

SIMULASI MODEL DISPERSI KONSENTRASI PM₁₀ DARI SUMBER LALU LINTAS DI SDN NUSA INDAH 1 KECAMATAN BATI-BATI
SIMULATION MODELS CONCENTRATION OF PM₁₀ FROM TRAFFIC SOURCE AT SDN NUSA INDAH 1 BATI-BATI CONSERVATION

Diah Octarinie¹, Rony Riduan² dan Riza Miftahul Khair³

¹Mahasiswi Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat

^{2&3}Dosen Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km 36, Banjarbaru, Kalimantan Selatan, 70714, Indonesia

E-mail: oct.diah@gmail.com

ABSTRAK

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang, di mana perubahan dalam berbagai aspek salah satunya yaitu transportasi dapat mengakibatkan turunnya kualitas udara. Salah satu polutan yang mempengaruhi penurunan kualitas udara adalah partikel berupa PM₁₀ yang dapat menyebabkan menghambat proses fotosintesis tanaman dan penyakit ISPA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran konsentrasi PM₁₀ dari aktivitas lalu lintas di SDN Nusa Indah 1. Simulasi model sebaran konsentrasi PM₁₀ dari aktivitas lalu lintas menggunakan model dispersi Gauss sumber garis yang dibantu oleh program Caline4. Berdasarkan hasil pengukuran di lapangan diperoleh konsentrasi PM₁₀ di lokasi sumber polutan 1 (pertigaan) adalah 160,55 µg/Nm³, di lokasi sumber polutan 2 (depan SD) yaitu sebesar 214,67 µg/Nm³ dan di lokasi reseptor (halaman sekolah) adalah 76,45 µg/Nm³. Tingkat akurasi dan validasi dapat terpenuhi dengan nilai RMSPE sebesar 1,96% dan 2,09% sehingga dapat dikatakan model dengan nilai asumsi yang digunakan cukup akurat.

Kata kunci: PM₁₀, dispersi Gauss, volume lalu lintas, program Surfer11, akurasi.

ABSTRACT

Indonesia is one of the developing countries, where changes in various aspects, one of which is transportation can lead to decreased air quality. One of the pollutants that affect air quality degradation is the particles of PM₁₀ that can cause the process of plant photosynthesis and ARD disease. This study aims to find out the distribution of PM₁₀ concentration from traffic activity at SDN Nusa Indah 1. Simulation model of PM₁₀ concentration distribution from traffic activity using Gauss line source dispersion model assisted by Caline4 program. Based on the measurement results in the field, the concentration of PM₁₀ at the location of the pollutant source 1 (intersection) is 160,55 µg/Nm³, in the location of source of pollutant 2 (front of SD) that is equal to 214,67 µg/Nm³ and at receptor location (school yard) 76.45 µg/Nm³. Level of accuracy and validation can be fulfilled with RMSPE value of 1,96% and 2,09% so it can be said that the model with the assumption value used is quite accurate.

Keyword: PM₁₀, Gauss dispersion, traffic volume, Surfer11 program, accuracy.

1. PENDAHULUAN

Polusi udara merupakan salah satu masalah serius yang ada di Indonesia. Semakin meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduknya maka meningkat juga kebutuhan kendaraan bermotor yang digunakan. Hal ini juga menyebabkan semakin tingginya polusi udara di suatu wilayah. Tidak bisa kita pungkiri bahwa alat transportasi merupakan peran yang sangat penting dalam kegiatan sehari-

hari seperti untuk pergi bekerja, berangkat sekolah dan berbagai kegiatan lainnya, penggunaannya pun dari berbagai macam golongan, dari golongan ekonomi tinggi sampai rendah. Hal ini diduga menjadi penyebab karena masyarakat lebih suka menggunakan kendaraan pribadi daripada kendaraan umum. Terlebih lagi kendaraan pribadi dinilai lebih praktis, efisien dan ekonomis. Namun di luar itu semua berdampak buruk terhadap lingkungan dan kesehatan.

Tingginya jumlah kendaraan dari tahun ke tahun akan mempengaruhi kualitas udara karena emisi yang dilepaskan kendaraan tersebut akan menurunkan kualitas udara ambien. Menurut Faizal (2004) menjelaskan bahwa kendaraan bermotor berkontribusi besar sebagai penyumbang polusi udara, yaitu sekitar 44% partikel, 89% hidrokarbon (HC), 73% nitrogen oksida (NO₂) dan 100% timah hitam (Pb). Banyaknya jumlah kendaraan transportasi di suatu kawasan lalu lintas khususnya di daerah perkotaan yang berdekatan dengan kawasan sekolah menjadi faktor penyumbang yang signifikan terhadap penurunan kualitas udara di sekolah dasar.

