

**PENGARUH PENAMBAHAN BIOETANOL TERHADAP KONSENTRASI
EMISI GAS HC, CO, DAN CO₂ PADA MOTOR 2 LANGKAH*****THE EFFECT OF USING BLENDED BIOETANOL FUEL TO VEHICLE
EXHAUST EMISSION OF HC, CO, AND CO₂ IN 2 STROKE MOTORCYCLE*****Ruri Octaviani¹, Moh Irsyad², dan Iman Kartolaksiono Reksowardjo³**^{1,2} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia¹ruri.octaviani@gmail.com, ²mohirsyad@tl.itb.ac.id³ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Mesin dan Dirgantara Institut Teknologi Bandung
Jl. Ganesha 10 Bandung 40132, Indonesia³iman@lmbp.ms.itb.ac.id

Abstrak : Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang sedang dikembangkan di dunia. Bioetanol memiliki beberapa keuntungan dalam penggunaannya sebagai bahan bakar selain karena sifatnya yang terbarukan bioetanol juga dipercaya dapat menurunkan beberapa emisi kendaraan bermotor. Bioetanol memiliki kelebihan dibandingkan dengan bensin yaitu bilangan oktan yang lebih tinggi. Maksud dan tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan campuran bioetanol pada emisi gas pada motor 2 langkah dengan variasi putaran mesin dan gigi. Metode pengujian ini dilakukan pada saat keadaan terbebani dan tidak terbebani (idle) dengan parameter pengukuran HC, CO, dan CO₂. Pengujian terhadap kendaraan motor dilakukan sebanyak 3 variasi yaitu : uji emisi bahan bakar bensin murni (BE0), uji emisi bahan bakar bioetanol 5% (BE5), dan uji emisi bahan bakar bioetanol 10% (BE10). Dari hasil pengujian diketahui bahwa bioetanol tidak dapat menurunkan emisi gas buang secara keseluruhan. Penambahan bahan bakar bioetanol juga dapat meningkatkan nilai bilangan oktan (RON) dan berat jenis pada campuran bahan bakar. Penambahan bioetanol meningkatkan emisi HC sebanyak 30,65% untuk BE5 dan 188,71% untuk BE10 pada variasi rpm, dan untuk variasi gear 35,54% untuk BE5 dan 221,79% untuk BE10. Sedangkan emisi CO untuk variasi rpm menurun sebanyak 3,7% untuk BE5 dan 14,82% untuk BE10, sedangkan pada variasi gear menurun 18,75% untuk BE5 dan 43,75% untuk BE10. Sementara itu CO₂ cenderung menurun pada variasi rpm sebanyak 9% untuk BE5 dan 18% untuk BE10 sedangkan untuk variasi gear terjadi penurunan konsentrasi sebanyak 10% untuk BE5 dan 20,12% untuk BE10.

Kata kunci : bioetanol, emisi gas buang, motor 2 langkah.

Abstract: Bioethanol is one of the alternative fuels that are being developed in the world. Bioethanol have several advantages in its use because of its renewable and it is also believed to reduce the number of motor vehicle emissions. Bioethanol has advantages compared to the higher octane number of gasoline. Purpose and objective of this study was to determine the effect on the use of bioethanol to the gas emissions concentrations on 2-stroke motorcycle in the variation of rpm and gear. This test method was made during loaded and idle condition with the parameter measurement of HC, CO, and CO₂. Tests of motor vehicles conducted three variations, namely: test the pure gasoline fuel emissions (BE0), test of bioethanol fuel emissions 5% (BE5), and test of bioethanol fuel emissions 10% (BE10). BE0 test results will be compared with BE5 and BE10. From the test results, we can conclude that bioethanol can't reduce emissions overall. Addition of bioethanol fuel can also increase the value of octane number (RON) and the weight of the fuel mixture. HC concentrations of bioethanol increases emissions as 30,65% for BE5 to 188,71% for BE10 in the variation parameters of rpm, while for the gears to 35,54% for BE5 and to 221,79% for BE10 on variation of gear parameters. While the CO emission's concentrations decreased by 3,7% for BE5 to 14,82 for BE10 on variation of rpm parameters, in addition it also decreased by 18,745% for BE5 and 43,75% for BE10 on variation of gear parameters. Meanwhile, CO₂ concentration tends to decrease with the decrease emissions as much as 9% to 18% for BE5 and BE10 on variation of rpm parameters while for the variation of gear parameters the concentrations decrease of 10% to BE5 and 20.12% for BE10.

