

KAJIAN HUBUNGAN ANTARA VARIASI KECEPATAN KENDARAAN DENGAN EMISI YANG DIKELUARKAN PADA KENDARAAN BERMOTOR RODA EMPAT

Vera Surtia Bachtiar

Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Unand

Kampus Limau Manis Padang. Telp: 0751 72564. Fax: 0751-72564. Email: vera_sb@ft.unand.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi gas CO, NO₂ dan SO₂ yang dilepaskan dari beberapa kendaraan roda empat saat kecepatan 0, 20, 40, 60, 80 km/jam. Melalui pengukuran menggunakan alat impinger yang menyerap gas CO, NO₂ dan SO₂ dari knalpot kendaraan-kendaraan sampel. Pelaksanaannya di lapangan adalah dengan meletakkan impinger di bagian belakang kendaraan, yang akan menyerap gas CO, NO₂ dan SO₂ selama lebih kurang 2 menit untuk setiap sampel. Kendaraan-kendaraan sampel adalah kendaraan bensin dan solar yang diproduksi pada rentang tahun 1991–1995, 1996–2000, dan 2001–2005. Dari penelitian terhadap gas CO, secara umum didapatkan bahwa kecenderungan yang muncul adalah semakin cepat laju kendaraan maka gas CO yang dilepaskan akan semakin besar. Dari penelitian terhadap NO₂ diketahui bahwa konsentrasi gas NO₂ yang dihasilkan akan meningkat seiring bertambahnya kecepatan kendaraan. Hasil pengukuran konsentrasi SO₂ pada mesin diesel mempunyai kecendrungan bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan, maka konsentrasi yang dihasilkan juga semakin besar. Sedangkan untuk kendaraan mesin bensin, konsentrasi SO₂ tidak terdeteksi, karena sangat kecil. Dan hubungan konsentrasi SO₂ dengan kecepatan kendaraan adalah hubungan linear.

Kata kunci: Konsentrasi, CO, NO₂, SO₂, Kecepatan

PENDAHULUAN

Sumber utama polusi udara di kota besar adalah kendaraan bermotor (Republika, 2006). Tiap kendaraan bermotor akan mengeluarkan emisi yang banyaknya antara lain tergantung kepada tahun kendaraan, jenis bahan bakar yang digunakan. Kendaraan dengan tahun pembuatan yang lebih lama akan mengeluarkan emisi yang lebih banyak dibandingkan dengan kendaraan baru. Demikian juga kendaraan dengan bahan bakar bensin akan mengeluarkan jenis emisi yang berbeda dengan kendaraan berbahan bakar solar (Marlok, 1991).

Kecepatan juga akan mempengaruhi jumlah emisi yang dikeluarkan oleh suatu kendaraan. Menurut Marlok (1992) yang melakukan uji emisi di Amerika Serikat, semakin tinggi kecepatan yang digunakan pada suatu kendaraan, maka jumlah CO yang dikeluarkan akan semakin kecil. Hal ini berbanding terbalik dengan NO₂, dimana semakin tinggi kecepatan yang digunakan maka NO₂ yang dikeluarkan akan semakin besar.

Di Indonesia sendiri terutama untuk Kota Padang, belum pernah dilakukan pengujian terhadap hubungan antara kecepatan yang digunakan dengan emisi yang dikeluarkan

pada suatu kendaraan bermotor. Berdasarkan hal itu, perlu diadakan penelitian untuk melihat hubungan yang terjadi antara kecepatan kendaraan yang dipergunakan pengemudi dengan emisi yang dikeluarkan oleh kendaraan tersebut.

Dalam penelitian tentang hubungan kecepatan kendaraan terhadap emisi ini, kendaraan yang akan digunakan adalah jenis kendaraan yang banyak terdapat di Kota Padang dan mudah untuk didapatkan. Hal ini dapat dilihat dari Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya (DLLAJR). Jenis kendaraan bermotor yang diamati adalah kendaraan bermotor dengan bahan bakar bensin dan kendaraan bermotor dengan bahan bakar solar. Kendaraan yang dipergunakan juga memperhitungkan tahun pembuatan kendaraan dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2005.

Dalam pengambilan sampel gas CO, NO₂ dan SO₂, kendaraan dijalankan di jalan raya dengan peralatan sampling diempatkan dalam kendaraan. Knalpot kendaraan dihubungkan dengan peralatan sampling dengan menggunakan slang penghubung sehingga emisi yang dikeluarkan knalpot kendaraan dapat dibaca oleh peralatan sampling. Pada tiap kecepatan yang ditetapkan, ditentukan emisi gas CO, NO₂ dan SO₂ yang dikeluarkan oleh kendaraan tersebut. Setelah dianalisis variasi kecepatan terhadap konsentrasi emisi yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor melalui analisis statistik, maka dilakukan kajian terhadap hubungan variasi kecepatan dengan konsentrasi gas CO, NO₂ dan SO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor.

TINJAUAN PUSTAKA

Menurut Morlok (1991), keberadaan gas polutan di udara yang dihasilkan dari kegiatan transportasi sangat dipengaruhi oleh bentuk atau kebiasaan berkendara dari pengguna jasa lalu lintas, seperti volume dan kecepatan lalu lintas tersebut.

Kecepatan kendaraan didefinisikan sebagai tingkat pergerakan yaitu jarak yang ditempuh kendaraan dalam satu satuan waktu tertentu. Umumnya dinyatakan dengan satuan kilometer per jam (km/jam). Karena dalam arus lalu lintas akan terdapat berbagai jenis kendaraan dengan berbagai kecepatan juga, maka kecepatan yang dimaksud adalah kecepatan rata-rata.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Morlok (1991), meningkatnya kecepatan kendaraan akan menghasilkan emisi yang makin rendah dari karbon monoksida dan hidrokarbon per kendaraan-mil, sedangkan emisi oksida dari nitrogen akan bertambah per kendaraan-mil dengan bertambahnya kecepatan. Karena ketiga jenis polutan di atas sama sekali tidak diinginkan, maka tidak terdapat aturan umum mengenai kecepatan terbaik dari sudut pandang kualitas udara. Hal yang sama juga sudah dibuktikan oleh Bachtiar (2003) dalam pemodelan kualitas udara Kota Padang. Dalam penelitian lain tentang perbandingan beberapa model untuk menghitung konsentrasi polutan, didapat konsentrasi CO sebanding dengan kenaikan volume lalu lintas dan penurunan kecepatan kendaraan (Bachtiar, 2002)

METODE PENELITIAN

Data sekunder diperoleh dari instansi terkait, seperti Dinas Lalu Lintas dan Angkutan Jalan Raya (DLLAJR), Dinas Pendapatan Daerah (DISPENDA), serta instansi lainnya. Data yang diperoleh adalah jenis kendaraan terbanyak yang ada di Kota Padang dari tahun ke tahun. Berdasarkan data ini dapat ditentukan jenis kendaraan yang digunakan untuk kegiatan sampling. Dalam pelaksanaan penelitian ini, jenis kendaraan yang digunakan terbagi dua, yaitu kendaraan yang menggunakan bahan bakar bensin dan yang menggunakan bahan bakar solar.

Data primer yang dipakai dalam penelitian ini berupa sample gas CO, NO₂ dan SO₂ yang diuji langsung di lapangan. Sampling dilakukan dengan menggunakan alat *impinger*. Kendaraan dijalankan dengan variasi kecepatan yang ditetapkan dan gas buang yang dihasilkan kendaraan ditangkap oleh slang yang dihubungkan langsung ke *impinger*.