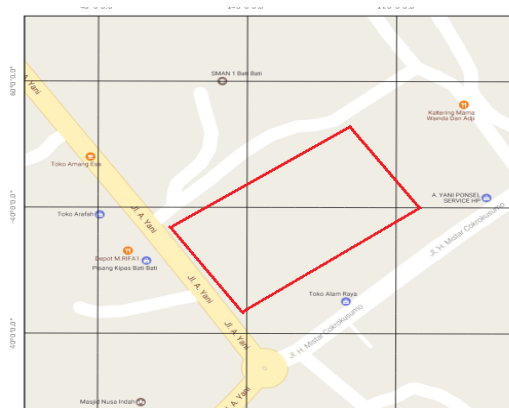
Salah satu polutan yang mempengaruhi kualitas udara ambien adalah partikel berupa PM₁₀ di mana partikel ini memiliki diameter yang lebih kecil dari 10 mikron. PM₁₀ dapat berdampak pada manusia seperti gangguan pernapasan yaitu infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) dan menghambat proses fotosintesis pada tumbuhan. Pemilihan lokasi SDN Nusa Indah 1 berdasarkan pertimbangan lokasi yang berdekatan dengan jalan raya yang merupakan jalan arteri yang menghubungkan antara kota Banjarbaru, Banjarmasin dan juga Pelaihari sehingga arus lalu lintas di daerah tersebut cukup tinggi dan hal ini dapat mengakibatkan tingginya konsentrasi PM₁₀ yang dihasilkan akan mempengaruhi kondisi kesehatan anak-anak di sekolah tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sebaran konsentrasi PM₁₀ dari aktivitas lalu lintas di sekitar SDN Nusa Indah 1. Simulasi model menerapkan model dispersi Gauss sumber garis (*line source*) dengan menggunakan program Caline4. Hasil dari simulasi model akan dilakukan kalibrasi dan validasi dan kemudian dibandingkan dengan baku mutu PM₁₀ menurut Peraturan Gubernur Nomor 53 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Udara Ambien dan Baku Mutu Kebisingan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi titik pengambilan sampel adalah sebagai berikut:

1. Pinggir Jalan Demang Lehman atau di pertigaan Bati-Bati (*source 1*)
2. Pinggir Jalan Ahmad Yani km. 33 atau di depan SDN Nusa Indah 1 (*source 2*)
3. Halaman SDN Nusa Indah 1 (*receptor*)



Gambar 2.1 Peta Lokasi Penelitian

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu ATK, *hand counter*, GPS, *high volume sampler*, *hygrometer*, *anemometer*, *thermometer*, kertas saring, pinset, kamera digital, meteran tanah, dan program Caline4. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya yaitu data jumlah kendaraan yang melintasi jalan Demang Lehman, jalan A.Yani km. 33 dan Gang Nusa Indah, data geometrik jalan, data konsentrasi PM₁₀ ambien, data meteorologi berupa data arah dan kecepatan angin, serta peta lokasi penelitian.

2.3 Metode Pengolahan Data

Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dibahas secara deskriptif. Sebaran konsentrasi PM₁₀ yang dipengaruhi oleh aktivitas lalu lintas menerapkan model *Gauss line source* (sumber garis). Analisis data untuk menentukan sebaran konsentrasi PM₁₀ terdiri dari:

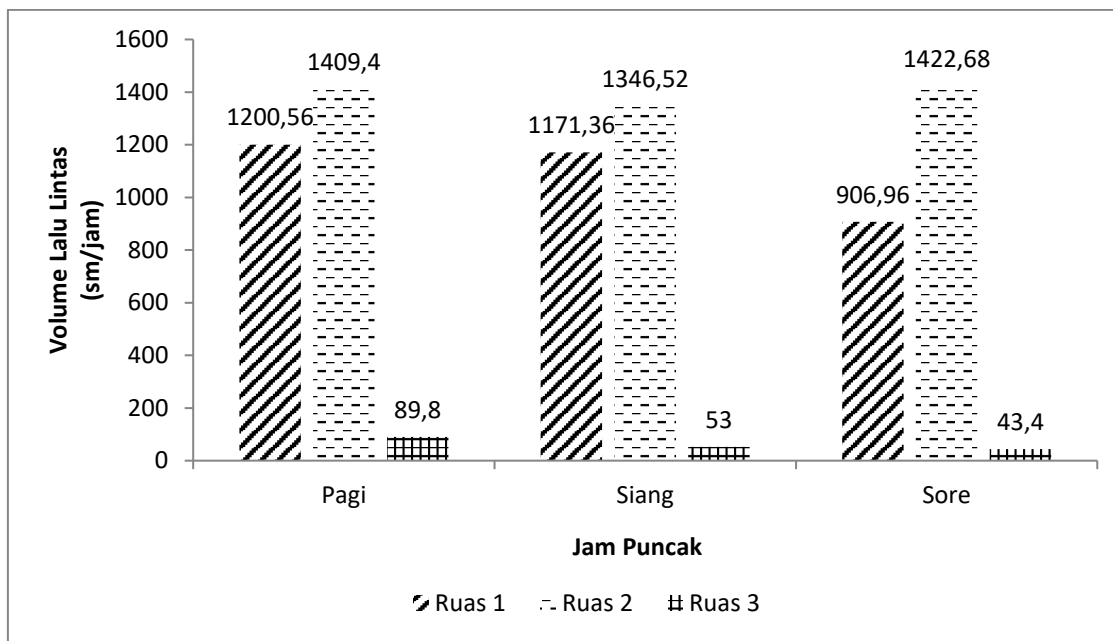
1. Menganalisa komposisi lalu lintas
2. Mengkonversi volume lalu lintas
3. Menghitung laju emisi konsentrasi PM₁₀
4. Menghitung dispersi konsentrasi PM₁₀
5. Kalibrasi hasil pengukuran di lapangan dengan simulasi model dari Caline4
6. Validasi hasil perhitungan manual dispersi Gauss sumber garis dengan simulasi model dari program Caline4.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Kondisi Volume Lalu Lintas Pada Jam Puncak

