

OP-030

Uji Validasi Program *Caline4* terhadap Dispersi Gas NO₂ dari Sektor Transportasi di Kota Padang

Vera Surtia Bachtiar, Siti Hariani Ritonga

Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
e-mail : Vera_sb@ft.unand.ac.id, Sitihariani.Ritonga@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis penurunan konsentrasi gas NO₂ berdasarkan jarak penerima (*reseptor*) menggunakan Software *Caline4* dan membandingkan dengan pengukuran langsung di lapangan. Pengukuran konsentrasi NO₂ di udara ambien dilaksanakan dengan jarak tertentu dari pinggir jalan pada beberapa ruas jalan Kota Padang. Gas NO₂ diukur dengan metode Griess Saltzman, dengan alat sampling menggunakan impinger dan analisis menggunakan alat spektrofotometer. Program *Caline4* bertujuan untuk melihat pola penurunan konsentrasi sampai jarak 100 meter. Proses mendapatkan nilai konsentrasi dari program *Caline4* adalah dengan cara memasukkan data kondisi meteorologi masing-masing lokasi pengukuran 25 titik di ruas jalan Kota Padang, konsentrasi udara ambien, kondisi jalan, volume kendaraan, faktor emisi, dan jarak reseptor yang diinginkan. Konsentrasi yang terdapat pada *Caline4* dibandingkan dengan konsentrasi yang didapatkan dari pengukuran langsung di lapangan, sehingga terlihat perbedaan dari kedua konsentrasi tersebut. Konsentrasi dari program *Caline4* cenderung lebih rendah dibandingkan dengan hasil pengukuran langsung di lapangan.

Kata kunci: *Caline4*, dispersi, nitrogen dioksida (NO₂)

1. PENDAHULUAN

Emisi dari berbagai gas dan partikel dari kegiatan transportasi ke dalam atmosfer menimbulkan berbagai masalah yaitu menurunnya mutu lingkungan. Umumnya penambahan jumlah kendaraan akan mengakibatkan peningkatan dampak lingkungan negatif. Peningkatan jumlah kendaraan sebanding dengan peningkatan jumlah emisi yang dihasilkan, sehingga dapat mengancam kesehatan manusia khususnya pada paru-paru. (Hickman, 1999).

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Padang tahun 2015 terjadi peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang cukup pesat dalam 2 tahun terakhir yaitu dari 392.967 unit pada tahun 2013 menjadi 427.235 unit pada tahun 2014.

Meningkatnya jumlah kendaraan di Kota Padang berdampak pada peningkatan konsentrasi polutan di udara ambien, salah satunya gas Nitrogen dioksida (NO₂). Parameter gas NO₂ paling banyak dihasilkan oleh pembakaran bahan bakar kendaraan. Nitrogen oksida (NO) yang dihasilkan dari buangan proses pembakaran bahan bakar transportasi akan segera teroksidasi di atmosfer membentuk NO₂.

Parameter pencemar NO dan NO₂ merupakan yang menjadi perhatian dalam pengendalian pencemaran udara yang kemudian diklasifikasikan sebagai NO_x. NO_x dapat terbentuk melalui sekurang-kurangnya 4 proses reaksi terpisah dalam bentuk gas, yang mana diklasifikasikan sebagai *thermal* NO_x, *prompt* NO, *fuel* NO, NO *reburning* (Smoot, 2000).

NO_x adalah senyawa gas yang terdapat di udara bebas (atmosfer) yang sebagian besar terdiri atas NO dan NO₂ serta berbagai jenis oksida dalam jumlah yang lebih sedikit. Kedua macam gas tersebut mempunyai sifat yang sangat berbeda dan sangat berbahaya bagi kesehatan. Gas NO yang mencemari udara secara visual sulit diamati karena gas tersebut tidak berwarna dan tidak berbau. Sedangkan gas NO₂ bila mencemari udara mudah diamati dari baunya yang sangat menyengat dan warnanya merah kecoklatan. Sifat racun (toksisitas) gas NO₂ empat kali lebih kuat dari pada toksisitas gas NO (Fardiaz, 1992).

