

ANALISIS TINGKAT POLUSI UDARA TERHADAP PENGARUH PERTUMBUHAN KENDARAAN STUDI KASUS DKI JAKARTA

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan akan moda transportasi, baik transportasi barang dan atau transportasi penumpang, berakibat pada peningkatan penggunaan kendaraan bermotor. Dampak peningkatan penggunaan kendaraan bermotor terhadap kualitas udara menempati posisi pertama dalam urutan penyebab polusi udara terutama di Jakarta. Tujuan penelitian ini adalah membuat model pencemaran udara akibat peningkatan beberapa jenis moda, antara lain sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus dan mobil barang yang berdampak terhadap peningkatan produksi polutan, seperti CO (karbon monoksida), HC (hidrokarbon), dan NO (natrium monoksida), sehingga dapat diketahui seberapa besar dampak yang diakibatkan oleh perubahan moda terhadap polutan tersebut dan model konsumsi BBM (Bahan Bakar Minyak) akibat perubahan jumlah moda. Metode yang digunakan adalah metode statistik regresi linier berganda untuk mengetahui hubungan antara variabel terikat, yaitu tingkat polutan dan variabel bebas, yaitu jumlah masing-masing jenis kendaraan bermotor. Hasil dari penelitian ini, adalah: (1) model untuk tingkat polutan HC adalah $y = -48170 + 0,02X_1 + 0,5X_3 + 0,1X_4$, (2) model untuk tingkat polutan CO adalah $y = 267003 + 1,18X_1 - 0,58X_3 + 0,5X_4$, dan (3) model untuk tingkat polutan NO adalah $y = 11043 + 0,05X_1 - 0,03X_3 + 0,03X_4$. Sedangkan untuk model konsumsi BBM adalah (1) model konsumsi solar adalah $y = -413731 - 0,2X_2 + 1,5X_3 + 1,4X_4$ (2) model konsumsi premium adalah $y = -759700 - 2,7X_2 + 4,85X_3 + 3,4X_4$.

Kata Kunci: Model, Moda, Polutan, BBM.

D.A. Suryanto

Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil
Universitas Gunadarma
doddyaris@staff.gunadarma.ac.id

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan masalah yang dihadapi kota-kota besar di dunia. Hal ini juga terjadi di Indonesia khususnya di ibu kota Jakarta. Meningkatnya kepemilikan kendaraan bermotor, baik roda dua maupun roda empat, yang didukung oleh kemudahan dalam memperolehnya, menjadi salah satu pemicu peningkatan gas dari knalpot yang mencemari udara (Karno, 1996). Komposisi kontribusi sektor-sektor sebagai penyebab pencemaran udara adalah sektor transportasi dengan gas buang kendaraan bermotor yang mencapai 60%, selebihnya dari sektor industri 25% dan sampah 5% (Soedomo et al., 1983).

Besarnya kontribusi pencemaran udara dari sektor transportasi menimbulkan masalah dalam pemeliharaan standar kualitas udara. Proses pembakaran bahan bakar minyak yang tidak sempurna dalam kendaraan bermotor menghasilkan unsur-unsur kimiawi yang mencemari udara, seperti karbon monoksida (CO), oksida-oksida sulfur (SOx), oksida-oksida nitrogen (NOx), hidrokarbon (HC), partikulat dan timbal (PB) (Hertel, O. Berkowicz, R., 1989 & 1989a).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan oleh beberapa instansi diketahui bahwa tingkat pencemaran udara di daerah perkotaan, terutama DKI Jakarta, saat ini memiliki kecenderungan untuk meningkat semakin buruk. Dari penelitian yang dilakukan pada tahun 1986, jika dibandingkan dengan baku mutu di DKI Jakarta, rata-rata wilayah udara Jakarta belum mengalami pencemaran SO₂ dan NO_x, kecuali di beberapa tempat dan waktu tertentu.

