

Kajian pengurangan emisi gasbuang kendaraan Bi-Fuel dengan pendekatan System Dynamics

Murachmad Dwi Atmanto, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=73577&lokasi=lokal>

Abstrak

Pembangunan fisik kota dan berdirinya pusat-pusat Industri disertai dengan melonjaknya produksi kendaraan bermotor, mengakibatkan peningkatan kepadatan lalu lintas dan hasil produksi sampingan yang merupakan salah satu sumber pencemaran udara.

Tingginya pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor di kota-kota besar berkisar 8-12% per tahun. Kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber pencemar udara mencapai 60-70%, sedangkan industri berkisar antara 10-15%. Sisanya berasal dari rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan/ladang dan lain-lain. Berdasarkan jumlah total tiap zat pencemar utama yang dikeluarkan setiap tahun, karbonmonoksida adalah zat pencemar terbanyak dan kendaraan bermotor adalah sumber utamanya .

Pencemaran udara akibat kegiatan transportasi yang sangat penting adalah akibat kendaraan bermotor di darat. Kendaraan bermotor merupakan sumber pencemaran udara yaitu dengan dihasilkannya gas CO, NOx, hidrokarbon (HC), SO₂, dan tetraethyl lead.

Upaya pengendalian pencemaran udara akibat gas buang kendaraan dapat dilakukan dengan menggunakan bahan bakar alternatif seperti yang disebutkan oleh Maxwell (1995) bahwa bahan bakar alternatif memiliki kelebihan tertentu dibandingkan bahan bakar bensin dan solar, yaitu bahan bakar alternatif dihasilkan dari sumber domestik, secara umum bahan bakar alternatif mengurangi emisi, beberapa bahan bakar alternatif menawarkan biaya operasi yang lebih rendah.

Sektor transportasi adalah salah satu komponen yang cukup penting dalam perkembangan perekonomian. Perkembangan sektor transportasi membawa akibat peningkatan pemanfaatan bahan bakar khususnya minyak bumi. Pemakaian bahan bakar memberikan dampak meningkatnya konsentrasi pencemaran udara. Berdasarkan hal tersebut maka peneliti melakukan pengkajian tentang penurunan emisi gas buang pada Kendaraan Bi-fuel . Dengan beberapa rumusan masalah sebagai berikut: Bagaimana perbedaan emisi kendaraan Bifuel apabila menggunakan bahan bakar gas dan menggunakan bahan bakar premium TT?, bagaimana kondisi pencemar udara apabila dilakukan substitusi bahan bakar premium TT?, dan bagaimana pengaruh penggunaan bahan bakar gas atau bahan bakar premium terhadap unjuk kerja mesin kendaraan tersebut?

Tujuan penelitian secara umum adalah untuk mengantisipasi meningkatnya beban pencemar yang diakibatkan kendaraan bermotor dengan penggunaan bahan bakar alternatif khususnya bahan bakar gas, serta menunjang kebijaksanaan konservasi dan diversifikasi energi. Secara khusus penelitian ini bertujuan untuk: mengetahui perbedaan emisi CO, HC dan CO₂ dari kendaraan Bi-fuel apabila menggunakan bahan

bakar gas dan menggunakan bahan bakar premium TT, mengetahui pengaruh terhadap daya, rata-rata penurunan daya kendaraan, efisiensi penggunaan bahan bakar kendaraan bi-fuel apabila menggunakan BBG dan premium TT, melakukan simulasi terhadap beban pencemar udara khususnya CO, HC dan CO₂.

Hipotesis yang diajukan adalah:

1. Emisi gas buang kendaraan Bi-fuel lebih baik apabila menggunakan bahan bakar gas daripada menggunakan bahan bakar premium TT.
2. Terjadi penurunan emisi CO, HC, dan CO₂ apabila dilakukan substitusi bahan bakar minyak (premium) dengan bahan bakar gas.
3. Unjuk kerja mesin kendaraan (daya kendaraan, efisiensi konsumsi bahan bakar) kendaraan bi-fuel lebih baik apabila menggunakan bahan bakar premium TT dibandingkan menggunakan bahan bakar gas.