Caline4 adalah program untuk memodelkan dispersi emisi udara dari sumber garis yang dikembangkan oleh California Departemen of Transportation (Caltrans). Program ini menggunakan konsep zona pencampuran untuk membuat perkiraan dispersi polutan di sekitar jalan raya. Program ini memperkirakan sebaran polutan yang berada dekat dengan jalan raya dengan memasukkan beberapa parameter seperti, volume lalu lintas per link, faktor emisi kendaraan, meteorologi, dan geometri lokasi. *Caline4* dapat memprediksi polutan di titik reseptor hingga 500 meter dari sumber. Polutan yang diprediksi adalah polutan yang relatif bersifat *inert* (tidak mudah bereaksi dengan senyawa kimia lain) seperti NO_x, CO, dan PM10 (Benson, 1989).

Berdasarkan beberapa hal di atas, pada penelitian ini akan dihitung konsentrasi NO₂ di beberapa ruas jalan Kota Padang menggunakan Software *Caline4*. Nilai konsentrasi yang didapatkan akan divalidasi dengan pengukuran langsung di lapangan, sehingga terlihat pola penurunan berdasarkan jarak reseptor.

2. METODOLOGI

Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan uji validasi dispersi pencemaran gas NO_2 di beberapa ruas jalan Kota Padang dengan *Software Caline4*. Dispersi konsentrasi tersebut menggambarkan penyebaran konsentrasi berdasarkan jarak reseptor dari pinggir jalan.

2.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian meliputi studi literatur, survei pendahuluan, pengambilan data primer, analisis laboratorium, dan analisis data. Selanjutnya uji validasi dan menganalisis dispersi gas berdasarkan jarak reseptor dengan *Software Caline4*.

Studi literatur memberikan informasi dan teori yang berkaitan dengan penelitian. Studi literatur laporan ini dikaji tentang pencemaran udara, transportasi, pembentukan gas NO_2 , dampak NO_2 , perbandingan dengan baku mutu, dan dispersi konsentrasi berdasarkan jarak reseptor.

Survei pendahuluan ini berupa pengumpulan data sekunder, pemilihan lokasi dan waktu *sampling*, dan penentuan parameter yang akan diukur.

2.2 Pengambilan Data Primer

a. *Sampling* Kondisi Meteorologi

Data kondisi meteorologi yang diperlukan untuk perhitungan konsentrasi NO_2 yang diukur adalah:

1. Temperatur (K) dan tekanan udara (mmHg) dengan alat *digital pocket weatherman*;
2. Arah angin dengan kompas;
3. Kecepatan angin dengan alat anemometer.

b. *Sampling* Konsentrasi NO_2

Sampling dilakukan untuk pengambilan data primer yang dilakukan selama 1 jam pengukuran untuk masing-masing titik *sampling* menggunakan alat *impinger*. Metode *Gries Saltzman* adalah metoda yang digunakan dalam menentukan konsentrasi NO_2 di udara. Gas NO_2 di udara direaksikan dengan pereaksi *Griess Saltman* (*absorbent*) membentuk senyawa yang berwarna merah muda.

Langkah-langkah dalam pengambilan sampel dan analisis laboratorium gas NO_2 disesuaikan dengan SNI 7119.2-2005 tentang cara uji kadar Nitrogen Dioksida (NO_2) dengan metode *Griess Saltzman* menggunakan spektrofotometer. Pengukuran gas NO_2 dilakukan jarak alat *sampling* 1m dari pinggir jalan pada titik A dan titik B divariasikan dengan jarak 5m, 10m, 20m, 50m dan 100m. Data pengukuran konsentrasi gas NO_2 ini berfungsi untuk menentukan besarnya penurunan konsentrasi NO_2 berdasarkan jarak penerima.

c. Pengukuran Karakteristik Lalu Lintas

Karakteristik lalu lintas yang diukur adalah volume, kecepatan kendaraan, dan kepadatan lalu lintas. Pengukuran karakteristik lalu lintas dimaksudkan untuk

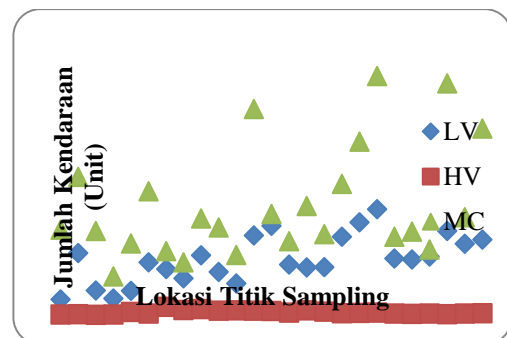
menentukan hubungannya dengan konsentrasi gas NO_2 yang diperoleh pada pengukuran lapangan dan dari *Software Caline4* di Kota Padang. Kendaraan yang dihitung jumlahnya dibagi menjadi tiga jenis yaitu *Heavy Vehicle (HV)*, *Light Vehicle (LV)*, dan *Motorcycle (M)*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengukuran Jumlah Kendaraan

Sumber polutan gas NO_2 diperkirakan berasal dari aktivitas transportasi yang mengemisikan polutan udara akibat proses pembakaran pada mesin kendaraan menggunakan bahan bakar fosil. Pengukuran jumlah kendaraan dihitung dengan menggunakan *counter* selama *sampling* berlangsung. Jumlah kendaraan dihitung berdasarkan jenis kendaraan untuk mengetahui karakteristik lalu lintas.