Kegiatan pengambilan sampel gas dilakukan dengan cara menangkap gas buangan yang berasal dari knalpot dengan menggunakan pipa besi. Pipa penyalur gas ini dibuat berbentuk siku-siku dan pada salah satu ujungnya disambungkan dengan selang plastik agar dapat bergerak fleksibel. Pada selang ini kemudian disambungkan dengan tiga pipa kecil yang akan dipasangkan ke tabung penampung berisi *silica gel* pada *impinger*. Ujung pipa yang masuk ke dalam knalpot diikatkan kabel *probe* termokopel untuk pengukuran suhu.

Impinger kemudian diletakkan di bagian belakang dalam kendaraan bersama-sama dengan peralatan lainnya. Sebaiknya atur agar *impinger* tidak berdekatan dengan generator untuk mencegah terhisapnya gas buangan dari knalpot generator. Sebelum *impinger* digunakan, terlebih dahulu dilakukan pengaturan flow rate pada *impinger* sesuai kebutuhan. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam tabung penampung yang telah dibilas dengan aquadest dan letakkan di dalam *impinger*.

Kendaraan sampel kemudian dijalankan dengan laju yang diinginkan dan pada saat laju kendaraan telah stabil, kemudian *impinger* dihidupkan selama beberapa menit. Penentuan lama waktu pengukuran pada penelitian ini rata-rata selama dua menit. Gas yang berasal dari knalpot kemudian dialirkan ke dalam tabung penampung yang berisi *silica gel* untuk menyaring partikulat dan air. Lalu gas yang telah bebas partikulat dan air dialirkan ke dalam tabung yang telah berisi larutan penyerap. Setelah alat dimatikan, larutan penyerap kemudian disimpan ke dalam botol kecil yang telah di beri nomor urut dan dimasukkan ke dalam termos yang berisi es untuk pengawetan larutan sampel.

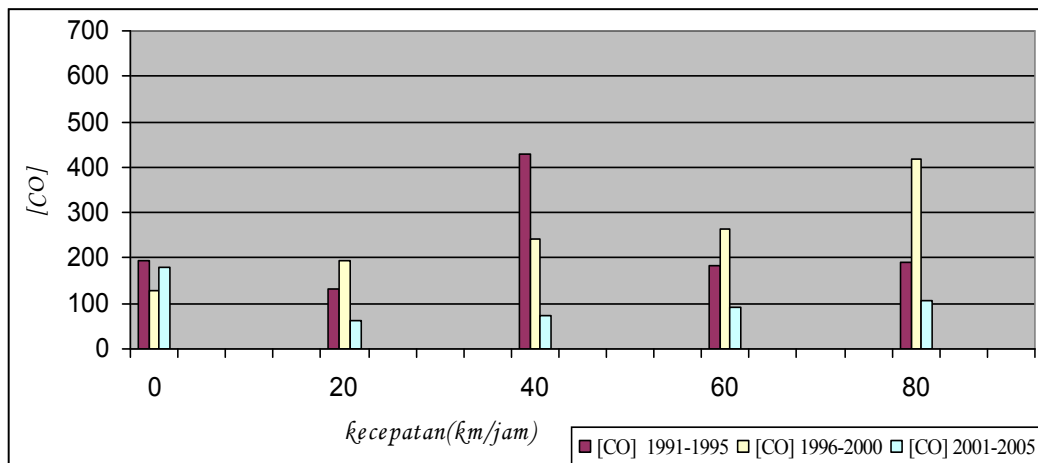
Untuk menentukan konsentrasi CO, NO₂ dan SO₂, dilakukan analisis laboratorium terhadap sampel yang telah diambil. Kemudian dilanjutkan dengan pengolahan data CO, NO₂ dan SO₂. Langkah terakhir adalah melakukan analisis dan kajian dari hasil pengolahan data yang telah dilakukan sehingga diketahui hubungan antara variasi kecepatan kendaraan bermotor dengan konsentrasi CO, NO₂ dan SO₂ yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hubungan Konsentrasi Gas CO dengan Kecepatan

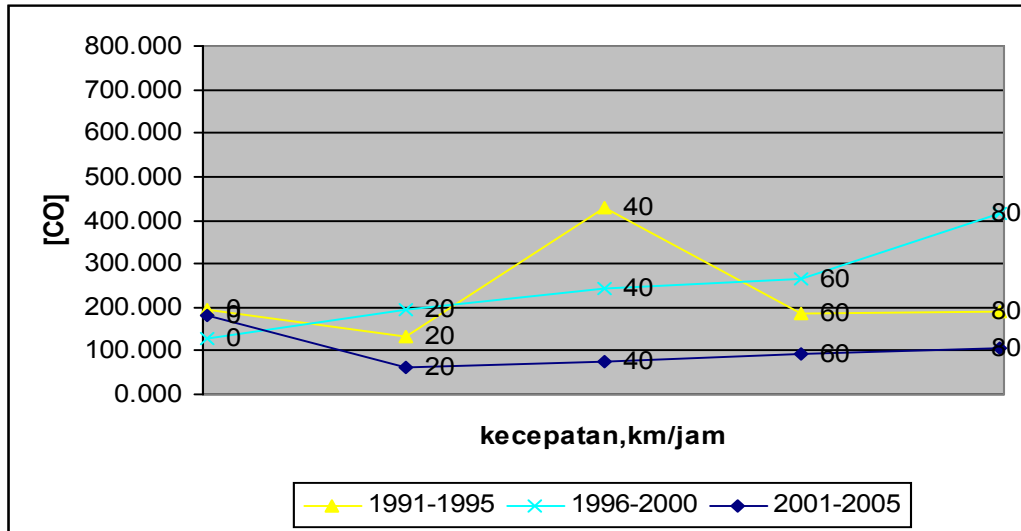
a. Tingkat Emisi CO pada Kendaraan Bensin

Pada kendaraan-kendaraan sampel bensin untuk produksi 1991 – 1995 dengan 1996 - 2000, tahun produksi kendaraan tidak terlalu mempengaruhi besar tingkat CO yang diemisikan. Kendaraan 1991 – 1995 pada kecepatan 20 km/jam, 60 km/jam, dan 80 km/jam kenyataannya memiliki tingkat emisi CO yang lebih rendah dibanding kendaraan 1996 – 2000. Pengaruh variasi kecepatan kendaraan bensin terhadap gas CO yang diemisikan dapat dilihat pada gambar 9 di bawah ini.



Gambar 9. Pengaruh Variasi Kecepatan Kendaraan Bensin Terhadap Emisi CO

Namun jika tingkat emisi kendaraan 1991 – 1995 dibandingkan dengan kendaraan 2001 – 2005, emisi kendaraan 1991 – 1995 selalu dalam jumlah yang lebih besar. Begitu juga jika kendaraan 1996 – 2000 dibandingkan dengan kendaraan 2001 – 2005. Kendaraan 2001 – 2005 secara umum mengemisikan CO dalam jumlah yang lebih besar, kecuali dalam kondisi *idle* yang perbedaannya tidaklah terlalu besar. Berikut kecenderungan dari hubungan antara kecepatan kendaraan bensin dengan emisi CO yang dilepaskan dapat dilihat pada gambar 10. di bawah ini.



