**ANALISIS KONSENTRASI GAS CO DI DALAM DAN DI LUAR ANGKUTAN KOTA (ANGKOT)**

**(STUDI KASUS : ANGKUTAN KOTA DI PANGKALAN ANGKOT PASAR JOHAR, SEMARANG)**

# Cut Hashfi Fadhila, Endro Sutrisno\*), Sri Hapsari Budisulistiorini\*)

***ABSTRAK***

*Angkutan kota atau angkot merupakan salah satu contoh alat transportasi massa (public transport) yang banyak digunakan di Indonesia. Pangkalan Angkot Pasar Johar dipilih sebagai lokasi penelitian dikarenakan pangkalan angkot ini merupakan pangkalan angkot yang paling ramai di Kota Semarang dibandingkan pangkalan angkot lainnya. Dikarenakan banyak orang yang menggunakan sarana transportasi angkot maka dapat mempengaruhi tingkat polusi udara di area Pangkalan angkot Pasar Johar, khususnya polusi oleh gas Karbon Monoksida (CO). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari jumlah kendaraan yang masuk dan keluar pangkalan angkot dan jumlah kendaraan yang parkir dengan mesin menyala (idle) terhadap konsentrasi CO di dalam dan di luar angkot pada jalur keluar dan jalur masuk, serta untuk mengetahui pengaruh dari ventilasi udara terhadap konsentrasi CO di dalam angkot pada jalur keluar dan jalur masuk. Hasil analisis menunjukkan adanya pengaruh dari jumlah kendaraan yang masuk dan keluar serta jumlah kendaraan yang idle terhadap konsentrasi CO dengan nilai asymptot uji F dan uji t dari uji regresi sebesar 0,000. Penelitian ini menemukan adanya korelasi positif antara ventilasi udara dengan konsentrasi CO dengan koefisien korelasi sebesar 0,556 pada pengukuran di jalur keluar, dan 0,794 pada pengukuran di jalur masuk.*

***Kata Kunci*** *: Konsentrasi Carbon Monoksida (CO), Angkutan Kota (Angkot), Di Dalam Angkot, Di Luar Angkot.*

***ABSTRACT***

*Angkutan kota (Angkot) is one of public transport which used by many people in Indonesia including Semarang. Johar Angkot Terminal is the most busy angkot terminal in Semarang. Due to utilizing of angkot, it can affects the air pollution level into surrounding angkot terminal area especially carbon monoxide (CO). This research heads for analyzing effect of total in and out vehicleand total idle vehicle to CO concentration inside and outside angkot, and also analyzing effect of air ventilation to CO concentration inside angkot at out – way and in – way. The analysis result indicates that sum of in and out vehicle and sum of idle vehicle have effects to CO concentration with F test and t test asymptot signification from regression test is 0,000. This research also found that there is a positive correlation between air ventilation and CO concentration with correlation coefficient 0,556 at out – way and 0,794 at in – way.*

***Keywords*** *: Carbon Monoxide Concentrtion (CO), Angkutan Kota (Angkot), Inside Angkot, Outside Angkot.*

**PENDAHULUAN**

**Latar Belakang**

Jumlah kendaraan yang besar dan pertumbuhan jumlah kendaraan yang cepat merupakan faktor utama yang menempatkan sektor transportasi sebagai penyumbang utama emisi antropogenik CO (Lopez, 2002). Di Jawa Tengah, BPS (2004) dalam Setijowarno dan Putranto (2006) mencatat kenaikan konsentrasi CO dari kendaraan bermotor sebanyak 2,8 % dari tahun 2002 hingga tahun 2003.

Kebutuhan akan jasa – jasa transportasi tergantung pada pertumbuhan penduduk, pembangunan wilayah dan daerah, perdagangan, industrialisasi, dan penyebaran penduduk (Reksodiprojo, 2001, dalam Ruktiningsih dan Prasetyo, 2006). Pertumbuhan penduduk yang pesat dan pertumbuhan kondisi sosial ekonomi berpengaruh pada pertumbuhan pesat jumlah kendaraan. Budiraharjo (1993) dalam Asmoro (2002) menyebutkan bahwa perencanaan dan kebijakan transportasi masih bernuansa *private car oriented*, belum *public transport oriented*.

