

# Prediksi Tingkat Pencemaran Karbonmonoksida Dari Sumber Transportasi Dengan Menggunakan Model Caline 4 (Studi kasus di Jalan Utama Kota Padang)

Hafidawati<sup>(1)</sup>, Vera Surtia Bachtiar<sup>(2)</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Andalas  
afi.waldi@gmail.com

## Abstrak

Pembangunan fisik kota dan berdirinya pusat-pusat industri akan disertai melonjaknya aktivitas transportasi. Hal ini mengakibatkan terjadinya peningkatan aktivitas transportasi yang memberikan dampak terjadinya peningkatan polutan di udara. Proses pembakaran bahan bakar minyak akan mengeluarkan unsur dan senyawa-senyawa pencemar ke udara, seperti Padatan Total Tersuspensi (TSP), Karbon Monoksida (CO) Total Hidrokarbon (THC), Oksida-oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), Oksida-oksida Sulfur (SO<sub>x</sub>), Partikel Timbal (Pb) dan Oksidan fotokimia. Dari pencemar udara tersebut Karbon monoksida (CO) merupakan senyawa paling banyak dihasilkan dari emisi kendaraan bermotor. Konsentrasi CO di atmosfer dapat diprediksi dengan melakukan sampling di udara ambien ataupun menggunakan model komputer. Salah satu model yang digunakan untuk memprediksi konsentrasi polutan CO di udara adalah *Caline 4*. Model *Caline 4* ini adalah salah satu program komputer untuk permodelan dispersi CO yang diemisikan dari sumber bergerak (kendaraan bermotor). Studi kasus penerapan model ini dilakukan di empat ruas jalan utama di Kota Padang yang tingkat aktivitas kendaraannya padat yaitu di jalan M. Yamin, Pasar Raya, Bgd. Azis Khan, Rasuna Said dengan 34 titik sampling. Jumlah kendaraan terukur pada masing-masing jalan tersebut adalah 2.856 buah di jalan M. Yamin, 875 buah di Pasar raya, 2.340 buah di jl. Bgindo Azis khan, dan 3.081 buah di jalan Rasuna Said. Hasil prediksi dengan model *Caline 4* di peroleh hasil bahwa konsentrasi CO tertinggi adalah di jalan M. Yamin yaitu sebesar 0.8 ppm. Validasi hasil prediksi model dilakukan dengan membandingkan dengan hasil sampling udara ambien yang dilakukan dengan metode absorpsi menggunakan impinger. Validasi dilakukan dengan menggunakan analisis korelasi dan analisis T test dengan selang kepercayaan 95% dan  $\alpha$ 0.05 didapatkan nilai t yang berada dalam wilayah penerimaan.

**Kata Kunci:** Emisi Kendaraan Bermotor, Konsentrasi CO, Model *Caline 4*, Prediksi Konsentrasi. Sampling.

## 1 Pendahuluan

Pencemaran udara sangat terkait dengan sumber yang menghasilkan polutan. Salah satu sumber pencemar utama diperkotaan adalah emisi dari kendaraan bermotor (transportasi). Irsyad (2000) menjelaskan bahwa sektor transportasi merupakan salah satu sektor indikator yang sangat berperan dalam pembangunan ekonomi selain itu juga memberikan dampak terhadap lingkungan dalam cakupan yang luas.

Sektor transportasi mempunyai ketergantungan yang sangat tinggi terhadap sumber energi yang berasal dari bahan bakar minyak. Penggunaan energi inilah yang menimbulkan dampak terhadap lingkungan. Hampir semua produk energi konvensional dan rancangan motor

bakar yang digunakan dalam sektor transportasi mengemisikan polutan ke udara yang bisa merubah komposisi atmosfer (Soedomo, 2001)

Proses pembakaran bahan bakar minyak akan mengeluarkan unsur dan senyawa-senyawa pencemar ke udara, seperti padatan total tersuspensi (TSP), Karbon monoksida (CO), Total Hidrokarbon (THC), Oksida-oksida nitrogen (NO<sub>x</sub>), oksida-oksida sulfur (SO<sub>x</sub>), partikel timbal dan Oksidan fotokimia. Dari pencemar udara tersebut Karbon Monoksida (CO) merupakan senyawa yang paling banyak dihasilkan dari sumber bergerak (transportasi) dengan persentase 70% (Wardhana, 1999).