Key words : bioethanol, gas emission, 2-stroke motorcycle.

1. PENDAHULUAN

Kendaraan bermotor merupakan salah satu sumber pencemaran udara yang penting di daerah perkotaan. Kondisi emisi kendaraan bermotor sangat dipengaruhi oleh kandungan bahan bakar dan kondisi pembakaran dalam mesin. Pada pembakaran sempurna, emisi paling signifikan yang dihasilkan dari kendaraan bermotor berdasarkan massa adalah gas karbon dioksida (CO_2) dan uap air, namun kondisi ini jarang terjadi. Hampir semua bahan bakar mengeluarkan polutan dengan kemungkinan pengecualian bahan bakar sel (hidrogen) dan hidrokarbon ringan seperti metana (CH_4). Polutan yang dihasilkan kendaraan bermotor yang menggunakan *fossil fuel* antara lain CO , HC , SO_2 , NO_2 , dan partikulat yang membahayakan kesehatan. Selain itu keberlangsungan *supply fossil fuel* dikhawatirkan akan menurun seiring dengan berkurangnya sumber daya alam tak terbarukan.

Emisi gas yang dihasilkan oleh pembakaran kendaraan bermotor pada umumnya berdampak negatif terhadap lingkungan. Sehingga perlu diambil beberapa langkah untuk dapat mengendalikan gas buang yang dihasilkan tersebut di antaranya dengan penggunaan campuran bahan bakar antara bioetanol dan gasoline. Penggunaan ethanol berdampak positif pada pengurangan emisi berbahaya. Namun efek samping dari penggunaan ethanol adalah menimbulkan gas formaldehid.

Peningkatan konsentrasi emisi gas buangan dari kendaraan bermotor akan semakin parah mengingat terjadi peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Adanya perubahan komposisi bahan bakar tentunya akan berpengaruh pada perubahan konsentrasi emisi gas buang, oleh sebab itulah penelitian ini harus dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh perubahan komposisi bahan bakar dengan menggunakan bioetanol untuk selanjutnya digunakan pada kendaraan bermotor.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan di beberapa negara antara lain :

Yao, et al. (2009) dalam penelitian mengenai “Efek Campuran Ethanol Dan Gasoline Terhadap Emisi Polutan Kendaraan Motor” di Taiwan. Penelitian ini mengukur emisi CO , THC , dan NO_x pada variasi konsentrasi BE 3, 10, 15, dan 20% v/v pada RON yang sama yaitu 95 dengan menggunakan moda berkendara di Eropa pada *chassis dynamometer*. Secara umum hasilnya menurunkan emisi CO , dan NO_x tapi tidak menurunkan emisi HC . Berdasarkan pengukuran, emisi mengalami penurunan paling besar pada BE15, BE20 menghasilkan emisi yang lebih besar disebabkan oleh terjadinya perbedaan kondisi pada *engine carburetor*. (Yao, et al., 2009)

Ceviz dan Yuksel (2004) dalam penelitian “Pengaruh Campuran Ethanol terhadap Variasi Siklus dan Emisi pada SI Engine” di Turki. Penelitian ini menguji campuran BE0, 5, 10, 15, 20% v/v dengan menggunakan moda berkendara pada *chassis dynamometer* untuk mengukur λ , AFR, CO , HC , CO_2 . Hasil pengujian menunjukkan terjadi penurunan CO , HC , dan meningkatkan CO_2 . Penggunaan BE10 menunjukkan hasil emisi yang paling baik (Ceviz dan Yuksel, 2004).

Yoon, et al. (2008) dalam penelitian “Pengaruh Bioetanol Sebagai Bahan Bakar terhadap Pengurangan Karakteristik Emisi dan Stabilitas Pembakaran di SI Engine” di Korea. Penelitian ini menguji campuran BE85 dan BE100% v/v. Hasilnya menunjukkan penurunan emisi HC , CO , dan NO_x karena tingginya komponen dalam oksigen sehingga dapat menghasilkan pembakaran yang lebih baik. Selain itu penggunaan BE85 dan BE100 juga menghasilkan performa mesin yang lebih baik (Yoon, et al. 2008).