Penelitian yang dilakukan bersifat deskriptif analitik, dilakukan dengan eksperimen menggunakan kendaraan minibus jenis kijang yang telah dikonversi agar dapat menggunakan bahan bakar gas atau bahan bakar premium. Pengujian dilakukan dengan menggunakan chassis dynamometer untuk mengetahui daya kendaraan serta konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang kendaraan. Hasil pengujian dipakai sebagai dasar untuk melakukan simulasi terhadap beban pencemar khususnya CO₁ HC dan CO₂. Simulasi dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak Powersim versi 2.5 d. Simulasi dilakukan dengan beberapa asumsi sebagai berikut: jumlah kendaraan selalu meningkat, jarak tempuh kendaraan 300km/hari per kendaraan, jumlah stasiun pengisian bahan bakar gas (SPBG) bertambah setiap tahun, kapasitas pelayanan setiap SPBG 2500 isp per hari, kapasitas pengisian BBG per kendaraan 80% dari kapasitas tangki, penambahan kendaraan BBG 1000 unit per tahun.

Keobyektivan model diuji dengan uji validitas dengan menggunakan metode Absolute Mean Error (AME) untuk mengetahui penyimpangan rata-rata simulasi dengan aktual.

Uji sensitivitas dilakukan dengan memberikan perlakuan tertentu pada unsur atau struktur model. Perlakuan yang dilakukan berupa intervensi fungsional berdasarkan 2 skenario, yaitu: skenario 1 dengan memperhitungkan pertumbuhan kendaraan 2% dari jumlah kendaraan tahun 1997, pengisian bahan bakar gas 90% dari kapasitas tabung, dan penambahan kendaraan BBG 1000 unit per tahun setelah 1997. Skenario 2 dengan memperhitungkan pertumbuhan kendaraan 5% dari jumlah kendaraan tahun 1997, penambahan kendaraan BBG 2000 unit per tahun, dan pengisian bahan bakar sebesar 90% dari kapasitas tabung.

Hasil penelitian adalah sebagai berikut: emisi CO yang dikeluarkan kendaraan bi-fuel apabila menggunakan bahan bakar premium TT sebesar 4,26% vol dibandingkan menggunakan bahan bakar gas sebesar 0,12% vol. Penurunan emisi yang terjadi sebesar 97,18%. Emisi HC yang dikeluarkan kendaraan bi-fuel apabila menggunakan bahan bakar premium TT sebesar 1606 ppm, apabila menggunakan BBG menjadi 477 ppm, penurunan emisi yang terjadi sebesar 70,30%. Emisi CO₂ yang dikeluarkan kendaraan Bi-fuel apabila menggunakan bahan bakar premium TT sebesar 10,6% sedangkan apabila menggunakan BBG sebesar 7,9% vol, penurunan emisi yang terjadi sebesar 25,47%. Berdasarkan hal tersebut penggunaan bahan bakar gas (BBG) secara umum dapat menurunkan emisi CO, HC dan CO₂.

Daya penuh kendaraan Bi-fuel apabila menggunakan bahan bakar gas dicapai pada kecepatan 105 km/jam dengan daya sebesar 45,66 HP. Sedangkan daya penuh kendaraan bi-fuel apabila menggunakan premium TT dicapai pada kecepatan 120 km/jam dengan daya sebesar 53,71 HP. Penurunan rata-rata daya apabila menggunakan bahan bakar gas adalah sebesar 12,15%.

Konsumsi bahan bakar premium adalah 0,09 lt/km (1 liter untuk jarak tempuh 11 km). Sedangkan konsumsi bahan bakar gas adalah 11 (I Isp) untuk jarak tempuh 6,62 km. Dari segi biaya bahan bakar, penggunaan bahan bakar gas masih lebih rendah bila dibandingkan menggunakan premium TT.