Karakteristik gas CO adalah tidak berwarna, tidak berbau, merupakan salah satu gas pencemar udara penting dilapisan bawah atmosfer. Keberadaannya dilingkungan tidak segera diketahui karena sifat tersebut. Bila terdapat dalam jumlah konsentrasi cukup besar, gas ini bersifat racun (De nevers,1995).

Dalam menentukan konsentasi CO di udara ambien, metode analisis pengukuran CO yang dapat digunakan antara lain : *Non Dispersive Infra Red* (NDIR), Coulorimetry dan Flame Ionization. Selain metode-metode tersebut metode lain yang bisa digunakan untuk memprediksi konsentrasi CO yang diemisikan dari kendaraan adalah dengan menggunakan model dispersi pencemaran udara. Model matematis yang dapat digunakan adalah fix box models, multi box model, model dispesi gauss dan lain sebagainya (De Never, 1995).

Metode yang terbaru untuk memprediksi konsentrasi gas CO adalah dengan menggunakan program komputer. Salah satu program yang dapat digunakan adalah Program Caline 4. Dijelaskan oleh Benson (1989), Caline 4 adalah model terakhir dari pemodelan komputer untuk menentukan pencemaran dari sumber garis yang dibuat oleh Departemen Trasportasi California (Caltrans). Program ini berdasarkan kepada persamaan Dispersi Gauss dan memakai konsep zona percampuran untuk mengetahui bentuk penyebaran polusi di seluruh jalan raya.

Dijelaskan lebih lanjut oleh Benson (1989) tujuan dari program ini adalah untuk menentukan konsentrasi polutan yang berasal dari fasilitas transportasi dengan melihat pengaruh meteorologi dan geometri jalan. Caline 4 dapat memperkirakan konsentrasi polusi dengan jarak samapai 500 meter dari jalan.

Program Caline 4 memiliki beberapa layar kerja dalam memprediksi konsentrasi gas CO di jalan. Layar kerja tersebut adalah :

1. Layar Job parameter .  
Layar job parameter berisi informasi umum yang menggambarkan cara kerja, pembagian model parameter secara umum, mengatur satuan (feet atau meter) yang akan digunakan untuk memasukkan data ke link geometri dan layar Receptor Position.
2. Layar *Link Geometry*  
Layar link geometri, layar ini berupa isian untuk membagi jalur jalan raya sebagai model. Setiap baris membagi satu ruas jalan. Dua puluh ruas jalan dapat dimasukkan. Ruas jalan dapat dibagi menjadi bagian garis lurus.
3. Layar *Link Activity*.  
Pada layar *link activity*, tingkat lalu lintas dan tingkat emisi kendaraan dibagi pada setiap ruas jalan.
4. Layar *run condition*,  
Layar *run condition* berisikan parameter meteorologi yang dibutuhkan untuk menjalankan Caline 4. Parameter meteorologi yang diinput pada layar ini adalah : kecepatan angin (wind speed), arah angin (wind direction), Standar deviasi arah angin (wind direction standar deviation), Stabilitas atmosfer

(atmospheric Stability Class), Ketinggian pencampuran atmosfer (mixing height), dan Konsentrasi polutan ambien (ambien pollutant concentration) (wark and Warner, 1981).

Hasil pengukuran dengan menggunakan program perlu dilakukan korelasi dengan hasil sampling sehingga dapat diketahui tingkat validasi. Analisis korelasi dilakukan dengan program komputer SPSS (Statistical Product and Service Solution). Korelasi dapat diartikan sebagai suatu hubungan timbal balik dengan tingkat keerat hubungan tersebut disebut dengan koefisien korelasi ( $r$ ). Koefisien korelasi merupakan taksiran dari korelasi populasi dengan kondisi sampel acak. Koefisien korelasi mempunyai harga -1 hingga +1. Harga -1 menunjukkan adanya hubungan yang sempurna dan bersifat terbalik antara kedua variabel. Sedangkan harga +1 menunjukkan adanya hubungan sempurna yang positif. (Alhusin, 2001).

