungsi jantung; - 10,0 - 80,0 %: Kepala pusing, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas, kematian (Philip Kristanto (2002), Ekologi Industri.)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Konsentrasi Karbonmonoksida (CO) berada pada rentang 3.432,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ -9.154,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, dengan rata-rata sebesar 6.097,75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi Karboksihaemoglobine (COHb) pada rentang 1,4 % hingga 12,2%. Kepadatan lalu lintas bervariasi antara 6.660 smp/jam hingga 13.140 smp/jam. Koefisien korelasi (r) antara kepadatan lalu lintas dan konsentrasi CO ambien (r) sebesar 0,495. Sedangkan koefisien korelasi (r) antara CO ambien dan COHb sebesar 0,66,. Konsentrasi COHb untuk masyarakat di wilayah perkotaan sudah berada di atas kondisi normal, sebesar 0,5gr/100 gr darah (0,5%). Kualitas udara jalan Nasional sudah berada pada tataran kewaspadaan, sedangkan untuk konsentrasi Karboksihaemoglobine darah (COHb) sudah pada tataran yang membahayakan.

Sangat disarankan untuk mereduksi jumlah kendaraan, menerbitkan regulasi untuk usia kendaraan, dan memberikan pendidikan kepada masyarakat beresiko tinggi, untuk penggunaan Alat Pelindung Diri.

Pengaruh terhadap janin pada prinsipnya adalah karena pajanan CO pada kadar tinggi dapat menyebabkan kurangnya pasokan oksigen pada ibu hamil yang konsekuennya akan menurunkan tekanan oksigen di dalam plasenta dan juga pada janin dan darah. Hal ini dapat menyebabkan kelahiran prematur atau bayi lahir dengan berat badan rendah dibandingkan normal. Menurut evaluasi WHO, kelompok penduduk yang peka (penderita penyakit jantung atau paru- paru) tidak boleh terpajan oleh CO dengan kadar yang dapat membentuk COHb di atas 2,5%. Kondisi ini ekuivalen dengan pajanan oleh CO dengan kadar sebesar 35 mg/m³ selama 1 jam, dan 20 mg/mg selama 8 jam. Oleh karena itu, untuk menghindari tercapainya kadar COHb 2,5- 3,0 % WHO menyarankan pajanan CO tidak boleh melampaui 25 ppm (29 mg/m³) untuk waktu 1 jam dan 10 ppm (11,5 mg/mg³) untuk waktu 8 jam (WHO, Environmental Heal Criteria, 1997,1998,1999)

Didalam darah secara alami terdapat 0,8% CO Hb sebagai hasil proses katabolisme (pemecahan satu zat menjadi beberapa zat). Untuk perokok tembakau kadar tersebut naik menjadi sekitar 15%. Bila kadar CO di udara sekeliling lebih rendah dari nilai equilibrium, maka orang akan mengeluarkan CO sampai nilai equilibrium tercapai. Contoh nilai equilibrium adalah 117 miligram CO per mililiter udara pada kadar COHb dalam darah 16%. Pada nilai equilibrium seseorang yang menghisap udara mengandung CO secara terus-menerus tidak menyebabkan naiknya kadar COHb dalam darah. Gas CO tidak berwarna, tidak berbau, tidak berasa, tidak merangsang. Berat spesifik sama dengan berat udara. Berat molekul 28. Daya larut dalam air adalah 3.5 mililiter per 100 mililiter air pada suhu 0⁰ C, dan 1,5 mililiter pada suhu 60⁰ C. Gejala-gajala keracunan CO sangat berbeda-beda tergantung dari derajat kekurangan oksigen (hypoxia), dimana hal ini tergantung kepada kadar COHb dalam darah. Pada konsentrasi CO di udara mencapai 0,1% menyebabkan penurunan kapasitas darah dalam mengangkut oksigen sebesar 50%, sedangkan pada kadar 0,05% menyebabkan orang pingsan. Pada lalu lintas yang ramai terdapatnya kadar CO yang sangat kecil saja di udara, menyebabkan berkurangnya daya penglihatan, turunnya daya konsentrasi, dan menurunnya reaksi fisik (Beroya, 2002 ; Davis, L, 1991).