Hasil pemantauan yang pernah

dilakukan oleh JICA yang berlangsung tahun 1996 menunjukkan bahwa angkat konsentrasi rata-rata harian di Stasiun EMC, Pulogadung, Pluit, Thamrin dan KPPL untuk konsentrasi SPM di Pulogadung telah melebihi ambang batas rata-rata harian sebanyak 5% dari total pengamatan (321 hari), sedangkan di stasiun lainnya masih memenuhi Baku Mutu (Soedomo et al., 1983).

Ditjen PPM dan PL telah melakukan studi di 3 kota besar di Indonesia, seperti Jakarta, Yogyakarta dan Semarang. Hasil pengamatan menunjukkan gambaran kadar debu (SPM) 280 ug/m³, kadar SO₂ sebesar 0,76 ppm dan kadar NO_x sebesar 0,5 ppm. Angka tersebut telah melebihi nilai ambang batas kualitas udara. Studi lain menyatakan bahwa Jakarta dalam kategori baik sampai tidak sehat. Paramater utama yang diukur adalah Partikulat Matter (PM₁₀) dan CO. Ketersediaan data ISPU mencapai 81% (294 hari) pada tahun 2004. Sedangkan pada Bulan September dan Desember 2004 terdapat 12 hari yang berada dalam kategori tidak sehat.

Berdasarkan beberapa kondisi yang pernah dilakukan dalam studi, maka penelitian ini akan berfokus pada pengaruh perkembangan kendaraan bermotor terhadap peningkatan polutan yang dapat mengakibatkan pencemaran udara.

METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, data yang digunakan adalah data sekunder yang didapat dari beberapa lembaga terkait, seperti BPS, Bapedalda DKI Jakarta, dan Pusarpedal. Sedangkan untuk menganalisis data digunakan metode statistik regresi linier sederhana dan regresi linear berganda. Regresi linier sederhana digunakan untuk mengukur hubungan antara satu variabel

bebas dan satu variabel terikat, sedangkan regresi linear berganda digunakan untuk mengukur pengaruh antara lebih dari satu variabel prediktor (variabel bebas) terhadap variabel terikat (*dependent variable*). Rumus yang digunakan dalam analisis regresi adalah sebagai berikut.

a) Regresi Linier Sederhana
 $Y = ax + b$ (1)

b) Regresi Linier Berganda
 $Y = a + b_1X + b_2X^2 + \dots + b_nX^n$ (2)

HASIL & PEMBAHASAN

Beberapa model yang digunakan dalam melihat perubahan polutan dalam suatu wilayah, antara lain model Poligon Thiesen, Geostatik, dan Spline. Model Poligon selain memperhatikan jumlah stasiun, juga memperkirakan luas wilayah yang diwakili oleh masing-masing stasiun untuk digunakan sebagai salah satu faktor dalam menghitung indeks polusi udara rata-rata pada daerah yang bersangkutan. Poligon dibuat dengan cara menghubungkan garis-garis berat diagonal terpendek dari stasiun pemantau kualitas udara yang ada (Berkowicz, R et al, 2004).

Model geostatik dipergunakan untuk menginterpolasikan nilai dari suatu variabel yang terdistribusi dalam ruang. Sedangkan Model Spline digunakan untuk mendapatkan nilai melalui kurva minimum antara nilai-nilai input. Model ini kurang bagus untuk situasi di mana terdapat perbedaan nilai yang signifikan pada jarak yang sangat dekat (Fu, L.; He, D., 1997).

Dari data yang didapat, terlihat bahwa jumlah kendaraan bermotor di Jakarta selalu meningkat setiap tahun. Kondisi tersebut juga memengaruhi konsumsi bahan bakar di Jabodetabek (Jakarta, Bogor, Depok, Tangerang dan Bekasi)

yang menunjukkan peningkatan setiap tahunnya.

