

ANALISIS DAMPAK KUALITAS UDARA KARBON MONOKSIDA (CO) DI SEKITAR JL. PEMUDA AKIBAT KEGIATAN *CAR FREE DAY* MENGUNAKAN PROGRAM CALINE4 DAN SURFER (STUDI KASUS: KOTA SEMARANG)

Diken Yus Damara^{*)}, Irawan Wisnu Wardhana^{)}, Endro Sutrisno^{**)}**

Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Diponegoro

JL. Prof. H. Sudarto, SH Tembalang, Semarang, Indonesia 50275

email: dikendamara@gmail.com

Abstrak

Salah satu dari program pemerintah di kota Semarang dalam menurunkan pencemaran udara adalah melaksanakan kegiatan Car Free Day di hari minggu. Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan di sepanjang ruas jalan Pemuda mulai dari Tugu Muda sampai dengan Paragon City. Namun setelah kegiatan tersebut berlangsung, akan adanya suatu area yang ditutup dan akan menimbulkan beberapa dampak yaitu terjadinya peningkatan pencemaran udara di sekitar jalan alternatif karena adanya perubahan arus lalu lintas. Penelitian ini membahas seberapa besar peningkatan konsentrasi CO dan jumlah kendaraan bermotor pada hari minggu yang dibandingkan dengan hari sabtu, kemudian membuat estimasi sebaran pencemaran udara di sekitar jalan Pemuda, dan menganalisis dampak kegiatan Car Free Day. Metodologi yang dilakukan adalah dengan melakukan pengukuran langsung yang kemudian dianalisis menggunakan software CALINE4 dan Surfer 8. Hasil yang didapatkan adalah terjadinya peningkatan pencemaran udara dan jumlah kendaraan bermotor di jalan-jalan alternatif, adanya peningkatan dan perbedaan konsentrasi CO di tiap-tiap receptor namun walaupun terjadinya peningkatan konsentrasi CO di jalan alternatif, masih tetap memenuhi baku mutu.

Kata Kunci : Car Free Day, CO, Ambien, Receptor, Jl. Pemuda, Kendaraan Bermotor

Abstract

[Air Quality Impact Analysis of Carbon Monoxide (CO) on Pemuda Street due to Car Free Day Program Using CALINE4 and Surfer Software (Case Study : City of Semarang)]. *The One of the government's programs in Semarang to reduce air pollution is holding Car Free Day on Sunday. Car Free Day is held on Pemuda street from Tugu Muda to Paragon City. But after this event has been held, the area would be closed that Car Free Day is held. And there is impact, increasing the air pollution on the alternative streets because the change of traffic flow. This research discusses increasing of CO concentration and number of motor vehicles on Sunday and compared to Saturday, then make an estimation of distribution of air pollution on the alternative streets, and analyze the impact of Car Free Day. The methodology of the research is to do the direct measurment and then analyze it using CALINE4 and Surfer 8. The results of research are there is increasing in air pollution and the number of vehicles on alternative streets, there are increasing and the difference in concentration of CO at each receptor, and CO concentration meets the quality standards on alternative streets although there is increasing of CO concentration.*

Keyword : Car Free Day, CO, Ambient, Receptor, Pemuda Street, Vehicles

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dampak pencemaran udara saat ini merupakan masalah serius yang dihadapi oleh negara-negara industri. Akibat yang ditimbulkan oleh pencemaran udara ternyata sangat merugikan. Pencemaran tersebut tidak hanya mempunyai akibat langsung terhadap kesehatan manusia saja, akan tetapi juga dapat merusak lingkungan lainnya (Hadihardaja, 1997).

Menurut Nevers (2000) bahwa kendaraan bermotor merupakan sumber dari pencemaran udara yang menghasilkan emisi CO, dan sekitar 40 – 50 persen juga menghasilkan emisi HC serta NO_x. Kendaraan bermotor juga menghasilkan partikulat dan SO₂, namun kandungan yang dihasilkan tidak sebanyak CO, HC, dan NO_x.

Salah satu dari program pemerintah dalam menurunkan pencemaran udara adalah melaksanakan kegiatan *Car Free Day* di hari Minggu. Berdasarkan Peraturan Walikota Semarang Nomor 22 Tahun 2011 bahwa untuk melakukan pengendalian lingkungan, maka perlu melaksanakan hari bebas kendaraan bermotor (*Car Free Day*) sebagai area untuk pejalan kaki dan aktivitas lainnya. Pelaksanaan kegiatan ini dilaksanakan di sepanjang ruas jalan Pemuda mulai dari Tugu Muda sampai dengan Paragon City dan sepanjang ruas jalan Pahlawan dari Bundaran Air Mancur sampai dengan depan gedung Rimba Graha dan Bundaran Simpang Lima. Kegiatan ini berlangsung mulai jam 06.00 – 09.00 WIB. Menurut Hilmiawan (2011) Kegiatan dari *Car Free Day* bertujuan untuk mengurangi penggunaan dari kendaraan bermotor sehingga pencemaran udara dapat juga menurun.

Namun setelah adanya kegiatan *Car Free Day*, masyarakat menganggap bahwa kegiatan tersebut adalah salah satu wisata

yang menarik sehingga terjadinya alih fungsi kegiatan *Car Free Day* yang tadinya merupakan hari bebas kendaraan bermotor untuk mengurangi pencemaran udara menjadi tempat wisata yang ramai dikunjungi dan untuk mencapai ke lokasi tersebut masyarakat menggunakan kendaraan bermotor sehingga terjadinya peningkatan pencemaran udara di sekitar area kegiatan. Kemudian untuk menyelenggarakan kegiatan, membuat suatu jalan atau kawasan ditutup sehingga adanya pengalihan arus ke jalan alternatif dan membuat peningkatan pencemaran udara di jalan alternatif tersebut. Maka dari itu, diperlukan adanya penelitian gas Karbon Monoksida (CO) sebagai salah satu pencemar udara di sekitar Jalan Pemuda, Kota Semarang, Jawa Tengah. Penelitian ini diperlukan untuk menganalisis dampak kegiatan *Car Free Day* terhadap kualitas udara Karbon Monoksida (CO) di sekitar Jl. Pemuda.

Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsentrasi karbon monoksida (CO) saat diadakan program CFD dan non-CFD di sekitar Jl. Pemuda Kota Semarang.
2. Membuat estimasi sebaran yang dihasilkan kendaraan bermotor di sekitar Jl. Pemuda, Kota Semarang.
3. Menganalisis dampak kegiatan *Car Free Day* terhadap kualitas udara di sekitar Jl. Pemuda.