Pengukuran jumlah kendaraan dilakukan dengan mengelompokkan kendaraan berdasarkan jenisnya yaitu *light vehicle* (kendaraan ringan), *heavy vehicle* (kendaraan berat), dan sepeda motor. Pengelompokan kendaraan ini bertujuan untuk memudahkan dalam penghitungan volume lalu lintas yang dinyatakan dalam satuan mobil penumpang (smp) dan kepadatan lalu lintas (smp/km). jumlah kendaraan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Jumlah Kendaraan Berdasarkan Jenis Kendaraan

Berdasarkan Gambar 1 didapatkan jumlah kendaraan *light vehicle* tertinggi sebesar 2.678 unit di Jl. Khatib Sulaiman III, *heavy vehicle* 205 unit di Jl. Adinegoro I, dan *motor cycle* 6.051 unit di Jl. Khatib Sulaiman III. Jumlah kendaraan minimum *light vehicle* sebesar 396 unit di Jl. M.Yunus, *heavy vehicle* 4 unit di Jl. Lubug Begalung, *motor cycle* 972 unit di Jl. Wahidin. Bervariasinya jumlah kendaraan tersebut karena aktivitas dan jam pengukuran yang berbeda pada setiap lokasi *sampling*.

3.2 Karakteristik Lalu Lintas

Jumlah kendaraan yang melintas pada lokasi *sampling* akan dikonversi ke dalam bentuk smp/jam. Kepadatan lalu lintas dipengaruhi oleh volume dan kecepatan lalu lintas. Kepadatan lalu lintas diperoleh dari hasil pembagian volume lalu lintas dengan kecepatan kendaraan. Kecepatan kendaraan diperoleh dari hasil pengukuran langsung di lapangan.



Gambar 2. Volume Lalu Lintas (smp/km)



Gambar 3. Kecepatan Kendaraan (km/jam)

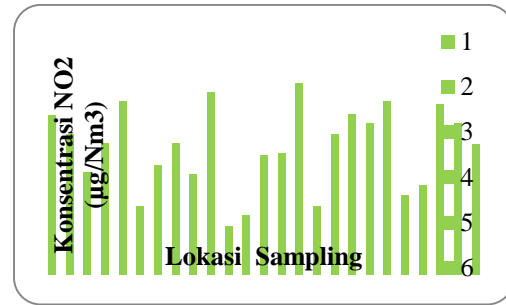


Gambar 4. Kepadatan Lalu Lintas (smp/km)

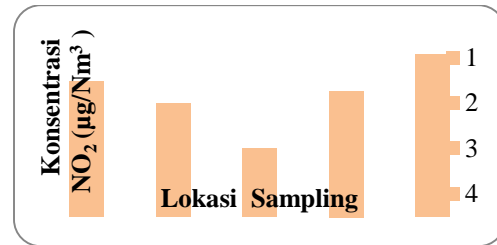
Berdasarkan Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4 dapat dilihat volume lalu lintas tertinggi sebesar 4.265,15 smp/jam dan kepadatan lalu lintas tertinggi sebesar 199,31 smp/km terdapat di Jl. Khatib Sulaiman III. Volume lalu lintas terendah sebesar 673,80 smp/jam dan kepadatan lalu lintas terendah sebesar 14,91 smp/km terdapat di Jl. Wahidin. Kecepatan kendaraan tertinggi diperoleh sebesar 46,40 km/jam terdapat di Jl. Lubug Begalung dan kecepatan terendah sebesar 20,40 km/jam di Jl. Khatib Sulaiman II. Bervariasinya angka volume, kepadatan, dan kecepatan lalu lintas tersebut dipengaruhi oleh jumlah kendaraan yang berbeda-beda dan waktu pengukuran yang berbeda di lokasi *sampling*.