Angkutan kota, atau yang lebih sering disebut angkot merupakan salah satu contoh alat transportasi massa (*public transport)* yang murah meriah dan banyak digunakan di Indonesia. Pangkalan Angkot Pasar Johar dipilih sebagai lokasi penelitian adalah dikarenakan pangkalan angkot ini merupakan pangkalan angkot yang paling ramai di Kota Semarang dibandingkan pangkalan angkot lainnya. Dikarenakan banyak orang yang menggunakan sarana transportasi angkot maka dapat mempengaruhi tingkat polusi udara di area Pangkalan angkot Pasar Johar, khususnya polusi oleh gas Karbon Monoksida (CO). Tidak hanya dapat berdampak terhadap para pengguna/penumpang angkot, namun juga dapat berdampak terhadap para supir angkot itu sendiri, serta para pedagang di area Pangkalan Angkot Pasar Johar.

Emisi yang berasal dari kendaraan bermotor terdiri atas Hidrokarbon yang tidak terbakar, Karbon Monoksida, Oksida Nitrogen, Oksida Sulfur, dan zat Partikel termasuk asap. Karbon Monoksida merupakan gas pencemar yang paling besar kandungannya dalam udara tercemar dibandingkan gas pencemar lainnya (Ferdiaz, 1992 dalam Purwani, 2004). Karbon monoksida (CO) merupakan suatu senyawa yang termasuk gas pencemar udara yang dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar fosil. Sektor transportasi merupakan sektor penyumbang emisi CO terbesar ke lingkungan (Cooper dan Alley, 1994), dan di Indonesia, 70 % gas CO dihasilkan oleh kendaraan bermotor (KLH, 2003 dalam Ruktiningsih dan Prasetyo, 2006).

Penelitian mengenai kualitas udara di dalam dan di luar kendaraan bermotor (bis sekolah), pernah dilakukan di Amerika Serikat, tepatnya di Negara bagian Washington dan di Central Texas. Parameter yang diukur untuk penelitian di Central Texas yaitu, oksida nitrogen, senyawa sulfur, CO2, dan PM2,5 (Donghyun Rim *et al*, 2008). Sedangkan untuk penelitian yang dilakukan di Negara bagian Washington, parameter yang diukur yaitu PM2,5 (Sara D. Adar *et al*, 2008).

Dari penelitian yang sudah dilakukan masih terdapat kekurangan yaitu penelitian mengenai konsentrasi CO, maka perlu adanya studi untuk mengetahui konsentrasi gas CO di luar dan di dalam angkutan publik khususnya angkot yang parkir di Pangkalan angkot Pasar Johar, serta untuk mengetahui pengaruh jumlah kendaraan yang masuk dan jumlah kendaraan yang keluar pangkalan, jumlah kendaraan yang parkir dengan mesin menyala, serta ventilasi udara (khusus untuk di dalam angkot) terhadap konsentrasi CO.

**METODOLOGI**

**Pengukuran Dan Pengambilan Data**

Pengambilan sampel dilakukan di luar dan di dalam angkot yang parkir di pangkalan angkot di area Pasar Johar untuk memperoleh data konsentrasi CO. Tahap pengambilan sampel dilakukan selama tujuh hari berturut – turut pada kondisi cuaca tidak turun hujan pada saat puncaknya aktivitas selama tiga jam mulai pukul 08.00 – 11.00. Satu hari pengukuran tambahan dilaksanakan sebagai hari cadangan karena pada hari pertama pengukuran kemungkinan terdapat ketidakakuratan pengukuran yang disebabkan oleh belum terbiasanya surveyor dalam menjalankan tugas dan mengoperasikan alat. Data-data yang digunakan untuk analisis didapatkan dengan cara pengumpulan data primer hasil sampling sesuai dengan kebutuhan analisis studi. Pengukuran dilakukan selama delapan hari mulai tanggal 2 Januari 2010 hingga 9 Januari 2010.