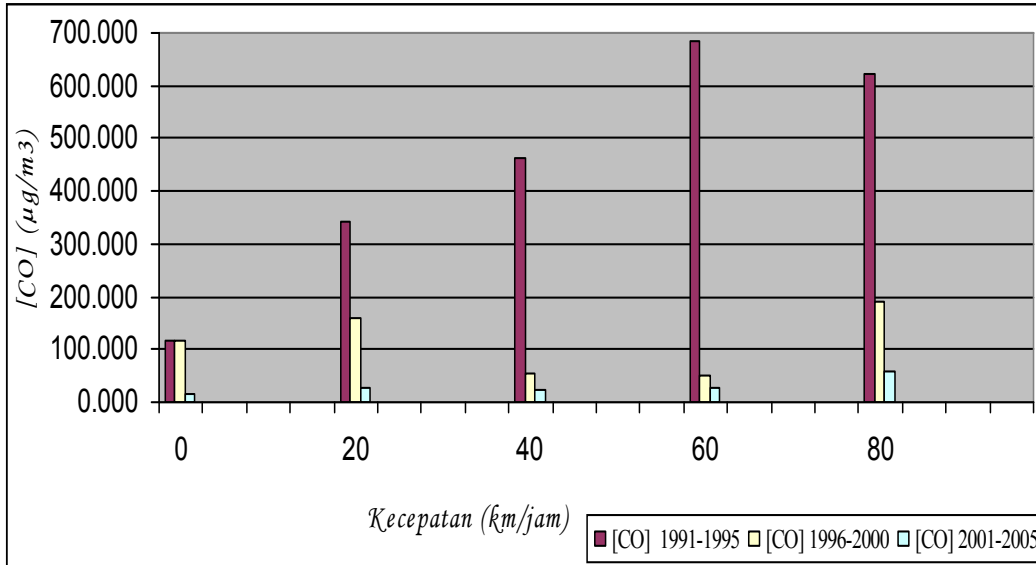
Gambar 10. Kecenderungan dari Hubungan Variasi Kecepatan Kendaraan Bensin Terhadap CO yang Dilepaskan

Dari gambar 9 dapat dilihat bahwa secara umum semakin cepat laju kendaraan maka emisi CO yang dilepaskan akan semakin besar. Akan tetapi pengecualian untuk kendaraan 1991 -1995 di kecepatan 40 km/jam, dan pada kendaraan 2001 – 2005 saat kondisi *idle* ke kecepatan 20 km/jam. Terkait dengan pengaruh cc terhadap besar emisi CO yang dilepaskan, pada beberapa kecepatan memperlihatkan pengaruh tersebut. Untuk kendaraan-kendaraan sampel bensin ini, kendaraan 1996 – 2000 memiliki cc yang paling besar. Di kecepatan 20, 60, dan 80 km/jam kendaraan dengan cc paling besar ini memiliki emisi CO yang paling besar.

Kemudian mengenai hubungan dengan baku mutu emisi untuk kendaraan. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 5 tahun 1993 disebutkan bahwa untuk kendaraan roda empat berbahan bakar bensin, tingkat emisi CO yang diperbolehkan adalah sebesar 4,5 %. Apabila dibandingkan dengan keseluruhan CO yang diemisikan dari kendaraan sampel bensin ini terlihat bahwa tidak ada satu kendaraan pun yang emisinya melewati baku mutu.

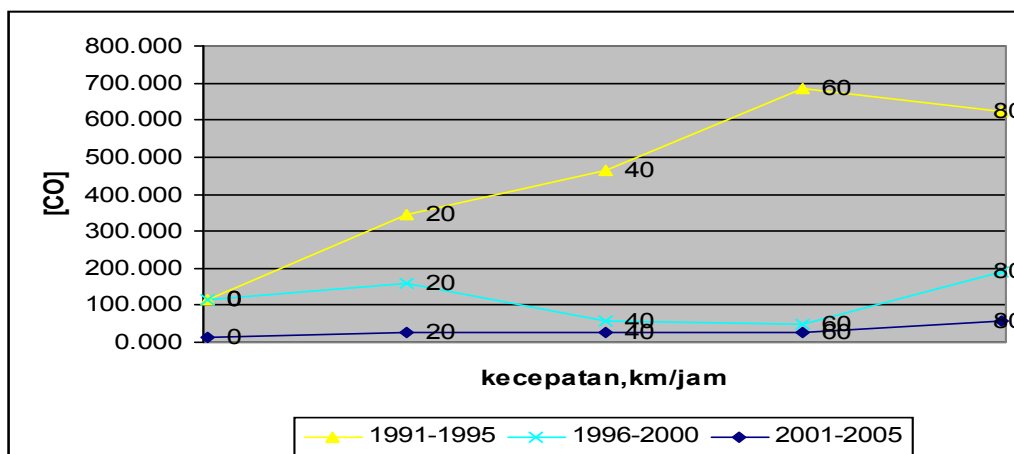
b. Tingkat Emisi CO pada Kendaraan Solar

Pada kendaraan-kendaraan sampel solar jelas sekali terlihat ada pengaruh tahun produksi kendaraan terhadap CO yang diemisikan. Semakin baru kendaraan solar maka tingkat emisi CO yang dihasilkan pun semakin kecil. Pengaruh variasi kecepatan kendaraan solar terhadap gas CO yang diemisikan dapat dilihat pada gambar 11 di bawah ini.



Gambar 11. Pengaruh Variasi Kecepatan Kendaraan Solar Terhadap Emisi CO

Dari gambar 11 terlihat bahwa semakin tinggi tahun produksi kendaraan solar, maka emisi CO yang dilepaskan semakin sedikit. Mulai kendaraan periode 1991 – 1995, 1996 – 2000, dan kendaraan 2001 – 2005 terlihat CO yang dilepaskan semakin rendah. Kemudian dihubungkan dengan pengaruh cc terhadap emisi CO yang dilepaskan, didapatkan bahwa kendaraan dengan cc terbesar mengemisikan CO dalam jumlah yang paling besar pula. Dalam hal ini adalah kendaraan periode 1991 – 1995. Selanjutnya untuk melihat kecenderungan yang timbul dari variasi kecepatan kendaraan terhadap CO yang dilepaskan pada kendaraan solar ini maka dapat diperhatikan gambar 12 berikut ini.



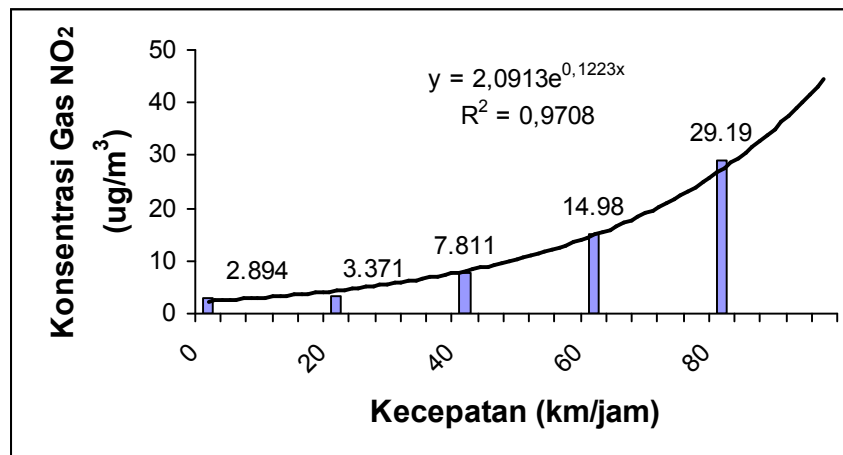
Gambar 12. Kecenderungan dari Hubungan Variasi Kecepatan Kendaraan Solar Terhadap CO yang Dilepaskan

Dari gambar 12 dapat disaksikan bahwa secara umum untuk kendaraan solar semakin kencang laju sebuah kendaraan, maka semakin meningkat CO yang diemisikan. Hal ini terjadi hampir pada kendaraan-kendaraan solar yang disampling. Walaupun pada kendaraan 1991 – 1995 dan 1996 – 2000 hal itu tidak terjadi semua. Namun sebab ketidakjadian itu terjadi akibat faktor-faktor lain yang menyebabkan pula terjadi kenaikan gas CO yang diemisikan. Mengenai penjelasan pada masing-masing kendaraan ini dapat disaksikan pada analisis gas CO yang diemisikan oleh tiap kendaraan sebelum ini.