Analisis statistik lain yang digunakan dalam mengukur tingkat validasi data hasil penelitian ini adalah t Test. Analisis t Test digunakan untuk menilai apakah hubungan dua variabel dapat diterima atau tidak (Hasan, 2002).

## **2 Metodologi**

Tahapan dalam penelitian ini adalah :

### **A. Pengumpulan data Sekunder**

Data-data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta jalan Kota Padang dan data kondisi iklim Kota Padang. Data sekunder diperoleh dari instansi terkait. Peta ruas jalan kota Padang diperoleh dari Labor survey dan pemetaan Fakultas Teknik Universitas Andalas. Sedangkan untuk data iklim kota Padang didapatkan dari Badan Meteorologi dan Geofisika Tabing Padang.

### **B. Pengumpulan data Primer**

Data primer yang akan dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari jumlah kendaraan pada ruas jalan utama Kota Padang dan konsentrasi CO background. Konsentrasi CO background adalah konstansi CO pada daerah tertentu dengan kondisi tertentudengan kondisi tertentu yaitu di daerah Lubuk Minturun. Hasil sampling gas CO kemudian di analisis di laboratorium sehingga didapat konsentrasi gas CO terukur.

#### **1. Sampling Jumlah Kendaraan**

Jumlah kendaraan dihitung dengan menggunakan *Hand Tally counter*. Pengukuran dilakukan pada saat jam sibuk yaitu pagi jam 07.00-08.00 WIB dan sore jam 17.30-18.30 WIB. Data jumlah kendaraan dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu mobil bensin, mobil solar dan sepeda motor.

#### **2. Sampling dan Pengukuran konsentrasi CO Background**

**Alat Sampling : Impinger**

Impinger terdiri dari tabung yang dilengkapi dengan alat pengatur kecepatan aliran udara (flow meter).

#### Tahapan Pelaksanaan Sampling

Pengambilan sampel dilakukan di udara terbuka. Tabung impinger diisi larutan AgNO<sub>3</sub> berfungsi untuk penyerap dengan volume larutan 20 ml. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi, siang dan sore.

Cara pengambilan sampel dengan midget impinger :

1. Dimasukkan absorban CO yang telah dipersiapkan ke dalam tabung midget impinger.
2. Midget impinger dihubungkan dengan pompa penghisap.
3. Midget impinger yang berisi CO dipasang pada tripot dengan ketinggian 1,5 meter dari permukaan tanah.
4. Pompa penghisap udara dihidupkan, kemudian diatur kecepatan aliran udara yang terdapat pada pompa udara sebesar 0,5 liter per detik.
5. Setelah waktu cukup, pompa penghisap dimatikan dan midget impinger dilepaskan dari pompa penghisap.
6. Pengukuran dilakukan selama 1 jam.

Sampel hasil dari pengukuran lapangan dibawa ke laboratorium. Dengan menggunakan alat *UV Visible Spectrophometer* didapatkan nilai *Absorbance*. Dengan menggunakan nilai *Absorbance* maka konsentrasi CO dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$[CO] = \frac{(A+0,0021) \times V (ml) \times 298^0 C \times 22,4 (l)}{0,3897 \times fr (mnt/l) \times t (mnt) \times 273^0 C \times 28 (gr)}$$

Keterangan: V = volume larutan penyerap (ml)  
Fr = kecepatan aliran udara (mnt/l)  
t = waktu (menit)  
[CO]= konsentrasi CO ( ppm )

### 3. Pengolahan data dengan program Caline 4

#### Input data Caline 4

Caline 4 akan memproduksi konsentrasi CO ambien dari input yang terdiri dari variabel daerah lokasi studi ( *site variable* ), variabel ruas jalan ( *link variable* ) dan lokasi penerima ( *receptor location* ).

#### Site Variable

Site variable adalah variabel yang ada pada lokasi yang akan mempengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi CO di udara ambien.

- *Temperature (T)*, Suhu dalam °C.
- *Wind Speed (U)*, kecepatan angin dalam meter per detik ( m/s ).
- *Wind Direction (BRG)*, arah angin dalam derajat (deg).

Ketiga variabel diatas adalah nilai rata-rata selama pengambilan data jumlah kendaraan. Data yang digunakan adalah data stasiun meteorologi BMG Tabing Padang.