Lokasi *sampling* adalah Pangkalan Angkot Pasar Johar, Semarang. Pada lokasi *sampling,* dibagi menjadi dua titik yakni pada angkot di jalur keluar dan angkot di jalur masuk. Pengukuran konsentrasi CO dilakukan di dalam angkot (dengan kondisi jendela tertutup dan jendela terbuka) dan di luar angkot dengan menggunakan alat *CO Digital Analyzer* merk AZ Instruments. Penghitungan jumlah kendaraan yang masuk dan jumlah kendaraan yang keluar area Pangkalan Angkot Pasar Johar menggunakan alat *hand tally counter* dengan mengkategorikan kendaraan ke dalam tiga golongan seperti yang telah dikemukakan oleh Hoesodo (2004), yakni kategori HV untuk kendaraan bermotor dengan roda lebih dari 4, LV untuk kendaraan bermotor beroda 4, dan MC untuk kendaraan bermotor roda 2 dan 3. Kendaraan kategori LV kemudian dibedakan berdasarkan bahan bakar yang digunakan (bensin atau solar). Pengukuran dilakukan dalam tiga sesi setiap harinya, dan tiap sesi berdurasi selama satu jam. Pengukuran dilakukan setiap sepuluh menit sekali.

 Sedangkan untuk data sekunder yang digunakan dapat berasal dari studi literatur, penelitian – penelitian terdahulu, maupun dari instansi yang berkaitan seperti Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data yang diperlukan seperti data kecepatan dan arah angin pada saat dilakukannya pengambilan sampel.

**Analisis Data**

 Analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis kuantitatif secara statistik. Analisis statistik akan diawali dengan uji normalitas untuk menilai normalitas distribusi data dengan metode uji Kolmogorov Smirnov. Bila data terdistribusi normal, analisis yang dilakukan adalah analisis statistik parametrik berupa analisis regresi dan korelasi. Sementara bila data tidak terdistribusi normal, maka analisis dilakukan dengan metode statistik non parametrik alternatif metode parametrik. Untuk membantu komputasi secara statistik, maka perhitungan statistik dilakukan dengan bantuan *software* SPSS 12. Uji regresi tiap variabel dilakukan untuk mencari pengaruh dari jumlah kendaraan yang masuk dan yang keluar pangkalan, dan jumlah kendaraan yang parkir dengan kondisi mesin menyala terhadap konsentrasi CO terukur. Sedangkan untuk uji korelasi antara konsentrasi CO terukur dalam angkot kondisi jendela tertutup dengan konsentrasi CO terukur dalam angkot kondisi jendela terbuka.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengaruh Jumlah Kendaraan Yang Masuk dan Keluar Terhadap Konsentrasi CO**

 Sebelum dilakukan uji statistik, terlebih dahulu dilakukan konversi terhadap kendaraan bermotor berdasarkan perbandingan faktor emisi gas CO dari jenis kendaraan serta bahan bakar yang digunakan seperti yang tercantum pada tabel 1.

Tabel 1

Faktor Emisi dari Sejumlah Tipe Bahan Bakar

|  |  |
| --- | --- |
| Tipe kendaraan/bahan bakar | Faktor Emisi (gram/L)CO |
| Bensin :Kend. penumpangKend. niaga kecilKend. niaga besarSepeda motor | 462,63295,37281,14427,05 |
| Solar :Kend. penumpangKend. niaga kecilKend. niaga besarLokomotif | 11,8615,8135,5721,11 |

Sumber: Dikompilasi dari IPCC (1996) dalam Hariyati (2009)

Dengan menjadikan kendaraan penumpang berbahan bakar bensin sebagai patokan (faktor emisi 462,63 gr/L), maka didapatkan faktor konversi kendaraan sebagai berikut :