Hubungan Konsentrasi Gas NO₂ dengan Kecepatan

a. Kendaraan Berbahan Bakar Bensin

Gambar 13 menunjukkan hubungan konsentrasi gas NO₂ yang dihasilkan oleh mobil 1 terhadap kecepatan kendaraan.



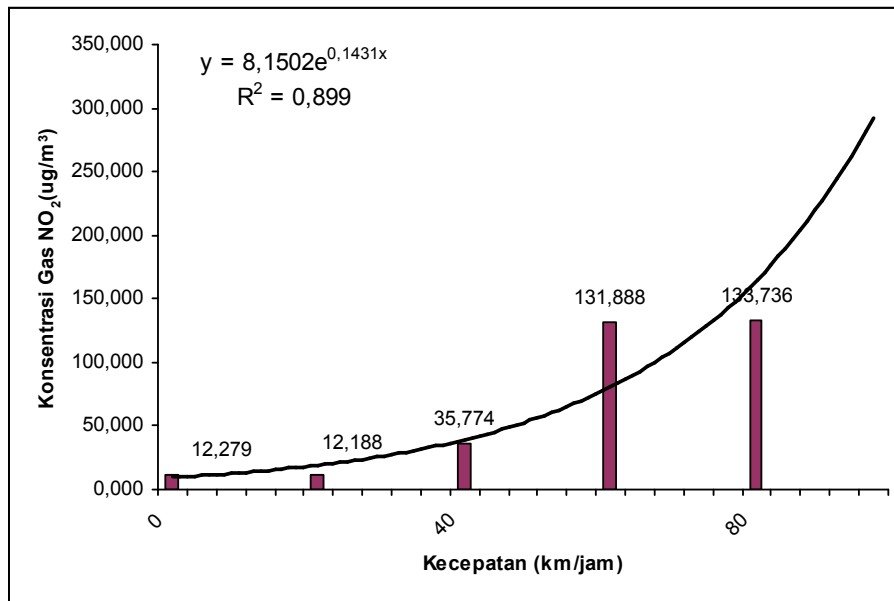
Gambar 13 Hubungan Variasi Kecepatan terhadap Konsentrasi Gas NO₂ Mobil 1

Meskipun hampir 15 tahun digunakan, namun kendaraan ini memiliki jarak tempuh jalan yang relatif rendah. Hal itu dikarenakan kendaraan ini merupakan kendaraan pribadi yang lebih sering digunakan untuk keperluan dalam kota dan digunakan untuk aktivitas sehari-hari, sementara jarak antara rumah dengan tempat aktivitas tidak terlalu jauh. Kondisi mobil juga terawat cukup baik.

Berdasarkan Gambar 13 diketahui konsentrasi gas NO₂ saat 0 km/jam (*idle*) telah terdeteksi. Saat mobil bergerak kekecepatan 20 dan 40 km/jam, kenaikan konsentrasi gas NO₂ sangat kecil. Kenaikan konsentrasi NO₂ yang cukup besar baru terjadi saat mobil bergerak 60 km/jam dan kenaikan yang signifikan terjadi saat mobil bergerak dengan kecepatan 80 km/jam. Salah satu penyebab tingginya konsentrasi NO₂ karena tingginya suhu dan tekanan pada ruang pembakaran yang menyebabkan meningkatnya pembentukan gas NO₂.

Mobil 2 merupakan kendaraan dinas yang memiliki jarak tempuh terjauh. Hal ini disebabkan kendaraan merupakan mobil yang digunakan bersama untuk keperluan dinas.

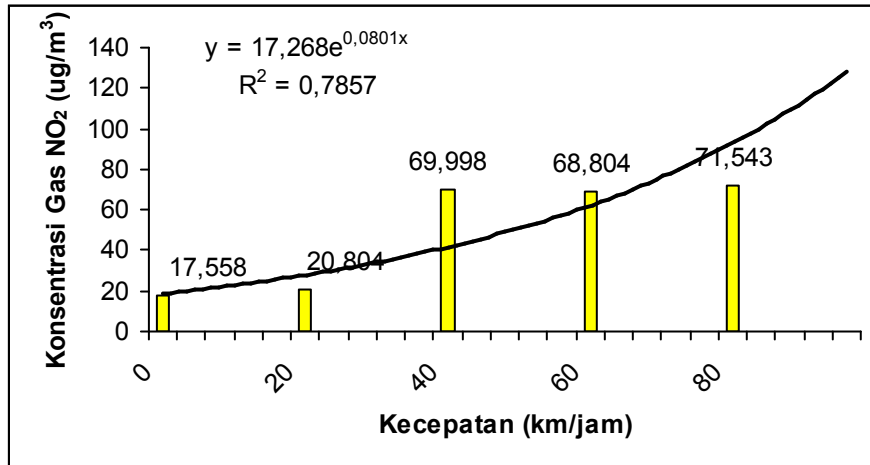
Kendaraan ini kurang mendapat perawatan yang baik. Gambar 14 menunjukkan hubungan konsentrasi gas NO₂ terhadap kecepatan kendaraan.



Gambar 14. Hubungan Variasi Kecepatan terhadap Konsentrasi Gas NO₂ Mobil 2

Pada saat dilakukan pengukuran suhu pada knalpot, tercatat suhu yang cukup tinggi pada kondisi *idle* namun konsentrasi gas NO₂ yang dihasilkan masih rendah. Saat mobil bergerak dengan kecepatan 20 km/jam, diketahui konsentrasi gas NO₂ yang dihasilkan hampir tidak mengalami perubahan dan peningkatan konsentrasi NO₂ yang cukup tinggi baru terjadi pada saat mobil bergerak dengan kecepatan 40 km/jam. Konsentrasi NO₂ tertinggi dihasilkan saat mobil mulai bergerak dengan kecepatan sedang (60 km/jam) kekecepatan tinggi (80 km/jam) dimana pada grafik dapat dilihat bahwa perbedaan konsentrasi yang dihasilkan saat mobil bergerak dengan kecepatan sedang kekecepatan tinggi sangat signifikan. Karena kondisi mesin yang sangat tidak stabil, waktu pengambilan sampel pada kecepatan 80 km/jam dikurangi menjadi 1 menit.

Mobil 3 merupakan kendaraan milik pribadi. Kendaraan ini termasuk kendaraan baru (2004) dan kondisi kendaraan terawat dengan baik. Konsentrasi gas NO₂ yang dihasilkan pada berbagai variasi kecepatan dapat dilihat pada Gambar 15.