- *Directional Variability (SIGTH)*, standar deviasi statistik untuk arah angin dalam derajat (deg).
- *Athmospheric Stability (CLASS)*, kelas stabilitas atmosfer (1-7). Untuk nilai stabilitas atmosfer A=1 demikian untuk kelas selanjutnya.
- *Mixing Height (MIXH)*, dalam satuan meter (m)

Mixing Height ditentukan dengan rumus :

$$Z_i = 0,3 \cdot u^* / f$$

Dimana : z<sub>i</sub> = mixing height ( m )

U\* = friction velocity (m/s)

f = corolis parameter (9,374.10<sup>-5</sup>/s pada lintang 40°)

$$u^* = 0,1 \cdot U_{10}$$

(U<sub>10</sub> adalah kec. angin pada ketinggian 10m. )

$$F = 2 \cdot \Omega \cdot \sin \beta$$

Ω = kec. angular rotate bumi

β = sudut garis lintang

$$\Omega_{\text{pada lintang } 40^\circ} = 9,374 \cdot 10^{-5} / s : 2 \sin 40^\circ = 7,29 \cdot 10^{-5} / s$$

Padang terletak di lintang 1° maka :

$$f = 2 \cdot 7,29 \cdot 10^{-5} / s \cdot \sin 1^\circ = 2,54 \cdot 10^{-6}$$

Maka rumus mixing height :

$$Z_i = 0,3 \cdot 0,1 \cdot U_{10} / 2,54 \cdot 10^{-6} / s$$

$$Z_i = 11.811,02 \cdot U_{10} / s$$

- *Surface Roughtness (ZO)*, koefisien kekasaran permukaan untuk menentukan jumlah turbulansi udara yang mempengaruhi penyebaran plume dalam centi meter (cm)  
Disediakan pilihan variabel ZO oleh Caline 4.
- *Ambient (AMB)*, konsentrasi CO *background* ambien dalam ppm (ppm).
- *Altitude (ALT)*, ketinggian lokasi dari permukaan laut dalam meter (m)

#### Link Variables

*Link Variable* adalah variabel masing-masing ruas jalan yang mempengaruhi konsentrasi CO udara ambien.

- *Traffic Volume (VPH)*, volume kendaraan dalam satu jam. Volume kendaraan merupakan total dari semua jenis kendaraan bermotor yang melewati satu ruas jalan .
- *Emission Factor (EF)*, Faktor Emisi dalam gram per mil (g/mil).

Faktor Emisi adalah ukuran rata-rata tingkat emisi dihasilkan kendaraan, digambarkan dalam bentuk gram per mil. Tingkat emisi beragam untuk setiap waktu setiap harinya. Nilai faktor emisi didapatkan dari gabungan tingkat emisi tiap liter jenis bahan bakar dalam gram per liter (g/l) dengan jarak tempuh tiap liter bahan bakar dalam kilometer per liter (km/l).

Untuk faktor emisi gabungan dari tiap jenis kendaraan suatu ruas jalan digunakan persamaan :

$$FE_{camp} = (FE_{mb} \times Mb) + (FE_{ms} \times Ms) + (FE_{sm} \times Sm)$$

$$Mb + Ms + Sm$$

Keterangan:  $FE_{camp}$  = faktor emisi (g/mil)  
 $FE_{mb}$  = faktor emisi mobil bensin (g/mil)  
 $FE_{ms}$  = faktor emisi mobil solar (g/mil)  
 $FE_{sm}$  = faktor emisi sepeda motor (g/mil)  
 $Mb$  = jumlah mobil bensin  
 $Ms$  = jumlah mobil solar  
 $SM$  = jumlah sepeda motor

- Height (H)
- Width (W) adalah lebar daerah percampuran yang dibatasi oleh ruas jalan ditambah 3 m pada sisi lainnya.
- Link Koordinats (X,Y)

#### Receptor location

Input Caline 4 berupa informasi letak reseptor / penerima dalam koordinat ( x,y ) dan ketinggian ( z ) dalam satuan meter. Dalam menjalankan program caline masing” ruas jalan ada satu buah reseptor dengan ketinggian 1,6 meter ( dengan asumsi reseptor disini adalah manusi dengan rata-rata ketinggian orang Indonesia yaitu 1,6 meter ). Koordinat reseptor diposisikan berada diantara koordinat awal dan akhir dari masing-masing tepi ruas jalan.

