

**ANALISIS SEBARAN KARBON MONOKSIDA DARI SUMBER
TRANSPORTASI DARI JALAN SISINGAMANGARAJA DENGAN
METODE *FINITE LENGTH LINE SOURCE* BERBASIS
SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

***ANALYSIS OF CARBON MONOXIDE DISPERSION FROM
TRANSPORTATION AT SISINGAMANGARAJA STREET USING
FINITE LENGTH LINE SOURCE METHOD SUPPORTED BY
GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEM***

Deni Gusrianti¹, Ahmad Perwira Mulia Tarigan², Isra' Suryati³

^{1,3}Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jalan Alumni Kampus USU, Medan 20155

²Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara
Jalan Perpustakaan Kampus USU, Medan 20155

Email: denigusrianti@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pola sebaran karbon monoksida (CO) dari Jalan Sisingamangaraja dengan metode Finite Length Line Source (FLLS) dan memetakan sebaran dengan aplikasi SIG. Berdasarkan hasil pengamatan volume lalu lintas, total jumlah kendaraan adalah 7.591 unit/jam (pagi) dan 7.433 unit/jam (siang). Jumlah kendaraan tersebut menyumbangkan laju emisi sebesar 49.171,7 µg/m.s pada pagi hari dan pada siang hari sebesar 46.943,1 µg/m.s. Berdasarkan perhitungan dengan FLLS konsentrasi CO paling tinggi adalah pada tepi jalan (roadside) yaitu sebesar 20.340 µg/Nm³ pada pagi hari dan 18.340 µg/Nm³ pada siang hari. Analisa spasial dengan Sistem Informasi Geografis menghasilkan wilayah sebaran dampak dari sumber tersebut adalah Kelurahan Harjosari 2. Perbandingan hasil pemodelan dan hasil pengukuran di lapangan dengan wilmott's index menghasilkan nilai $d=0,69-0,84$, $R=0,93-0,96$, dan $NMSE=0,02-0,04$. Hasil validasi memiliki keakuratan 16,5%-17%. Kisaran ini masih dalam kriteria pemodelan Gaussian (10%- 20%).

Keyword: CO, finite length line source, SIG, transportasi

ABSTRACT

Purpose of this study is to determine the distribution pattern of carbon monoxide (CO) from Singamangaraja street by using Finite Length Line Source (FLLS) method and map to the distribution with GIS application. Based on the results of observations of traffic volume on the Singamangaraja street is 7.591 units/hour (morning) and 7.433 units/hour (noon). The amount emission rate is 49.171.7 µg/m.s in the morning and 46.943.1 µg /m.s in the noon. According to calculations FLLS the highest CO concentration is at roadside (20.340 µg/Nm³ in the morning and 18.340 µg/Nm³ in the noon). Based on direct measurement of the concentration of a maximum of 18.323 µg /Nm³ in the morning and 17.177 µg /Nm³ at noon. Spatial analysis with Geographic Information System generate distribution impact area of the source was Harjosari 2 district. Comparison between modeling and field survey using wilmott's index method had $d=0,69-0,84$, $R=0,93-0,96$, dan $NMSE=0,02-0,04$. Statistic validation had 16,5%-17% accuracy and still in range of Gaussian criteria (10%- 20%).

PENDAHULUAN

Transportasi darat/kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber emisi pencemar udara (KLH, 1999; Soedomo, 1999; Peavy dkk, 1985). Zat pencemar spesifik dari sumber transportasi darat adalah CO (Soedomo, 1999). Gas ini berbahaya bagi manusia karena kemampuannya mengikat hemoglobin dalam darah 140-300 kali lebih kuat daripada kemampuan oksigen (Wardhana, 2004). Penelitian ini dilakukan di Jalan Sisingamangaraja yang merupakan salah satu titik kepadatan lalu lintas di Kota Medan. Jalan ini merupakan jalan arteri primer di Kota Medan yang menghubungkan Kota Medan dengan kabupaten atau kota lainnya dalam Provinsi Sumatera Utara. Volume lalu lintas pada jam sibuk di Jalan Sisingamangaraja adalah 8.208 kendaraan/jam, dengan V/C Ratio 0,61 (DISHUB Kota Medan, 2016). Padatnya jumlah kendaraan yang melewati area ini mengakibatkan banyak polutan CO yang diemisikan ke udara ambien. Apabila tidak ditangani dengan baik akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan terutama bagi kesehatan manusia.

Penelitian ini bertujuan untuk mengestimasi emisi dari kendaraan bermotor di Jalan Sisingamangaraja, mengetahui pola sebaran CO menggunakan metode *finite length line source* (FLLS), memetakan sebaran CO dengan aplikasi SIG, dan membandingkan hasil pemodelan dengan pemantauan langsung dilapangan. Persebaran pencemaran udara dipengaruhi oleh faktor meteorologis seperti arah dan kecepatan angin dan stabilitas atmosfer (KLH, 1999; Nevers, 2000).

Line source gaussian model adalah pengembangan dari model *gaussian plume* dengan mengasumsikan bahwa *line source* adalah sebuah deret *point source*, yang saling tergantung (*mutually dependent*), yang masing-masing menghasilkan kepulan polutan. Dengan demikian, konsentrasi suatu titik di sisi jalan dihitung sebagai jumlah dari deret konsentrasi titik-titik tersebut (Paramitadevi, 2014).