Pengukuran emisi kendaraan yang didapat dari data sekunder dilakukan terhadap 17 kendaraan jenis sedan, 10 minibus dan 3 jeep. Pengukuran yang telah dilakukan pada mobil penumpang berbahan bakar premium sebanyak 30 buah dari berbagai jenis yang dipilih secara acak.

Dari hasil pengukuran didapat 36,6% dinilai jelek, karena emisi gas buangnya telah melampaui ambang batas yang diperkenankan. Persentase ini menunjukkan kendaraan bermotor di Jakarta yang emisi gas buangnya melewati baku mutu yang telah ditetapkan relatif cukup besar.

Angka ini akan bertambah besar bila pengukuran juga dilakukan pada mobil penumpang berbahan bakar solar. Hal ini disebabkan emisi bahan bakar solar lebih tinggi dibanding premium. Dari jenis kendaraan yang diuji, ternyata kendaraan jenis minibus lebih banyak emisi gas buangnya yang melampaui ambang batas dibanding jenis kendaraan lain.

Pengukuran Polusi Udara

Pengukuran polusi udara dilakukan di 2 stasiun, yaitu Stasiun Casablanca dan Stasiun Thamrin. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa kadar CO di daerah sekitar Casablanca mengalami peningkatan pada pukul 01.00 pagi dan mengalami penurunan pada pukul 07.00 pagi.

Kenaikan kedua terjadi pada pukul 19.00 dan mencapai titik tertinggi pada pukul 24.00 dengan kadar polutan 5,66 ppm. Kadar rata-rata polutan CO mencapai 2,48 ppm/jam, sedangkan baku mutu maksimum adalah 25 ppm/jam.

Kadar NO₂ mengalami peningkatan pada pukul 09.00 dan mencapai puncak pada pukul 13.00 sebesar 0,032 ppm, dan kemudian mengalami penurunan pada pukul 19.00 dengan kadar rata-rata 0,016 ppm/jam. Kadar polutan SPM mengalami kenaikan pada pukul 04.00, kemudian menurun pada pukul 07.00 dan meningkat hingga titik tertinggi pada pukul 16.00 dengan kadar 0,071 mg/m³.

Untuk Stasiun Thamrin didapatkan bahwa polutan hidrokarbon meningkat tajam sekitar pukul 07.00 dan mengalami penurunan pada pukul 09.00. Kemudian naik lagi pada titik tertinggi pada pukul 23.00 sebesar 5 ppm. Baku mutu maksimum adalah 0,24 ppm/3 jam, sehingga sudah melebihi ambang batas. Kadar polutan NO meningkat pada pukul 05.00 dan mencapai puncaknya pada pukul 22.00 dengan kadar 0,315 ppm. Baku mutu ijinnya 0,05 ppm/24 jam, sehingga sudah melewati batas ijin.

Kadar NO di sekitar Thamrin mengalami titik tertinggi pada pukul 22.00 dengan kadar maksimal 0,315 ppm, berarti sudah melewati titik batas 0,21 ppm. Kadar SO₂ mengalami titik puncak pada pukul 16.00 dengan kadar rata-rata 0,32 ppm/jam. Sedangkan kadar SPM masih berada pada titik maksimal 0,03 mg/m³ per jam.

Analisis Bahan Bakar

Analisis terhadap bahan bakar dilakukan dengan menggunakan mobil, sedangkan bahan bakar yang diuji adalah premium dan pertamax. Kadar Hidrokarbon yang dikeluarkan dari premium adalah paling besar sekitar 1.230 ppm paling besar dibanding bahan bakar lain. Adapun kadar CO tertinggi dihasilkan dari bahan bakar pertamax, tetapi memiliki kadar CO₂ paling rendah (Robins, A. G., Hall, R., Cowan, I, 2000)