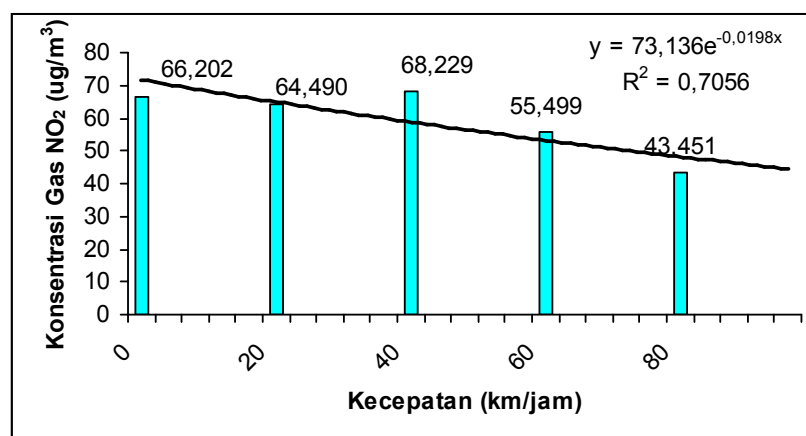


Gambar 15. Hubungan Variasi Kecepatan terhadap Konsentrasi Gas NO₂ Mobil 3

Pada kondisi *idle* dan bergerak 20 km/jam, telah dihasilkan gas NO₂ dengan konsentrasi yang rendah. Tidak terjadi peningkatan konsentrasi yang signifikan saat bergerak 20 km/jam. Perubahan konsentrasi yang tinggi terjadi saat mobil mulai bergerak dengan kecepatan 40 km/jam. Karena belum terjadi perubahan warna penyerap saat pengambilan sampel pada kecepatan 40 km/jam, waktu pengambilan diperpanjang menjadi 4 menit. Diketahui bahwa perubahan konsentrasi yang relatif stabil meskipun mobil telah bergerak dengan kecepatan tinggi (80 km/jam).

b. Kendaraan Berbahan Bakar Solar

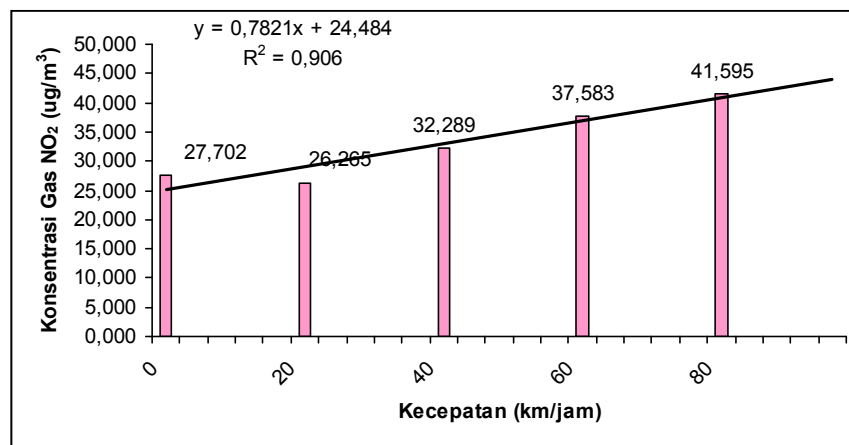
Mobil 4 adalah kendaraan pribadi berbahan bakar solar keluaran tahun 1991. Tidak diketahui kilometer perjalanannya karena alat pengukur sudah tidak berfungsi namun bisa diperkirakan bahwa kendaraan tersebut memiliki jarak tempuh yang tinggi. Hubungan konsentrasi gas NO₂ terhadap kecepatan kendaraan diperlihatkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Hubungan Variasi Kecepatan terhadap Konsentrasi Gas NO₂ Mobil 4

Dari gambar 16 diketahui bahwa saat mobil dalam kondisi *idle* telah menghasilkan NO₂ dengan konsentrasi yang cukup tinggi. Perubahan konsentrasi saat kecepatan 20 hingga 80 km/jam relatif stabil, namun terjadi penurunan saat mobil bergerak dengan kecepatan 60 dan 80 km/jam. Kondisi ini diperkirakan karena mobil menghasilkan asap yang sangat tebal sehingga terdapat partikulat yang terhisap ke dalam impinger dan tercampur ke dalam larutan sampel. Sampel yang tercampur partikulat ini menyebabkan terganggunya pembacaan T oleh *impinger*.

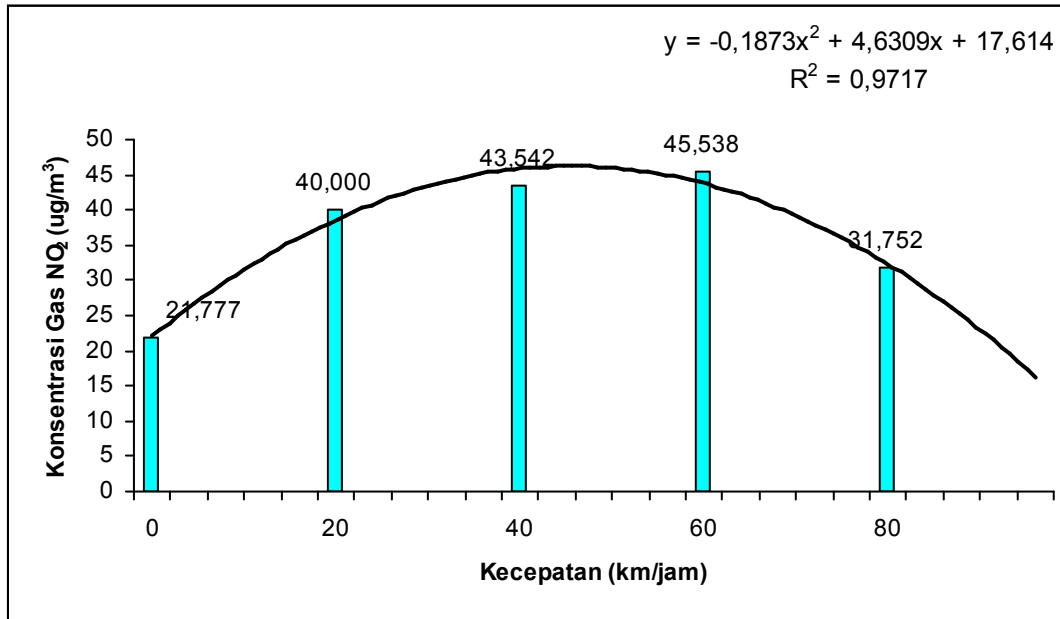
Mobil 5 merupakan kendaraan milik perusahaan yang diperuntukkan untuk seorang staf sehingga penggunaannya sama dengan kendaraan pribadi. Meskipun berbahan bakar solar namun asap yang dikeluarkan dari knalpot tidak begitu tebal. Gambar 17 menunjukkan hubungan konsentrasi gas NO₂ terhadap kecepatan kendaraan.



Gambar 17. Hubungan Variasi Kecepatan terhadap Konsentrasi Gas NO₂ Mobil 5

Saat mobil dalam kondisi *idle*, NO₂ telah dihasilkan dengan konsentrasi cukup rendah. Kenaikan konsentrasi gas NO₂ terjadi saat mobil mulai bergerak dengan kecepatan 40 km/jam hingga kecepatan tinggi (80 km/jam). Namun peningkatan yang terjadi tidak begitu besar.