Penelitian terdahulu (Jarrot dkk, 2005; Hoek dkk, 2008; Hamid dkk 2015; Suryati dan

Khair, 2016) menjelaskan bahwa pemodelan distribusi spasial dari polutan dapat membantu untuk memperkirakan konsentrasi polutan di daerah yang tidak mempunyai stasiun pemantauan pencemaran udara, juga dapat menentukan daerah yang melebihi standar polusi udara. Selanjutnya, pemodelan spasial distribusi polutan dapat dimanfaatkan untuk penilaian eksposur dan studi epidemiologi.

Mengintegrasikan model dengan SIG menghasilkan sebuah dimensi geografis pada informasi kualitas udara dengan menghubungkan konsentrasi pencemaran sebenarnya kepada lingkungan dan kehidupan manusia pada lokasi tersebut. *Tools* analisa numeris SIG dapat mendemonstrasikan hubungan antara kualitas udara yang buruk dengan kesehatan masyarakat dan kesehatan lingkungan (Yerramilli dkk, 2011).

METODE PENELITIAN

Pengumpulan data

Data yang diperlukan adalah volume lalu lintas, faktor emisi, arah dan kecepatan angin, intensitas penyinaran matahari, peta Kota Medan, serta konsentrasi CO hasil pengukuran langsung dilapangan. Volume lalu lintas didapatkan dari pengamatan langsung dilapangan menggunakan manual counter. Jenis kendaraan yang dihitung adalah sepeda motor, mobil penumpang, bus, dan truk. Faktor emisi didapatkan dari faktor emisi nasional (KLH, 2013). Arah dan kecepatan angin didapatkan dari BMKG Wilayah 1 Medan, peta Kota Medan didapatkan dari BAPPEDA Provinsi Sumatera Utara. Sedangkan konsentrasi CO didapatkan dengan melakukan pengukuran langsung dilapangan menggunakan metode *NDIR Analyzer* (BSN, 2011).

Perhitungan volume lalu lintas dan pengukuran konsentrasi CO dilapangan dilakukan pada hari Sabtu, tanggal 15 Oktober 2016. Sampling dilakukan selama 1 (satu) jam untuk pengamatan pagi dan 1 (satu) jam untuk pengamatan siang. Lokasi pengukuran CO di lapangan adalah pada tepi jalan (*roadside*), pada jarak 300 m, 500 m, dan 600 m ke arah selatan.

Pengolahan Data

Data volume lalu lintas dikalikan dengan faktor emisi untuk mendapatkan laju emisi. Kemudian dimasukkan ke dalam persamaan FLLS seperti dibawah ini (Paramitadevi, 2014; Cooper & Alley, 1994):

$$C = \frac{K}{\sqrt{2\pi}} (G_2 - G_1) \dots\dots\dots 1$$

$$K = \frac{q}{u\sigma_z} \left\{ \exp \left[-\frac{(z-H)^2}{2\sigma_z^2} \right] + \exp \left[-\frac{(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right] \right\} 2$$

$$G_2 - G_1 = \int_{B_1}^B \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp \left(-\frac{B^2}{2} \right) dB^2 \dots\dots\dots 3$$

$$B_2 = \frac{y_2}{\sigma_y} ; B_1 = \frac{y_1}{\sigma_y} \dots\dots\dots 4$$

Keterangan :

- C : Konsentrasi ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)
- Q : Laju emisi sumber polutan gram.m/detik
- \bar{u} : Kecepatan angin pada posisi x (m/detik)
- σ_z : Parameter dispersi konstanta pada posisi z (m)
- σ_y : Parameter dispersi konstanta pada posisi y (m)
- z : Posisi arah z pada koordinat kartesius (m)
- H : Ketinggian efektif sumber emisi (m)
- B:Rasio panjang ruas jalan terhadap parameter dispersi σ_y

Validasi yang digunakan dalam membandingkan hasil perhitungan dengan pengukuran langsung dilapangan mengacu pada (Paramitadevi, 2014; Willmott dkk,

2012; Hassan dkk, 2006).Terdiri dari *Wilmott's Index of Agreement* (d), *Normalized Mean Square Error* (NMSE), Korelasi Pearson (R), *Friction Bias* (FB), dan Factor of 2 (Fa_2). Hasil penelitian dapat diterima apabila:

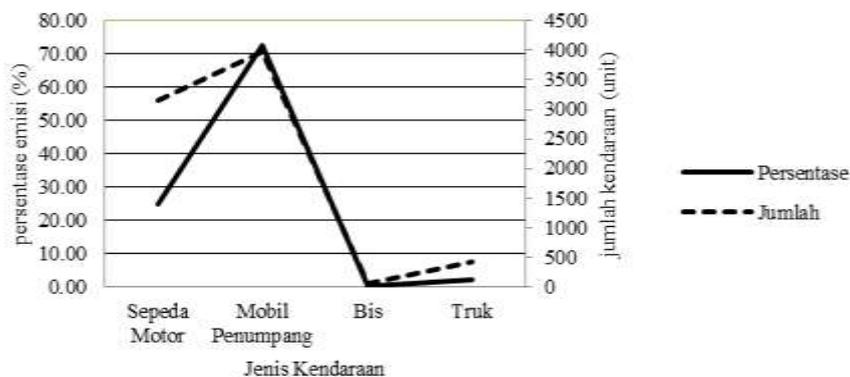
1. NMSE dalam kisaran 0,5
2. FB dalam rentang -2 sampai dengan 2
3. Nilai R dan d mendekati 1
4. Fa_2 sekitar 50%.