3.3 Analisis Konsentrasi NO₂

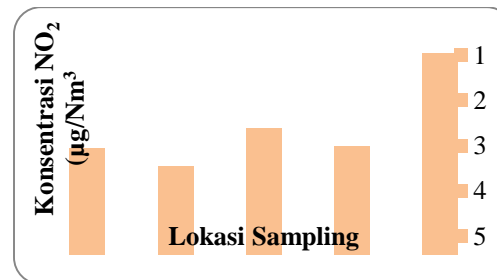
Pengukuran konsentrasi NO₂ dilakukan selama 1 jam di setiap titik *sampling*. Pengukuran konsentrasi NO₂ di udara ambien dilakukan dengan menggunakan alat impinger sebanyak dua buah tiap titik. Alat impinger titik A diletakkan 1 m dari pinggir jalan, sedangkan impinger titik B ditempatkan secara bervariasi dengan jarak 5 m, 10 m, 25 m, 50 m, dan 100 m. Penempatan alat impinger yang berbeda di titik B untuk mengetahui dispersi dari konsentrasi NO₂ berdasarkan jarak dari jalan. Hasil pengukuran konsentrasi NO₂ di lokasi penelitian dan fluktuasi konsentrasinya dapat dilihat pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9.



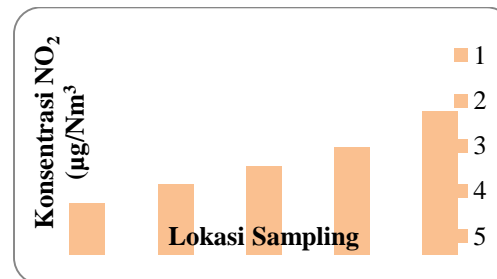
Gambar 5. Konsentrasi NO₂ Titik 1m



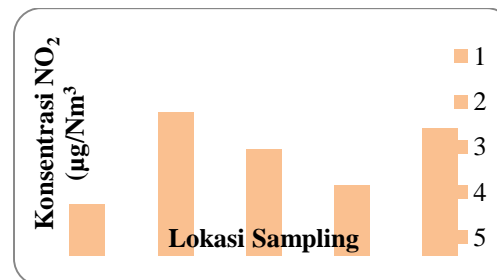
Gambar 6. Konsentrasi NO₂ Titik 5m



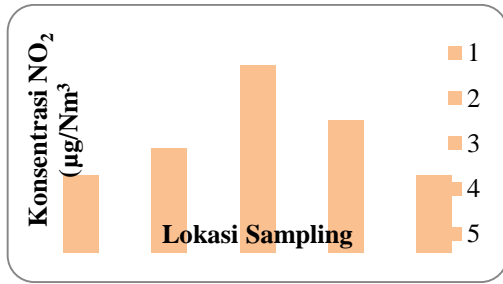
Gambar 7. Konsentrasi NO₂ Titik 10m



Gambar 8. Konsentrasi NO₂ Titik 25m



Gambar 9. Konsentrasi NO₂ Titik 50m

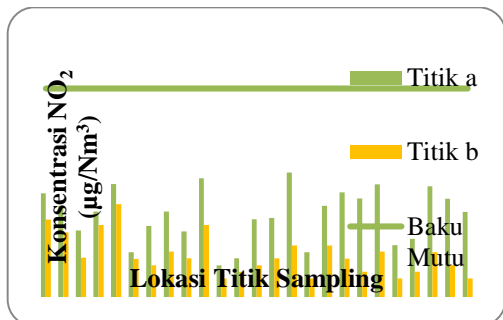


Gambar 10. Konsentrasi NO₂ Titik 100m

Berdasarkan Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7 Gambar 8, dan Gambar 9 dapat dilihat bahwa di setiap lokasi penelitian memiliki konsentrasi gas NO₂ yang berbeda-beda. Hasil pengukuran konsentrasi gas NO₂ tertinggi pada titik A jarak 1 m terdapat pada Jl. Khatib Sulaiman III diperoleh sebesar 238,64 µg/Nm³. Pengukuran konsentrasi NO₂ di Jl. Khatib Sulaiman I dengan jarak 100 m juga masih terukur sebesar 60,93 µg/Nm³. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi NO₂ masih terdispersi dan terukur sampai jarak 100 m. Dispersi konsentrasi NO₂ dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti kondisi meteorologi dan karakteristik lalu lintas.

3.4 Perbandingan Konsentrasi NO₂ dengan Baku Mutu

Data konsentrasi NO₂ yang telah diperoleh dibandingkan dengan baku mutu yang terdapat pada PPRI No. 41/1999. Konsentrasi maksimum pencemar NO₂ di udara ambien yang masih ditoleransi adalah 400 µg/Nm³ untuk waktu pengukuran selama 1 jam. hasil perbandingan dengan baku mutu dapat dilihat pada Gambar 11.