Mobil 6 merupakan kendaraan milik perusahaan yang telah menempuh perjalanan cukup tinggi untuk kendaraan yang tergolong baru. Kendaraan ini pada saat pengambilan sampel gas NO₂, baru saja menjalani servis penggantian oli. Asap yang dikeluarkan dari knalpot sudah sangat sedikit. Meskipun tergolong kendaraan yang sudah memiliki teknologi lebih baik, asap hitam masih tetap menjadi ciri khas kendaraan berbahan bakar solar, terbukti dengan menghitamnya permukaan bagian dalam selang dan pipa besi yang digunakan sebagai penangkap gas knalpot. Hubungan konsentrasi terhadap kecepatan kendaraan diperlihatkan pada Gambar 18 berikut.



Gambar 18. Hubungan Variasi Kecepatan terhadap Konsentrasi Gas NO₂ Mobil 6

Saat mobil dalam kondisi *idle*, telah dihasilkan NO₂ dengan konsentrasi rendah. Perubahan yang signifikan terjadi pada saat mobil mulai bergerak dengan kecepatan 20 km/jam dan konsentrasi NO₂ terus meningkat hingga mobil bergerak dengan kecepatan 60 km/jam. Pada gambar diketahui terjadi penurunan konsentrasi NO₂ saat mobil bergerak dengan kecepatan 80 km/jam. Hal ini diperkirakan karena terlalu tingginya dorongan udara knalpot yang menyebabkan larutan sampel dalam tabung *impinger* terbuang dan telah dilakukan pengulangan pengambilan sampel baru namun kondisi pengambilan sampel tetap tidak mendukung terambilnya data sampel yang baik.

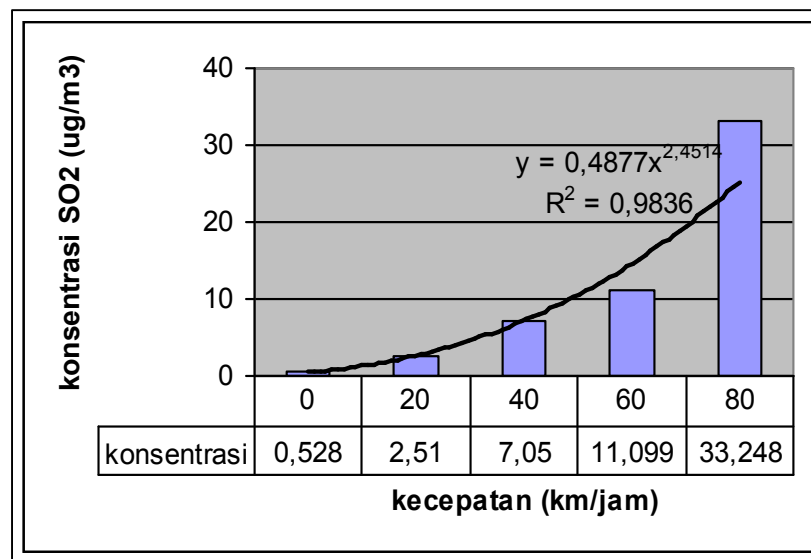
Dari pembahasan sebelumnya, dapat dilakukan perbandingan konsentrasi gas NO₂ yang dihasilkan oleh kendaraan berbahan bakar bensin dengan kendaraan berbahan bakar solar. Perbandingan dapat dilihat pada Tabel 4. berikut.

Tabel 4. Perbandingan Hasil Analisis antara Kendaraan Berbahan Bakar Bensin dengan Kendaraan Berbahan Bakar Solar

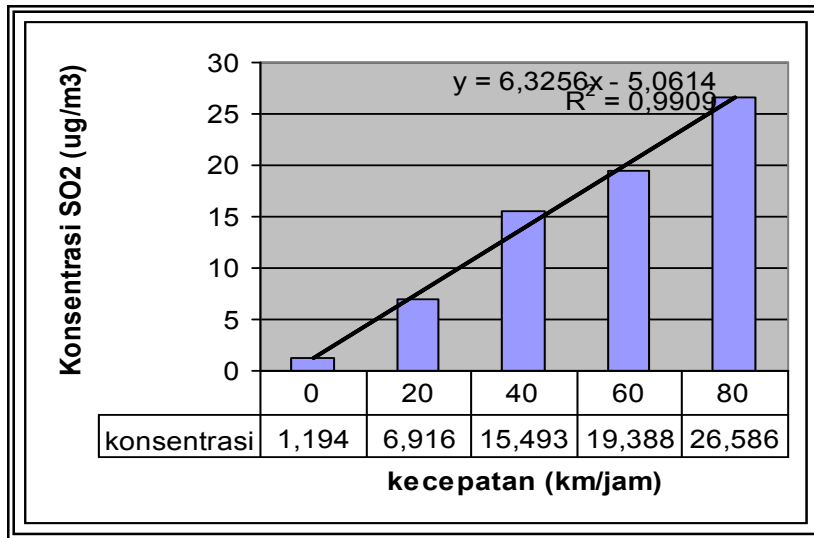
	Kendaraan Berbahan Bakar Bensin	Kendaraan Berbahan Bakar Solar
Mobil dalam kondisi <i>idle</i> (0 km/jam)	Gas NO ₂ yang dihasilkan rendah	Gas NO ₂ yang dihasilkan sudah relatif tinggi
Kecepatan mobil sedang (40-60 km/jam)	Kenaikan konsentrasi NO ₂ cukup signifikan	Kenaikan konsentrasi NO ₂ tidak signifikan dan perubahan yang terjadi relatif stabil
Kecepatan kendaraan tinggi (80 km/jam)	Konsentrasi NO ₂ yang dihasilkan tinggi	Perubahan konsentrasi NO ₂ yang dihasilkan relatif stabil
Perubahan konsentrasi NO ₂ terhadap kecepatan kendaraan	Terjadi perubahan konsentrasi yang sangat signifikan saat kendaraan melaju dari kecepatan rendah ke tinggi	Peningkatan konsentrasi gas NO ₂ yang terjadi tidak begitu signifikan

Hubungan Konsentrasi Gas SO₂ dengan Kecepatan

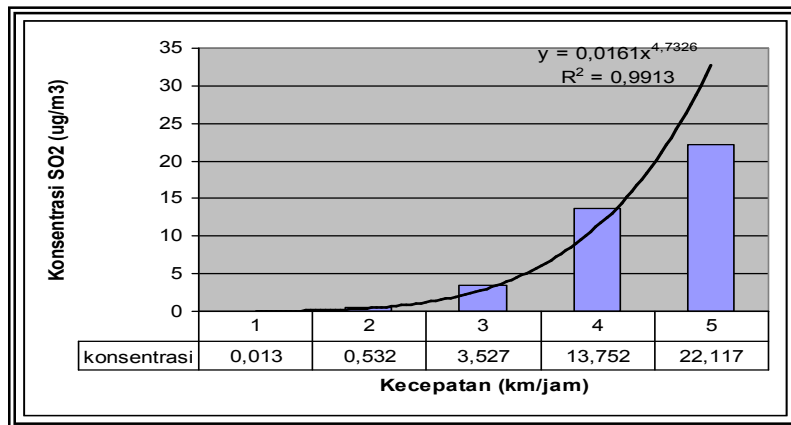
Karena data yang didapat hanya pada kendaraan dengan bahan bakar solar, maka data yang dapat dianalisis hanya ada tiga buah. Dari perhitungan dan pengolahan data yang telah dilakukan pada mobil 4 sampai dengan mobil 6, maka didapat hasil berupa grafik yang menggambarkan hubungan antara kecepatan kendaraan dengan konsentrasi SO₂ yang diperlihatkan pada gambar 19 sampai dengan gambar 21.