TINJAUAN PUSTAKA Karbon Monoksida (CO)

Menurut Nevers (2000) tiga perempat dari CO yang masuk ke udara berasal dari aktivitas manusia terutama dari kendaraan bermotor yang menggunakan mesin *internal engines*, *internal engines* merupakan sebuah mesin yang sumber tenaganya berasal dari

pengembangan gas-gas panas bertekanan tinggi hasil campuran bahan bakar dan udara yang berlangsung di dalam ruang bakar. Konsentrasi ambien CO yang paling tinggi berasal dari kota-kota besar, dimana hampir semua konsentrasi CO berasal dari kendaraan bermotor. Pengendalian yang paling efektif dari CO adalah dengan cara mengurangi emisi dari kendaraan bermotor. CO juga dihasilkan dalam jumlah yang sedikit berasal dari proses pembakaran, contohnya adalah dari kebakaran hutan dan proses perindustrian.

Menurut Wardhana (2004) Karbon Monoksida adalah suatu gas yang tak berwarna, tidak berbau dan juga tidak berasa. Gas CO dapat berbentuk cairan pada suhu di bawah -192°C . Gas CO sebagian besar berasal dari pembakaran bahan bakar fosil dengan udara, berupa gas buangan. Kota besar yang padat lalu lintasnya akan banyak menghasilkan gas CO sehingga kadar CO dalam udara relatif tinggi dibandingkan dengan daerah pedesaan. Selain dari itu gas CO dapat pula terbentuk dari proses industri. Secara alamiah gas CO juga dapat terbentuk, walaupun jumlahnya relatif sedikit, seperti gas hasil kegiatan gunung berapi, proses biologi dan lain-lainnya.

Fardiaz (1992) menyatakan bahwa konsentrasi CO di udara per waktu dalam satu hari dipengaruhi oleh kesibukan atau aktivitas kendaraan bermotor. Semakin ramai kendaraan bermotor yang ada, semakin tinggi tingkat polusi CO di udara.

Sumber pencemar gas CO yang terbesar, berdasarkan hasil penelitian di negara-negara industri, adalah berasal dari pemakaian bahan bakar fosil (minyak, batubara) pada mesin-mesin penggerak transportasi (Hadihardaja, 1997). Hal ini bisa dilihat sebagai berikut :

Tabel 1 Sumber Pencemar Karbon Monoksida (CO)

Sumber Pencemaran CO	Jumlah Prosentase
1. Transportasi	63,8 %
Sumber Pencemaran CO	Jumlah Prosentase
2. Pembakaran Stasioner	1,9 %
3. Proses Industri	9,6 %
4. Pembuangan Limbah Padat	7,8 %
5. Lain-lain	16,9 %

Sumber : *Hadihardaja, 1997*

Selain itu, untuk melakukan penanggulangan dalam menurunkan dampak yang diakibatkan oleh CO menurut Soedomo (2001) ialah sebagai berikut :

1. Kontrol emisi kendaraan bermotor
2. Kontrol sumber emisi stasioner
3. Penghindaran reseptor dari lingkungan yang tercemar

Tabel 2 Faktor Emisi Kendaraan Bermotor

Jenis Kendaraan	Faktor Emisi CO (g/km)
Mobil Bensin	40
Mobil Solar	2,8
Motor	14

Sumber : *PERMEN LH No. 12 Tahun 2010*

Pengaruh Karbon Monoksida (CO) Terhadap Kesehatan

Menurut Soedomo (2001), Karbon Monoksida dapat mempengaruhi kesehatan, yaitu tekanan fisiologikal, terutama pada penderita penyakit jantung, dan keracunan darah. Sedangkan menurut Gintings (1995) bahwa CO dapat menyebabkan penurunan dari daya tampung darah untuk oksigen.

Gas CO dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan gangguan kesehatan, bahkan

juga dapat menyebabkan kematian. Gas CO apabila terhisap ke dalam paru-paru akan mengikuti peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen (O_2) yang dibutuhkan oleh tubuh. Hal ini dapat terjadi karena gas CO bersifat racun metabolis, ikut bereaksi secara metabolis dengan darah menjadi karboksihemoglobin (COHb). Ikatan karboksihemoglobin jauh lebih stabil dari pada ikatan oksigen dengan darah (oksihemoglobin). Keadaan ini menyebabkan darah menjadi lebih mudah menangkap CO dan menyebabkan fungsi vital darah sebagai pengangkut oksigen terganggu (Yulianti et al., 2013).

Tabel 3 Pengaruh Konsentrasi COHb di Dalam Darah Terhadap Kesehatan Manusia

Konsentrasi COHb dalam darah (%)	Pengaruhnya terhadap kesehatan
< 1,0	Tidak ada pengaruh
1,0 – 2,0	
2,0 – 5,0	Pengaruhnya terhadap sistem syaraf sentral, reaksi panca indra tidak normal, benda terlihat agak kabur
> 5,0	Perubahan fungsi jantung dan pulmonari
10,0 – 80,0	Kepala pening, mual, berkunang-kunang, pingsan, kesukaran bernafas, kematian

Sumber : *Stoker dan Seager, 1972*

Baku Mutu Udara Karbon Monoksida (CO)

Menurut Hadihardaja (1997) untuk menghindari dampak yang diakibatkan pencemaran udara selain menghilangkan sumbernya juga dilakukan pengendalian

dengan penetapan nilai ambang batas. Daya racun suatu bahan tergantung pada kualitas dan kuantitas bahan tersebut. Dengan jumlah sedikit sudah membahayakan manusia ini tidak lain karena kualitasnya cukup memadai untuk membunuh.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999 untuk baku mutu udara ambien adalah ukuran batas atau kadar zat, energi, dan/atau komponen yang ada atau yang seharusnya ada dan/atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam udara ambien. Berikut baku mutu udara ambien untuk karbon monoksida.

Tabel 4 Baku Mutu Udara Ambien CO

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
CO (Karbon Monoksida)	1 Jam	30.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$
	24 Jam	10.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$

Sumber : *Peraturan Pemerintah No. 41 Tahun 1999*

Berdasarkan Peraturan Walikota Semarang Nomor 22 Tahun 2011 bahwa hari bebas kendaraan bermotor adalah upaya untuk memberikan kesadaran kepada masyarakat tentang efisiensi penggunaan kendaraan bermotor pribadi dan meningkatkan kualitas udara ambien. Sedangkan tujuannya adalah untuk pemulihan kualitas udara dan penurunan beban pencemaran udara yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor.

Menurut Hilmiawan (2011), tujuan dan manfaat kegiatan *Car Free Day* adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi pencemaran udara dari kendaraan bermotor.
2. Mendorong penggunaan alat transportasi alternatif selain kendaraan pribadi

seperti angkutan umum, sepeda dan fasilitas pejalan kaki

3. Meningkatkan kesadaran dan menginformasikan kepada warga kota bahaya tidak ter kendalinya penggunaan kendaraan pribadi baik dari sisi kelancaran pergerakan dan kualitas udara kota.
4. Mensimulasikan suasana dan kondisi kota saat jumlah kendaraan dibatasi.
5. Jalan yang ditutup menjadi ruang publik dimana masyarakat dapat melakukan kegiatan secara bersama-sama sehingga dapat menjalin dan mempererat hubungan masyarakat.