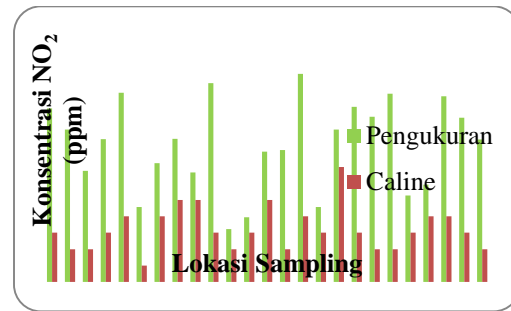
Gambar 11. Perbandingan Konsentrasi NO₂ pada titik A dan titik B dengan Baku Mutu PPRI No. 41/1999

Berdasarkan Gambar 11 data konsentrasi NO₂ baik di titik A maupun titik B pada lokasi *sampling* masih berada di bawah baku mutu. Hal ini menunjukkan konsentrasi NO₂ di Kota Padang masih aman dan tidak membahayakan kesehatan.

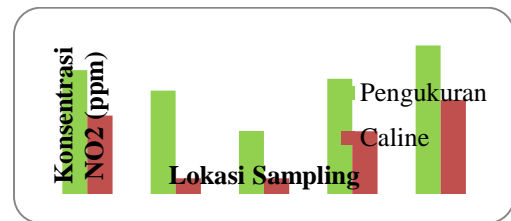
3.5 Analisis Perbandingan Konsentrasi NO₂ di Lapangan dengan Software Caline4

Konsentrasi NO₂ yang didapatkan dari pengukuran lapangan akan dibandingkan atau validasi terhadap *software Caline4*. Hasil perbandingan dari kedua konsentrasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 12,

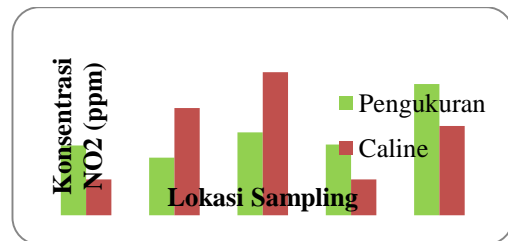
Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15, Gambar 16, dan Gambar 17.



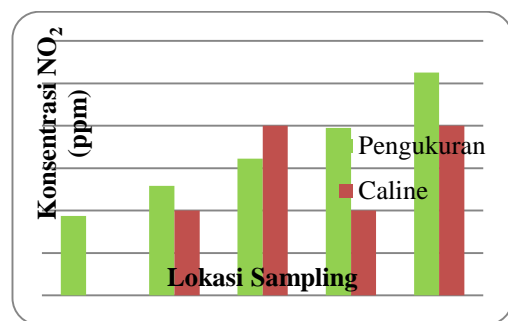
Gambar 12. Perbandingan Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 1m



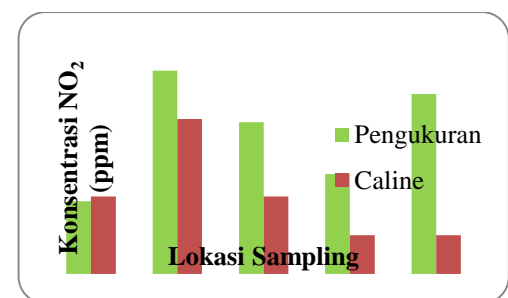
Gambar 13. Perbandingan Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 5m



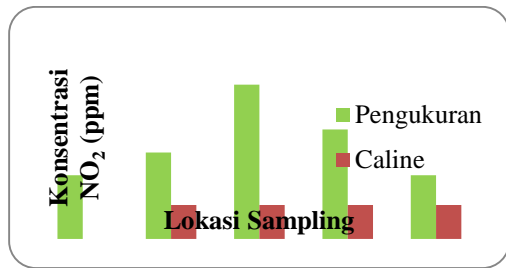
Gambar 14. Perbandingan Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 10m



Gambar 15. Perbandingan Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 25m



Gambar 16. Perbandingan Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 50m



Gambar 17. Perbandingan Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 100m