Data konsentrasi yang didapatkan baik dari perhitungan maupun dari pengukuran langsung dilapangan ditumpang-tindihkan dengan peta Kota Medan untuk mendapatkan kondisi spasial penyebaran CO.

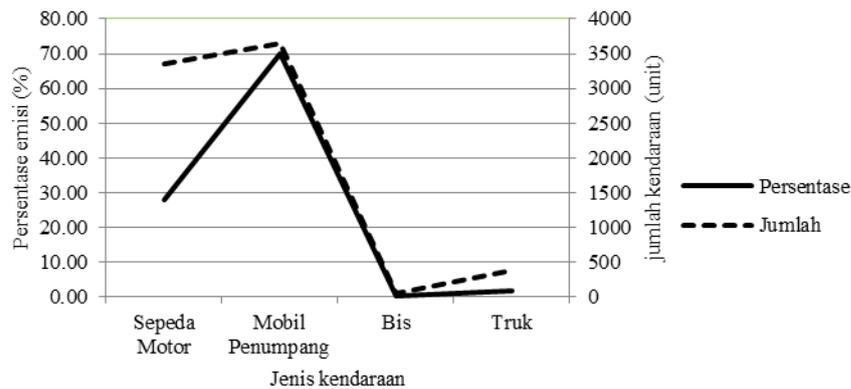
HASIL DAN PEMBAHASAN

Volume Lalu Lintas Dan Persentase Laju Emisi

Jalan Sisingamangaraja merupakan jalan yang menghubungkan Kota Medan dengan kota lainnya di Provinsi Sumatera Utara dan berstatus jalan nasional sehingga mengakibatkan lalu lintas di jalan ini relatif padat. Total jumlah kendaraan yang melintas pada waktu pagi adalah sebanyak 7.591 unit/jam, dan total jumlah kendaraan yang melintas pada waktu siang adalah 7.433 unit/jam, jumlah tersebut tidak jauh berbeda dengan data volume lalu lintas Jalan Sisingamangaraja yang didapatkan dari Dishub Kota Medan yaitu sebanyak 8.208 kendaraan/jam. Persentase laju emisi yang disumbangkan untuk masing-masing waktu pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1 dan Gambar 2.

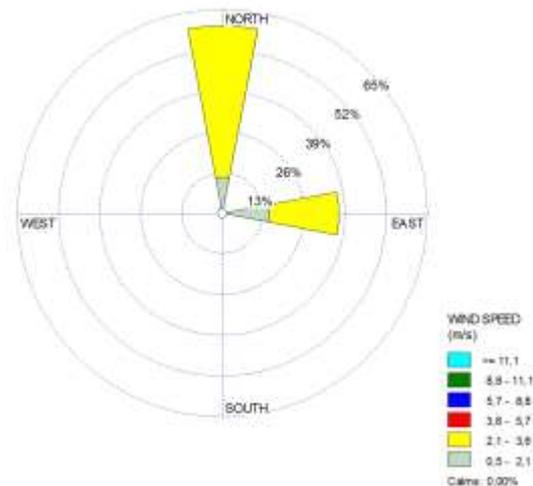


Gambar 1. Persentase Laju Emisi dari Kendaraan Pagi Hari



Gambar 2. Persentase Laju Emisi dari Kendaraan Siang Hari

Banyaknya jumlah kendaraan penumpang pribadi seperti mobil, sepeda motor, yang melewati jalan ini dikarenakan adanya aktivitas warga di sekitar Kecamatan Medan Amplas untuk menuju dan kembali dari pusat kota. Bus yang melewati jalan ini adalah bus antar provinsi dan bus Bandara Kuala Namu. Jumlah bus yang melewati jalan ini dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat Kota Medan pulang dan pergi ke luar kota. Sedangkan kendaraan pengangkut barang seperti truk juga banyak melintasi jalan ini dikarenakan banyaknya transfer barang masuk dan keluar kota Medan. Variasi jumlah emisi yang disumbangkan oleh setiap jenis kendaraan dipengaruhi oleh variasi jumlah dan faktor emisi.

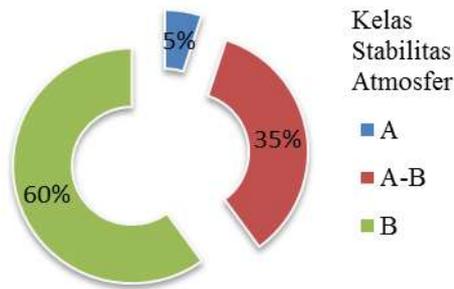


Gambar 3. Windrose
Sumber Data: BMKG, 2011-2015 (data telah diolah)

Distribusi Angin dan Stabilitas Atmosfer

Distribusi angin yang diperhitungkan dalam penelitian ini adalah arah dan kecepatan angin dominan yang di gambarkan dengan *windrose*. Data yang digunakan adalah data arah dan kecepatan angin rata-rata bulanan tahun 2011-2015 dari stasiun Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah 1 Medan. Diagram *windrose* dapat dilihat pada Gambar 3. Dari Gambar dapat dilihat arah angin dominan dari arah utara (0°) dan arah timur (90°) dengan kecepatan angin rata-rata adalah 2,25 m/s.