Berikut pengaruh CO Hb (dalam %) terhadap kesehatan : - < 1,0 % :Tidak ada pengaruh; - 1,0 - 2,0 % :Penampilan agak tidak normal; - 2,0 - 5,0 % :Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, reaksi panca indra tidak normal,

Hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi COHb pada seluruh sampel yang diteiliti darahnya telah melebihi baku mutu kondisi normal. Konsentrasi COHb berada pada rentang 1,4 – 11,2 %COHb, sedangkan konsentrasi normal sebesar 0,5% COHb. Setiap konsentrasi 1 µg/m³ Karbon monoksida (CO) akan mampu memberikan COHb **0,0012 %**. Tingginya konsentrasi tersebut disebabkan oleh adanya paparan Karbonmonoksida (CO) ambient. Adanya proses respirasi menyebabkan CO udara ambient terikat dalam sel darah merah. Zat pencemar yang terdapat di udara sangat banyak macamnya, akan tetapi yang dianggap sebagai yang utama adalah karbonmonoksida, sulfurdioksida, nitrogendioksida, hidrokarbon, dan debu (partikel-partikel). Pengaruh langsung yang dapat diamati dari lima zat di atas terhadap kehidupan manusia dan bentuk kehidupan lainnya sangat berbeda-beda, dari pengaruh yang berat (mematikan sampai pengaruh yang ringan (menimbulkan perasaan yang jengkel). Adanya zat pencemar di udara disertai oleh pengaruh yang lain mempunyai kecenderungan untuk menaikkan jumlah penderita atau memperberat penyakit kanker paru-paru, emphysema, TBC, pneumonia, bronchitis, asthma, dan bahkan influenza. Yang dimaksud dengan pencemaran udara adalah bila udara di sekeliling/ di sekitar rumah mengandung zat pencemar dalam kadar yang berbahaya bagi manusia atau lingkungannya (WHO, Environmental Health Criteria, 1997,1998,1999)

Karbon dioksida berasal dari unsur arang (karbon) yang terdapat dalam batubara , arang kayu, kayu, kertas, minyak tanah, oli, solar, bensin yang terbakar tidak secara sempurna. Senyawa CO sangat mudah berkaitan dengan hemoglobin (Hb), bila dibandingkan dengan daya ikat oksigen dengan Hb maka daya ikat CO adalah 240 kali daya ikat oksigen. (Beroya, 2002; Reksohadiprojo, 2002)

Karbon monoksida dapat terikat dengan haemoglobin darah lebih kuat dibandingkan dari oksigen membentuk karboksihaemoglobin (COHb), sehingga menyebabkan terhambatnya pasokan oksigen ke jaringan tubuh. Paparan CO diketahui dapat mempengaruhi kerja jantung (sistem kardiovaskuler), sistem syaraf pusat, juga janin, dan semua organ tubuh yang peka terhadap kekurangan oksigen. Pengaruh CO terhadap sistem kardiovaskuler cukup nyata teramati walaupun dalam kadar rendah. Penderita penyakit jantung dan penyakit paru merupakan kelompok yang paling peka terhadap paparan CO.

Pada umumnya kendaraan bermotor melakukan pembuangan partikel pencemar udara melalui cerobong knalpot dan dibuang ke udara terbuka. Sebagai pencemar udara gas buangan akan bercampur dengan udara ambien. Ke arah horisontal pencemar tersebut akan terbawa sesuai arah angin dan jatuh ke permukaan bumi sesuai dengan down wind, biasanya dalam kondisi normal berjarak 3 m – 30 m. Dalam proses pergerakan bahan pencemar akan tercampur dengan udara ambien dan menyebar ke segala arah.

Downwind adalah daerah dimana akibat pengaruh perubahan atmosfer, menyebabkan asap turun hingga permukaan bumi. Jarak downwind dengan knalpot (sumber emisi) tergantung dari stabilitas atmosfer, karakteristik permukaan bumi (topografi) dan arah kecepatan angin. Semakin jauh downwind maka daerah yang terpapar juga semakin jauh. Arah dan kecepatan angin berpengaruh terhadap arah dan jauh penyebaran bahan pencemar dari sumber pencemarnya. Kecepatan angin berpengaruh terhadap mekarnya asap dan kecepatan percampuran antara asap sumber pencemar dengan udara sekitarnya. Stabilitas atmosfer berpengaruh terhadap turbulensi pergerakan udara di atmosfer dan turbulensi pergerakan asap di atmosfer. Semakin turbulen atmosfer akan semakin tidak stabil dan memiliki tenaga semakin besar dalam melakukan penyebaran materi pencemaran udara ke atmosfer.

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa setiap kendaraan yang beroperasi di Kota Semarang memberikan kontribusi 2.718,19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada udara ambient. Semakin tinggi kepadatan lalu lintas akan semakin tinggi juga emisi karbon monoksida yang diberikan. Penyebaran emisi ini terpapar hingga jarak 50 m searah dengan kecepatan angin untuk gas dan hingga jarak 250 m untuk partikel padat (Mursid R, et al, Jurnal Kimia Lingkungan, 2007). Terjadinya kemacetan lalu lintas akan memperbesar emisi gas Karbonmonoksida (CO) karena terjadi pembakaran yang tidak sempurna, hingga hampir 6 kali bila lalu lintas tidak mengalami kemacetan. Paparan tersebut yang memberikan beban kepada masyarakat disekitar jalan baik pemukim, pengasong, polisi lalu lintas, pekerja di pinggir jalan, karena mereka menghirup Karbonmonoksida (CO) setiap harinya.