Berdasarkan studi pendahuluan yang telah dilakukan, ditentukan jam puncak lalu lintas pagi terjadi pada pukul 07.00-08.00 WITA, jam puncak siang terjadi pada pukul 13.00-14.00 WITA dan jam puncak sore terjadi pada pukul 17.00-18.00 WITA, sehingga pada waktu tersebut dijadikan sebagai acuan dalam perhitungan volume lalu lintas. Pengukuran volume lalu lintas ini dilakukan pada hari Kamis, 26 Mei 2016 yang merupakan hari mewakili volume lalu lintas paling tinggi pada hari kerja.

Ruas 1 pada lokasi pengamatan yaitu jalan Demang Lehman yang menuju arah Pelabuhan. Sedangkan Ruas 2 pada lokasi pengamatan yaitu jalan Ahmad Yani km.33 yang menuju arah Banjarmasin. Ruas 1 merupakan lokasi di pertigaan Bati-Bati dan Ruas 2 berlokasi tepat di depan SDN Nusa Indah 1. Serta Ruas 3 adalah jalan alternatif yaitu Gang Nusa Indah yang melintasi SDN Nusa Indah 1. Lokasi Ruas 3 ini berada di samping sekolah yang menuju ke perumahan warga. Kendaraan yang diamati terdiri dari 3 kategori jenis kendaraan yaitu kendaraan ringan, kendaraan berat, dan sepeda motor. Setelah diperoleh jumlah kendaraan pada jam puncak, selanjutnya dilakukan konversi ke satuan mobil penumpang (smp) sehingga diperoleh nilai volume lalu lintas.



Gambar 3.1 Volume Lalu Lintas di Ketiga Ruas Jalan

Pada waktu pagi hari sekitar pukul 07.00 WITA merupakan waktu di mana masyarakat memulai aktivitas kerja dengan kegiatan perjalanan berangkat ke tempat tujuan sehingga volume lalu lintas cukup tinggi. Sedangkan pada waktu siang hari sekitar pukul 13.00-14.00 WITA mengalami penurunan karena volume lalu lintas pada waktu ini paling rendah yang disebabkan oleh aktivitas dengan kegiatan perjalanan masyarakat juga sedikit. Pada waktu sore sekitar pukul 16.00-17.00 WITA volume lalu lintas mengalami peningkatan kembali dikarenakan masyarakat telah selesai melakukan aktivitas kerja dan melakukan perjalanan pulang.

Pada Gambar 3.1 terlihat di antara ketiga ruas tersebut, kawasan pada Ruas 2 yang paling banyak dilintasi kendaraan sedangkan untuk Ruas 3 yang paling sedikit dilintasi oleh kendaraan. Hal ini disebabkan pada saat pengukuran, di Ruas 2 mayoritas kendaraan melewati jalan tersebut yang merupakan akses tercepat menuju pusat ibukota provinsi (Banjarmasin) sehingga kendaraan yang melewati jalan ini cukup banyak sedangkan pada Ruas 3 hanya dilintasi beberapa kendaraan saja karena gang Nusa Indah ini merupakan jalan alternatif menuju perumahan sehingga kendaraan yang melintasi jalan ini hanya sedikit.

3.2 Pengukuran Konsentrasi PM₁₀ di SDN Nusa Indah 1

Pengukuran konsentrasi partikulat PM₁₀ menggunakan alat *High Volume Sampler* (HVS). Daerah pengambilan sampel ini terbagi menjadi 3 lokasi yaitu dua daerah sumber yang merupakan lokasi di pinggir jalan Demang Lehman (pertigaan Bati-Bati) dan jalan Ahmad Yani km. 33 (di depan SDN Nusa Indah 1) dan satu reseptor yang merupakan halaman sekolah SDN Nusa Indah 1.