Model Prediksi Pencemaran Udara

Prediksi untuk sepeda motor

Prediksi untuk sepeda motor dilakukan dengan membandingkan data sepeda motor dengan perubahan peningkatan terhadap polutan. Dari hasil analisis didapat model hubungan antara sepeda motor dengan beberapa polutan, antara lain:

- Sepeda Motor dengan CO
 $Y = 0,7988X - 210865$ dengan nilai R Square = 0,97
- Sepeda Motor dengan HC
 $Y = 0,0689X - 17291$ dengan nilai R Square = 0,97
- Sepeda Motor dengan NOx
 $Y = 0,0388X - 10250$ dengan nilai R Square = 0,97

Prediksi untuk mobil penumpang.

Prediksi untuk mobil penumpang dilakukan dengan membandingkan data mobil penumpang dengan perubahan peningkatan terhadap polutan. Dari hasil analisis didapat model hubungan antara mobil penumpang dengan beberapa polutan, antara lain:

- Mobil penumpang dengan CO
 $Y = 0,7466X - 62246$ dengan nilai R Square = 0,99
- Mobil penumpang dengan HC
 $Y = 0,0642X - 46501$ dengan nilai R Square = 0,98
- Mobil penumpang dengan NOx
 $Y = 0,0363X - 3026$ dengan nilai R Square = 0,99

Prediksi untuk mobil bus

Prediksi untuk mobil bus dilakukan dengan membandingkan data mobil bus dengan perubahan peningkatan terhadap polutan. Dari hasil analisis didapat model hubungan antara mobil bus dengan beberapa polutan, antara lain:

- Mobil bis dengan CO
 $Y = -4E-05X^2 + 27,174X - 4E+06$ dengan nilai R Square = 0,99
- Mobil bis dengan HC
 $Y = -4E-06X^2 + 2,23X - 330319$ dengan nilai R Square = 0,98
- Mobil bis dengan NOx
 $Y = -2E-06X^2 + 1,1408X - 169119$ dengan nilai R Square = 1

Prediksi untuk mobil barang.

Prediksi untuk mobil barang dilakukan dengan membandingkan data mobil barang dengan perubahan peningkatan terhadap polutan. Dari hasil analisis

didapat Model hubungan antara mobil barang dengan beberapa polutan, antara lain:

- Mobil barang dengan CO
 $Y = -7E-05X^2 + 5,4X - 793071$ dengan nilai R Square = 0,99
- Mobil barang dengan HC
 $Y = -5E-06X^2 + 0,4X - 59675$ dengan nilai R Square = 0,94
- Mobil barang dengan NOx
 $Y = -3E-07X^2 + 0,2661X - 38556$ dengan nilai R Square = 0,95

Model Konsumsi Bahan Bakar

Model yang didapatkan dari hasil analisis adalah:

- Model konsumsi solar yang didasarkan pada peningkatan jumlah kendaraan didapat sebagai berikut:

$$y = -413731 - 0,2x_2 + 1,5x_3 + 1,4x_4$$

Di mana:

- Y = Permintaan solar
- X₂ = Jumlah mobil penumpang
- X₃ = Jumlah mobil bis
- X₄ = Jumlah mobil barang.

Model tersebut memiliki nilai *goodness fit* (R Square) sebesar 1, sehingga model tersebut dianggap baik.

Model konsumsi premium yang didasarkan pada peningkatan jumlah kendaraan didapat sebagai berikut

$$y = -759700 - 2,7x_2 + 4,85x_3 + 3,4x_4$$

Di mana:

- Y = Permintaan premium
- X₁ = Jumlah sepeda motor
- X₂ = Jumlah mobil penumpang
- X₄ = Jumlah mobil barang.

Model tersebut memiliki nilai *goodness fit* (R Square) sebesar 1, sehingga model tersebut dianggap baik.