#### 4. Analisis Data dan Validasi

Analisis parameter CO di udara ambien kota Padang dilakukan dengan menggunakan Program Caline 4. Hasil output caline 4 divalidasi dengan membandingkan antara hasil sampling CO di jalan dengan hasil perhitungan konsentrasi output dai program Caline 4. Tingkat kevalidasin hasil ditentukan dengan :

1. Analisa statistik korelasi dengan program SPSS, untuk mengetahui seberapa besar hubungan antara data uotput Caline 4 dengan data pengukuran lapangan
2. Analisa t-test  
 Dilakukan untuk menilai apakah hubungan antara dua output caline 4 ddengan data pengukuran dapat diterima

### 3 Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Jumlah Kendaraan

Perhitungan jumlah kendaraan yang dilakukan di 34 jalan di Kota Padang selama 7 hari, dilakukan pada jam sibuk (pagi dan sore) dengan pengelompokan jenis kendaraan yaitu mobil dengan bahan bakar bensin, mobil dengan bahan bakar solar dan sepeda motor. Hasil perhitungan jumlah kendaraan tersebut dapat dirangkum sebagai berikut :

- Volume kendaraan tertinggi yaitu pada 5uas Jalan Khatib Sulaiman sebanyak 4.365 buah kendaraan pada sore hari dan terndah pada ruas Jalan Raden Saleh sebanyak 626 buah kendaraan pada pagi hari
- Volume mobil bensin tertinggi pada ruas Jalan Khatib Sulaiman sebanyak 22.135 buah kendaraan pada sore hari dan terndah pada ruas

Jalan Raden Saleh sebanyak 315 buah kendaraan pada pagi hari.

- Volume mobil solar tertinggi pada ruas jalan By Pass sebanyak 688 buah kendaraan pada sore hari dan terendah pada ruas Jalan Raden Saleh sebanyak 96 buah kendaraan pada pagi hari
- Volume sepeda motor tertinggi pada ruas Jalan Siteba sebanyak 2.617 buah kendaraan pada pagi hari dan terendah pada ruas Jalan Pasar raya sebanyak 125 buah kendaraan pada sore hari.

#### 3.2 Konsentrasi CO Background

Konsentrasi CO background adalah konsentrasi CO di udara ambien pada suhu tertentu dengan kondisi tertentu di daerah yang belum dipengaruhi oleh polutan dari kendaraan bermotor. Pengukuran CO background ditampilkan pada tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi CO background

| Lokasi         | Waktu Pengukuran | Konsentrasi CO |
|----------------|------------------|----------------|
| Lubuk Minturun | Pagi             | 0,0091 ppm     |
|                | Siang            | 0,0161 ppm     |
|                | Sore             | 0,0125 ppm     |

Sumber : data primer

#### 3.3 Faktor Meteorologi

Faktor meteorologi mempengaruhi tingkat pencemaran yang terjadi di udara. Rekapitulasi data meteroleogi yang diperoleh selama sampling berlangsung diramgkum pada tabel berikut :

Tabel 2. Rekapitulasi Faktor Emisi Kendaraan

| Jenis Kendaraan     | Faktor Emisi    |
|---------------------|-----------------|
| Arah angin          | 263°            |
| Kecepatan angin     | 2,87 m/s        |
| Temperatur          | 23,6 °C- 26,8°C |
| Stabilitas atmosfer | B               |
| Penyinaran matahari | 6%              |

Sumber : data primer

#### 3.4 Faktor emisi

Faktor emisi adalah ukuran rata-rata tingkat emisi yang dihasilkan kendaraan dalam gram per mil (g/mil). Faktor emisi untuk satu ruas jalan berbeda dengan ruas jalan yang lainnya, tergantung dari jumlah kendaraan dan jenis kendaraan yang melewati suatu ruas jalan. Hasil perhitungan faktor emisi pada jalan lokasi sampling diperoleh hasil sebagai berikut