Berdasarkan Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, Gambar 15, Gambar 16, dan Gambar 17 memperlihatkan bahwa konsentrasi NO₂ yang didapatkan dari pengukuran di lapangan dan hasil perhitungan *output software Caline4* memiliki nilai yang berbeda. Perbedaan yang dihasilkan dari kedua metode ini disebabkan karena ada beberapa faktor yang tidak diperhitungkan oleh *software Caline4*. Secara keseluruhan, konsentrasi NO₂ hasil *output Caline4* memiliki nilai yang lebih rendah daripada hasil pengukuran di lapangan. Tingginya konsentrasi NO₂ hasil pengukuran di lapangan dibandingkan hasil *output Caline4* dikarenakan terdapat sumber NO₂ selain aktivitas transportasi yang berkontribusi terhadap hasil pengukuran NO₂ di lapangan. Perhitungan menggunakan *Caline4* hanya memperhitungkan emisi NO₂ akibat aktivitas transportasi dan mengabaikan sumber lain, sedangkan pada pengukuran di lapangan NO₂ yang terukur adalah NO₂ pada titik reseptor yang berasal tidak hanya dari kegiatan transportasi tapi juga dari sumber lain seperti NO₂ dari hasil penguraian senyawa organik.

3.6 Analisis Korelasi Konsentrasi NO₂

Analisis korelasi bertujuan untuk memperlihatkan hubungan antara tingkat konsentrasi NO₂ dengan karakteristik lalu lintas dan kondisi meteorologi yang melewati 25 titik *sampling* di Kota Padang. Hubungan korelasi ini didapatkan dari program *Microsoft Excel* maka akan terlihat hubungan korelasi yang berbeda-beda dari dua jenis parameter.

Hasil rekapitulasi nilai korelasi dari pengukuran *Caline4* pada titik 5m, 10m, 25m, 50m, dan 100m dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Nilai Korelasi Pengukuran *Caline4*

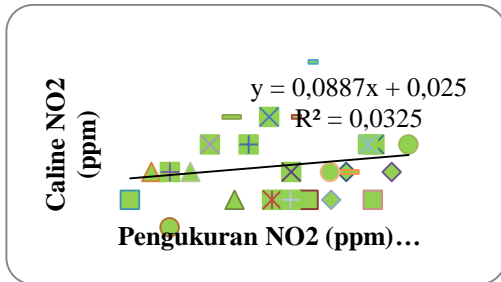
Titik	Korelasi	Caline4		
		R ²	r	Interpretasi
1m	Volume	0,18	0,4	Cukup kuat
	Kecepatan kendaraan	23	27	
	Kepadatan	0,12	0,3	Lemah
		17	63	
Kecepatan Angin	0,01	0,1	Sangat lemah	
	76	33		

Titik	Korelasi	Caline4		
		R ²	r	Interpretasi
5m	Volume	0,59	0,7	Kuat
		54	72	
	Kecepatan kendaraan	0,89	0,9	Sangat kuat
		74	47	
10m	Kepadatan	0,67	0,8	Sangat kuat
		56	22	
	Kecepatan Angin	0,50	0,7	Kuat
		82	13	
25m	Volume	0,24	0,4	Cukup kuat
		15	91	
	Kecepatan kendaraan	0,04	0,2	Lemah
		71	17	
50m	Kepadatan	0,08	0,2	Lemah
		62	94	
	Kecepatan Angin	0,00	0,0	Sangat lemah
		8	89	
100m	Volume	0,68	0,8	Sangat kuat
		54	28	
	Kecepatan kendaraan	0,98	0,9	Sangat kuat
		43	92	
50m	Kepadatan	0,67	0,8	Sangat kuat
		18	20	
	Kecepatan Angin	0,16	0,4	Cukup kuat
		53	07	
100m	Volume	0,15	0,3	Lemah
		48	93	
	Kecepatan kendaraan	0,00	0,0	Sangat lemah
		06	24	
100m	Kepadatan	0,05	0,2	Lemah
		34	31	
	Kecepatan Angin	0,70	0,8	Sangat kuat
		66	41	
100m	Volume	0,45	0,6	Kuat
		81	77	
	Kecepatan kendaraan	0,72	0,8	Sangat kuat
		21	50	
Kepadatan	0,37	0,6	Kuat	
	95	16		
Kecepatan Angin	0,26	0,5	Cukup kuat	
	98	19		