Tabel 3.1 Kualitas Udara Ambien di SDN Nusa Indah 1

No.	Kualitas Udara	Hasil Uji*			Baku Mutu**
		Sumber 1	Sumber 2	Reseptor	
1.	Cuaca	Cerah	Cerah	Cerah	-
2.	Arah Angin	B-T	S-U	B-T	-
3.	Kecepatan Angin	0,9 m/s	1,2 m/s	0,7 m/s	-
4.	Suhu	33,6 °C	36,6 °C	30,7 °C	-

No.	Kualitas Udara	Hasil Uji*			Baku Mutu**
		Sumber 1	Sumber 2	Reseptor	
5.	Kelembapan	62,9%	55,1%	79%	-
6.	Konsentrasi PM ₁₀	160,55µg/m ³	214,67µg/m ³	76,45 µg/m ³	150 µg/m ³

Keterangan: *)Hasil Analisa Laboratorium PPLH Banjarbaru, 2016.

**)Anonim², 2007.

Berdasarkan Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan No. 53 Tahun 2007 yang menyebutkan nilai ambang batas (NAB) konsentrasi PM₁₀ dalam 24 jam adalah 150 µg/Nm³. Dari hasil pengukuran dapat terlihat bahwa nilai konsentrasi PM₁₀ dari dua lokasi sumber melewati ambang batas baku mutu akan tetapi nilai konsentrasi PM₁₀ dari lokasi reseptor berada di bawah baku mutu. Hal ini dikarenakan pada saat pengamatan di dua lokasi sumber alat HVS sangat berdekatan dengan sumber polutan dan volume lalu lintas pada waktu pengamatan juga cukup tinggi sehingga nilai konsentrasi melebihi baku mutu. Tingkat toksisitas PM₁₀ dipengaruhi oleh beberapa komposisi yang terkandung pada partikel tersebut di mana pengaruhnya pada anak-anak (siswa) apabila terpapar dalam jangka waktu yang lama dengan kadar yang sedikit dapat mengakibatkan gangguan pernapasan (ISPA), penurunan IQ, anemia, hingga kematian.

3.3 Laju Emisi Konsentrasi PM₁₀

Laju emisi menentukan konsentrasi polutan udara pada suatu titik yang diamati. Laju emisi tersebut didispersikan oleh angin dari sumber emisi (aktivitas kendaraan) menuju titik pengamatan. Persamaan untuk menghitung laju emisi (Q) :

$$Q = q . n . L \dots\dots\dots (3.1)$$

Tabel 3.2 Laju Emisi (Q) PM₁₀ Pada Waktu Puncak

Waktu Pengamatan	Faktor Emisi PM ₁₀ * (gram/km)	Volume Lalu Lintas (smp/jam)	Panjang Jalan (km)	Laju Emisi PM ₁₀ (gram/jam)	Laju Emisi PM ₁₀ ** (gram/detik)
Pagi	0,12	2699,76	0,050	16,199	4,5 x 10 ⁻³
Siang	0,12	2570,88	0,050	15,425	4,285 x 10 ⁻³
Sore	0,12	2373,04	0,050	14,238	3,955 x 10 ⁻³

Keterangan: *) Anonim¹, 2013 dan Anonim³, 2010.

**)Hasil Perhitungan, 2016.

Pada Tabel 3.2 laju emisi yang paling besar terjadi pada jam puncak pagi yaitu sekitar 4,5x10⁻³ gram/detik. Besarnya laju emisi PM₁₀ pada pagi hari disebabkan oleh volume lalu lintas yang cukup padat di mana pada jam puncak pagi diperoleh volume lalu lintas sebesar 2699,76 smp/jam. Selain itu, menurut Hoesodo (2004) kondisi di mana laju emisi akan semakin meningkat pada kecepatan yang rendah sedangkan pada saat kecepatan meningkat maka laju emisi akan menurun. Banyak kendaraan yang mengurangi kecepatan kendaraannya sehingga berhenti di depan sekolah ketika dilakukan pengamatan di jam puncak pagi hari, hal ini dikarenakan pada waktu pagi hari merupakan jam keberangkatan pegawai kerja dan kedatangan para siswa SDN Nusa Indah 1 sehingga laju emisi yang dihasilkan cukup tinggi.

3.4 Dispersi Konsentrasi PM₁₀

Dispersi Gauss untuk sumber garis menggunakan tetapan dispersi vertikal (σ_z). Penentuan nilai tetapan dispersi vertikal tergantung pada jarak dari sumber pencemar menuju reseptor dan kestabilan atmosfer. Jarak dari sumber pencemar menuju reseptor yaitu sekitar 21 m, 40 m, 65 m, 76

m, 83 m, dan 85 m. Berdasarkan data perhitungan Kualitas Udara dari Pusat Penelitian Lingkungan Hidup Kota Banjarbaru, kecepatan angin rata-rata pada saat penelitian yaitu 0,9 m/detik dengan arah angin dominan yaitu Timur. Pada pagi hari diketahui suhunya adalah 29,5°C, pada siang hari suhunya 35,6°C dan sore hari 36°C.