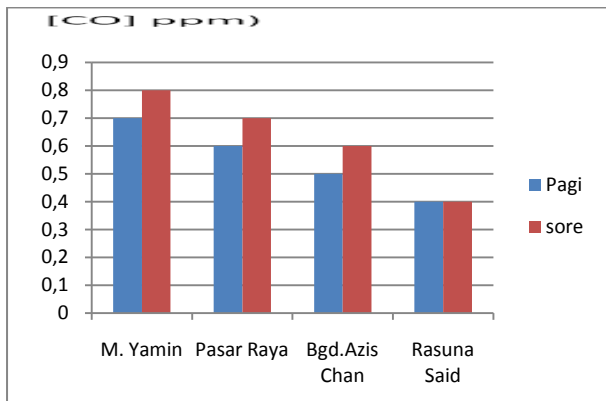
Tabel 3. Rekapitulas Pengukuran faktor emisi

| Jenis Kendaraan | Faktor Emisi (g/mil) |
|-----------------|----------------------|
| Mobil bensin    | 5,61                 |
| Mobil solar     | 1,09                 |
| Sepeda motor    | 1,96                 |

Sumber : data primer

3.5 Perbandingan [CO] dengan Caline dengan sampling dan Baku Mutu

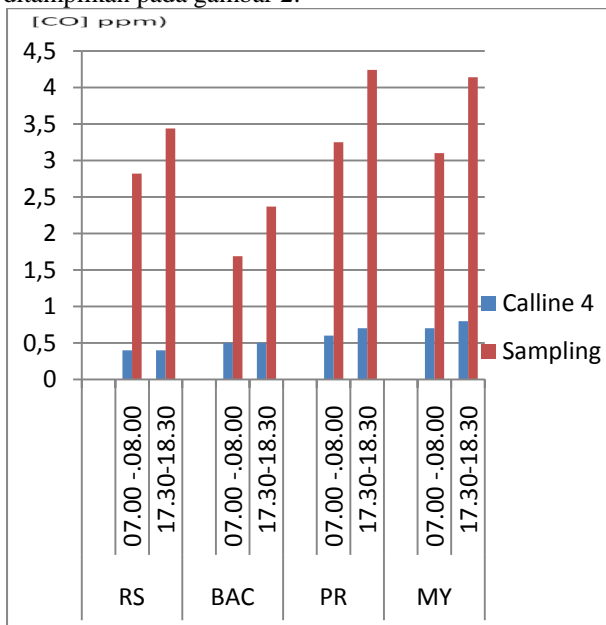
Dari pengukuran konsentrasi CO di 34 jalan di Kota Padang, diambil 4 jalan yang akan dilakukan sampling gas CO dengan impinger sebagai data validasi. Keempat jalan tersebut adalah jalan M.Yamin, Pasar Raya, Bagindo Azis Chan dan Rasuna Said. Konsentrasi CO di keempat jalan validasi tersebut ditampilkan pada Gambar 1.



Sumber : Sampling CO

**Gambar 1.** Konsentrasi CO Validasi

Hasil perhitungan dengan Caline 4 akan diuraikan pada masing-masing jalan pada empat ruas jalan (Jl. M. Yamin, Jl. Pasar Raya, Kl. Bagindo Azis Chan, dan Jl, Rasuna Said). Perbandingan dengan hasil sampling ditampilkan pada gambar 2.



**Gambar 2.** Perbandingan Konsentrasi CO Output Caline 4 dengan Data Sampling

Sumber : Data Output Caline 4 dan Sampling

Keterangan :

RS : Jl. Rasuna Said

BAC: Jl. Bagindo Azis Chan

PR : Jl Pasar Raya

MY : Jl, M. Yamin

Prediksi konsentrasi CO hasil perhitungan Caline 4 memberikan hasil yang lebih besar dari data sampling (data sekunder) disebabkan antara lain: Caline 4 hanya memprediksi konsentrasi CO ambien dari emisi kendaraan bermotor, tidak memperhitungkan sumber pencemar lain sehingga konsentrasi CO hasil perhitungan Caline 4 akan lebih kecil dari hasil pengukuran langsung.