3.3.2 Pengaruh karbonmonoksida (CO) terhadap Konsentrasi Karboksihemoglobine (COHb)

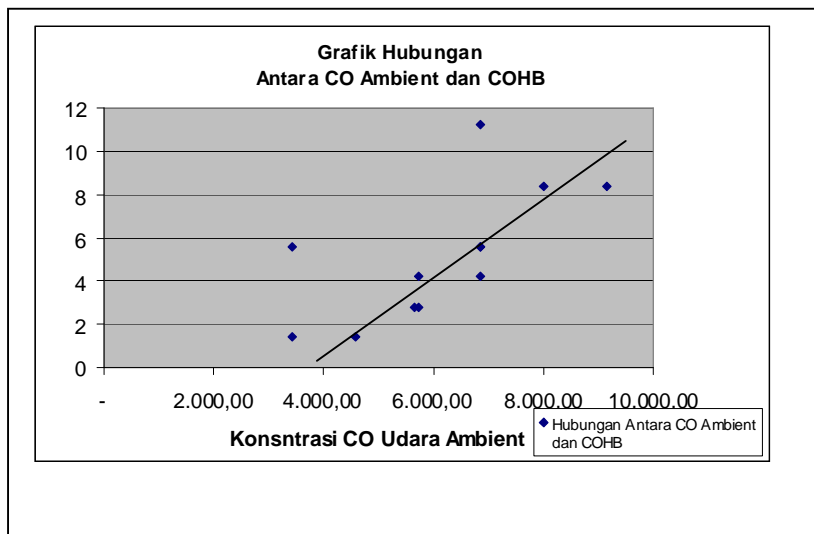
Perbandingan campuran bahan bakar dengan udara, yang baik adalah lima belas unit udara per unit bahan bakar. Campuran ini dinamakan campuran ideal. Akan tetapi dalam kenyataan gas buang dari pipa pembuangan mengandung hidrokarbon (HC) yang tidak terbakar, gas karbonmonoksida (CO), gas nitrogenoksida (NO), gas nitrogen (NO), gas hidrogen (H), dan gas karbondioksida (CO₂) (Davis L, 1991). Masing-masing gas tersebut jumlahnya berubah-ubah sesuai dengan cara pengoperasian mesin. Komposisi gas buang dan cara pengoperasian mesin, seperti dalam contoh berikut ini. Berbagai konsentrasi emisi gas buang pada beberapa model pengoperasian kendaraan bermotor, hasil penelitian yang telah dilakukan (Tabel 3 Lampiran) pada pengoperasian kendaraan stasioner memberikan kontribusi Karbonmonoksida CO 6 kali dibandingkan dengan kendaraan berjalan biasa (Majalah Mobil Motor, 1999).

Pembakaran Mesin Bensin (Kupchella et al,2003)

Setiap mesin empat tak, berlaku konsep seperti dalam gambar. Pada tipikal mesin mobil seperti tersebut, dengan tidak adanya alat kontrol polusi udara, campuran antara bahan bakar dan udara masuk kedalam silinder menggunakan karburator dan ditekan dengan *spark plug*. Energi yang muncul berupa percikan listrik akan menekan piston dan dipindahkan dengan menggunakan crankshaft dan menggerakkan mobil atau motor. Pembakaran akan mengirimkan campuran sisa pembakaran melalui pipa knalpot. Satu kilogram pembakaran gasoline dapat dibakar dengan sempurna bila bercampur dengan 15 kg udara. Sehingga tenaga maksimum, dapat terjadi bila proporsi antara udara dan bahan bakar harus lebih rendah dari angka tersebut. Kebanyakan mesin dirancang dengan proporsi antara bahan bakar dan udara 1-15 antara udara dan bahan bakar. Pembakaran akan menghasilkan karbon dioksida dan air. Pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan karbon monoksida, bahan lain yang tidak terbakar dan hidrokarbon. Pembakaran dengan panas dan tekanan yang tinggi juga sebagai penyebab mengapa dalam proses ini menghasilkan CO_x, NO_x (Davis L, 1991)

Penyebaran Polutan ke Udara Ambient

Emisi dari kendaraan bermotor akan menyebar ke lingkungan. Terdapat 4 Faktor yang mempengaruhi penyebaran partikel pencemar udara di atmosfer yaitu karakteristik sumber pencemar, jarak jatuhnya angin ke permukaan bumi (*downwind*), arah&kecepatan angin dan stabilitas atmosfer (Oke, TR, 2000).