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Dispersi di Lokasi Reseptor (sumber 1)

Waktu	Reseptor	Jarak (m)	Parameter			Stabilitas Atmosfir	σ_z (m)
			Suhu (°C)	Arah Angin	Kec. Angin (m/det)		
Pagi	A	85	29,5	Timur	0,9	B	9.58
	B	65	29,5	Timur	0,9	B	7.91
	C	40	29,5	Timur	0,9	B	5.94
	D	85	29,5	Timur	0,9	B	9.58
	E	65	29,5	Timur	0,9	B	7.91
	F	40	29,5	Timur	0,9	B	5.94
	G	85	29,5	Timur	0,9	B	9.58
	H	65	29,5	Timur	0,9	B	7.91
	I	40	29,5	Timur	0,9	B	5.94
Siang	A	85	35,6	Timur	0,9	A	13.40
	B	65	35,6	Timur	0,9	A	11.91
	C	40	35,6	Timur	0,9	A	10.57
	D	85	35,6	Timur	0,9	A	13.40
	E	65	35,6	Timur	0,9	A	11.91
	F	40	35,6	Timur	0,9	A	10.57
	G	85	35,6	Timur	0,9	A	13.40
	H	65	35,6	Timur	0,9	A	11.91
	I	40	35,6	Timur	0,9	A	10.57
Sore	A	85	36	Timur	0,9	B	9.58
	B	65	36	Timur	0,9	B	7.91
	C	40	36	Timur	0,9	B	5.94
	D	85	36	Timur	0,9	B	9.58
	E	65	36	Timur	0,9	B	7.91
	F	40	36	Timur	0,9	B	5.94
	G	85	36	Timur	0,9	B	9.58
	H	65	36	Timur	0,9	B	7.91
	I	40	36	Timur	0,9	B	5.94

Tabel 3.4 Hasil Perhitungan Dispersi di Lokasi Reseptor (sumber 2)

Waktu	Reseptor	Jarak (m)	Parameter			Stabilitas Atmosfir	σ_z (m)
			Suhu (°C)	Arah Angin	Kec. Angin (m/det)		
Pagi	A	21	29,5	Timur	0,9	B	4.56
	B	21	29,5	Timur	0,9	B	4.56
	C	21	29,5	Timur	0,9	B	4.56
	D	40	29,5	Timur	0,9	B	5.94
	E	40	29,5	Timur	0,9	B	5.94
	F	40	29,5	Timur	0,9	B	5.94
	G	83	29,5	Timur	0,9	B	9.41
	H	83	29,5	Timur	0,9	B	9.41

Waktu	Reseptor	Jarak	Parameter		Stabilitas	σ_z	
Siang	I	76	29,5	Timur	0,9	B	8.82
	A	21	35,6	Timur	0,9	A	9.96
	B	21	35,6	Timur	0,9	A	9.96
	C	21	35,6	Timur	0,9	A	9.96
	D	40	35,6	Timur	0,9	A	10.57
	E	40	35,6	Timur	0,9	A	10.57
	F	40	35,6	Timur	0,9	A	10.57
	G	83	35,6	Timur	0,9	A	13.24
	H	83	35,6	Timur	0,9	A	13.24
Sore	I	76	35,6	Timur	0,9	A	12.68
	A	21	36	Timur	0,9	B	4.56
	B	21	36	Timur	0,9	B	4.56
	C	21	36	Timur	0,9	B	4.56
	D	40	36	Timur	0,9	B	5.94
	E	40	36	Timur	0,9	B	5.94
	F	40	36	Timur	0,9	B	5.94
	G	83	36	Timur	0,9	B	9.41
	H	83	36	Timur	0,9	B	9.41
	I	76	36	Timur	0,9	B	8.82

3.5 Hasil Simulasi Model Caline4

Simulasi dengan program Caline4 digunakan untuk memprediksi konsentrasi polutan berdasarkan kondisi meteorologi di lokasi pengamatan, geometri jalan, volume lalu lintas dan faktor emisi kendaraan, serta lokasi reseptor polutan. Kalibrasi merupakan hal yang perlu dilakukan pada penyusunan model simulasi sebaran PM₁₀ dengan Caline4. Hal ini bertujuan untuk mencocokkan hasil simulasi model sebaran polutan dengan hasil pengukuran di lapangan. Data hasil pengukuran udara ambien menunjukkan besar konsentrasi polutan PM₁₀ di udara, yang berasal dari berbagai sumber pencemar. Sedangkan data hasil perhitungan dengan menggunakan permodelan Gauss sumber garis (*line source*) menunjukkan besarnya konsentrasi polutan PM₁₀ di udara yang berasal hanya dari pencemar lalu lintas. Lokasi pengamatan terdiri dari lokasi sumber yang diwakili oleh pertigaan Bati-Bati dan juga depan SDN Nusa Indah 1, serta lokasi reseptor (lokasi yang sama dengan lokasi permodelan) yang diwakili oleh daerah di halaman sekolah.