Stabilitas atmosfer dipengaruhi oleh radiasi matahari dan kecepatan angin. Berdasarkan data kecepatan angin dan penyinaran matahari tahun 2011-2015 yang didapatkan dari Balai Besar Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Wilayah 1 Medan yang kemudian dibandingkan dengan tabel kelas stabilitas atmosfer Pasquill. Persentase stabilitas atmosfer dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Persentase Kelas Stabilitas Atmosfer

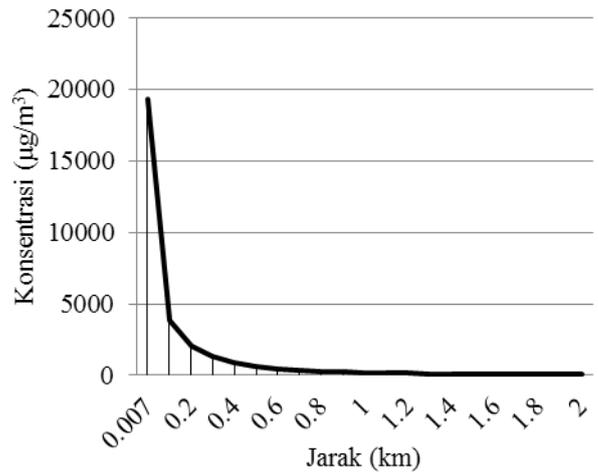
Sumber Data: BMKG, 2011-2015 (data telah diolah)

Dari Gambar 4 dapat dilihat kelas stabilitas atmosfer didominasi oleh kelas B sebanyak 60%, A-B sebanyak 35%, dan A sebanyak 5%. Berdasarkan hal tersebut maka kelas stabilitas yang akan digunakan untuk perhitungan lebih lanjut adalah kelas B.

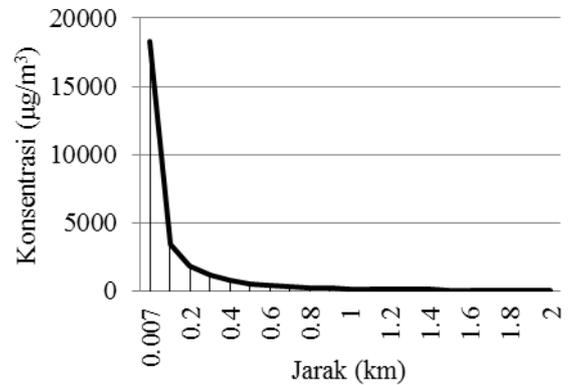
Menurut Pasquill (1974) dalam Supriyadi (2009), pada kelas kestabilan B massa udara akan cenderung turun karena suhu udara lebih rendah dibandingkan suhu di atmosfer yang mengakibatkan kadar polutan per satuan volume menjadi lebih besar.

Analisis Hasil Pemodelan *Finite Length Line Source* (FLLS)

Perhitungan dengan metode *finite length line source* menggunakan Persamaan 1 sampai Persamaan 4. Dalam penelitian ini dihitung konsentrasi pada jarak ± 7 m dari sumber sampai ± 2000 m dari sumber. Hasil konsentrasi untuk jarak 7 meter sampai 2.000 m dari sumber emisi dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 di bawah ini.



Gambar 5. Konsentrasi CO Hasil Pemodelan FLLS Pagi



Gambar 6. Konsentrasi CO Hasil Pemodelan FLLS Siang

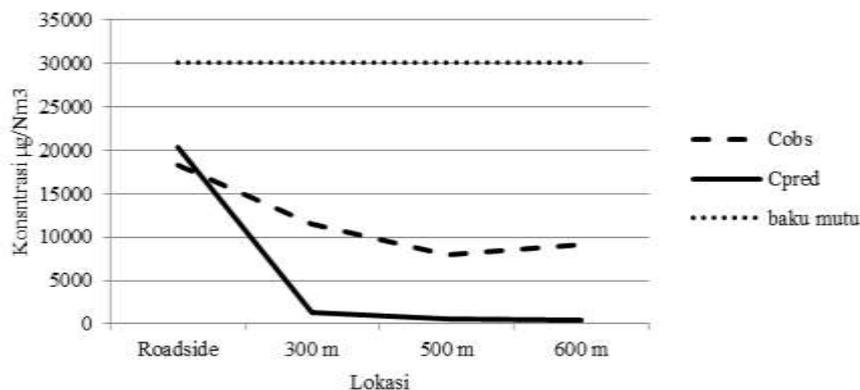
Berdasarkan Gambar 5 dan Gambar 6 semakin jauh jarak dari sumber maka konsentrasi pencemar semakin menurun. Hal ini membuktikan bahwa jarak mempengaruhi persebaran polutan. Konsentrasi tertinggi pada pagi hari adalah pada jarak 0,007 km atau 7 m dari sumber emisi yaitu sebanyak $20.340 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Sedangkan di waktu siang dengan jarak yang sama konsentrasi CO adalah sebanyak $18.340 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Pada waktu pagi konsentrasi terendah adalah pada 2 km atau 2.000 m dari sumber dengan konsentrasi sebanyak $49,497 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan pada pagi hari dan $44,629 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada siang hari.