Gambar 19. Hubungan variasi kecepatan terhadap konsentrasi SO₂ pada mobil 4



Gambar 20. Hubungan variasi kecepatan terhadap konsentrasi SO₂ pada mobil 5

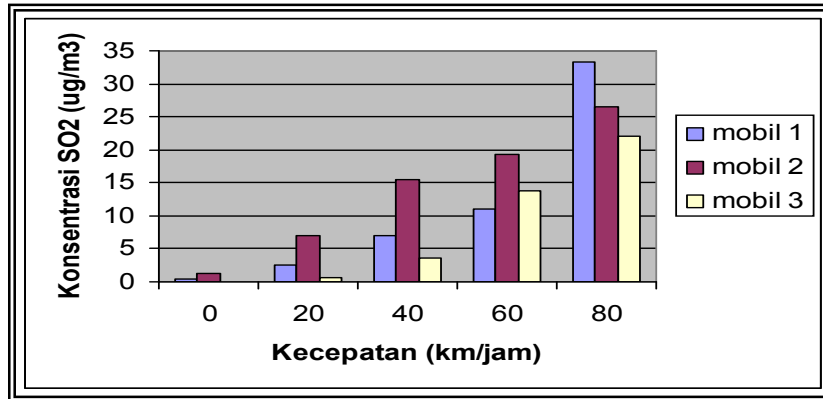


Gambar 21. Hubungan variasi kecepatan terhadap konsentrasi SO₂ pada mobil 6

Hasil pengukuran konsentrasi SO₂ pada ketiga mobil yang berbahan bakar solar dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 22 berikut :

Tabel 5. Hasil Pengukuran Konsentrasi SO₂ Ketiga Mobil

Kecepatan (km/jam)	Kons. SO ₂ (µg/m ³)		
	mobil 4	mobil 5	Mobil 6
0	0,528	1,194	0,013
20	2,51	6,916	0,532
40	7,05	15,493	3,527
60	11,099	19,388	13,752
80	33,248	26,586	22,117



Gambar 22. Hubungan variasi kecepatan terhadap konsentrasi pada ketiga mobil.

Pada kecepatan 0, 20, 40 dan 60 km/jam konsentrasi yang tertinggi antara ketiga mobil adalah mobil ke 5. Sedangkan pada kecepatan 80 km/jam mobil 4 menghasilkan konsentrasi tertinggi diantara 3 mobil lainnya. Mobil 6 sebagai mobil keluaran terbaru menghasilkan konsentrasi SO₂ yang paling rendah di tiap variasi kecepatan dibanding mobil lainnya. Hanya pada kecepatan 60 km/jam konsentrasi mobil 6 sedikit lebih tinggi dari pada mobil 4.

Selain itu, seperti yang telah dibahas sebelumnya, konsentrasi SO₂ yang dihasilkan ketiga mobil memiliki hubungan linear dengan variasi kecepatan kendaraan. Hubungan linear yang didapat adalah sebanding, dimana semakin cepat kendaraan dijalankan maka konsentrasi SO₂ yang dihasilkan semakin besar. Terkait dengan perbedaan yang dimiliki oleh ketiga mobil, dapat dilihat pada tabel 6.

Tabel 6. Perbedaan ketiga mobil sample

	Mobil 4	Mobil 5	Mobil 6
Tahun produksi	1991	2000	2002
Kapasitas silinder	2238 cc	2500 cc	2477 cc
Sistem BBM	Karburator	Karburator	EFI

Sumber: Data di lapangan

Perbedaan yang dimiliki oleh ketiga mobil tersebut tentu saja mempengaruhi konsentrasi SO₂ yang dihasilkannya. Tahun produksi mobil yang berbeda akan berpengaruh besar. Idealnya, semakin tua umur mobil maka kualitas mesinnya juga akan menurun. Begitu juga dengan gas buangan yang dihasilkannya, akan semakin besar. Akan tetapi hasil yang didapat tidak menunjukkan demikian. Mobil 4 dengan tahun produksi yang lebih lama, menghasilkan gas buangan yang jauh lebih baik dibandingkan dengan mobil 5 dengan tahun produksi yang lebih tinggi. Mobil 4 menghasilkan konsentrasi yang lebih rendah untuk empat variasi kecepatan, yaitu: 0, 20, 40 dan 60 km/jam. Hanya pada kecepatan 80 km/jam, konsentrasi yang dihasilkan mobil 4 lebih tinggi daripada mobil 5. Sedangkan jika dibandingkan dengan mobil 6 yang merupakan mobil keluaran terbaru, mobil 4 menghasilkan konsentrasi yang lebih rendah pada kecepatan 60 km/jam. Jadi dari hasil penelitian ini, menyimpulkan bahwa tahun produksi kendaraan tidak mempengaruhi konsentrasi gas buangan yang dihasilkannya.

Selanjutnya perbedaan kapasitas silinder mempengaruhi konsentrasi emisi gas buangnya. Hal ini dapat dibandingkan pada mobil 4 dan mobil 5 yang memiliki sistem BBM yang sama, tapi berbeda kapasitas silindernya. Mesin kendaraan dengan kapasitas silinder lebih besar akan mengeluarkan zat pencemar yang lebih besar. Ini terbukti pada mobil 5 yang memiliki kapasitas silinder lebih besar menghasilkan emisi gas buang SO₂ yang lebih besar.

Dikaitkan dengan sistem BBM yang dimiliki oleh ketiga mobil, dapat disimpulkan bahwa kendaraan dengan sistem BBM EFI (*Electronic Fuel Injection*) terbukti lebih baik daripada kendaraan yang menggunakan karburator. Mobil 6 sebagai kendaraan dengan sistem BBM EFI menghasilkan gas buang yang lebih baik daripada dua mobil lain yang memakai sistem BBM karburator.

Hal ini disebabkan oleh kelemahan pencampuran bahan bakar dengan udara yang diproses oleh karburator. Yaitu rendahnya akurasi campuran dalam karburator mempengaruhi rasio campurannya (*A/F ratio*). Sementara pada mesin kendaraan dengan sistem BBM EFI akan bekerja secara *computerized* dalam mengatur campuran bahan bakar dengan udara atas informasi dari beberapa sensor, mengatur saat pembakaran (*ignition timing*) dan tepat di setiap RPM (putaran mesin per menit)(Gunawan, 2004).

Tambahan lagi untuk kendaraan dengan sistem BBM EFI, begitu mesin membutuhkan bahan bakar, maka solar bertekanan tinggi langsung diinjeksikan ke ruangan pembakaran. Hasilnya proses pembakaran menjadi jauh lebih cepat dan sempurna. Suhu pembakaran yang lebih tinggi pun ternyata dapat mengurangi waktu yang diperlukan untuk memanaskan *catalytic converter*. Hasilnya adalah pembakaran yang lebih ramah lingkungan (www.pikiranrakyat.com, 2004).

Selain itu, perawatan mesin kendaraan juga memegang peranan penting. Mobil 1 yang kondisinya lebih terawat, lebih baik daripada mobil 2 yang memiliki tahun produksi yang lebih tinggi. Apalagi kedua mobil ini memakai sistem BBM karburator. Karburator yang tidak terawat, tidak dapat mencampur bahan bakar dengan udara dengan baik, sehingga pembakaran yang terjadi tidak sempurna.