Pengaruh Faktor Meteorologi

Menurut Soedomo (2001) bahwa data meteorologi sangat penting artinya dalam memperkirakan dan menilai dampak terhadap kualitas udara dan iklim. Data utama yang diperlukan mencakup :

1. Pola arah dan kecepatan angin
2. Radiasi sinar matahari dan lama waktu penyinarannya
3. Kelembaban udara dalam persentase humiditas
4. Curah hujan dan jumlah hari hujan
5. Profil temperatur vertikal yang bekerja
6. Penutupan awan (cloudiness)

Menurut Yulianti et al.(2013)faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara adalah sebagai berikut:

1. Arah dan Kecepatan Angin
Kecepatan angin pada dasarnya ditentukan oleh perbedaan tekanan udara antara tempat asal dan arah angin sebagai faktor pendorong. Secara umum polutan-polutan di atmosfer terdispersi dalam 2 cara yaitu melalui kecepatan angin dan turbulensi atmosfer.
2. Kelembaban dan Suhu Udara
Di atmosfer akan terjadi penurunan suhu dan tekanan sesuai dengan pertambahan

tinggi. Udara ambien mempengaruhi terbentuknya stabilitas atmosfer.

CALINE4

Menurut Benson (1989) CALINE4 adalah program untuk memodelkan dispersi emisi udara dari sumber garis yang dikembangkan oleh California Departemen of Transportation atau dapat disingkat dengan Caltrans. Program ini menggunakan persamaan distribusi Gaussian dan konsep zona pencampuran untuk membuat perkiraan dispersi polutan disekitar jalan raya. Dalam penelitian ini polutan yang diprediksi adalah karbon monoksida.

Tujuan dari program ini adalah untuk menilai dampak dari kualitas udara di area fasilitas transportasi kendaraan. CALINE4 dapat memprediksi konsentrasi zat pencemar terhadap penerima dengan jarak 500 meter dari jalan raya. Program ini dapat memprediksi konsentrasi polutan seperti karbon monoksida, nitrogen dioksida, dan partikulat.

Surfer 8

Surfer 8 adalah program grafis berbasis *grid*, program ini menyisipkan data ruang XYZ menjadi data ruang *grid*. Data *grid* juga dapat diimpor dari sumber lainnya, seperti data yang berasal dari *United States Geological Survey* (USGS). *Grid* kemudian digunakan untuk menghasilkan berbagai jenis peta, yaitu peta kontur, vektor, gambar rangka, foto, gambar timbul berbayang, dan peta permukaan. Berbagai pilihan *gridding* dan pemetaan yang tersedia memungkinkan untuk menghasilkan peta yang paling mewakili dari si pengguna. Peta dapat ditampilkan dan ditingkatkan di program surfer 8 dengan menambahkan batas, titik data, penggabungan beberapa peta, penambahan gambar, dan anotasi teks.

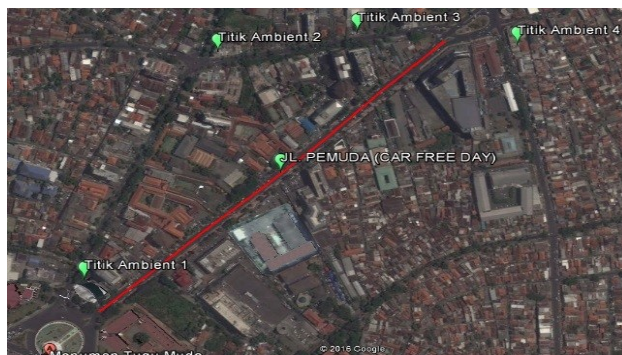
File data XYZ berisi data baku Surfer 8 untuk membuat file *grid*. Sebelum membuat file *grid* dalam Surfer 8, terlebih dahulu harus membuat data file XYZ. file data XYZ harus diisi dalam kolom dan format baris. Secara default, untuk data X yang dimuat dalam kolom A, data Y di Kolom B, dan data Z di Kolom C.

File *grid* dibutuhkan untuk membuat sebuah peta berbasis *grid*. Peta berbasis *grid* yaitu peta kontur, peta foto, peta timbul berbayang, petavektor 1-*grid*, peta vektor 2-*grid*, peta 3D, dan petapermukaan. File *grid* dibuat dengan membutuhkan data dalam tiga kolom, satu kolom yang berisi data X, satu kolom yang berisi data Y, dan satu kolom yang berisi data Z.

Wireframe adalah representasi tiga dimensi dari file *grid*. Wireframe adalah diagram blok yang dihasilkan dengan menggambar garis yang mewakili *grid* baris X dan Y (kolom *grid* dan baris *grid*). Ketinggian permukaan yaitu diisi dengan nilai *grid* Z. Jumlah kolom dan baris dalam file *grid* menentukan jumlah garis X dan Y pada gambar 3D (Golden Software, Inc., 2002).

METODOLOGI PENELITIAN

Pengukuran ini dilakukan di hari Sabtu tanggal 30 Juli 2016 (hari pembanding) dan hari Minggu tanggal 31 Juli 2016 (*Car Free Day*) pada pukul 06.00 – 09.00 WIB.



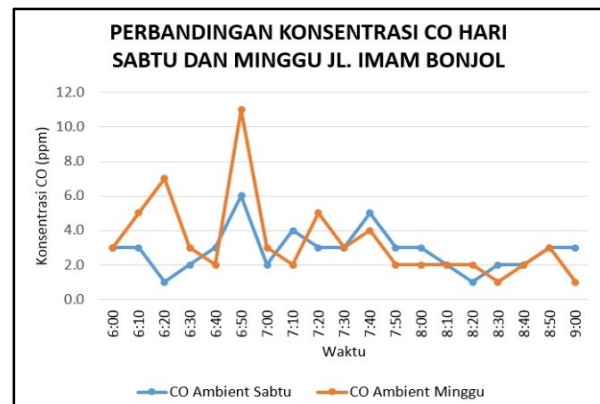
Gambar 1 Titik Lokasi Sampling CO

Sumber : Google Earth, 2016

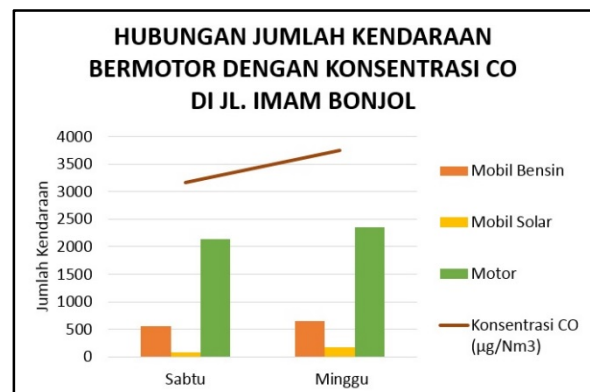
Data-data yang dibutuhkan adalah lokasi penelitian, kecepatan angin, arah angin, temperatur, konsentrasi ambien CO, jumlah kendaraan, jenis kendaraan, faktor emisi kendaraan, titik koordinat reseptor, dan titik koordinat jalan. Setelah mendapatkan data-data tersebut, analisis dilakukan menggunakan software CALINE4 dan Surfer 8.