Hasil simulasi untuk parameter CO pada tahun 1997 mencapai 614.887 ton dan pada tahun 2002 mencapai 1.436.002 ton. Peningkatan jumlah beban pencemar terjadi setiap tahun hingga mencapai 2.626.647 ton pada tahun 2008. Demikian pula untuk beban pencemar HC pada tahun 1997 menunjukkan nilai sebesar 25.167,80 ton dan meningkat menjadi 846.171,90 ton pada tahun 2002 dan sebesar 2.036.683 ton pada tahun 2008. Hal serupa terjadi untuk beban pencemar CO₂. Jumlah beban pencemar CO₂ pada tahun 1997 mencapai 9.702.000 ton dan meningkat menjadi 10.523.330 ton pada tahun 2002. Peningkatan terjadi terus hingga mencapai 11.714.240 ton pada tahun 2008.

Hasil uji sensitivitas berdasarkan skenario 1 dengan memperhitungkan pertumbuhan kendaraan 2% terhadap jumlah kendaraan tahun 1997, penambahan kendaraan BBG 1000 unit per tahun dan pengisian BBG per kendaraan 90% dari kapasitas tabung menunjukkan hal-hal sebagai berikut:

Hasil simulasi beban pencemar CO pada tahun 2002 sebesar 1.436.002 ton turun menjadi 610.150,93 ton (57,51%). Beban pencemar CO pada tahun 2008 sebesar 2.626.647 ton turun menjadi 593.271,25 ton (77,41%). Jumlah beban pencemar HC pada tahun 2002 sebesar 846.171,90 ton turun menjadi 96.051,88 ton (88,65%). Jumlah beban pencemar HC pada tahun 2008 sebesar 2.036.683 ton turun menjadi 169.916,67 ton (91,66%). Hal yang sama terjadi untuk beban pencemar CO₂. Jumlah beban pencemar CO₂ pada tahun 2002 sebesar 10.523.330 ton turun menjadi 9.697.264 ton (7,85%). Sedangkan jumlah beban pencemar CO₂ hasil simulasi pada tahun 2008 sebesar 11.714.240 ton turun menjadi 9.680, 384 ton (17,36%).

Hasil uji sensitivitas berdasarkan skenario 2 dengan memperhitungkan pertumbuhan kendaraan 5% terhadap jumlah kendaraan tahun 1997, penambahan kendaraan BBG 2000 unit per tahun dan pengisian BBG per kendaraan 90% dari kapasitas tabung menunjukkan hal-hal sebagai berikut:

Hasil simulasi beban pencemar CO pada tahun 2002 sebesar 1.436.002 ton turun menjadi 808.039,03 ton (43,73%). Beban pencemar CO pada tahun 2008 sebesar 2.626.647 ton turun menjadi 1.039.825 ton (60,41 %). Jumlah beban pencemar HC pada tahun 2002 sebesar 846.171,90 ton turun menjadi 97.271,56 ton (88,51%). Jumlah beban pencemar HC pada tahun 2008 sebesar 2.036.683 ton turun menjadi 169.682,13 ton (91,67%). Hal yang sama terjadi untuk beban pencemar CO₂. Jumlah beban pencemar CO₂ pada tahun 2002 sebesar 10.523.330 ton turun menjadi 9.702.090 ton (7,80%). Jumlah beban pencemar CO₂ pada tahun 2008 sebesar 11.714.240 ton turun menjadi 9.702.197 ton (17,18%).