Quan-He, et al. (2002) dalam penelitian “Studi Karakteristik dari EFI Engine dengan Bahan Bakar Campuran Gasoline dan Ethanol” di China. Penelitian ini menguji BE30% v/v untuk mengukur emisi THC, CO, dan NO_x pada keadaan *idle*. Hasilnya menunjukkan bahwa BE30 menurunkan emisi THC, CO, dan NO_x namun meningkatkan *unburned* ethanol dan acetaldehid. Penggunaan *3 way catalyst* juga efektif dalam pengurangan emisi asetaldehid namun pada pengkonversian *unburned* ethanol masih rendah (Quan-He, et al. 2002).

Simanjuntak, dan Lestari (2008) dalam penelitian “ Pengaruh Penggunaan Campuran Bahan Bakar Bioetanol-Bensin terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Mesin Bensin (otto)” di ITB, Indonesia. Pengujian ini dilakukan pada siklus UDC, dan EUDC pada mobil kijang EFI (injeksi) dan kijang LSX (karburator). Hasilnya menunjukkan penurunan CO₂, CO, dan kenaikan HC. BE10 adalah campuran paling efektif (Simanjuntak, dan Lestari, 2008).

Budianto, et al. (2007) dalam penelitian “Perbandingan Bahan Bakar Bensin, Gasoline beserta Ethanol Kering pada Sepeda Motor HONDA NF125D” di ITB, Indonesia. Penelitian ini menguji campuran BE0, 5, 10, 85, dan 100% v/v. Hasil pengujian ini menunjukkan penggunaan BE85 dan BE100 menaikkan emisi HC, sedangkan BE0, 5, dan 10 menurunkan emisi HC. Sedangkan untuk CO emisi BE0, 5, dan 10 lebih konstan dibandingkan BE85 dan BE100 (Budianto, et al. 2007).

Jia, et al. (2005) dalam penelitian “Pengaruh Campuran Ethanol-Gasoline pada Karakteristik Emisi Motor 4 Tak” di China. Penelitian ini menguji campuran BE10% v/v dengan menggunakan variasi moda berkendara pada *chassis dynamometer* untuk mengukur emisi CO, HC, dan NO_x. Hasilnya menunjukkan terjadinya penurunan emisi CO, HC, dan menunjukkan bahwa BE10 menghasilkan lebih banyak etilen, asetaldehid, dan ethanol dibandingkan gasoline (Jia, et al. 2005).

P.Comte, et al. (2009) dalam penelitian “Emisi dari Skuter 2 Tak dengan Campuran Ethanol” di Belanda. Penelitian ini membandingkan emisi dari motor skuter 2 tak teknologi lama (Piaggio Vespa) dan teknologi baru (Piaggio Typhoon) yang menggunakan katalis dan tanpa katalis. Pengujian ini dilakukan pada 4 variasi 5, 10, 15, dan 20% v/v untuk mengukur emisi partikulat, CO, HC, dan NO_x pada moda berkendara ECE47 dan 40 dengan menggunakan *chassis dynamometer*. Secara umum hasilnya menunjukkan penurunan emisi CO, dan NO_x namun meningkatkan emisi HC pada motor yang tidak menggunakan katalis, sedangkan pada motor yang menggunakan katalis terjadi penurunan emisi HC, CO, dan NO_x (P.Comte, et al. 2009).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang pernah dilakukan, maka penggunaan bioetanol dijadikan alternatif bahan bakar campuran dalam penelitian ini. Berbeda dengan penelitian sebelumnya yang menggunakan moda berkendara, penelitian ini dilakukan pada motor 2 langkah berdasarkan KEPMEN LH NO 5 Tahun 2006 dan hasilnya akan dibandingkan dan dihitung persen emisinya serta dibandingkan dengan baku mutu yang ada di Indonesia. Penelitian yang dilakukan penulis bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi campuran bioetanol dan gasoline pada konsentrasi BE0, BE5, dan BE10 dalam pengukuran variasi rpm dan *gear* pada motor 2 langkah. Selain itu penulis juga menggunakan metode terbebani (*chassis dynamometer*) dan tidak terbebani di dalam pengukuran emisi.