Pada simulasi model Caline4 dilakukan kalibrasi pada parameter *deposition velocity* dan konsentrasi PM₁₀ di udara ambien sebelum terpapar oleh polutan. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Jianmin & Daggupaty (2000) nilai *deposition velocity* PM₁₀ adalah diperkirakan antara 0,1-8 cm/s. Pada simulasi model ini, nilai *deposition velocity* PM₁₀ yang digunakan adalah 7,8 cm/s dan konsentrasi PM₁₀ di udara ambien sebelum terpapar polutan yang digunakan adalah sebesar 74,7 µg/Nm³ karena angka ini yang hasilnya mendekati nilai konsentrasi PM₁₀ ketika pengukuran di lapangan.

Tabel 3.4 Hasil Pengukuran dan Perhitungan Caline4 Konsentrasi PM₁₀

Lokasi Pengamatan	Hasil Pengukuran (µg/Nm ³)	Hasil Permodelan (µg/Nm ³)	Selisih	
			(µg/Nm ³)	%
Pertigaan	160,55	80,6	79,95	49,80
Depan SD	214,67	81,3	133,37	62,13
Halaman SD	76,45	75,4	1,05	1,37

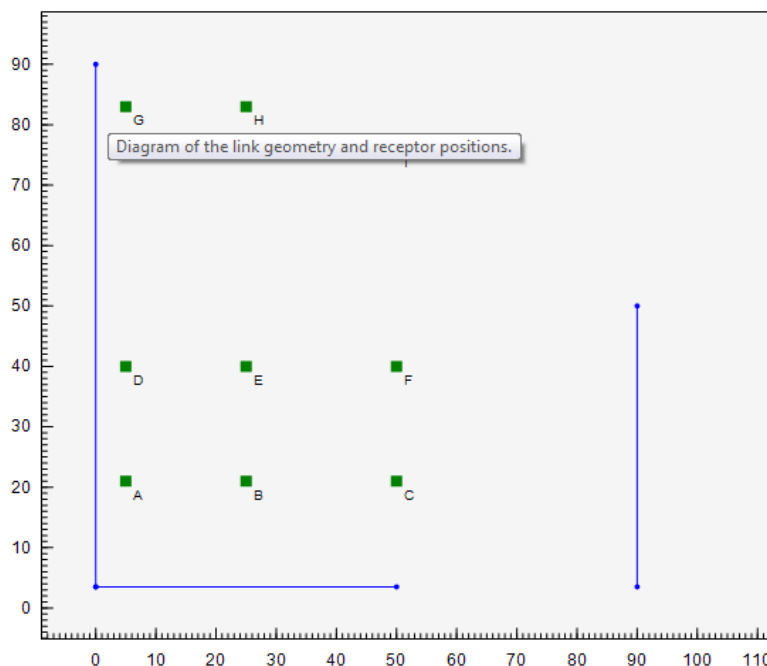
(Sumber: Hasil Perhitungan, 2016)

Dari hasil kalibrasi, diperoleh selisih dari hasil pengukuran dan perhitungan model di dua lokasi sumber adalah sekitar 49,8% dan 62,13%. Nilai ini dapat diartikan bahwa konsentrasi polutan PM₁₀ yang berasal dari sumber pencemar lain selain lalu lintas yaitu sebesar 49,8% dan 62,13% sedangkan yang disebabkan oleh aktivitas lalu lintas di lokasi pengamatan adalah sebesar 50,2% dan 37,87%. Sedangkan untuk pengukuran di halaman SDN Nusa Indah 1, diperoleh selisih dari hasil pengukuran dan perhitungan model adalah sekitar 1,37% di mana konsentrasi polutan PM₁₀ yang disebabkan oleh aktivitas lalu lintas di lokasi pengamatan adalah sebesar 98,63%.

Tingkat akurasi dalam kalibrasi hasil perhitungan model dengan pengukuran lapangan tidak dapat terpenuhi karena nilai RMSPE (*root mean square percent error*) >10% yaitu sebesar 52,16%. Hal ini disebabkan karena hasil pemodelan hanya memperhitungkan dari aktivitas lalu lintas saja, tidak memperhitungkan dari sumber emisi lain seperti aktivitas rumah tangga atau kegiatan lainnya. Selain itu faktor kecepatan angin juga ikut memengaruhi di mana menurut Noviani (2013), konsentrasi pencemar berbanding terbalik dengan kecepatan angin di mana semakin besar kecepatan angin yang berhembus maka konsentrasi pencemar akan semakin rendah karena konsentrasi pencemar terdispersi ke segala arah. Pada saat pengukuran diperoleh kecepatan angin cukup rendah sebesar 0,9 m/detik, 1,2 dan 0,7 m/detik sehingga konsentrasi PM₁₀ pada saat pengukuran tidak terdispersi ke segala arah dan menyebabkan konsentrasi PM₁₀ pada saat pengukuran di lapangan tinggi.