Faktor konversi kendaraan bermotor kategori MC adalah :

$$\frac{427,05 gr/L}{462,63 gr/L} =0,923$$

Faktor konversi kendaraan bermotor kategori LV berbahan bakar bensin adalah :

$$\frac{462,63 gr/L}{462,63 gr/L}=1$$

Faktor konversi kendaraan bermotor kategori LV berbahan bakar solar adalah :

$$\frac{11,86 gr/L}{462,63 gr/L}=0,025$$

 Pengukuran konsentrasi CO dilakukan di dalam dan di luar angkot, yaitu pada angkot jalur keluar dan angkot jalur masuk. Untuk di dalam angkot, pengukuran dilakukan dengan memvariasikan bukaan ventilasi udara yaitu dengan melakukan pengukuran di dalam angkot dengan jendela ditutup dan pengukuran di dalam angkot dengan jendela dibuka. Data hasil pengukuran konsentrasi CO tertinggi serta jumlah kendaraan yang masuk dan keluar serta kendaraan yang *idle*  dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2

Konsentrasi CO Tertinggi dan Jumlah Kendaraan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Jalur Keluar | Jalur Masuk |
| Di Dalam Angkot | Di Luar Angkot | Di Dalam Angkot | Di Luar Angkot |
| Jend. tutup | Jend. buka | Jend. tutup | Jend. buka |
| CO (ppm) | 81 | 200 | 93 | 75 | 132 | 294 |
| Hari  | Selasa  | Selasa  | Selasa  | Selasa  | Selasa  | Selasa  |
| Waktu (WIB) | 10.00-10.10 | 10.10-10.20 | 10.20-10.30 | 10.30-10.40 | 10.40-10.50 | 10.50-11.00 |
| Kend. Masuk (konversi) |  |   |   |   |   |   |
| Total  | 34,54 | 34,69 | 30,64 | 35,54 | 35,58 | 42,31 |
| MC | 5,54 | 4,62 | 4,62 | 5,54 | 7,38 | 8,31 |
| LVb | 29 | 30 | 26 | 30 | 28 | 34 |
| LVs | - | 0,08 | 0,03 | - | - | - |
| Kend. Keluar (konversi) |  |   |  |  |   |  |
| Total  | 30,46 | 33,62 | 32,44 | 35,51 | 34,23 | 43,08 |
| MC | 6,46 | 5,54 | 7,38 | 8,31 | 9,23 | 11,08 |
| LVb | 24 | 28 | 25 | 27 | 25 | 32 |
| LVs | - | 0,08 | 0,05 | - | - | - |
| Kend. *Idle* | 9 | 14 | 9 | 9 | 12 | 17 |

Keterangan :

MC : *Motor Cycle*

LVb : *Light Vehicle* bensin

LVs : *Light Vehicle* solar

 Uji regresi dilakukan untuk mengetahui apakah jumlah kendaraan yang masuk dan yang keluar pangkalan mempengaruhi konsentrasi CO atau tidak. Kesimpulan tentang ada atau tidaknya pengaruh dari variabel independen secara keseluruhan terhadap variabel dependen dapat diketahui dari nilai Fhitung atau dapat juga dilihat dari nilai asymptot. Jika nilai Fhitung > Ftabel atau nilai asymptot signifikansi < α, maka terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen. Sedangkan kesimpulan tentang ada atau tidaknya pengaruh dari variabel independen terhadap variabel dependen secara individu dapat diketahui dari nilai thitung atau dapat juga dilihat dari nilai asymptot. Jika nilai thitung > ttabel atau nilai asymptot signifikansi < α, maka terdapat pengaruh antara variabel independen terhadap variabel dependen Sulaiman (2004).

Dari hasil uji regresi jumlah kendaraan masuk dan jumlah kendaraan keluar dengan konsentrasi CO diperoleh nilai asymptot signifikansi < α, maka dapat disimpulkan bahwa jumlah kendaraan masuk dan jumlah kendaraan keluar berpengaruh terhadap konsentrasi CO baik di dalam angkot (jendela tertutup dan jendela terbuka) dan di luar angkot.

**Pengaruh Jumlah Kendaraan Yang Parkir Dengan Mesin Menyala Terhadap Konsentrasi CO**

Dari hasil uji regresi kendaraan *idle* masuk dan kendaraan *idle* keluar dengan konsentrasi CO diperoleh nilai asymptot

signifikansi < α, maka dapat disimpulkan bahwa kendaraan *idle* masuk dan kendaraan *idle* keluar berpengaruh terhadap konsentrasi CO baik di dalam angkot (jendela tertutup dan jendela terbuka) dan di luar angkot.