3.3 Pembahasan

3.3.1 Kepadatan Lalu Lintas dan Konsentrasi Karbonmonoksida (CO)

Kontribusi CO Oleh Pembakaran Kendaraan Bermotor

Konsentrasi Karbonmonoksida CO diruas jalan nasional sudah mengkhawatirkan. Hasil penelitian berada pada kisaran 3.432,78 µg/m³ hingga 9.154,07 µg/m³ (Tabel 1, Lampiran), sudah mendekati ambang baku mutu kualitas udara ambient sebesar 15.000 µg/m³ (Kementrian LH, 2003, Baku Mutu Udara Ambient). Penelitian lain pada Pusat Kota Semarang konsentrasi telah mencapai angkat sekitar 19.000 µg/m³ (Suara Merdeka, 13 Juni 2009). Menurut hukum kekekalan massa untuk mendapatkan massa hasil produksi diperlukan suatu proses untuk mengubah massa faktor produksi/makanan. Pada umumnya jumlah hasil produksi yang terpakai lebih kecil dari jumlah hasil produksi yang dihasilkan dari suatu proses dan sisanya dibuang sebagai limbah. Secara umum rekasi pembakaran bahan bakar fosil pada proses kendaraan bermotor mengikuti reaksi sebagai berikut (Davis L, 1991).



Dari persamaan tersebut semakin banyak bahan bakar yang diuraikan oleh mesin kendaraan, maka akan semakin tinggi emisi Karbonmonoksida (CO) yang dihasilkan.

3.2 Analisis Hubungan Antar Vareabel

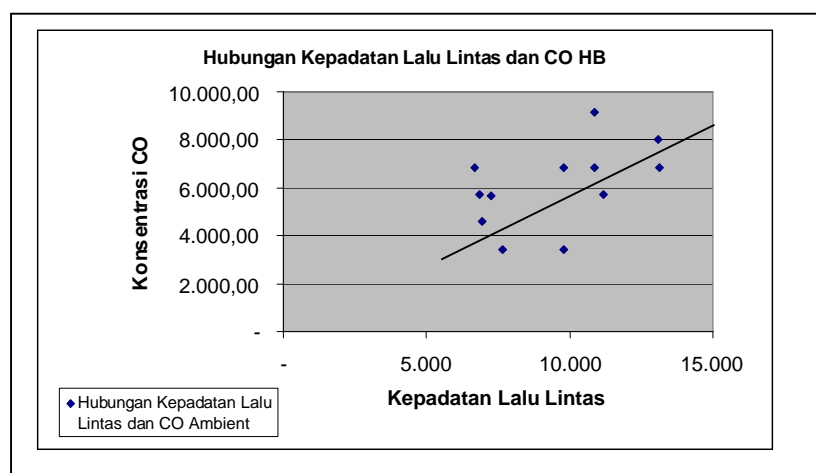
Analisis dilakukan untuk mengetahui hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi konsentrasi Karbonmonoksida (CO) udara ambient. Keakuratan hubungan menunjukkan untuk besaran pengaruh kepadatan lalu lintas terhadap konsentrasi Karbonmonoksida pada setiap ruas jalan. Hasil analisis menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,495. Nilai tersebut memberikan gambaran hubungan tersebut berada pada kategori sedang. Sedangkan nilai koefisien determinasi (r^2), sebesar 0,25. Nilai tersebut memberikan gambaran kontribusi kepadatan lalu lintas terhadap konsentrasi CO ambient sekitar 25%. Hasil analisis menunjukkan hubungan antara kepadatan lalu lintas dengan konsentrasi Karbonmonoksida (CO) udara ambient dapat didekati dengan formula sebagai berikut :

$$\text{CO (Y)} = 0,36 \text{ Kepadatan Transportasi (X)} + 2.718,19$$

Analisis hubungan antara konsentrasi Karbonmonoksida (CO) dengan Konsentrasi Karboksiaemoglobine (COHb) masyarakat beresiko tinggi dilakukan dengan perhitungan koefisien korelasi. Hasil perhitungan menunjukkan nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,66. Keakuratan hubungan menunjukkan untuk besaran pengaruh konsentrasi Karbonmonoksida terhadap konsentrasi Karboksiaemoglobine (COHb). Nilai tersebut memberikan gambaran hubungan tersebut berada pada kategori kuat. Sedangkan nilai koefisien determinasi (r^2), sebesar 0,44. Nilai tersebut memberikan gambaran kontribusi kepadatan lalu lintas terhadap konsentrasi CO ambient sekitar 44%. Hasil analisis menunjukkan hubungan antara konsentrasi Karbonmonoksida (CO) udara ambient dengan konsentrasi Karboksiaemoglobine darah, dapat didekati dengan formula sebagai berikut :