3.6 Validasi Model

Menurut Hoesodo (2004), karena kompleksnya faktor-faktor yang mempengaruhi penyebaran polutan maka pemakaian data ke dalam model prediksi harus dilihat secara hati-hati ini agar model dapat cukup akurat untuk diterapkan pada suatu kondisi tertentu. Validasi perlu dilakukan pada model, agar model tersebut memperoleh kepercayaan karena pada pengaruh kondisi lingkungan tertentu cenderung memiliki konsekuensi ketidaksesuaian pada hasil model. Model yang diperoleh dari hasil validasi dapat digunakan untuk memprediksi konsentrasi polutan di kawasan SDN Nusa Indah 1.



Gambar 3.2 Lokasi Reseptor Sebaran Polutan Pada Program Caline4

Keterangan: *)Titik A – I merupakan lokasi reseptor di SDN Nusa Indah 1

**)Garis 1-3 merupakan ruas jalan Demang Lehman, A. Yani km. 33 dan Gang Nusa Indah.

Untuk mengetahui besarnya konsentrasi PM₁₀, digunakan rumus dispersi Gauss pada sumber garis (*line source*) pada persamaan:

$$C_{(x,z)} = \left[\frac{2Q/L}{(2\pi)^{1/2} \sigma_z u} \right] \exp\left[-\frac{z^2}{2\sigma_z^2}\right] \dots \dots \dots (3.2)$$

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Manual dan Caline4 Konsentrasi PM₁₀ (sumber 1)

Waktu	Reseptor	Hasil	Hasil	Selisih	
		Perhitungan (µg/Nm ³)	Permodelan (µg/Nm ³)	(µg/Nm ³)	%
Pagi	A	82,93	76.8	6.13	7.39
	B	84,61	76.1	8.51	10.06
	C	87,71	75.9	11.81	13.47
	D	82,93	75.8	7.13	8.60
	E	84,61	75.4	9.21	10.88
	F	87.71	75.8	11.91	13.58
	G	82.93	75.2	7.73	9.32
	H	84.61	75.2	9.41	11.12
	I	87.71	75.2	12.51	14.27
Siang	A	80.33	76.6	3.73	4.65
	B	81.03	76.1	4.93	6.09
	C	81.82	75.9	5.92	7.23
	D	80.33	75.7	4.63	5.77
	E	81.03	75.4	5.63	6.95
	F	81.82	75.8	6.02	7.35
	G	80.33	75.1	5.23	6.52
	H	81.03	75	6.03	7.44
	I	81.82	75.1	6.72	8.21
Sore	A	81.94	76.3	5.64	6.88
	B	83.41	75.8	7.61	9.12
	C	86.14	76	10.14	11.77
	D	81.94	75.4	6.54	7.98
	E	83.41	75.4	8.01	9.60
	F	86.14	75.8	10.34	12.00
	G	81.94	75	6.94	8.47
	H	83.41	74.8	8.61	10.32
	I	86.14	74.8	11.34	13.16
Rata-rata				7,72	9,19

Tabel 3.7 Hasil Perhitungan Manual dan Caline4 Konsentrasi PM₁₀ (sumber 2)

Waktu	Reseptor	Hasil	Hasil	Selisih	
		Perhitungan (µg/Nm ³)	Permodelan (µg/Nm ³)	(µg/Nm ³)	%
Pagi	A	91,28	78,3	12.98	14.22
	B	91,28	79,3	11.98	13.13
	C	91,28	76,2	15.08	16.52
	D	87,71	76,5	11.21	12.78
	E	87,71	76,4	11.31	12.90
	F	87,71	75,8	11.91	13.58
	G	83,08	75,9	7.18	8.64
	H	83,08	75,6	7.48	9.00
	I	83,62	75,7	7.92	9.47
Siang	A	82,24	78	4.24	5.16

Waktu	Reseptor	Hasil	Hasil	Selisih	
		Perhitungan ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	Permodelan ($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	($\mu\text{g}/\text{Nm}^3$)	%
	B	82,24	79,1	3.14	3.82
	C	82,24	76,2	6.04	7.35
	D	81,82	76,3	5.52	6.74
	E	81,82	76,3	5.52	6.74
	F	81,82	75,8	6.02	7.35
	G	80,40	75,7	4.70	5.85
	H	80,40	75,6	4.80	5.97
	I	80,65	75,7	4.95	6.14
	A	89,28	78,6	10.68	11.96
	B	89,28	79,8	9.48	10.61
	C	89,82	75,7	13.58	15.21
	D	86,14	76,6	9.54	11.07
Sore	E	86,14	77,1	9.04	10.49
	F	86,14	75,6	10.54	12.23
	G	82,06	75,9	6.16	7.51
	H	82,06	75,8	6.26	7.63
	I	82,54	75,6	6.94	8.41
		Rata-rata		8,30	9,65