Pada pengukuran pagi hari cuaca cerah dan kecepatan angin adalah 2,45 m/detik. Sedangkan pada saat pengukuran siang cuaca lebih cerah dengan kecepatan angin lebih tinggi yaitu 2,58 m/detik. Cuaca semakin

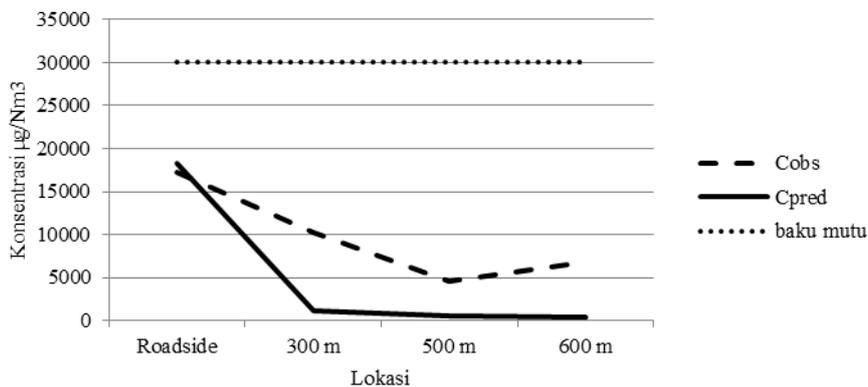
cerah mengindikasikan intensitas penyinaran matahari yang semakin besar. Berdasarkan tabel Pasquill, kondisi atmosfer pada pagi hari di kelas B, dan kondisi atmosfer pada siang hari di kelas A-B. Hal ini berarti kondisi atmosfer pada pagi hari lebih stabil dibandingkan siang hari. Ketika keadaan atmosfer lebih stabil maka udara akan cenderung bergerak ke bawah dan memperlambat proses dispersi sehingga konsentrasi polutan pada permukaan bumi lebih besar. Hal tersebut yang mengakibatkan konsentrasi pada pagi hari lebih besar dibandingkan konsentrasi pada siang hari.

Perbandingan Konsentrasi Hasil Perhitungan, Pengukuran di Lapangan dan Baku Mutu

Gambar 7 dan 8 menunjukkan perbandingan konsentrasi CO hasil pemodelan, konsentrasi CO hasil pengukuran dan baku mutu kualitas udara ambien nasional menurut Lampiran Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 Baku Mutu Udara Ambien Nasional (KLH, 1999).



Gambar 7. Perbandingan Konsentrasi CO Hasil Perhitungan, Hasil Pengukuran, dan Baku Mutu Hasil Pengukuran Pagi



Gambar 8. Perbandingan Konsentrasi CO Hasil Perhitungan, Hasil Pengukuran, dan Baku Mutu Hasil Pengukuran Siang

Berdasarkan hasil pemodelan, semakin jauh jarak dari sumber maka konsentrasi CO semakin menurun. Hal ini membuktikan bahwa jarak mempengaruhi persebaran polutan. Konsentrasi tertinggi pada pagi hari adalah pada jarak 7 m dari sumber emisi

yaitu sebanyak 20.340 µg/Nm³. Sedangkan di waktu siang dengan jarak yang sama konsentrasi CO adalah sebanyak 18.340 µg/Nm³. Pada waktu pagi konsentrasi terendah adalah pada ±2.000 m dari sumber dengan konsentrasi sebanyak 49,497 µg/Nm³

dan pada pagi hari dan 44,629 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada siang hari.

Pada pengukuran pagi hari cuaca cerah dan kecepatan angin adalah 2,45 m/detik. Sedangkan pada saat pengukuran siang cuaca lebih cerah dengan kecepatan angin lebih tinggi yaitu 2,58 m/detik. Cuaca semakin cerah mengindikasikan intensitas penyinaran matahari yang semakin besar. Kondisi atmosfer pada siang hari di kelas A-B. Hal ini berarti kondisi atmosfer pada pagi hari lebih stabil dibandingkan siang hari. Ketika keadaan atmosfer lebih stabil maka udara akan cenderung bergerak kebawah dan memperlambat proses dispersi sehingga konsentrasi polutan pada permukaan bumi lebih besar. Hal tersebut yang mengakibatkan konsentrasi pada pagi hari lebih besar dibandingkan konsentrasi pada siang hari.

Konsentrasi CO hasil pengukuran masih berada dibawah baku mutu udara ambien PP Nomor 41 tahun 1999. Konsentrasi CO tertinggi yaitu padaroadside untuk sampling pagi hari sebesar 18.323 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dan 17.177 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk sampling siang hari. Pada lokasi berikutnya konsentrasi CO cenderung turun di karenakan karena jaraknya dari sumber emisi semakin jauh. Namun pada titik 600 m konsentrasi CO cenderung naik dikarenakan adanya pengaruh sumber emisi lain berupa sumber transportasi. pengukuran pada titik 600 m dilakukan berdekatan dengan jalan pada komplek perumahan warga.

Validasi hasil pemodelan CO dengan hasil pengukuran di lapangan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 1 Validasi Statistik Hasil Pemodelan CO Pagi

NO	Lokasi Penelitian	Cobs	Cpred	d ^a	NMSE ^b	R ^c	FB ^d	Fa ₂ ^e (%)
1	Roadside	18323,11	20340,75					
2	300 m	11451,94	1293,501					
3	500 m	8016,36	616,1519	0,69	0,04	0,96	-1,02	33
4	600 m	9161,554	454,0679					
	Rata-Rata	11738,24	5676,118					
	Standar Deviasi	3997,942	8472,483					