Model Peningkatan Polutan berdasarkan Perkembangan Kendaraan

- Model Pencemaran CO yang didasarkan pada peningkatan jumlah kendaraan didapat sebagai berikut:

$$y = 267003 + 1,18x_1 - 0,58x_3 + 0,5x_4$$

Di mana:

- Y = Tingkat pencemaran CO
- X₁ = Jumlah sepeda motor
- X₃ = Jumlah mobil bis
- X₄ = Jumlah mobil barang.

Model tersebut memiliki nilai *goodness fit* (R Square) sebesar 1, sehingga model tersebut dianggap baik.

- Model tingkat pencemaran HC yang didasarkan pada peningkatan jumlah kendaraan didapat sebagai berikut:

$$y = -48170 + 0,02x_1 + 0,5x_3 + 0,1x_4$$

Di mana:

- Y = Tingkat pencemaran HC
- X₁ = Jumlah sepeda motor
- X₃ = Jumlah mobil bis
- X₄ = Jumlah mobil barang.

Model tersebut memiliki nilai *goodness fit* (*R Square*) sebesar 1, sehingga model tersebut dianggap baik.

c) Model tingkat pencemaran NOx yang didasarkan pada peningkatan jumlah kendaraan didapat sebagai berikut:

$$y = 11043 + 0,05x_1 - 0,03x_3 + 0,03x_4$$

Di mana:

- Y = Permintaan solar
- X₁ = Jumlah sepeda motor
- X₃ = Jumlah mobil bis
- X₄ = Jumlah mobil barang.

Model tersebut memiliki nilai *goodness fit* (*R Square*) sebesar 1, sehingga model tersebut dianggap baik.

KESIMPULAN & SARAN

Penelitian tentang model prediksi tingkat polutan pada jenis CO, HO, dan NOx dilihat dari perkembangan moda sepeda motor, mobil penumpang, mobil bus dan mobil barang memberikan tingkat hubungan yang sangat

signifikan dilihat dari tingkat R square yang didapat mendekati nilai 1 untuk semua model. Demikian juga model konsumsi BBM dengan perkembangan keempat moda yang memiliki tingkat R square mendekati nilai 1. Dari hasil analisis, peneliti memberikan masukan untuk menganalisis polutan dengan kondisi data yang lebih banyak untuk meningkatkan ketepatan prediksi tingkat polutan dan konsumsi BBM kedepan.

DAFTAR PUSTAKA

Berkowicz, R and Britter, RE and Di Sabatino, S. 2004. "Optimisation of modelling methods for traffic pollution in streets." Self-published on CD-Rom, UK.

Fu, L.; He, D. 1997. "China's Strategies for Controlling Motor Vehicle Emissions." *Summary Report*, Tsinghua University, Beijing, China.

Hertel, O. Berkowicz, R. 1989. "Modeling Pollution from Traffic in a Street Canyon: Evaluation of Data and Model Development." DMU LUFT-A129; National Environmental Research Institute Roskilde, Denmark.

Hertel, O. Berkowicz, R. 1989a. "Operational Street Pollution Model (OSPM): Evaluation of the Model on Data from St. Olavs Street in Oslo." DMU LUFTA135, National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark.

Johnson, W.B.; Ludwig, F.L.; Dabbert, W.F. Allen, R.J. J. 1973. "Air Pollut." *Control Assoc*, Vol. 23, 490-498.

Karno, A. 1996. "Tingkat Polusi Udara pada Jalan-Jalan Utama di Pusat Kota". Laporan Penelitian, Universitas Lambung Mangkurat.

Robins, A. G., Hall, R., Cowan, I. 2000, "Evaluating modelling uncertainty in CFD predictions of building affected dispersion." *International Journal Environment and Pollution*, Vol. 14, 52-64.

Soedemo, M., Surihanto, I., Maxdoni, dan H. Tokkong. 1983. "Pengukuran Emisi Pencemaran Udara Bersumber dari Lalu lintas Perkotaan, Inventarisasi dan Identifikasi. Laporan Penelitian. Bandung. ITB.