2. METODOLOGI

Sampling; Kendaraan motor dalam posisi datar (horizontal) selama pengujian untuk menghindari distribusi bahan bakar yang tidak normal. Mesin kendaraan motor dihidupkan selama 40 detik untuk memanaskan mesin. Memastikan knalpot (pipa gas buang) tidak bocor. Temperatur mesin berkisar antara 60⁰C -70⁰C. Pengujian dilakukan pada putaran mesin antara 1000-5000 rpm. Pengukuran dilakukan dengan 2 metode yaitu dengan metode *idle*, dan metode terbebani dengan menggunakan *dynamometer*. Pengujian terhadap kendaraan motor dilakukan sebanyak 3 variasi yaitu (dalam % volume):

- Uji emisi bahan bakar bensin murni (BE0)
- Uji emisi bahan bakar bioetanol 5% (BE5)
- Uji emisi bahan bakar bioetanol 10% (BE10)

Spesifikasi kendaraan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 1** berikut :

Tabel 1. Spesifikasi Kendaraan Sampling

Spesifikasi	Teknologi Karburator	
Merek	Suzuki	
Tahun Pembuatan	2004	
Berat	101 kg	
Model	Satria RU 120 LSCM	
Transmisi	Manual	
Isi Silinder	120 cc	
Bahan Bakar	Bensin	
Jarak Tempuh	24998 km	
Nomor Mesin	F125-10-782896	
Jenis	2 stroke, berpendingin udara	
Daya Maksimum	rpm	13,5 Ps/8000
Torsi Maksimum	Kgm/rpm	1,5/7000
Karburator	MIKUNI VM 20 ss	

Pengukuran HC, CO, dan CO₂; Untuk mengukur konsentrasi parameter pencemar polutan yang akan diukur maka sampel gas buang dari *sampling* dialirkan ke alat *auto emission analyzer* dan alat ORSAT.

Metode analisis; Gas buang dari knalpot dialirkan ke probe yang dihubungkan ke filter pada alat *autoemission analyzer*. Prinsip analisa emisi gas buang adalah : Analisa Karbon Monoksida (CO), Karbon Dioksida (CO₂), dan Hidrokarbon (HC) dengan menggunakan Non-Dispersive Infra Red Analyzer. Sedangkan untuk alat ORSAT, prinsip analisa emisi gas buang adalah dengan menggunakan larutan penyerap kalium hidroksida dan menghitung perbedaan volume sebelum dan setelah absorbansi untuk mengetahui gas volume CO₂ yang telah terserap.

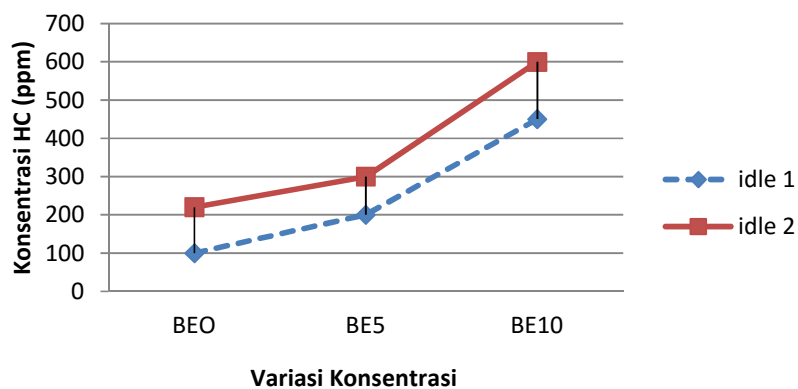
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari pengujian emisi gas buang kendaraan ditampilkan sebagai berikut :