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

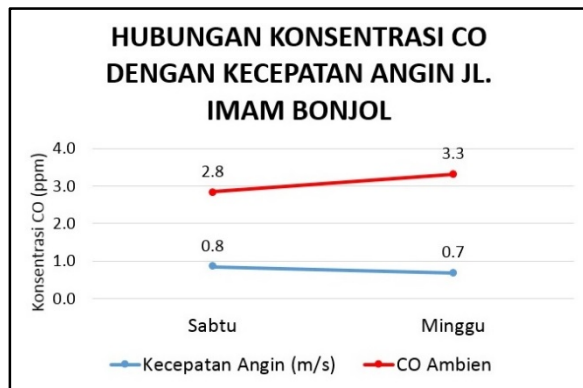
Analisis Data



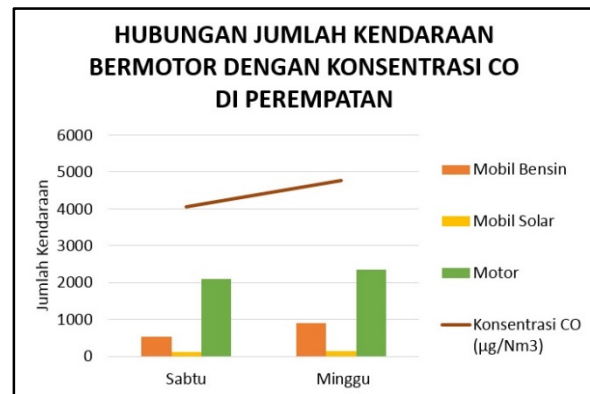
Gambar 2 Perbandingan Konsentrasi CO Hari Sabtu dan Minggu Jl. Imam Bonjol



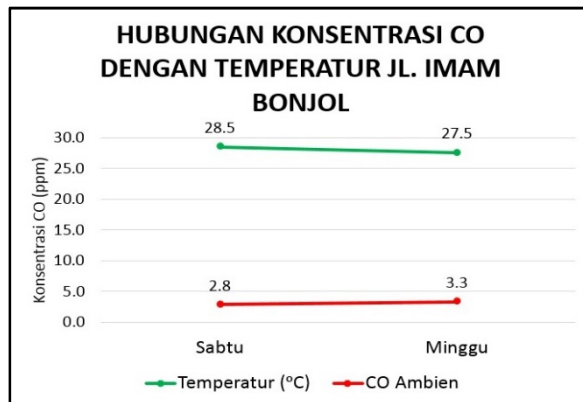
Gambar 3 Hubungan Konsentrasi CO dengan Jumlah Kendaraan Bermotor Jl. Imam Bonjol



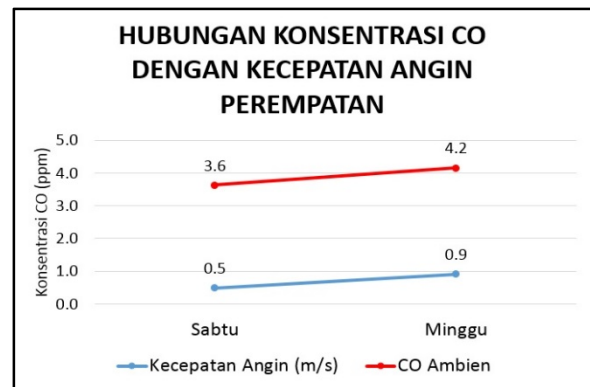
Gambar 4 Hubungan Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin Jl. Imam Bonjol



Gambar 7 Hubungan Konsentrasi CO dengan Jumlah Kendaraan Bermotor Perempatan



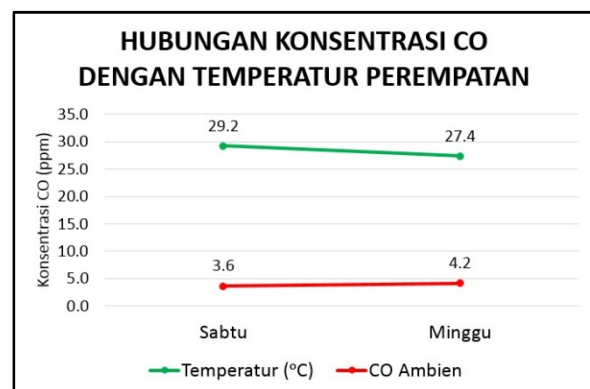
Gambar 5 Hubungan Konsentrasi CO dengan Temperatur Jl. Imam Bonjol



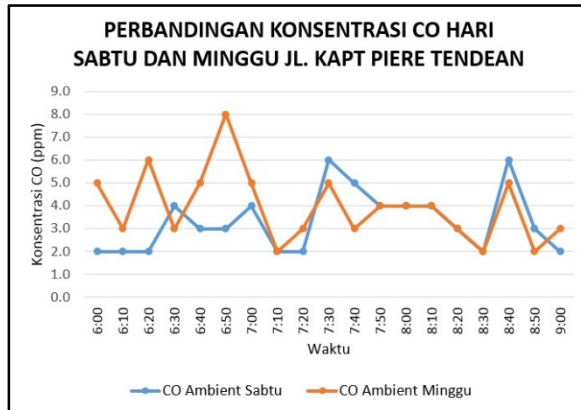
Gambar 8 Hubungan Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin Perempatan



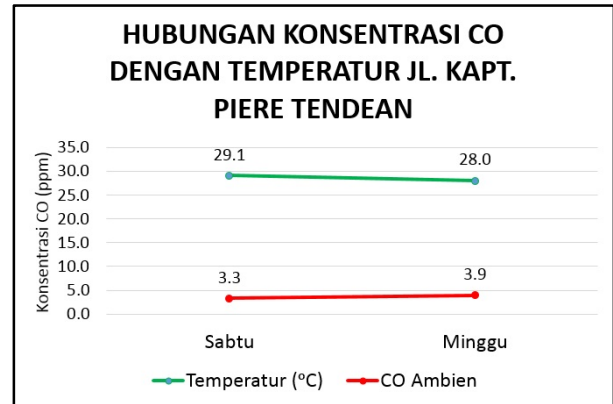
Gambar 6 Perbandingan Konsentrasi CO Hari Sabtu dan Minggu Perempatan