Sumber: Survey dan Analisa, 2016

Keterangan:

a. Willmot's index of agreement

b. Normalize Mean Square Error

c. Koefisien korelasi pearson

d. Fraction Bias

e. Persentase dalam rentang $0,5 \leq \text{Cobs}/\text{Cpred} \leq 2$

Tabel 2 Validasi Statistik Hasil Pemodelan CO Siang

NO	Lokasi Penelitian	Cobs	Cpred	d ^a	NMSE ^b	R ^c	FB ^d	Fa ₂ ^e (%)
1	Roadside	17177,91	18340,031					
2	300 m	10306,75	1166,272					
3	500 m	4580,777	555,547	0,84	0,02	0,93	-1,41	34
4	600 m	6871,166	409,4057					
	Rata-Rata	9734,151	5117,814					
	Standar Deviasi	4756,349	7639,127					

Sumber : Survey dan Analisa, 2016

Keterangan :

a. Willmot's index of agreement

b. Normalize Mean Square Error

c. Koefisien korelasi pearson

d. Fraction Bias

e. Persentase dalam rentang $0,5 \leq \text{Cobs}/\text{Cpred} \leq 2$

Berdasarkan Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa nilai d untuk pengukuran pagi adalah

0,69 dan untuk pengukuran siang adalah 0,84. Nilai d mendekati 1 menunjukkan

tingginya tingkat kesesuaian antara hasil pemodelan dengan pengukuran di lapangan. Nilai NMSE kurang dari 0,5 dan Fa₂ kurang dari 50% untuk pengukuran pagi dan siang menandakan nilai eror dan bias pada data kecil dari 0,5. Nilai R mendekati 1 menunjukkan hasil pemodelan memiliki hubungan linear dengan hasil pengukuran. Nilai FB sebesar -1,41 dan -1,02 masih dalam rentang yang diperbolehkan.

Menurut (Paramitadevi, 2014; Heist dkk, 2013; Schenelle, 2003) formula kepulan *Gaussian* untuk sumber emisi di permukaan apabila dibandingkan dengan hasil observasi memiliki tingkat keakuratan sebesar 10%-20%. Berdasarkan 50% Fa₂ keakuratan penelitian ini adalah sebesar 16,5%-17% dan masih dalam rentang kriteria tersebut.

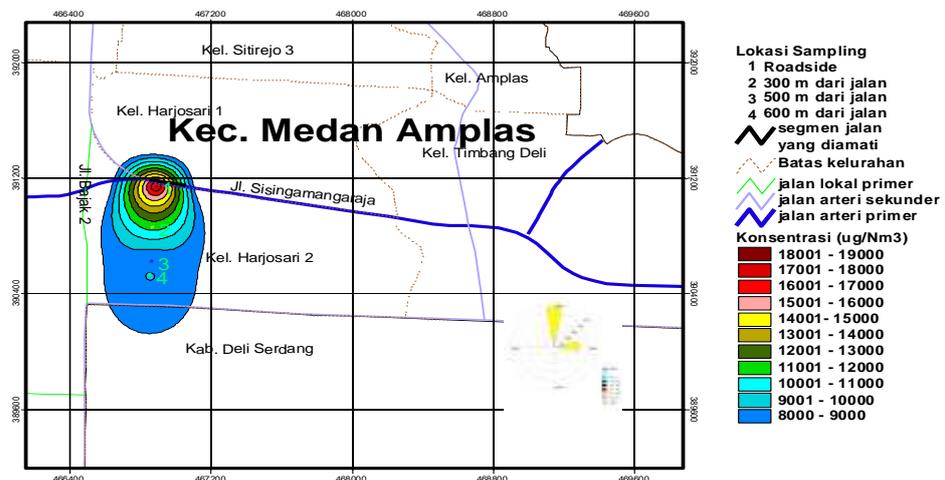
Hubungan linear antara hasil pemodelan dengan pengukuran di lapangan dibuktikan oleh Gambar 7 dan 8 yang menunjukkan bahwa tren konsentrasi hasil perhitungan dan hasil pengukuran langsung di lapangan adalah sama untuk titik sampling *roadside*, 300 m dari jalan dan 500 m dari jalan. Hasil tersebut membuktikan adanya kesesuaian antara hasil perhitungan dan pengukuran langsung di lapangan yang juga dibuktikan oleh nilai koefisien korelasi *Pearson* (R) sangat mendekati 1.

Analisa Spasial dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis

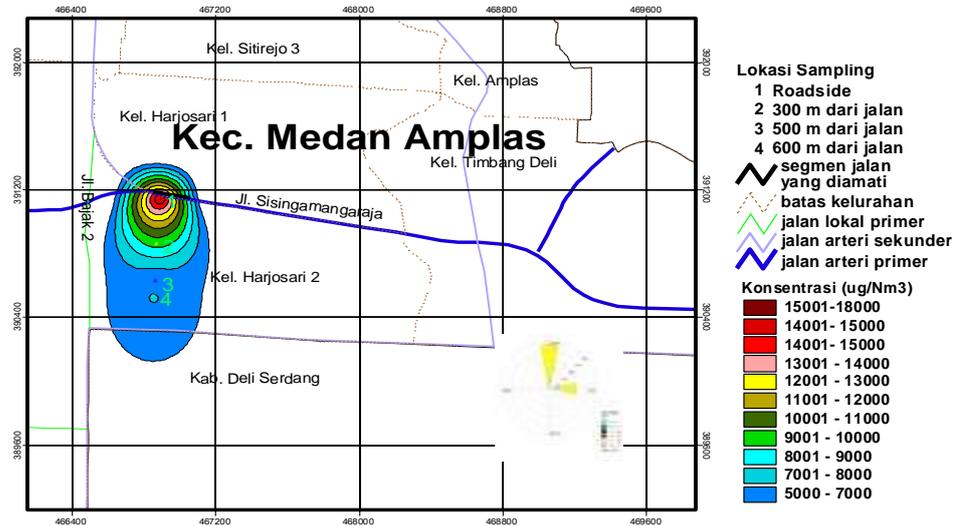
Gambar 9 sampai Gambar 12 menunjukkan hasil analisa spasial menggunakan Sistem