$$\text{CO Hb (Y)} = 0,0012 \text{ Karbonmonoksida CO (X)} - 1,94$$

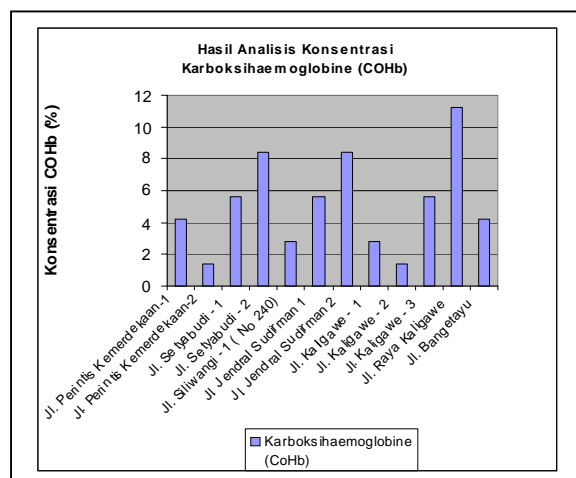
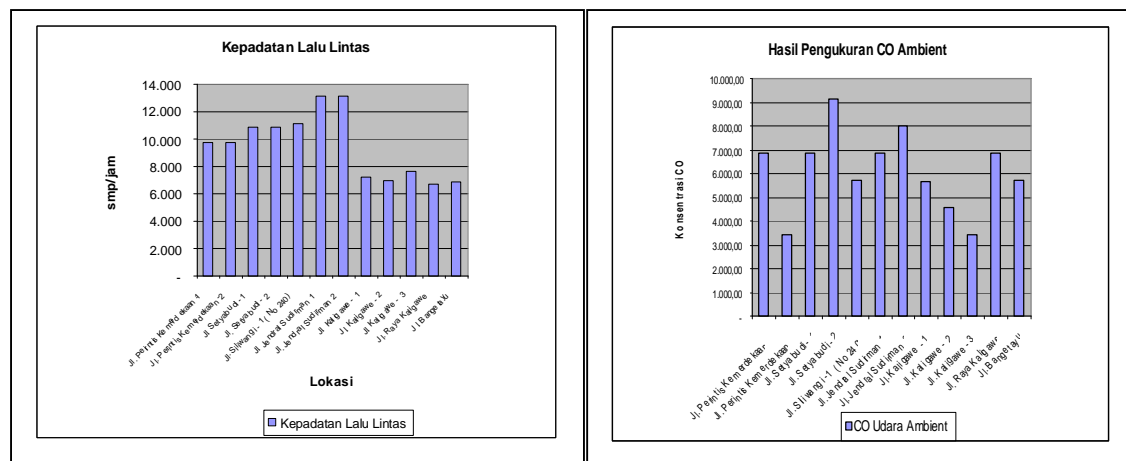
Hubungan antara kepadatan lalu lintas dan karbonmonoksida (CO) dan konsentrasi karboksiaemoglobine (COHb) disajikan pada grafik berikut.



(Tabel 1 Lampiran) Kepadatan untuk ruas Jalan Kaligawe memiliki angka rendah, hal ini disebabkan oleh terjadinya kemacetan pada ruas jalan tersebut. Kemacetan terjadi akibat proses pembangunan jalan.

Hasil penelitian untuk konsentrasi karbon monoksida (CO) pada ruas jalan nasional menunjukkan rentang antara 3.432,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ hingga 9.154,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Konsentrasi terendah terjadi pada ruas jalan Kaligawe sebesar 3.432,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sedangkan konsentrasi tertinggi terjadi di ruas Jalan Setyabudi sebesar 9.154,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Tabel 1 Lampiran).

Hasil penelitian konsentrasi Karboksihemoglobine darah pada masyarakat beresiko tinggi menunjukkan pada rentang 1,4-11,2% Haeomoglobin (COHb). Konsentrasi tertinggi terjadi pada ruas Jl. Kaligawe (depan Kampus UNISSULA) sebesar 11,2%, sedangkan konsentrasi terendah pada ruas Jl. Perintis Kemerdekaan sebesar 1,4% haemoglobine (Tabel 1 Lampiran).



Regresi linier dihitung dengan pendekatan (Daniel, 1987; Natsir, 1983)

$$Y = aX + b \dots\dots\dots(1)$$

Y = Konsentrasi Karbonmonoksida, Konsentrasi Karboksihemoglobine

X = Kepadatan lalu lintas, Konsentrasi Karbonmonoksida

a = Koefisien pengaruh

b = Intensep

Besarnya a dan b dilakukan pendekatan dengan perhitungan sebagai berikut :

$$a = \frac{\sum (X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\sum (X-\bar{X})^2}$$

$$b = \bar{Y} - a\bar{X}$$

Koefisien Korelasi dilakukan perhitungan dengan formula statistik sebagai berikut :

$$\text{Koef Korelasi} = \frac{\sum (X-\bar{X})(Y-\bar{Y})}{\sqrt{\sum (X-\bar{X})^2 \sum (Y-\bar{Y})^2}}$$

Untuk mengetahui koefisien korelasi antara variabel bebas dan variabel terikat maka dapat berpedoman pada ketentuan sebagai berikut : (Daniel, 1987; Mantra, 2003)