Dalam menentukan stabilitas atmosfer, selain berdasarkan kecepatan angin, juga berdasarkan kondisi awan pada saat itu. Selisih rata-rata dari hasil perhitungan manual dan pemodelan Caline4 konsentrasi PM_{10} terhadap lokasi sumber 1 yaitu $7,72 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ atau sebesar 9,19%. Nilai ini masih cukup kecil yang menunjukkan bahwa penggunaan program Caline4 cukup bagus untuk memodelkan pola sebaran PM_{10} yang dipengaruhi oleh aktivitas lalu lintas. Tingkat akurasi dalam validasi hasil perhitungan simulasi model dengan perhitungan manual dapat terpenuhi karena nilai RMSPE (*root mean square percent error*) <10% yaitu sebesar 1,96%. Nilai RMSPE yang dihasilkan cukup kecil sehingga dapat dikatakan model dengan nilai asumsi yang digunakan cukup akurat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran menunjukkan konsentrasi PM_{10} di lokasi sumber 1 (di pinggir jalan Demang Lehman atau di pertigaan Bati-Bati) adalah $160,55 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sedangkan di lokasi sumber 2 (depan SDN Nusa Indah 1 atau di pinggir jalan A. Yani km. 33) adalah $214,67$, dan di lokasi reseptor (halaman SDN Nusa Indah 1) sebesar $76,45 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$. Dari hasil pengukuran, nilai konsentrasi PM_{10} dari dua lokasi sumber pengamatan melewati ambang batas baku mutu karena ketika pengambilan sampel alat HVS sangat berdekatan dengan sumber polutan dan volume lalu lintas pada waktu pengamatan cukup tinggi.
2. Tingkat akurasi dalam kalibrasi hasil perhitungan model dengan pengukuran lapangan tidak dapat terpenuhi karena nilai RMSPE (*root mean square percent error*) >10% karena dipengaruhi oleh faktor kecepatan angin dan hasil pemodelan hanya memperhitungkan dari aktivitas lalu lintas saja. Sedangkan tingkat akurasi dalam validasi hasil perhitungan simulasi model dengan perhitungan manual dapat terpenuhi karena nilai RMSPE <10% sehingga dapat dikatakan model dengan nilai asumsi yang digunakan cukup akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- Anonim¹. (2013). *Pedoman Teknis Penyusunan Inventarisasi Emisi Pencemar Udara di Perkotaan*. Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Anonim². Peraturan Gubernur Kalimantan Selatan Nomor 53 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Udara Ambien di Daerah.
- Anonim³. Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.
- Benson, P. E. (1984). *Caline4 – A Dispersion Model For Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways*. California Department of Transportation Sacramento. California.
- Faizal. (2004). Evaluasi Penggunaan Model Gaussian Pada Ruas Jalan Prof. Dr. Soepomo Jakarta Terkait Dengan Keberadaan Pohon Di Pinggir Jalan. *Tesis Program Pascasarjana Ilmu Lingkungan*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Hoesodo, D. (2004). Permodelan Pencemaran Udara Akibat Lalu Lintas Di Jalan Arteri (Studi Kasus Ruas Jalan Soekarno-Hatta Di Kota Bandung). *Tesis Program Pascasarjana Ilmu Lingkungan*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Jianmin, M., Daggupaty, S., (2000). Effective Dry Deposition Velocities for Gases and Particles Over Heterogeneous Terrain. *Journal of Applied Meteorology*. Canada.
- Nasution, A., Siregar, Y. I., Anita, S. (2014). Analisis Beban Pencemar Udara Ambien dari Kegiatan Transportasi di Ruas Jalan Sobrantas Kota Pekanbaru. Pekanbaru.
- Noviani, E, dkk. (2013). *Pengaruh Jumlah Kendaraan dan Faktor Meteorologis (Suhu dan Kecepatan Angin) Terhadap Peningkatan Konsentrasi Gas Pencemar CO, NO₂, dan SO₂ Pada Persimpangan Jalan Kota Semarang (Studi Kasus Jalan Karangrejo Raya, Sukun Raya dan Ngesrep Timur V*. Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Putut, E., Widodo, B. (2011). Simulasi Model Dispersi Polutan Karbon Monoksida di Pintu Masuk Tol Studi Kasus *Line Source* di Ruas Tol Dupak, Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan Fakultas MIPA UNY*. Yogyakarta.