Informasi Geografis. Wilayah yang terkena dampak sebaran CO adalah Kelurahan Harjosari 2 sampai pada daerah perbatasan Kabupaten Deli Serdang. Berdasarkan hasil perhitungan, konsentrasi maksimal berada pada wilayah yang dekat dengan jalan dan semakin jauh jarak dari sumber konsentrasi akan semakin kecil, sedangkan berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi maksimal juga berada pada wilayah yang dekat dengan jalan, namun pada jarak 600 meter konsentrasi CO lebih besar dari pada jarak 500 meter.

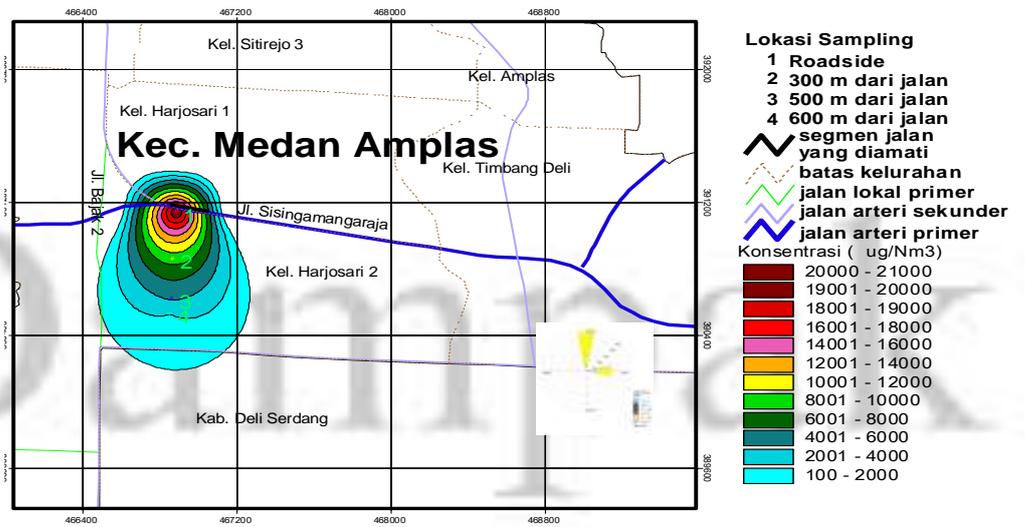
Menurut data dari BPS Kota Medan (2015) jumlah penduduk Kecamatan Medan Amplas adalah 121.362 orang dengan luas wilayah 11,19 km² dan rasio kepadatan 10.846 penduduk per km². Dampak CO bagi manusia adalah terjadinya ikatan antara CO dan hemoglobin membentuk COHb, gejala yang langsung dirasakan penduduk adalah berupa penyakit ISPA dan gangguan paru-paru. Jumlah kejadian penyakit Data dari BPS Kota Medan (2015) menyebutkan ISPA ringan di Kecamatan Medan Amplas adalah sebanyak 15.209, *bronchitis* sebanyak 276. Hubungan antara kejadian penyakit dan sebaran CO perlu dikaji lebih lanjut. Menurut (Paramitadevi, 2014; Handa dan Tai, 2005) di Indonesia jarang dilakukan pemeriksaan terhadap HbCO pada pasien, sehingga mengakibatkan gejala ini diketahui setelah pasien dalam kondisi akut saat dibawa ke pusat pelayanan kesehatan.



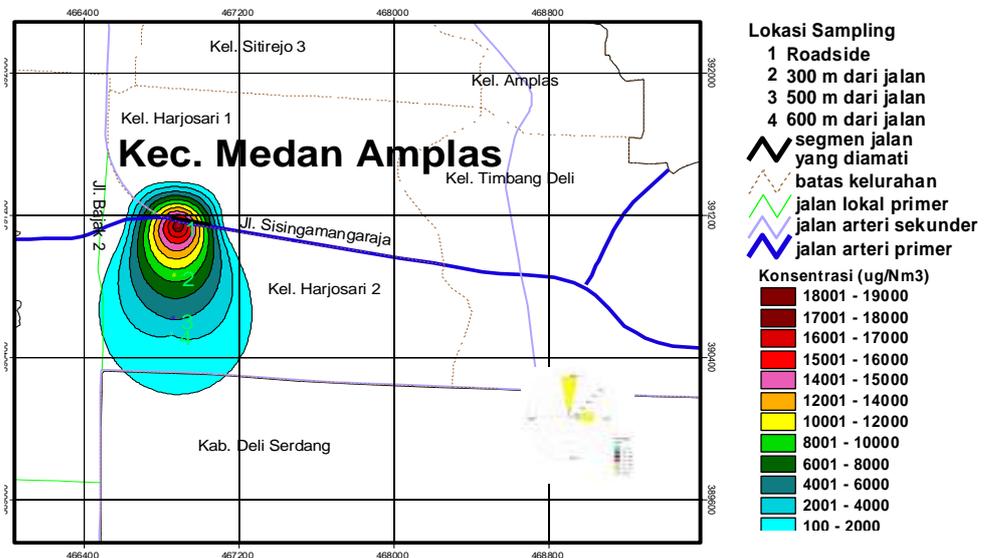
Gambar 9. Isoplet Konsentrasi Hasil Pengukuran Pagi