Emisi Hidrokarbon

- **Kondisi *idle***

Secara umum hasil pengukuran emisi HC pada keadaan *idle* dapat dilihat pada **Gambar 1** yaitu 800-1400 rpm (*idle 1*) dan 1500-2000 rpm (*idle 2*), konsentrasi HC yang dikeluarkan masih berada di bawah baku mutu kendaraan bermotor lama PERMEN LH No.5 Tahun 2006 untuk sepeda motor 2 langkah dengan tahun pembuatan < 2010 yaitu 12000ppm. Secara umum hasil pengukuran emisi pada keadaan *idle* menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar bioetanol akan menaikkan emisi untuk kendaraan bermotor yang berteknologi karburator. Penggunaan bioetanol cenderung menaikkan konsentrasi emisi sebanyak 56,25% untuk BE5 dan 228,125% untuk BE10. Konsentrasi emisi paling tinggi adalah pada saat penggunaan BE10 *idle 2* yaitu 600 ppm, dan paling rendah pada penggunaan BE0 *idle 1* yaitu 100 ppm. Pada keadaan *idle* emisi gas HC cenderung menurun, hal ini disebabkan pada penggunaan campuran bahan bakar bioetanol-gasoline, terjadi kegagalan sistem pengapian atau pembakaran yang tidak sempurna sehingga banyak bahan bakar yang tidak terbakar atau *unburned hydrocarbon* yang dibaca oleh alat *autoemission analyzer* sebagai HC.

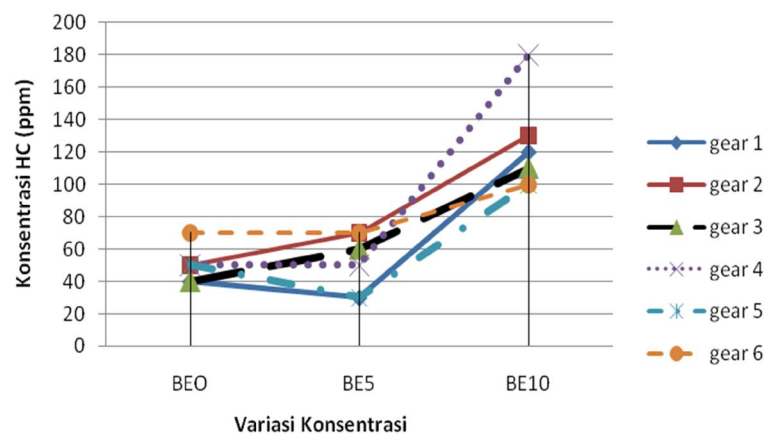


Gambar 1. Perbandingan Konsentrasi Emisi HC *idle*

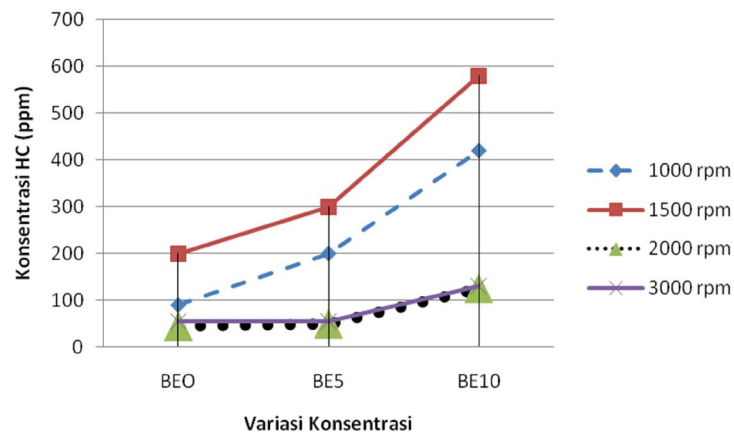
- **Kondisi Terbebani**

Dari data hasil pengukuran emisi pada keadaan terbebani pada **Gambar 2**, dapat dilihat bahwa konsentrasi emisi hidrokarbon mengalami kenaikan sebesar 3,33% untuk BE5 dan 146,67% untuk BE10 pada pengukuran dengan variasi parameter *gear*. Sedangkan pada pengukuran dengan variasi parameter rpm pada **Gambar 2** terjadi kenaikan sebesar 35,54% untuk BE5 dan 221,79%. Dari **Gambar 2, dan 3** dapat dilihat bahwa jumlah emisi terjadi pada penggunaan BE10 dan paling rendah pada penggunaan BE0. Peningkatan emisi hidrokarbon (HC) yang terjadi seiring dengan penambahan