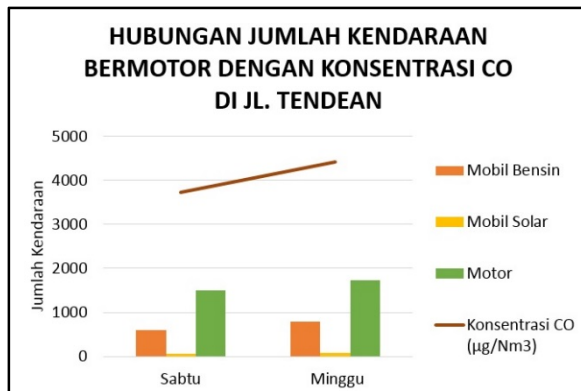
Gambar 9 Hubungan Konsentrasi CO dengan Temperatur Perempatan



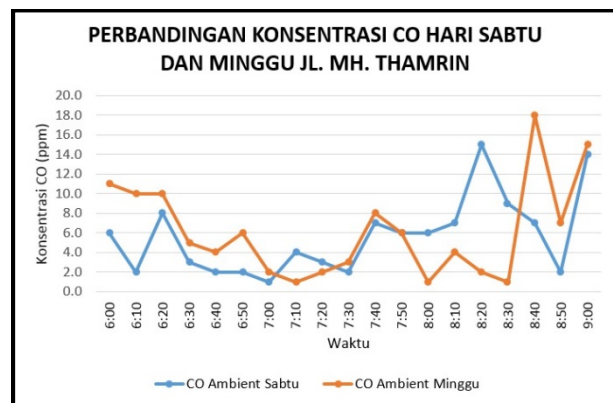
Gambar 10 Perbandingan Konsentrasi CO Hari Sabtu dan Minggu Jl. Kapt. Piere Tendea



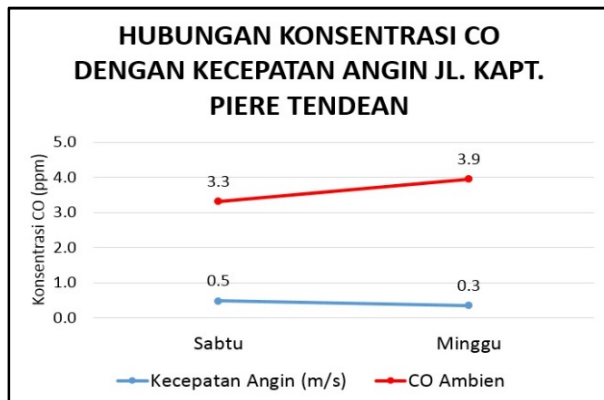
Gambar 13 Hubungan Konsentrasi CO dengan Temperatur Jl. Kapt. Piere Tendea



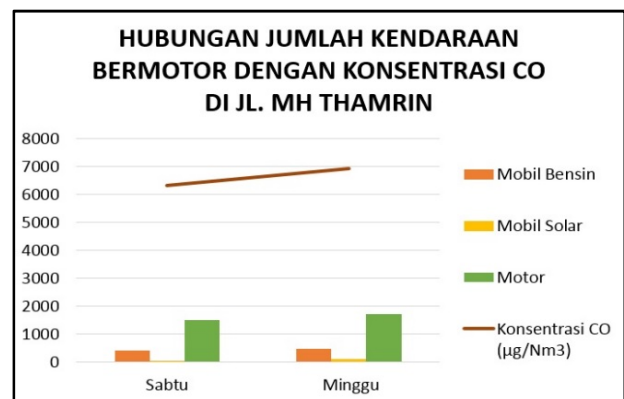
Gambar 11 Hubungan Konsentrasi CO dengan Jumlah Kendaraan Bermotor Jl. Kapt. Piere Tendea



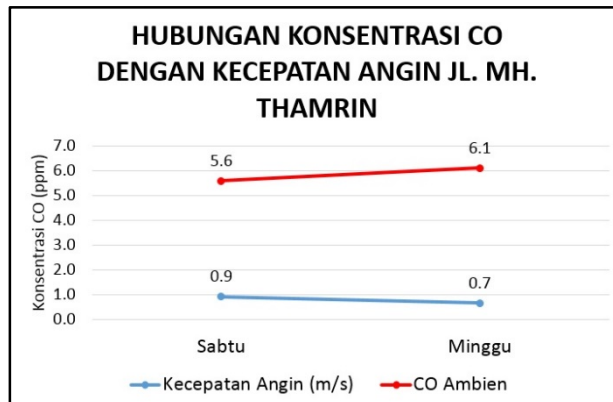
Gambar 14 Perbandingan Konsentrasi CO Hari Sabtu dan Minggu Jl. MH. Thamrin



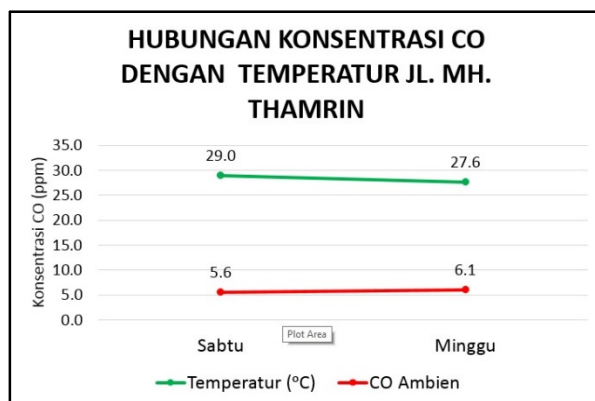
Gambar 12 Hubungan Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin Jl. Kapt. Piere Tendea



Gambar 15 Hubungan Konsentrasi CO dengan Jumlah Kendaraan Bermotor Jl. MH. Thamrin



Gambar 16 Hubungan Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin Jl. MH. Thamrin

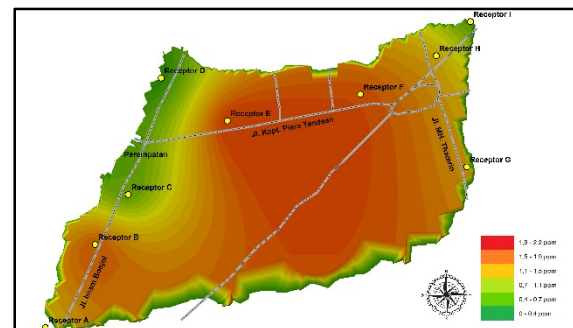


Gambar 17 Hubungan Konsentrasi CO dengan Temperatur Jl. MH. Thamrin

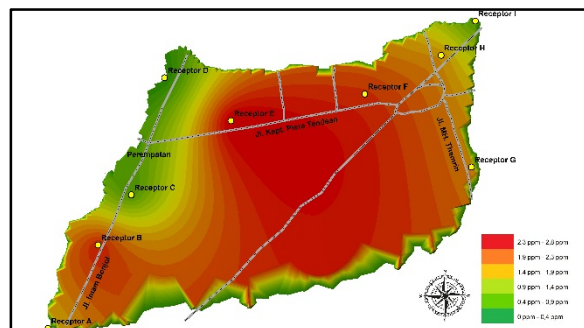
Dapat dilihat dari grafik-grafik tersebut di jalan-jalan alternatif bahwa adanya peningkatan jumlah kendaraan sehingga menyebabkan konsentrasi CO juga ikut meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian Syahdinar (2012) bahwa konsentrasi CO dipengaruhi oleh jumlah kendaraan bermotor. Kemudian untuk naik turunnya nilai konsentrasi CO disebabkan oleh faktor meteorologi, dapat dilihat pada grafik kecepatan angin dan suhu, semakin rendah kecepatan angin maka semakin tinggi konsentrasi CO dan semakin rendah suhu udara maka konsentrasi CO juga ikut meningkat, hal ini sesuai dengan penelitian