- a). 0,00 – 0,199 = tingkat hubungan sangat rendah
- b). 0,20 – 0,399 = tingkat hubungan rendah
- c). 0,40 – 0,599 = tingkat hubungan sedang
- d). 0,60 – 0,799 = tingkat hubungan kuat
- e). 0,80 – 1,000 = tingkat hubungan sangat kuat

3. HASIL PENELITIAN

3.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas di Kota Semarang terutama untuk ruas jalan nasional berada pada kisaran 6.660 satuan mobil penumpang (smp)/jam – 13.140 satuan mobil penumpang (smp)/jam. Kepadatan tertinggi terjadi untuk ruas Jalan Jendral Sudirman sebesar 13.140 smp/jam, sedangkan untuk untuk ruang jalan dengan kepadatan rendah terjadi di Jalan Kaligawe sebesar 6.660 smp/jam

Adalah jumlah kandungan CO pada setiap mililiter darah manusia. Pengukuran dilakukan dengan metode Sampel yang diambil adalah orang yang sebagian besar waktunya berkegiatan ditempat dimana memiliki resiko pemaparan karbon monoksida tinggi. Sampel dapat diambil pedagang asongan, pedagang PKL atau pengamen atau kegiatan lain. Sampel ditetapkan bukan sebagai perokok aktif agar terjadinya bias dari pengaruh rokok dapat dihilangkan.

Satuan : ppm

Skala : rasio

d. Masyarakat Beresiko Tinggi

Adalah orang yang bertempat tinggal atau melakukan kegiatan disekitar jalan nasional, yang sebagian besar aktifitasnya terpapar oleh emisi karbon monoksida (CO).

5. Pengumpulan Data

5.1 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan melakukan pengukuran sebagai berikut :

1. Kapadatan lalu lintas, merupakan data pengukuran langsung (primer), dengan menggunakan counter dan tabulasi data frekwensi. Pengamatan dilakukan pada rentang waktu 1 jam, pada jam puncak.
2. Konsentrasi Gas Karbon monoksida (CO), diukur dengan metode Absorsi dan analisis laboratorium. Pengukuran dilakukan bersamaan dengan pengukuran kepadatan lalu lintas.
3. Konsentrasi COHb merupakan data pengukuran langsung pada orang yang terpapar dengan intensitas tinggi oleh emisi gas karbon monoksida.

5.2 Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan regresi linier untuk melihat hubungan langsung antara 2 vareable yang diukur. Analisis didahului dengan melakukan uji untuk melihat normalitas data. Untuk data normal maka dilakukan pengolahan mengetahui besar koefisien korelasi dan koefisien determinasi, dengan melakukan perhitungan regresi linier.

- a) Counter, 8 buah untuk menghitung jumlah kendaraan setiap jam
- b) Paperclip dan alat pencatat
- c) Karbonmonoxide meter-Krisbow
- d) Spet pengambil sampel darah
- e) Pengawet Sampel Darah
- f) Surveyor dan Petugas Laboratorium
- g) Alat Pelindung Diri (APD)

3. Variabel Penelitian

Vareabel bebas : kepadatan lalu lintas kendaraan bermotor, diperinci dalam kendaraan roda dua, kendaraan roda empat, bus dan truk.

Variabel antara : konsentrasi CO (Karbonmonoksida)

Vareable terikat : konsentrasi COHb darah masyarakat beresiko tinggi

Variabel pengganggu : Kebiasaan merokok dari obyek penelitian

4. Definisi Operasional

a. Kepadatan lalu lintas

Kepadatan lalu lintas adalah jumlah kendaraan yang melintas pada titik pengamatan setiap jam dibandingkan dengan volume jalan. Diperinci berdasarkan kendaraan roda empat, roda dua, bus dan truk. Pengamatan dilakukan dengan counter dan tabulasi frekwensi.

Satuan : kendaraan/jam (satuan mobil penumpang)

Skala : rasio

b. Konsentrasi gas CO (karbon monoksida)

Merupakan konsentrasi gas CO pada jam pengamatan. Pengukuran dilakukan dengan metode Absorpsi dan analisis laboratorium.

Satuan : ppb

Skala : rasio

c. Konsentrasi COHb darah (karboksihemoglobin)

2. METODE PENELITIAN

2.1 Rancangan Penelitian

Penelitian bersifat *deskriptif analitik* dengan pendekatan *cross sectional*. Rancangan penelitian ini untuk melakukan sigi sesaat tentang kepadatan lalu lintas di ruas jalan nasional di Kota Semarang dengan Konsentrasi Karbonmonoksida (CO) pada udara ambient dan pengaruhnya pada konsentrasi Karboksihaemoglobine (COHb) pada penduduk yang memiliki resiko tinggi disekitar jalan nasional.