bioetanol mengindikasikan bahwa bahan bakar semakin mudah menguap sehingga kandungan hidrokarbon pada emisi gas buang juga meningkat. Emisi hidrokarbon yang meningkat disebabkan oleh bahan bakar yang tidak terbakar atau tidak terbakar sempurna, dan kebocoran di intake manifold. Emisi Hidrokarbon juga berkaitan erat dengan kandungan oksigen yang tercampur dalam bahan bakar, dan bergantung pada AFR (*Air Fuel Ratio*) untuk memungkinkan terjadinya pembakaran yang sempurna. AFR BE5 (14,12) dan BE10(13,59) lebih kecil dibandingkan BE0(14,7), semakin kecil AFR maka semakin besar emisi HC. Selain itu emisi HC yang tinggi juga disebabkan oleh gagalnya bahan bakar terbakar karena mesin yang sulit menyala sehingga kecepatan penyemprotan menjadi rendah dan mengakibatkan pencampuran bahan bakar dengan udara relatif lambat dan pada saat proses pembakaran terjadi menghasilkan *unburned hydrocarbon* yang terbaca sebagai emisi HC pada alat *autoemission analyzer* (Brown, 2008). HC yang diemisikan juga disebabkan dari hasil pembakaran parsial pada *engine* motor 2 tak yang dapat meningkatkan emisi asetaldehid dan formaldehid yang mengandung gugus HC, dan pada saat pengukuran pada alat *autoemission analyzer* terbaca sebagai emisi HC (Magnusson dan Nilsson, 2002). Penyebab lainnya adalah: pembakaran yang tidak sempurna karena busi yang sudah rusak, timing pengapian yang terlalu mundur, kabel busi yang rusak, kompresi mesin yang rendah, dan kebocoran pada intake.