dari Sinaga (2013). Menurut Nevers (2000) bahwa faktor meteorologi dapat mempengaruhi kualitas udara, yaitu tergantung dari stabilnya atmosfer di area tersebut. Stabil atau tidak stabilnya atmosfer tergantung dari kecepatan angin, arah angin, dan suhu udara. Jika kecepatan angin dan suhu di area tersebut berada di nilai yang rendah akan menyebabkan stabilnya atmosfer sehingga proses dilusi atau proses pencampuran antara suatu zat dan zat lainnya di udara sangat kecil, maka dari itu tingkat konsentrasi polutan akan bernilai tinggi di area tersebut.

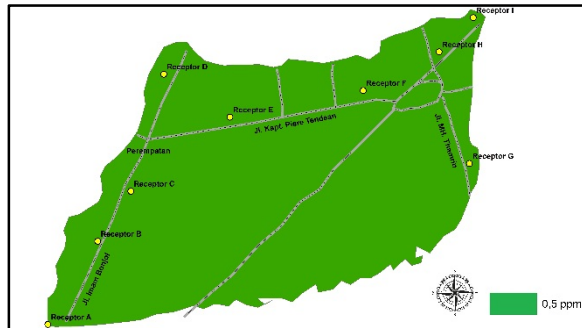
Estimasi Sebaran Menggunakan Program CALINE4 dan Surfer



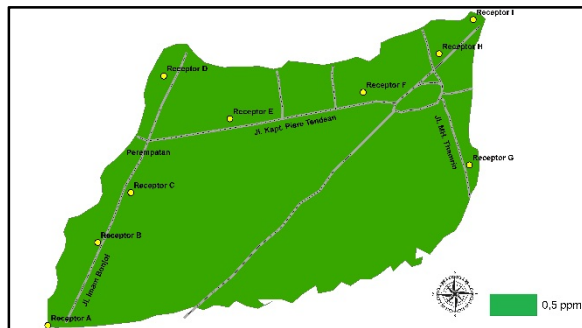
Gambar 18 Estimasi Sebaran Jenis Kendaraan Mobil Bensin Hari Sabtu



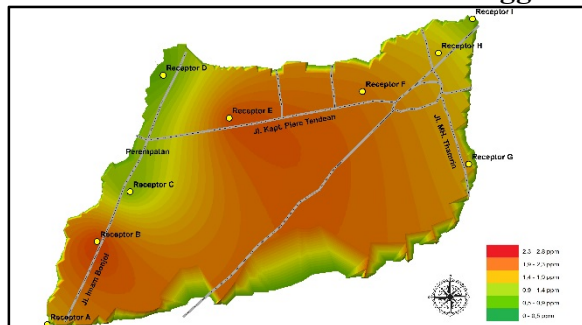
Gambar 19 Estimasi Sebaran Jenis Kendaraan Mobil Bensin Hari Minggu



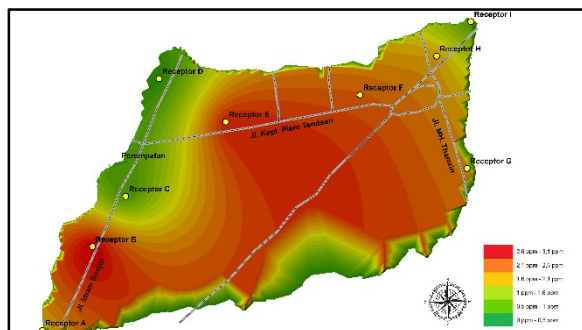
Gambar 20 Estimasi Sebaran Jenis Kendaraan Mobil Solar Hari Sabtu



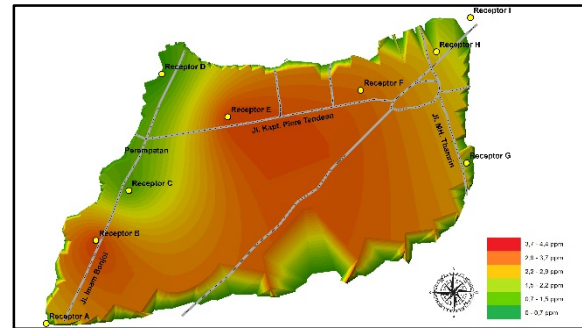
Gambar 21 Estimasi Sebaran Jenis Kendaraan Mobil Solar Hari Minggu



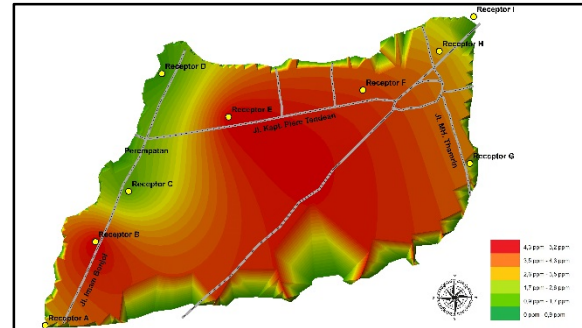
Gambar 22 Estimasi Sebaran Jenis Kendaraan Motor Hari Sabtu



Gambar 23 Estimasi Sebaran Jenis Kendaraan Motor Hari Minggu



Gambar 24 Estimasi Sebaran Semua Jenis Kendaraan Hari Sabtu



Gambar 25 Estimasi Sebaran Semua Jenis Kendaraan Hari Minggu

Tingkat konsentrasi CO yang berwarna merah menandakan tingginya pencemaran karena banyaknya jumlah kendaraan bermotor dan faktor emisi CO dari kendaraan yang melewati area tersebut sehingga banyak menghasilkan sumber emisi pencemaran, hal ini sesuai dengan pernyataan Nevers (2000) bahwa zat pencemar CO lebih banyak dihasilkan dari kendaraan bermotor. Kemudian untuk pengaruh emisi polutan CO dari jenis kendaraan mobil solar lebih sedikit dibandingkan dengan mobil bensin, hal tersebut sesuai dengan pernyataan Soedomo (2001) bahwa jenis kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bensin akan mengeluarkan CO, NO_x, NO dan NO₂ yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis kendaraan berbahan bakar solar. Sedangkan jenis kendaraan berbahan bakar solar akan menghasilkan SO₂ partikulat dan nilai opasitas yang lebih besar dibandingkan

dengan yang dihasilkan oleh jenis kendaraan berbahan bakar bensin. Selain itu faktor meteorologi juga dapat mempengaruhi kualitas udara di area yang meningkatkan pencemarannya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Nevers (2000) bahwa faktor meteorologi dapat mempengaruhi pencemaran udara. Jika kecepatan angin dan suhu di area tersebut berada di nilai yang rendah akan menyebabkan stabilnya atmosfer sehingga proses dilusi atau proses pencampuran antara suatu zat dan zat lainnya di udara sangat kecil, maka dari itu tingkat konsentrasi polutan akan bernilai tinggi di area tersebut.