**Hubungan Ventilasi Udara Dengan Konsentrasi CO di Dalam Angkot Yang Parkir di Pangkalan Angkot Pasar Johar**

Hubungan antara ventilasi udara dan konsentrasi CO di dalam angkot yang parkir di pangkalan angkot dalam penelitian dapat diketahui dengan melakukan uji korelasi konsentrasi CO di dalam angkot jendela tertutup dengan konsentrasi CO di dalam angkot jendela terbuka. Uji korelasi menggunakan uji Pearson Product Moment. Untuk mendapatkan kesimpulan bahwa terdapat hubungan atau korelasi antara kedua variabel, maka syarat yang harus dipenuhi adalah nilai asymptot significancy < 0,05. Nilai koefisien korelasi menunjukkan kekuatan atau keeratan hubungan antar variabel (Pratisto, 2004; Ghozali, 2006).

Tabel 9

Hasil Uji Korelasi Kons. CO Di Dalam Angkot Jendela Tertutup Dengan Kons. CO Di Dalam Angkot Jendela Terbuka

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Jalur keluar | Jalur masuk |
| Koefisien Korelasi | 0,556 | 0,794 |
| Signifikansi  | 0,009 | 0,000 |

 Tabel menunjukkan nilai asymptot significancy < 0,05, dapat disimpulkan terdapat hubungan antara Konsentrasi CO di dalam angkot jendela tertutup dengan konsentrasi CO di dalam angkot jendela terbuka. Nilai koefisien korelasi pada jalur keluar berkisar antara 0,4 < KK ≤ 0,7 yang artinya bahwa hubungan antara kedua variabel bersifat sedang. Sedangkan untuk nilai koefisien korelasi pada jalur masuk berkisar antara 0,7 < KK < 0,9 yang artinya bahwa hubungan antara kedua variabel bersifat kuat. Koefisien korelasi bernilai positif menunjukkan bahwa hubungan antar variabel berbentuk searah, di mana jika terjadi perubahan pada satu variabel, variabel yang lain juga akan mengalami perubahan pada arah yang sama.

**KESIMPULAN DAN SARAN**

**Kesimpulan**

 Berdasarkan hasil analisis, jumlah kendaraan yang keluar dan yang masuk pangkalan angkot berpengaruh terhadap konsentrasi CO di dalam angkot (jendela tertutup maupun jendela terbuka) dan di luar angkot pada pengukuran di jalur keluar maupun di jalur masuk.

 Berdasarkan hasil analisis, jumlah kendaraan yang parkir dengan mesin menyala atau *idle* berpengaruh terhadap konsentrasi CO di dalam angkot (jendela tertutup maupun jendela terbuka) dan di luar angkot pada pengukuran di jalur keluar maupun di jalur masuk.

 Berdasarkan hasil analisis, terdapat hubungan antara ventilasi udara dengan konsentrasi CO di dalam angkot baik pada angkot yang berada pada jalur keluar maupun angkot yang berada pada jalur masuk. Hubungan atau korelasi yang terjadi bersifat sedang untuk pengukuran pada jalur keluar dan bersifat kuat untuk pengukuran pada jalur masuk. Korelasi bernilai positif.

**Saran**

 Untuk memperoleh gambaran yang lebih lengkap mengenai fenomena pencemaran CO di lokasi studi, untuk variabel cuaca seperti kecepatan dan arah angin pada penelitian berikutnya sebaiknya dilakukan dengan pengukuran langsung di lokasi studi.

 Penelitian ini mengukur konsentrasi CO pada 2 titik pengukuran yaitu pada angkot di jalur keluar dan pada angkot di jalur masuk dengan hanya menggunakan satu buah alat ukur. Berikutnya perlu diupayakan penelitian dengan satu alat ukur untuk satu titik pengukuran agar pengukuran konsentrasi CO dapat dilakukan secara serentak sehingga dapat diketahui apakah terdapat perbedaan konsentrasi CO yang diukur pada masing – masing titik dan diperoleh hasil yang lebih akurat.