Gambar 2. Perbandingan Konsentrasi Emisi HC gear

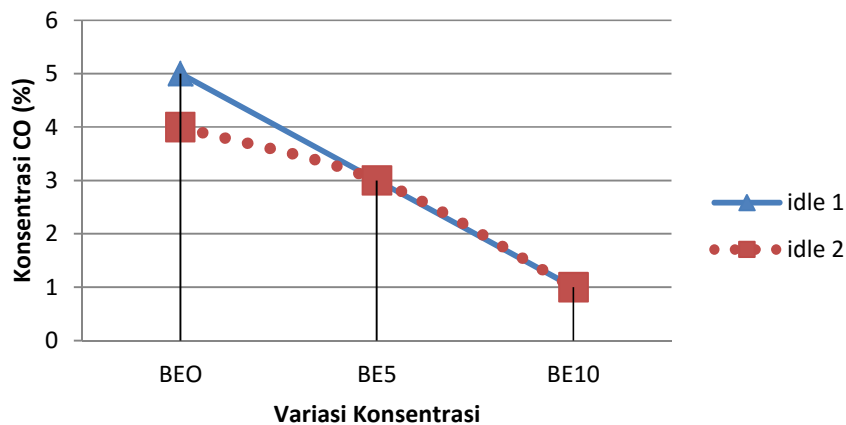


Gambar 3. Perbandingan Konsentrasi Emisi HC *rpm*

Emisi Karbon Monoksida

- **Kondisi *idle***

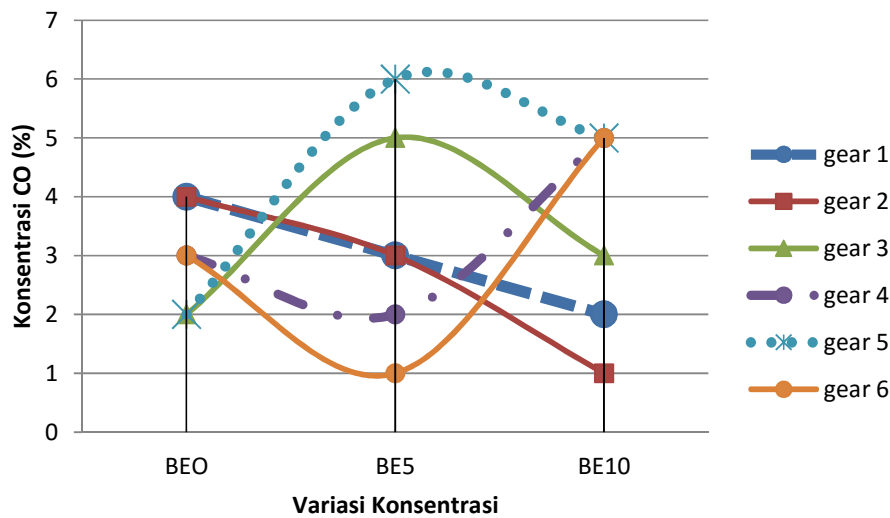
Secara umum hasil pengukuran emisi CO dapat dilihat pada **Gambar 4** pada keadaan *idle* yaitu 800-1400 rpm (*idle* 1) dan 1500-2000 rpm (*idle* 2) masih berada di bawah baku mutu PERMEN LH NO.5 Tahun 2006 untuk sepeda motor 2 langkah dengan tahun pembuatan < 2010 yaitu 4,5%. Penggunaan bioetanol cenderung menurunkan konsentrasi emisi sebanyak 33,3% untuk BE5 dan 77,78% untuk BE10. Konsentrasi emisi paling tinggi adalah pada saat BE0 *idle*1 yaitu 5%, dan paling rendah pada penggunaan BE10 *idle* 1 dan *idle* 2 yaitu 1%. Pada keadaan *idle* emisi gas CO cenderung menurun, hal ini disebabkan pada penggunaan campuran bahan bakar bioetanol-gasoline, jumlah oksigen ada melebihi dari yang dibutuhkan untuk melakukan pembakaran sempurna pada *engine* motor yang didesain untuk bahan bakar gasoline, campuran cenderung miskin dan berakibat pada penurunan emisi CO.



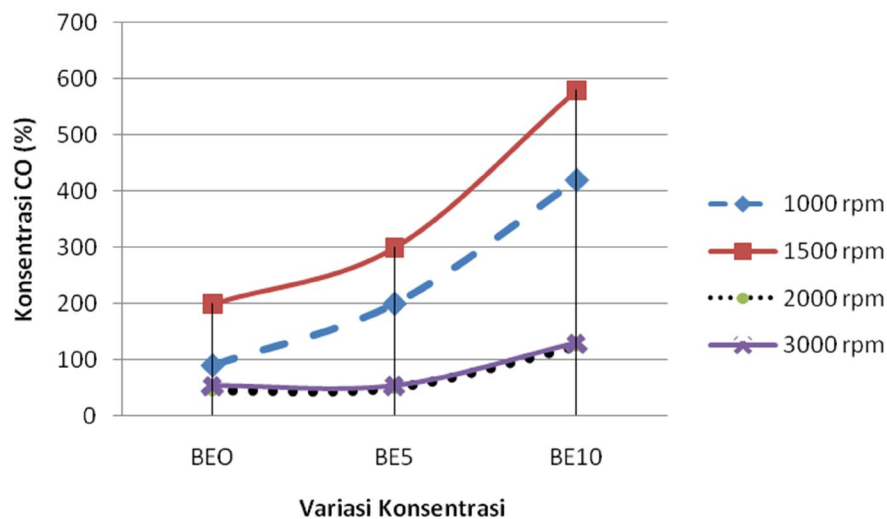
Gambar 4. Perbandingan Konsentrasi Emisi CO
idle