Analisis Dampak Kegiatan *Car Free Day*

Tabel 5 Analisis Dampak Udara Ambien Hari Minggu dengan Baku Mutu

No	Lokasi/Hari	Konsentrasi CO (ppm)	Berat Molekul Gas	t (°C)	Konsentrasi CO (µg/Nm³)	Baku Mutu (µg/Nm³)	Keterangan
1	Jl. Imam Bonjol	3,3	28	27,5	3745,2804	30.000	Memenuhi
2	Perempatan	4,2	28	27,4	4768,3073	30.000	Memenuhi
3	Jl. Tendean	3,9	28	28,0	4418,8879	30.000	Memenuhi
4	Jl. MH Thamrin	6,1	28	27,6	6920,7910	30.000	Memenuhi

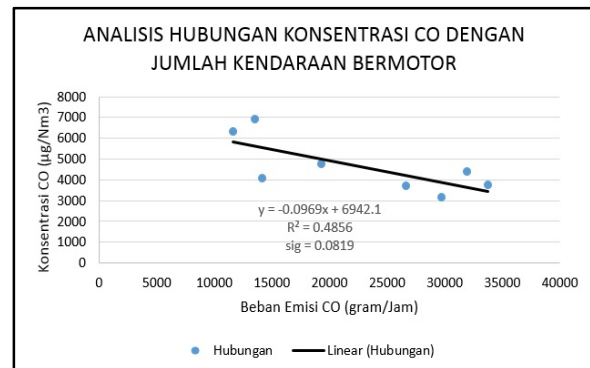
Sumber : PP No.41 Tahun 1999

Dari tabel tersebut dapat dijelaskan bahwa udara ambien di jalan alternatif masih memenuhi baku mutu sesuai dengan PP No.41 Tahun 1999.

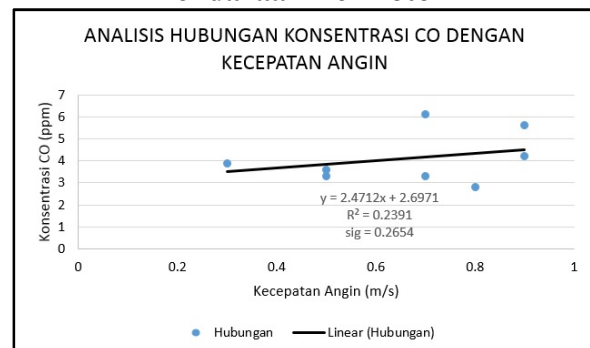
Tabel 6 Peningkatan Konsentrasi CO di Jalan Alternatif

No.	Lokasi	Peningkatan Jumlah Kendaraan Bermotor	Peningkatan Pencemaran Udara
1.	Jl. Imam Bonjol	12,62%	38%
2.	Perempatan	18,94%	75%
3.	Jl. Kapt. Piere Tendean	13,15%	33%
4.	Jl. MH. Thamrin	14,30%	55%

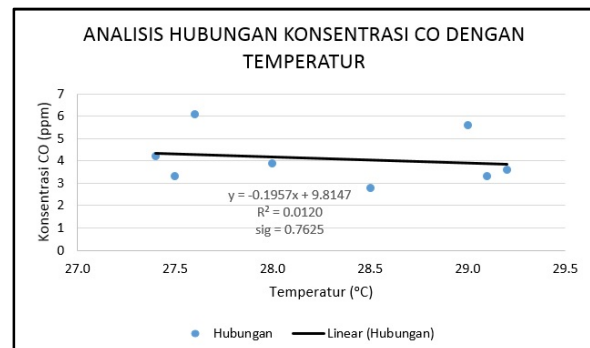
Dari Tabel tersebut terlihat adanya peningkatan konsentrasi CO pada udara ambien di hari minggu. Sesuai dengan pernyataan Nevers (2000) bahwa zat pencemar CO lebih banyak dihasilkan dari kendaraan bermotor.



Gambar 26 Analisis Regresi Linier Konsentrasi CO dengan Jumlah Kendaraan Bermotor



Gambar 27 Analisis Regresi Linier Konsentrasi CO dengan Kecepatan Angin



Gambar 28 Analisis Regresi Linier Konsentrasi CO dengan Temperatur

Dapat dilihat dari grafik untuk nilai sig hubungan antar konsentrasi CO dengan beban emisi kendaraan bermotor sebesar 0,0819, kecepatan angin sebesar 0,2654, dan temperatur sebesar 0,7625, nilai sig dari ketiga grafik tersebut berada pada nilai $> 5\%$ atau lebih besar dari 0,05 yang artinya adanya hubungan linier dengan konsentrasi CO. Kemudian untuk nilai R^2 menunjukkan tingkat pengaruh variabel X (beban emisi kendaraan bermotor, kecepatan angin, dan temperatur) terhadap variabel Y (Konsentrasi CO). Untuk pengaruh dari beban emisi jumlah kendaraan bermotor terhadap konsentrasi CO sebesar 48,56%, kemudian sisanya sebesar 51,44% berasal dari faktor lain yang tidak diketahui, berdasarkan penelitian Hendra et al. (2015) bahwa konsentrasi CO dipengaruhi oleh karakteristik lalu lintas, seperti kecepatan kendaraan, jika kecepatan kendaraan rendah atau terjadinya kepadatan kendaraan di suatu jalan maka konsentrasi CO akan meningkat karena kendaraan tersebut lebih lama melewati jalan tersebut. Kemudian menurut Wardhana (2004) bahwa gas CO_2 sudah berada di dalam udara yang kemudian pada proses pembakaran bersuhu tinggi, gas CO_2 dapat terurai kembali menjadi gas CO. Selain itu pengaruh dari faktor meteorologi juga ikut mempengaruhi konsentrasi CO, berdasarkan grafik pengaruh dari kecepatan angin terhadap konsentrasi CO sebesar 23,91%, dan pengaruh dari temperatur terhadap konsentrasi CO sebesar 1,2%. Menurut Nevers (2000) jika kecepatan angin dan suhu di area tersebut berada di nilai yang rendah akan menyebabkan stabilnya atmosfer sehingga proses dilusi atau proses pencampuran antara suatu zat dan zat lainnya di udara sangat kecil.