Kondisi lalu lintas juga mempengaruhi emisi SO₂ yang dihasilkan kendaraan. Ketika kendaraan melakukan rem mendadak karena padatnya lalu lintas, konsentrasi SO₂ yang dihasilkan akan lebih kecil. Karena ketika kendaraan melakukan rem mendadak, maka kecepatan akan berkurang, sehingga kerja mesin juga berkurang. Saat itulah pembakaran bahan bakar dalam mesin berkurang yang mengakibatkan emisi gas buang SO₂ yang berasal dari pembakaran bahan bakar juga berkurang.

Sedangkan ketika kendaraan dijalankan pada jalan yang menanjak, konsentrasi SO₂ akan semakin besar. Hal ini disebabkan karena ketika kendaraan berjalan di jalan yang menanjak, mesin kendaraan akan bekerja lebih dipaksakan dari yang seharusnya. Sehingga menyebabkan pembakaran bahan bakar dalam mesin juga akan semakin lebih besar, maka emisi gas buang SO₂ akan lebih besar.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Pengaruh variasi kecepatan kendaraan terhadap emisi gas CO yang dilepaskan secara umum adalah, semakin cepat laju kendaraan, maka gas CO yang diemisikan akan semakin besar.
2. Menyangkut masalah jenis bahan bakar, hasil penelitian ini menyimpulkan bahwa kendaraan bensin umumnya akan mengeluarkan emisi CO lebih tinggi dibandingkan kendaraan solar.
3. Kecepatan kendaraan mempengaruhi emisi gas NO₂ yang dihasilkan. Apabila kecepatan kendaraan meningkat maka konsentrasi gas NO₂ juga akan meningkat;
4. Kendaraan pada kondisi *idle* (0 km/jam) telah menghasilkan gas NO₂ dengan konsentrasi yang rendah;
5. Perubahan konsentrasi NO₂ saat mobil dalam kondisi *idle* kekecepatan lambat tidak begitu signifikan;
6. Perubahan konsentrasi NO₂ yang signifikan terjadi saat mobil bergerak dari kecepatan sedang kekecepatan tinggi;
7. Pada kendaraan berbahan bakar bensin, perubahan konsentrasi gas NO₂ meningkat signifikan saat kendaraan mulai melaju dengan kecepatan sedang (40-60 km/jam);
8. Kendaraan berbahan bakar solar telah menghasilkan konsentrasi gas NO₂ yang relatif tinggi saat kondisi *idle*, namun kenaikannya terhadap variasi kecepatan kendaraan tidak begitu signifikan;
9. Konsentrasi NO₂ yang dihasilkan dapat juga dipengaruhi oleh usia kendaraan, perawatan mesin, kelancaran lalu lintas, cara mengemudi, dan perbedaan penggunaan bahan bakar;
10. Uji emisi gas NO₂ dari kendaraan bermotor (mobil) dapat dilakukan dengan menggunakan *impinger*.
11. Bahan bakar solar menghasilkan emisi gas buang SO₂ yang lebih besar daripada bahan bakar premium/bensin.
12. Kecepatan kendaraan mempengaruhi emisi gas buang SO₂ yang dihasilkannya, dimana semakin cepat kecepatan kendaraan maka semakin besar emisi gas buang SO₂ yang dihasilkannya.
13. Tahun produksi kendaraan yang lebih tinggi tidak menjamin apakah emisi yang dihasilkan akan lebih baik.
14. Perbedaan kapasitas silinder mempengaruhi emisi gas buang SO₂ yang dihasilkan. Mesin kendaraan dengan kapasitas silinder lebih besar menghasilkan emisi yang lebih besar.
15. Sistem BBM EFI (*Electronic Fuel Injection*) menghasilkan emisi yang lebih baik daripada sistem BBM karburator.
16. Perawatan yang dilakukan terhadap mesin kendaraan berpengaruh terhadap emisi yang dihasilkan. Semakin baik perawatan maka semakin sedikit emisi yang dihasilkan.

Saran

Setelah melakukan penelitian ini, ada beberapa hal yang disarankan yaitu :

1. Walaupun uji emisi gas dapat dilakukan dengan menggunakan alat impinger, namun dalam penggunaannya alat ini kurang efektif. Karena alat ini memiliki keterbatasan untuk pengukuran dengan berbagai kondisi di jalan raya. Selain itu alat ini cukup rentan sehingga sangat riskan akan rusak bila digunakan di atas kendaraan yang melaju kencang. Sebaiknya digunakan alat dengan teknologi lebih canggih yang lebih efektif dan aman untuk melakukan pengukuran emisi gas buang kendaraan. Seperti alat Testo 325-I atau alat *gas analyzer*.
2. Sebaiknya digunakan alat spektrofotometer dengan ketelitian yang lebih tinggi, agar dapat membaca nilai konsentrasi yang sangat rendah sekalipun;
3. Untuk kendaraan diesel yang biasanya memakai bahan bakar solar, sebaiknya menggunakan bahan bakar alternatif lainnya yang lebih ramah lingkungan seperti biodiesel.
4. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan dapat mengukur tekanan knalpot dengan alat yang memungkinkan.
5. Sebaiknya lakukan kegiatan uji coba sebelum melakukan kegiatan pengambilan data untuk menghindari dan mengurangi kesalahan yang mungkin terjadi pada saat kegiatan pengambilan sampel;
6. Alat-alat yang digunakan sebaiknya dari bahan yang tahan panas karena uji emisi biasanya identik dengan suhu yang tinggi. Dalam pengukuran suhu, sebaiknya menggunakan termokopel dengan *probe* berbentuk kabel untuk menghindari kerusakan alat akibat suhu yang tinggi;

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003, "*Dampak Polusi Asap Kendaraan Bagi Kesehatan*"
www.suaramerdeka.com
- Bachtiar, 2003, "*Modeling of Air Quality in Padang City*" HEDS-JICA, SDPF-2003.
- Bachtiar, 2002, "*Comparison of Air Quality Dispersion Models for Air Quality Management*" MSc. Thesis, Univ. of Salford
- Cooper, David dan Alley. 1994. *Air Pollution Engineering, A Design Approach*. Second Edition. Waveland Press, Inc.
- Defrinaldo, 2003, "*Analisis Korelasi Sumber Pencemar Kendaraan Bermotor terhadap Hasil Pemantauan Parameter NO₂ dan SO₂ Stasiun Pemantau Kualitas Udara Sukajadi di Kota Pekanbaru*" Tugas Akhir, Universitas Andalas.
- Fardiaz, Srikandi, 1992, "Polusi Air dan Udara", ITB, Bandung.
- Gunawan, T. 2004. "Uji Emisi Bisa Mendeteksi Kerusakan Mobil".
<http://www.kompas.com>

http://id.pikiranrakyat.com/otokirplus/Mesin_diesel_merambah_dunia, 2004.

Intisari, 1998. *Merenda Birunya Langit Kota*.

Morlok, K Edward, 1991, "*Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi*" Erlangga, jakarta,.

Nevers, Noel de. 1995. *Air Pollution Control Engineering*. University of Utah. McGraw-Hill, Inc.

Oktriviyondra, T., 2004, "*Analisis Pencemaran Karbon Monoksida (CO) Kota Padang Akibat Emisi Kendaraan Bermotor dengan Program Caline4*" Tugas Akhir, Universitas Andalas.

Republika, 1 Februari 2006. *Uji Emisi Mulai Sabtu Ini, halaman 6*.

Soedomo, et al. 1992, "*Pencemaran Udara*" ITB.