 Untuk pengelola Pangkalan Angkot Pasar Johar dan pemerintah setempat diharapkan untuk lebih memperhatikan kondisi pangkalan angkot ini terutama kondisi jalan atau jalur yang dilewati oleh angkot yang sudah rusak cukup parah. Hal ini dilakukan agar tidak ada lagi angkot yang terpaksa berhenti di tengah jalan dalam keadaan mesin angkot menyala karena tersendat jalannya, serta kepada para supir angkot diharapkan untuk lebih disiplin dengan parkir di tempat yang telah ditentukan dan tidak berhenti sesukanya di tengah jalan.

**DAFTAR PUSTAKA**

Agifrilicia, Farradita, 2009, *Analisis Hubungan Jumlah Antrian Kendaraan Bermotor Terhadap Konsentrasi Gas CO Pada Salah Satu Lengan Persimpangan Jalan Setiabudi Kota Semarang*, Laporan Tugas Akhir, Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro

Asmoro, Septantya, 2002, *Mengintegrasikan Aspek Lingkungan dalam Kebijakan Lalu Lintas Perkotaan di Kota Denpasar (Parameter CO Sebagai Indikator Pencemar Udara)*, Tesis, Semarang: Magister Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro

Cooper, C David dan F C Alley, 1994, *Air Pollution Control: A Design Approach*, Second Edition, Prospect Heights: Waveland Press, vInc.

Donghyun Rim, Jeffrey Siegel, Jarett Spinhirne, Alba Webb, Elena McDonald-Buller. 2008. *Characteristics of cabin air quality in school buses in Central Texas.* Available (online): <http://www.elsevier.com/locate/atmosenv>

Hariyati, 2007, *Pencemaran Udara Karbon Monoksida dan Nitrogen Oksida Akibat Kendaraan Bermotor Pada Ruas Jalan Padat Lalu Lintas di Kota Makassar,* Tesis, Makassar: Magister Transportasi Bidang Perencanaan Transportasi Universitas Hasanuddin Makassar

Hasan, Iqbal, 2004, *Analisis Data Penelitian dengan Statistik*, Jakarta: Bumi Aksara

Lopez, Jimena del Pilar, 2002, *Seasonality and Global Growth Trends of Carbon Monoxide during 1995 – 2001*, Disertasi, Irvine: University of California

Pratisto, Arif, 2004, *Cara Mudah Mengatasi Masalah Statistik dan Rancangan Percobaan dengan SPSS 12*, Jakarta: PT Elex Media Komputindo

Purwani, Ari, 2004, *Studi Pengaruh Umur Mesin*, *Jarak Tempuh*, *dan Perawatan Kendaraan Bermotor Roda Empat Berbahan Bakar Bensin terhadap Konsentrasi Emisi CO (Studi Kasus: Kendaraan Instansi Kota Semarang)*, Laporan Tugas Akhir, Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro

Ruktiningsih, Rudatin dan Teguh Tuhu Prasetyo, 2006, Model Hubungan antara Kecepatan Lalu Lintas dan Konsentrasi CO Ambient pada Jalan Raya (Studi Kasus: Rute Karang Ayu – Penggaron), *Jurnal Teknik Lingkungan Edisi Khusus*

Sara D. Adar , Mark Davey, James R. Sullivan, Michael Compher,

Adam Szpiro, L.-J. Sally Liu. 2008. *Predicting airborne particle levels aboard Washington State school buses.* Available (online) : <http://www.elsevier.com/locate/atmosenv>

Setijowarno, Djoko dan Prioutomo Puguh Putranto, 2006, Manajemen Pengendalian Pencemaran Udara pada Kendaraan Bermotor, *Jurnal Teknik Lingkungan Edisi Khusus*

Sulaiman, Wahid, 2004, *Analisis Regresi Menggunakan SPSS : Contoh Kasus dan Pemecahannya,* Yogyakarta: Andi