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Emisi gas buang khususnya CO, HC dan CO₂ dari kendaraan Bifuel lebih baik bila menggunakan bahan bakar gas dibandingkan menggunakan premium TT. Penurunan emisi CO bila menggunakan bahan bakar gas sebesar 97,18%, penurunan emisi HC sebesar 70,30% dan penurunan emisi CO₂ sebesar 25,47%.
2. Bila diasumsikan kendaraan bi-fuel yang dipakai mempunyai karakteristik sama seperti kendaraan uji, maka jumlah beban pencemar CO pada tahun 2008 turun menjadi 593.271,25 ton (77,41%) bila menerapkan skenario 1, dan turun menjadi 1.039:825,67 (60,41%) apabila menerapkan skenario 2. Jumlah beban HC turun menjadi 169.916,67 ton (turun 91,66%) apabila menerapkan skenario 1, dan turun menjadi 169.682,13 ton (91,67%) apabila menerapkan skenario 2. Jumlah beban pencemar CO₂ dapat diturunkan menjadi 9.680.384 ton (turun 17,36%) apabila menerapkan skenario 1, dan turun menjadi 9.702 197 ton (turun 17,18%) apabila menerapkan skenario 2
3. Daya kendaraan dan efisiensi jumlah konsumsi bahan bakar kendaraan Bi-fuel lebih baik bila menggunakan bahan bakar premium TT

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disarankan hal-hal sebagai berikut:

1. Agar dilakukan peningkatan kapasitas stasiun pengisian bahan bakar gas (SPBG) serta menambah jumlah stasiun pengisian bahan bakar gas (SPBG)
2. Penambahan kendaraan terutama kendaraan umum agar menggunakan bahan bakar gas (Bi-fuel).
3. Perlu penyebaran informasi yang lebih intensif kepada masyarakat tentang bahan bakar gas khususnya untuk kendaraan bermotor, dalam rangka upaya menurunkan emisi gas buang kendaraan.
4. Industri otomotif agar dapat menjual kendaraan yang siap menggunakan bahan bakar gas.
5. Perlu adanya insentif bagi pengguna bahan bakar gas misalnya dengan pemberian keringanan pajak kendaraan.
6. Perlu ada kemudahan pengadaan conversion kit BBG.

.....Exhaust Emission Reduction Analysis on Bi-fuel Vehicle with System Dynamics Approach
Physical development of cities and development of industrial center, also increasing of vehicle products will result the increasing amount of vehicles which will produce pollutant as a source of air pollution.

The growth of the amount of vehicle in some big cities around 8-12% annually. Contribution of vehicular exhaust emission around 60-70%, industrial emission around 10-15%. The rest of percentages of emission come from household activity, disposal burning and forest on fire. CO (carbon monoxide) is the primarily pollutant that produced from vehicles combustion.

Air pollution from land transportation is the important things. Vehicles are the source of CO, HC (hydrocarbon), SO₂ and tetraethyl lead pollutant.

Alternative fuel is the one of the effort for air pollution control. Maxwell (1995) mentioned that the advantages of alternatives fuel compare with gasoline or diesel fuel are: the alternatives fuel are more likely to be produced from domestic resources, alternatives fuel generally reduce vehicular emission, and some alternatives fuel offer the potential to lower operating cost.

Transportation sector is the one of important component in economic development. The growth of transportation sector will be cause the growth of gasoline utilization. Fuel utilization has impact on

increasing pollutant concentration. Based on that problem, researcher has analyzed the reduce emission on bi-fuel vehicle.

The formulations of the problem are:

1. How the differences of exhaust emission from bi- fuel vehicle between using compressed natural gas (CNG) and gasoline.
2. How the condition of the pollutant if the gasoline substituted by other alternative fuel_
3. How the influenced using CNG on power output on bi-fuel vehicle.

Generally, the objectives of study are:

To anticipate the increasing of pollutant from exhaust of bi- fuel vehicle by using alternative fuel especially compressed natural gas (CNG) and to support the conservation and diversification energy policy.

In particular this study is to carry out a trial to know:

1. How the differences exhaust emission from bi-fuel vehicle by using CNG and gasoline.
2. How the CO, HC, CO₂ condition for the future if there is some gasoline substituted with alternative fuel.
3. How the influence on power, average power loss and fuel efficiency of bi-fuel vehicle by using CNG versus gasoline

Result of the study disclosed that:

1. The emission testing result shown that by using gasoline produced emission of CO 4,26% vol. compare to 0,112%. Reduce of CO emission around 97,18%. Emission HC by using gasoline is 1606 ppm compare to 477 ppm by using CNG. The reduction of HC emission are 70,30%. CO₂ emission by using gasoline are 10,6% vol. compare to 7,9% vol. CO₂ emission will reduce to 25,47%

2. The simulation result shown that in the year of 1997 the amount of CO are 614.887, in the year of 2002 are 1.436.002 tons and in the year of 2008 are 2.626.647 tons. The amount of HC in the year of 1997 are 25.167,80 tons, in the year of 2002 are 846.171,90 tons and in the year of 2008 are 2.036.683 tons. The amount of CO₂ in the year of 1997 are 9.702.000 tons, in the year of 2002 are 10.523.330 tons and in 2008 are 11.714.240 tons.