PENUTUP

Kesimpulan

Dari hasil penelitian kali ini setelah dilakukan pembahasan pada bab analisis dan pembahasan terhadap dampak kualitas udara CO di sekitar Jl. Pemuda akibat adanya kegiatan *Car Free Day* dapat disimpulkan bahwa :

1. Adanya peningkatan jumlah kendaraan bermotor di hari minggu (31 Juli 2016) dibandingkan dengan hari sabtu (30 Juli 2016) di sekitar Jl. Pemuda. Hal tersebut terjadi karena adanya pengalihan arus lalu lintas ke jalan alternatif lainnya yang membuat sumber pencemar udara juga ikut meningkat. Sehingga peningkatan jumlah kendaraan bermotor berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi CO di jalan alternatif. Selain itu naik turunnya konsentrasi CO disebabkan juga karena adanya faktor meteorologi, yaitu kecepatan angin dan suhu.
2. Adanya perbedaan nilai konsentrasi CO yang terpapar pada hasil analisis CALINE4 di tiap receptor dipengaruhi oleh jumlah kendaraan bermotor dan faktor emisi CO kendaraan yang melewati area tersebut serta adanya pengaruh dari faktor meteorologi, yaitu arah angin dan kecepatan angin yang membawa pencemaran CO yang dihasilkan dari sumber pencemar menuju ke lokasi receptor.
3. a. Kualitas udara ambien di tiap jalan alternatif masih memenuhi baku mutu berdasarkan PP No. 41 Tahun 1999, namun adanya penurunan kualitas udara.
b. Berdasarkan analisis regresi linier menunjukkan bahwa beban emisi kendaraan bermotor mempengaruhi konsentrasi CO sebesar 48,56% dan kemudian sisanya sebesar 51,44%

berasal dari faktor yang tidak diketahui.

Saran

Saran yang dapat diberikan dalam meningkatkan manfaat kegiatan *Car Free Day* ialah :

1. Perlu adanya evaluasi dari pemerintah di jalan alternatif sehingga tidak terjadinya peningkatan pencemaran CO ketika berlangsungnya kegiatan *Car Free Day*
2. Melakukan himbauan kepada masyarakat untuk menggunakan transportasi umum ketika ingin menuju lokasi kegiatan *Car Free Day*.
3. Hal lainnya yang dapat dilakukan adalah dengan diadakan *Car Free Day* skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Benson, Paul E. 1989. *CALINE4 – A Dispersion Model For Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways*. Department of Transportation : California.
- Budihardjo, Mochamad Arief. 2007. *Risk Analysis Study of NOx and SOx From Transportation (Case Study: Main Streets of D.I. Jogjakarta)*. Undip. Teknik Vol. 28 No. 1.
- Extech Instruments. 2013. *User's Guide Carbon Monoxide Meter*. Extech Instruments : U.S.A.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air Dan Udara*. Penerbit Kanisius : Yogyakarta.
- Flagan, Richard C. & John H. Seinfeld. 1988. *Fundamentals of Air Pollution Engineering*. Prentice Hall-Inc : New Jersey.
- Golden Software, Inc. 2002. *Surfer User's Guide*. Golden Software, Inc. : U.S.A.
- Hadihardaja, J. 1997. *Rekayasa Lingkungan*. Gunadarma : Jakarta.
- Hendra et al. 2015. *Hubungan Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) di Udara Ambien Roadside Dengan Karakteristik Lalu Lintas di Jaringan Jalan Sekunder Kota Padang*. FSTPT International Symposium Unila : Bandar Lampung
- Hilmiawan, A. 2011. *Perancangan Kampanye Bahaya Emisi Gas Buang Pada Kegiatan Car Free Day Kota Bandung*. Universitas Komputer Indonesia : Bandung.
- Huboyo, Haryono S., & M. Arief Budihardjo. 2008. *Buku Ajar Pencemaran Udara*. Undip : Semarang.
- Joseph et al. 2003. *Sensors, Chemical Sensors, Electrochemical Sensors, and ECS*. Journal of The Electrochemical Society. 150 (2) S11-S16.
- Khisty, C. Jotin, & B. Kent Lall. 2005. *Dasar-Dasar Rekayasa Transportasi*. Penerbit Erlangga : Jakarta.
- McGranahan, G. and Murray, F. 2003. *Air Pollution and Health in Rapidly Developing Countries*. Earthscan Publication : London.
- Natashya, Moriani. 2013. *Analisis Kemacetan Lalu Lintas Simpang Cisalak, Depok (Studi Kasus Jalan Ir.H.Juanda - Tol Cijago, Bogor - Cisalak)*. Universitas Gunadarma : Depok.
- Nevers, Noel de. 2000. *Air Pollution Control Engineering Second Edition*. McGraw-Hill : Singapura.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan



- Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara.
- Peraturan Walikota Semarang Nomor 22 Tahun 2011 Tentang Pelaksanaan Hari Bebas Kendaraan Bermotor (*Car Free Day*) di Kota Semarang.
- Saputra, Isro & Ridwan Sutriadi. 2014. *Analisis Car-Free Days Berdasarkan Persepsi Pengunjung Dalam Konteks Perubahan Perilaku Penggunaan Kendaraan Pribadi. Studi Kasus: Car Free-Days Jalan Ir. H.Juanda (Dago)*. ITB : Bandung.
- Sinaga, Sarastikamawaty. 2013. *Pengaruh Jumlah Kendaraan Dan Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi Karbon Monoksida (CO) Di Jalan Pandanaran Kawasan Simpang Lima Kota Semarang*. Undip : Semarang.
- Slamet, J.S. 1994. *Kesehatan Lingkungan*. Gajah Mada University Press : Jakarta.
- SNI 19-7119.6-2005 Tentang Udara Ambien - Bagian 6 : Penentuan Lokasi Pengambilan Contoh Uji Pemantauan Kualitas Udara Ambien.
- Soedomo, Moestikahadi. 2003. *Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara*. ITB Press : Bandung.
- Stoker, H.S., & Seager S.L. 1972. *Environmental Chemistry: Air and Water Pollution*. Scott, Foresman and Co. : London.
- Stull, R.B. 1995. *Meteorology Today for Scientists and Engineers*. West Publishing Company : Minnesota.
- Syahdinar, Zharin F. 2012. *Studi Analisis Pengaruh Lalu Lintas Jalan Raya Terhadap Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Di Halaman Sekolah (Studi Kasus : SD Petompon I Semarang)*. Undip : Semarang.
- Wardhana, Wisnu Arya. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit Andi : Yogyakarta.
- Wells, G.R. 1993. *Rekayasa Lalu-Lintas*. Penerbit Bhaktara : Jakarta.
- Yulianti et al. 2013. *Analisis Konsentrasi Gas Karbon Monoksida (CO) Pada Ruas Jalan Gajah Mada Pontianak*. Universitas Tanjungpura : Pontianak.