Gambar 10. Isopleth Konsentrasi Hasil Pengukuran Siang



Gambar 11. Isopleth Konsentrasi Hasil Perhitungan pagi



Gambar 12. Isopleth Konsentrasi Hasil Perhitungan Siang

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan volume lalu lintas di Jalan Sisingamangaraja adalah 7.591 unit/jam saat pengamatan pagi dan 7.433 unit/jam saat pengamatan siang. Jumlah tersebut menyumbangkan laju emisi sebesar 49.171,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pada pagi hari dan pada siang hari sebesar 46.943,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Konsentrasi CO paling tinggi adalah pada tepi jalan (*roadside*) yaitu sebesar 20.340 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada pagi hari dan 18.340 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada siang hari menurut perhitungan FLLS. Sedangkan berdasarkan pengukuran langsung konsentrasi maksimal sebesar 18.323 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada waktu pagi dan 17.177 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada waktu siang.

Perbandingan hasil pemodelan dan hasil pengukuran di lapangan dengan *wilmott's index* memiliki nilai d dan R mendekati 1, NMSE <0,5. Hasil validasi memiliki keakuratan 16,5%-17% masih dalam kriteria pemodelan *Gaussian* (10%- 20%).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2011. *SNI 7119.10.2011 Udara Ambien-Bagian 10: Cara Uji Kadar Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Metode Non Dispersive Infra Red (NDIR)*. Indonesia.
- Badan Pusat Statistik (BPS) Kota Medan. 2015. *Medan Dalam Angka 2014*. Medan.
- Cooper, D dan Alley, F. 1994. *Air Pollution Control. A Design Approach. Secound Edition*. Waveland press Inc. USA.
- Dinas Perhubungan (DISHUB) Kota Medan. 2016. *Wahana Tata Nugraha 2015*. Medan.
- Hamid Taheri Shahraini, Davood Shahsavani, Saeed Sargazi, Majid Habibi-Nokhandan, 2015., *Atmospheric Pollution Research* 6 581 – 588.
- Handa PK and Tai DYH. 2005. Carbon monoxide poisoning: a five year review at Tan Tock Seng Hospital Singapore. *Ann Acad Med Singapore* 34(1): 611- 614.
- Hassan H, Singh MP, Gribben RJ, Srivastava RM, Radojevic M, Latif A. 2006. *Application of Line Source Air Quality Model to The Study of Traffic Carbon Monoxide in Brunei Darussalam*. ASEAN J. on Science and Technology for Development 17(1): 59-76.
- Heist, D, Isakov V, Perry S, Snyder M, Venkatram A, Hood C, Stocker J, Carruthers D, Arunachalam S, Owen RC. 2013. *Estimating near road pollutant dispersion : A model inter comparison, Transportation Research Part D* 25(1): 93-105.
- Hoek, G., Beelen, R., de Hoogh, K., Vienneau, D., Gulliver, J., Fischer, P., Briggs, D., 2008. *Atmospheric Environment* 42, 7561–7578.
- Jerrett, M., Burnett, R.T., Ma, R.J., Pope, C.A., Krewski, D., Newbold, K.B., Thurston, G., Shi, Y.L., Finkelstein, N., Calle, E.E., Thun, M.J., 2005. *Epidemiology* 16 727–736.
- Kementrian Lingkungan Hidup (KLH). 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Indonesia.
- Kementrian Lingkungan Hidup (KLH). 2013. *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Indonesia.
- Nevers N. D. 2000. *Air Pollution Control Engineering. secound Edition*. McGraw-Hill. USA.
- Paramitadevi, Y. V, Yuwono, A. S., and Widyarti, M. 2014. *Simulation and Validation of Carbon Monoxide Dispersion Model In the Vicinity of Baranangsiang Toll Gates in Bogor*. J. Appl. Environ. Biol. Sci., 4(6)110-117, 2014.
- Pasquill, F. 1974. *Atmospheric Diffusion, 2nded*. Ellis Horwood Ltd. Chichester. England. 365 – 380 pp.
- Peavy, H.S, Rowe, D.R, dan Tchobangolous, G. 1985. *Environmental Engineering*. McGraw-Hill. USA.
- Schenelle, K.B. and Dey P. 2003. *Atmospheric Dispersion Modeling Compliance Guide*. New York (US): Mc Graw-Hill.
- Soedomo, M. 1999. *Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara*. ITB. Bandung.

- Supriyadi, E. 2009. *Penerapan Model Finite Length Line Source Untuk Menduga Konsentrasi Polutan Dari Sumber Garis (Studi Kasus: Jl. M.H. Thamrin, Dki Jakarta)*. Skripsi. Departemen Geofisika Dan Meteorologi Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Suryati, I and Khair, H. 2016. *Mapping Air Quality Index of Carbon Monoxide (CO) in Medan City*. Prosiding Seminar AASEC.UPI
- Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Penerbit ANDI. Yogyakarta.
- Willmott C, Robeson SM, Matsuura K. 2012. A Refined Index of Model Performance. *International Journal of Climatology* 32(13): 2088-2094.doi: 10.1002/joc.2419

Dampak