2.2 Populasi dan Sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah titik-titik pada ruas jalan nasional di Kota Semarang. Ruas jalan nasional di Kota Semarang, terdiri dari sebagai berikut :

Ruas 1 : Jl. Semarang-Kendal, Jl. Siliwangi, Jl. Usman Janatin, Jl. Sukarno-Hatta (Arteri Utara), Jl. Kaligawe. (4 ruas jalan)

Ruas II : Jl. Siliwangi – Jl. Jendral Sudirman-Jl.Soegijopranoto-Jl.Pemuda
Jl.Tawang-Jl.Kaligawe (4 ruas jalan)

Ruas III : Tugumuda – Jl. Kalisari – Jl. S.Parman-Jl.Gajah Mungkur-
Jl.Akpol-Jl.Yos Sudarso-Jl.Perintis Kemerdekaan – Jl. Setyabudi (4 ruas)

Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh populasi atau seluruh titik di ruas jalan nasional, sebanyak 12 titik. Penentuan titik untuk pengambilan sampel ditentukan berdasarkan kriteria sebagai berikut, Terdapat kegiatan masyarakat (pedagang, permukiman, kegiatan jasa, dll), Terjadi arus lalu lintas 2 arah. Penduduk yang beresiko mengalami paparan Karbonmonoksida (CO) diukur konsentrasi Karboksihaemoglobine (COHb).

3. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian terutama digunakan untuk mengetahui kepadatan lalu lintas, konsentrasi Karbon Monoksida dan Konsentrasi Karboksihaemoglobine (COHb). Peralatan selengkapnya yang dibutuhkan sebagai berikut :

Peningkatan konsentrasi gas pencemar memberikan pengaruh secara gradasi mulai yang paling ringan sampai yang paling berat. Gangguan sesak nafas, pusing-pusing, kehilangan kesadaran hingga penurunan tingkat kecerdasan merupakan dampak langsung paparan bahan pencemar terhadap tubuh manusia. Masyarakat yang memiliki resiko paling tinggi adalah mereka yang memiliki aktifitas tinggi di sekitar jalan (pedagang kaki lima, polisi, pemukim disekitar jalan, driver). Kelompok masyarakat tersebut memiliki kerentanan tinggi dari paparan gas Karbon Monoksida (CO). Pemerintah telah menetapkan baku mutu kualitas udara ambien, dan menempatkan *air quality detector (AQD)* akan tetapi belum berhasil melakukan kontrol kualitas lingkungan udara.

Peningkatan jumlah kendaraan selama kurun waktu 10 tahun terakhir, berpengaruh secara langsung terhadap peningkatan gas buang. Hasil pendataan secara kasar terhadap penunggu kendaraan menyatakan bahwa munculnya rasa pusing bila menunggu kendaraan lebih dari 0.5 jam. Gejala tersebut merupakan indikasi awal tingginya konsentrasi emisi gas buang. **Diduga** kuat pada saat ini konsentrasi gas CO sudah melebihi ambang batas baku mutu kualitas udara ambien. Gambaran tersebut menunjukkan penelitian kepadatan lalu lintas pada ruas jalan nasional, konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dan dampaknya terhadap konsentrasi CO Hb penduduk sekitar jalan nasional merupakan kegiatan yang **mendesak** untuk dilakukan.

Kenyataan terjadi peningkatan volume kendaraan di berbagai ruas jalan di Kota Semarang selama kurun waktu sepuluh tahun terakhir. Peningkatan volume lalu lintas akan memberikan dampak secara langsung terhadap peningkatan emisi gas buang, berupa konsentrasi hidrokarbon (HC), Karbonmonoksida (CO), nitrogenoksida (NO), Karbon dioksida (CO₂), gas hidrogen (H), gas SO₂ (sulfur oksida), dan timbal (Pb). Dengan melakukan pengukuran salah satu parameter kunci, dapat memberikan gambaran secara umum parameter pencemaran udara lain. Peningkatan volume lalu lintas tersebut diduga kuat akan meningkatkan konsentrasi gas buang sisa pembakaran kendaraan bermotor pada ruang jalan nasional di Kota Semarang. Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah seberapa besar sebaran secara spasial kepadatan lalu lintas di jalan nasional di Kota Semarang, seberapa besarkah konsentrasi gas Karbon Monoksida (CO) pada ruas jalan nasional di Kota Semarang dan adakah pengaruhnya terhadap konsentrasi COHb pada masyarakat beresiko tinggi di sepanjang ruas jalan nasional Kota Semarang ?

lalu lintas setiap ruas jalan di kota Semarang, merupakan kenyataan yang tidak dapat dihindari.

Proses pembakaran pada kendaraan bermotor tidak ada yang berlangsung secara sempurna. Proses pembakaran tidak sempurna menghasilkan hidrokarbon (HC), Karbonmonoksida (CO), nitrogenoksida (NO), Karbon dioksida (CO₂), gas hidrogen (H), gas SO₂ (sulfur oksida), dan timbal (Pb). Peningkatan volume lalu lintas memiliki hubungan linier dengan peningkatan emisi gas sisa pembakaran. Setiap kendaraan akan menghasilkan gas sisa pembakaran sesuai dengan cara pengoperasian mesin. Pada kondisi kendaraan hidup stasioner memberikan emisi lebih besar dibandingkan dengan kendaraan berjalan. Kemacetan lalu lintas akibat peningkatan perbandingan kapasitas jalan dan volume kendaraan, diduga memberikan kontribusi lebih besar dalam peningkatan konsentrasi emisi gas buang.