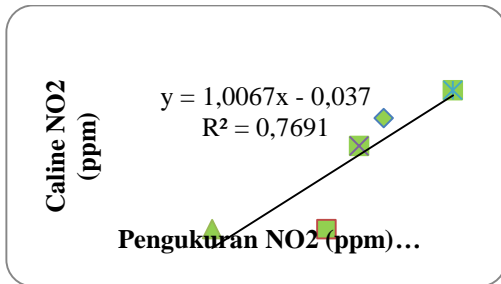
Berdasarkan Tabel 1 nilai korelasi hasil *Caline4* yang didapatkan bervariasi yaitu sangat lemah, lemah, cukup kuat, kuat, dan sangat kuat. Terjadi perbedaan yang cukup jauh dengan pengukuran lapangan. Terlihat bahwa korelasi pengukuran lapangan lebih tinggi dibandingkan korelasi *Caline4*. Hal ini disebabkan pada konsentrasi *Caline* hanya memperhitungkan emisi akibat aktivitas transportasi dan mengabaikan sumber lain.

3.7 Analisis Korelasi Konsentrasi NO₂ antara Pengukuran dan Caline4

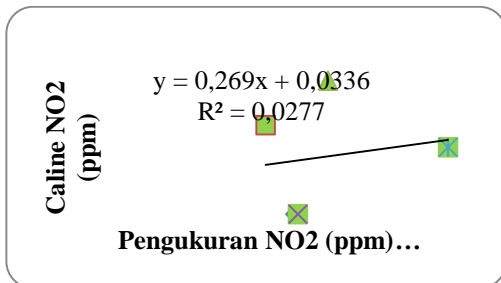
Konsentrasi pengukuran lapangan dan hasil dari *output Caline4* akan dikorelasikan untuk mengetahui keterkaitan kedua konsentrasi tersebut. Hasil korelasi konsentrasi tersebut dapat dilihat pada Gambar 18, Gambar 19, Gambar 20, Gambar 21, Gambar 22, dan Gambar 23.



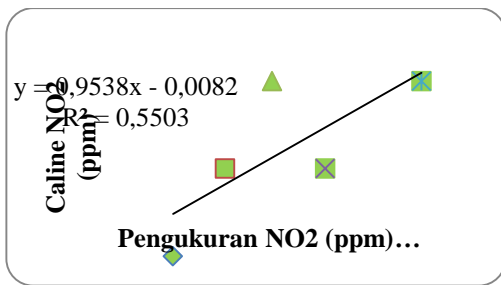
Gambar 18. Korelasi Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 1m



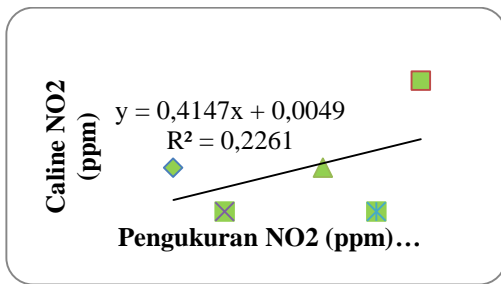
Gambar 19. Korelasi Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 5m



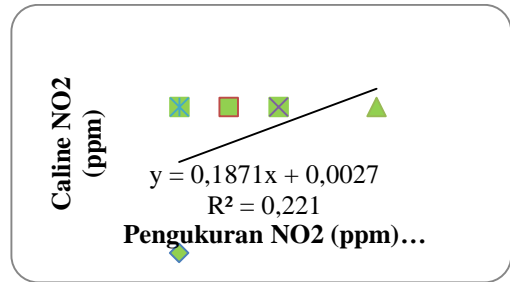
Gambar 20. Korelasi Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 10m



Gambar 21. Korelasi Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 25m



Gambar 22. Korelasi Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 50m



Gambar 23. Korelasi Konsentrasi NO₂ Lapangan dan Caline Titik 100m

Berdasarkan Gambar 18, Gambar 19, Gambar 20, Gambar 21, Gambar 22, dan Gambar 23 menunjukkan bahwa korelasi Konsentrasi NO₂ hasil pengukuran dan hasil *output Caline4* memiliki hubungan berbanding lurus, artinya ketika *output Caline4* menghasilkan angka yang tinggi pengukuran di lapangan juga didapati memiliki hasil yang tinggi. Hasil rekapitulasi nilai korelasi antara penguran lapangan dan *Caline* dapat dilihat pada Tabel 2.