Perbandingan hasil pengukuran [CO] hasil sampling dengan baku mutu (Lampiran Peraturan Pemerintah No 41. Tahun 1999) diperoleh hasil sebagai berikut

**Tabel 4.** Perbandingan Output Caline 4 dengan Baku Mutu (PP.41 tahun 1999).

| Waktu pengukuran | Baku Mutu [CO] ppm | Output Caline 4 (ppm) |
|------------------|--------------------|-----------------------|
| Pagi             | 26,19              | 0,28 ppm              |
| Sore             | 26,19              | 0,32 ppm              |

Sumber : data primer

Dari tabel diatas, didapatkan bahwa konsentrasi CO udara ambien untuk kota Padang jauh dibawah Baku mutu

3.6 Validasi data secara statistik

Analisis korelasi antara konsentrasi CO hasil Caline 4 dengan data sampling diperoleh hasil koefisien korelasi sebesar 0,521. Nilai ini menunjukkan bahwa data hasil Caline 4 dengan data sampling mempunyai hubungan yang cukup kuat karena nilai koefisien korelasinya sedikit diatas 0,5. Tabel korelasi dapat dilihat pada tabel 5 berikut :

Tabel 5. Korelasi konsentrasi CO dalam ppm hasil perhitungan Caline 4 dengan data sampling.

| Korelasi | Caline 4 | Data Sampling |
|----------|----------|---------------|
| Caline 4 | 1        | 0,521         |
| Sampling | 0,521    | 1             |

Sumber: Hasil perhitungan

Analisis validasi juga didukung oleh hasil analisis statistik dengan t-test. Perhitungan t-test didapatkan nilai t=1,495, dengan menggunakan selang kepercayaan 95% dan  $\alpha=0,05$ . Hasil perhitungan ini berada di dalam wilayah penerimaan nilai t dengan banyaknya pengujian sampel n=8.

Dari analisis korelasi dan analisis t-Trest menunjukkan bahwa program Caline 4 valid secara statistik, Untuk dapat dipakai untuk memprediksi konsentrasi CO dari kendaraan bermotor di Kota Padang diperlukan perhitungan kalibrasi sehingga didapatkan satu faktor pengali faktor pengali (konversi ) sehingga hasil prediksi dengan program akan sama atau mendekati

sama dengan hasil sampling di lapangan. (Raharjo, 1999).

#### 4 Kesimpulan

1. Hasil prediksi [CO] dengan menggunakan Caline 4 di ruas jalan utama kota Padang didapatkan konsentrasi CO yang paling tinggi terjadi pada Jalan M. Yamin yaitu sebesar 0,8 ppm
2. Hasil validasi penggunaan program Caline 4 dalam menghitung [CO] secara statistik dengan SPSS dan t-Test menunjukkan bahwa hasil prediksi dengan Caline 4 memiliki hubungan cukup kuat dengan hasil sampling. Dengan nilai korelasi 0,52% dan nilai t-Test pada selang kepercayaan 95%.
3. Dari hasil sampling dan prediksi dengan program Caline 4, [CO] di beberapa ruas jalan kota Padang belum melebihi batas baku mutu.

#### Daftar Pustaka

Alhusin, S. 2001. Aplikasi Statistik Praktis dengan SPSS 9. Elex Media Komputindo, Jakarta

Benson, E.P. 1989. *Caline 4- A Dispersion Model for Predicting Air Pollution Concentration Near Roadway*. California Department of Transportation, California.

De Nevers, N. 1995. *Air Pollution Control Engineering*. McGraw-Hill, Inc.

Hasan, I, 2002. Pokok-pokok Materi Statistik 2 (Statistik inferensif). Bumi Aksara, Jakarta.

Irsyad, M. 2000. Karakteristik Parameter Pencemaran Udara Ambien, Pusat Pendidikan dan Latihan Lingkungan, Bapedal, Jakarta.

Raharjo, S. 1999. Tugas Akhir. Analisis Penerapan Program ISCST3 untuk Memprediksi Penyebaran Gas CO<sub>2</sub> dari Multiple Source di Pabrik CRM Karakatau Steel. Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung.

Soedomo, M. 2001. Kumpulan Karya Ilmiah, Pencemaran Udara. Institut Teknologi Bandung, Bandung.

Suksmeri, 2003. Faktor-faktor yang mempengaruhi Kadar karbon Monoksida di beberapa ruas Jalan di Kota Padang. Program Pasca Sarjana, Universitas Negeri Padang, Padang.

Wark & Warner. 1981. *Air Pollution its Origin and Control*. Harper & Row, New York.