Data Dinas Perhubungan Propinsi Jawa Tengah selama kurun waktu 10 tahun menunjukkan peningkatan kepadatan lalu lintas yang tajam. Hasil identifikasi tahun 1999 untuk ruas Jalan Jendral Sudirman tercatat sebesar 4.695 kendaraan/jam. Tahun 2004, menunjukkan volume lalu lintas pada ruas yang sama pada jam sibuk (16.00 – 17.00) sebesar 5.125 kendaraan. Angka tersebut ternyata telah meningkat hingga 7.254 pada jam sibuk (16.00 – 17.00) pada tahun 2007. Peningkatan volume lalu lintas memiliki hubungan langsung peningkatan emisi gas buang kendaraan bermotor.

Secara spasial konsentrasi parameter pencemar udara sangat tergantung dari kelas jalan di perkotaan. Ruas jalan nasional memiliki tingkat intensitas lalu lintas kendaraan yang lebih tinggi dibandingkan kelas jalan lokal. Peningkatan konsentrasi emisi gas buang kendaraan bermotor berdampak langsung kepada pengguna jalan, pejalan kaki, perumahan sekitar jalan, dan pada kasus lebih makro berpotensi untuk munculnya hujan asam. Hasil penelitian dalam studi Urban Management and Quality of Life Improvement, yang dilakukan oleh Bappeda Kota Semarang tahun 1999, mencatat terjadinya peningkatan konsentrasi emisi gas dari tahun ke tahun secara nyata. Ruas jalan Jendral Sudirman, pada tahun 1994, konsentrasi CO sebesar 0.3981 ppm. Konsentrasi gas CO tersebut mengalami peningkatan menjadi sebesar 19.946 ppm pada tahun 1999, dan mengalami peningkatan menjadi 34.540 ppm pada tahun 2004. Peningkatan gas CO pada ruas jalan tersebut memiliki potensi akan diikuti oleh konsentrasi emisi gas buang lain.

ANCAMAN KARBOKSI HAEOMOGLOBINE (COHb) MASYARAKAT BERESIKO TINGGI PADA RUAS JALAN NASIONAL

(Studi Kasus Kota Semarang)

*Ir. Mursid Raharjo, M.Si*¹ ; *Nurjazuli, SKM, M.Kes*², *Suprapti*³
FKM UNDIP

ABSTRACT

The transportation system give the impact of Carbonmonoxide (CO) of ambient air. The factors that affect the transport, dillution, and dispersion of Carbonmonokxide were meteorological condition, pollutant material, and effects of terrain. The community orround the main stret get most of carbonmonokxide dispertion. The aim of the research was identify traffict densities, concentration of the Carbonmonoxide (CO) of ambient air and carboksihaemoglobine (COHb).

The research method was descriptive analytic with cross sectional survey. Sample of traffic density, carbon monoxide (CO) and Carboxihaemoglobine (COHb) were identified on 12 point at the main streets Semarang City. The analyze of correlation coefficient to identified degree of interdependency among other variable.

Result of the research shaw the traffic density variety 6.660 pmv/hour to 13.140 pmv/hour . The Carbonmonokxide (CO) ambient air variety 3.432,78 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 9.154,07 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, average 6.097,75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Karboxihaemoglobine (COHb) variety 1,4 % CO to 11,2 % CO. The correlation of traffic density and CO ambient (r) 0,495, and the correlation of CO ambient air and Carboxihaemoglobine (COHb) 0,661.

Conclusion of the research the Carbon monoxide (CO) of ambient air under of threshold. The carboxihaemoglobine (COHb) upper of the norm of the human body.

Key Word : traffic density, Carbon monoxide, Carboxihaemoglobine (COHb)

1. PENDAHULUAN

Sistem transportasi merupakan urat nadi perkotaan, memiliki peran dalam mendukung dinamika kehidupan perkotaan. Kota Semarang dengan penduduk lebih dari 1,5 juta jiwa membutuhkan prasarana transportasi sebagai penunjang aktivitas harian. Sebagai kota metropolitan Semarang memberikan daya tarik kepada penduduk *hinterlandnya*, sehingga memberikan dampak peningkatan urbanisasi setiap tahunnya. Pola penataan kota dengan menempatkan permukiman tersebar pada bagian wilayah luar kota, ternyata memberikan dampak pada peningkatan bangkitan warga kota dari permukiman ke lokasi kerja. Peningkata bangkitan penumpang mendorong peningkatan volume lalu lintas dari tahun ke tahun. Peningkatan volume