Sensitivity test has done with 2 scenarios. The first scenario based on the calculation of vehicle population growth 2% of total vehicles in 1997, the growth of bi-fuel vehicle 1000 units annually and 90% refill of CNG of tank capacity. The result shown that the amount of CO in the year of 2002 are 1.436.002 tons will be reduced to 610.150,93 tons (57,51%),' 57,51 %), ' and 2.626.647 tons in the year of 2008 will be reduced to 593.271,25 tons (77,41%). The amount of HC in the year of 2002 are 846.171,90 tons will reduce to 96.051,88 tons (88,65%). And 2.036.683 tons in the year 2008 will reduce to 169.916,67 tons (91,66%). The amount of CO₂ in the year of 2002 are 10.523.330 will be reduced to 9.697.264 tons (17,85%). The amount of CO₂ in 2008 are 11.714.240 tons will be reduced to 9.680.384 tons (17,36°/0).

The second scenario based on the calculation of vehicle population growth 5% of total vehicles in 1997, the growth of bi-fuel vehicle 2000 units annually and 90% refill of CNG of tank capacity. The result shown that

the amount of CO in the year of 2002 are 1436.002 tons will be reduced to 808.039,03 tons (43,73%), and 2.626.647 tons in the year of 2008 will be reduced to 1.039.825 tons (60.41 %). The amount of HC in the year of 2002 are 846.171,90 tons will reduce to 97.217,56 tons (88,51%). And 2.036.683 tons in the year 2008 will reduce to 169.682,13 tons (91,67%). The amount of CO₂ in the year of 2002 are 10.523.330 will be reduced to 9.702.090 tons (17,80%). The amount of CO₂ in 2008 are 11.714.240 tons will be reduced to 9.702.197 tons (17,18%).

3. By using CNG, powers acquired are 45,66 HP on 105-km/hours speed and 53,71 HP on 120 km/hours by using gasoline. The averages of power losses are 12,15%. Fuel consumption by using gasoline are 0,09 lt/km (1 liter for 11 kilometers distance) and 1 liter for 6,62 kilometers by using CNG.

Conclusion:

1. Engine flue gas emission of bi-fuel vehicle especially CO, HC and CO₂ more better if using compressed natural gas than gasoline, showing approximately 97,18% reduction in CO, a 70,30% reduction in HC and a 25,47% reduction in CO₂.
2. If bi-fuel has same characteristic with the vehicle has been used for testing, so the amount of CO in the year of 2008 will be reduced to 593.271,25 tons (77,41%) if we perform scenario 1, and will be reduced to 1.039.825,67 tons (60,41%) if we perform scenario 2. The amount of HC will be reduced to 1 69.916,67 tons (91,66%) if we perform scenario 1 and will be reduced to 169.682,13 tons (91,67%) if we perform scenario 2. The amount of CO₂ will be reduced to 9.680.384 tons (17,36%) if perform scenario 1 and will be reduced to 9.702.197 tons (17,18%) if perform scenario 2.
3. The maximum power output of the bi-fuel engine, and fuel efficiency was better by using gasoline than CNG.

Recommendation:

1. The quantity and capacity of the CNG refueling station need to be raised.
2. The addition of public transportation must use CNG.
3. The information about CNG needs to be distributing spreadly and intensively to the public.
4. Automotive industries must sold the CNG vehicle.
5. Some incentive needed for CNG user in the form of reduction on vehicle tax.
6. Easy in providing CNG conversion kit.