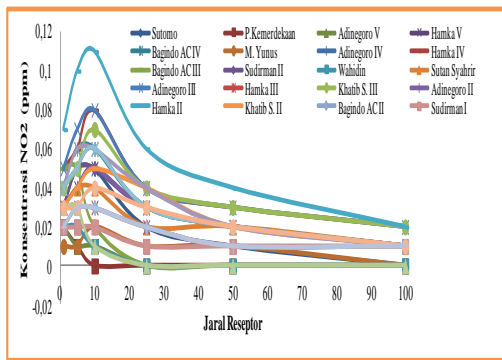
Tabel 2. Rekapitulasi Nilai Korelasi Pengukuran dan Output Caline4

Titik	R ²	r	Interpretasi
1m	0,0325	0,180	Sangat lemah
5m	0,7691	0,877	Sangat kuat
10m	0,0277	0,166	Sangat lemah
25m	0,5503	0,742	Kuat
50 m	0,2261	0,475	Cukup kuat
100m	0,221	0,470	Cukup kuat

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat korelasi antara pengukuran lapangan dan *Caline4* bervariasi dengan interpretasi sangat lemah, cukup kuat, kuat, dan sangat kuat. Korelasi yang sangat kuat terdapat pada titik 5m.

3.8 Analisis Penurunan Konsentrasi NO₂ berdasarkan Jarak Reseptor dengan Caline4

Program *Caline4* dapat memperlihatkan konsentrasi sampai jarak 500m (Benson, 1989). Namun pada penelitian ini hanya menguji validasi penurunan konsentrasi sampai jarak 100 meter. Proses mendapatkan nilai konsentrasi dari program *Caline4* adalah dengan cara memasukkan data kondisi meteorologi masing-masing lokasi pengukuran 25 ruas jalan Kota Padang, konsentrasi udara ambien, kondisi jalan, volume kendaraan, faktor emisi, dan jarak reseptor yang diinginkan. Rekapitulasi nilai konsentrasi yang didapatkan dari program *Caline4* dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 24. Prediksi Penurunan Konsentrasi NO₂ dengan Caline4

Berdasarkan Gambar 24 data konsentrasi tertinggi terukur di Jl. Hamka II dengan penurunan konsentrasi yaitu 0,07 ppm, 0,10 ppm, 0,11 ppm, 0,06 ppm, 0,04 ppm dan 0,02 ppm hingga 100 meter. Sedangkan konsentrasi terendah terdapat di Jl. M. Yunus dengan penurunan nilai konsentrasi yaitu 0,01 ppm hingga 0,00 di jarak 100 meter. Pengukuran nilai konsentrasi pada Caline pada titik 1m lebih rendah dibandingkan dengan 5m. Hal ini menunjukkan bahwa pengukuran Caline hanya dapat memprediksi dispersi gas NO₂ dari jarak 5m hingga 100m.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang didapatkan, penelitian mengenai uji validasi program Caline4 terhadap dispersi gas NO₂ dari sektor transportasi di Kota Padang yaitu:

1. Penurunan konsentrasi NO₂ berdasarkan jarak penerima (*receptor*) di lapangan dipengaruhi oleh karakteristik lalu lintas dan faktor lainnya, sedangkan pada Caline4 penurunan konsentrasi dipengaruhi oleh faktor emisi dan volume kendaraan per jam;
2. Konsentrasi NO₂ hasil pengukuran lapangan dan hasil *output* Caline4 memiliki hubungan berbanding

lurus, artinya ketika *output* Caline4 menghasilkan angka yang tinggi pengukuran di lapangan juga didapatkan memiliki hasil yang tinggi.

3. Penurunan konsentrasi di lapangan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan *output* Caline4.

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, beberapa hal yang dapat disarankan adalah:

1. Pengukuran konsentrasi di lapangan pada titik B sebanding dengan pengukuran pada titik A;
2. Pengukuran konsentrasi gas NO₂ dengan alat digital.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik Padang, 2015. *Padang Dalam Angka 2015*.
- Benson, P. 1989. *CALINE 4-A Dispersion Model for Predicting Air Pollutant Concentrations Near Roadways*. California Department of Transportation: Sacramento, CA.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius
- Hickman, A.J. 1999. *Methodology for Calculating Transport Emissions and Energy Consumption*. Transport Research Laboratory
- Pemerintah Republik Indonesia. 1999. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara*. Sekretaris Kabinet Republik Indonesia. Jakarta
- Smoot, D. 2000. *Modeling of Nitrogen oxides formation and destruction in combustion system*. *Progress in Energy and Combustion Science* 26,417-458. Diakses tanggal 17 Maret 2016
- SNI 19-7119.2-2005. 2005. *Udara Ambien – Bagian 2: Cara Uji Kadar Nitrogen Dioksida (NO₂) dengan Metoda Griess Saltzman menggunakan Spektrofotometer*