- **Kondisi Terbebani**

Dari data hasil pengukuran emisi dapat dilihat pada **Gambar 5**, dapat dilihat bahwa konsentrasi emisi karbon monoksida mengalami penurunan sebesar 11,11% untuk BE5 dan 16,7% untuk BE10 pada pengukuran dengan variasi parameter gear. Sedangkan pada pengukuran dengan variasi parameter rpm pada **Gambar 6** terjadi penurunan sebesar 18,75% untuk BE5 dan 43,75% untuk BE10. Emisi karbon monoksida dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna karena kurangnya oksigen untuk menjadi karbon dioksida. Pada penggunaan campuran bahan bakar bioetanol-gasoline, jumlah oksigen ada melebihi dari yang dibutuhkan untuk melakukan pembakaran sempurna pada *engine* motor yang didesain untuk bahan bakar gasoline, campuran cenderung miskin dan berakibat pada penurunan emisi CO. Namun terjadi peningkatan konsentrasi pada saat pengukuran BE5 untuk gigi5 mengalami kenaikan, sehingga kendaraan harus diberi gas agar kendaraan tidak mati, hal ini kemungkinan disebabkan karena udara yang masuk ke lubang spuir (lubang yang menghubungkan karburator dengan torak bahan bakar) yang selama ini didesain untuk memasukkan udara pada kendaraan dengan bahan bakar gasoline sehingga pada saat bioetanol masuk dengan membawa kandungan O₂ ke dalam lubang spuir terjadi kemacetan mesin. Untuk mendapatkan performa mesin yang lebih baik dalam penggunaan bahan bakar bioetanol sebaiknya dilakukan modifikasi pada lubang spuir. Selain itu hal ini juga dipengaruhi oleh umur pemakaian kendaraan yang diuji, kemungkinan dapat disebabkan oleh kerusakan mesin atau bagian-bagian dari mesin yang berhubungan dengan pemakaian bahan bakar dan kandungan udara yang masuk ke dalam mesin. Kenaikan emisi di gigi 5 juga dapat terjadi karena AFR di dalam ruang pembakaran yang terlalu rendah untuk melakukan pembakaran sempurna karena kurangnya campuran bahan bakar dan udara untuk penyalaan mesin. Oleh sebab itulah motor harus diberi gas atau dimasukkan udara sehingga motor dapat menyala kembali. (Brown, 2008).



Gambar 5. Perbandingan Konsentrasi Emisi CO *gear*



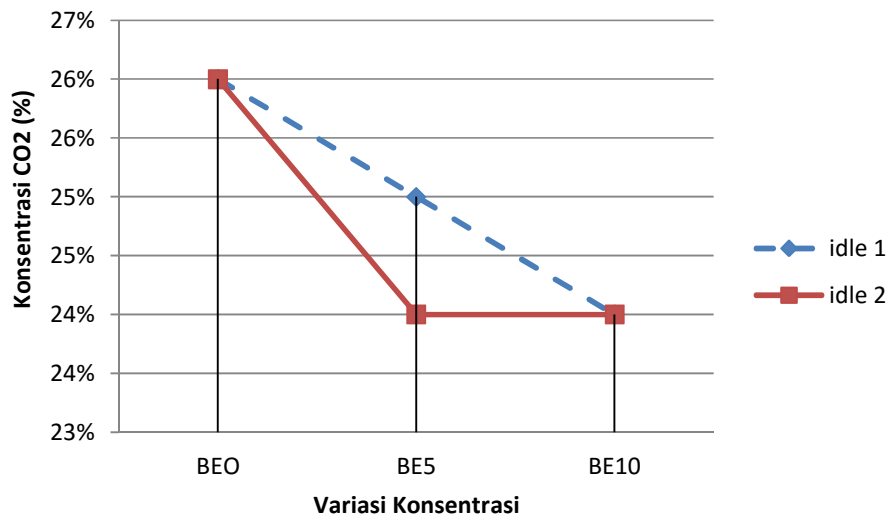
Gambar 6. Perbandingan Konsentrasi Emisi CO *rpm*

Emisi Karbon Dioksida

- **Kondisi idle**

Secara umum hasil pengukuran karbon dioksida dapat dilihat pada **Gambar 7** motor cukup tinggi (di atas 20%). Pada Secara umum penggunaan bioetanol pada keadaan idle yaitu 800-1400 rpm (idle 1) dan 1500-2000 rpm (idle 2) cenderung menurunkan konsentrasi emisi sebanyak 33,3% untuk BE5 dan 77,78% untuk BE10. Konsentrasi emisi paling tinggi adalah pada saat BE0 idle1 yaitu 26%, dan paling rendah pada penggunaan BE10 yaitu 24%. Pada keadaan idle emisi gas CO₂ cenderung menurun, hal ini disebabkan pada penggunaan campuran bahan bakar bioetanol-gasoline jumlah udara yang bercampur dengan bahan bakar atau AFR. AFR BE5 (14,12) dan BE10

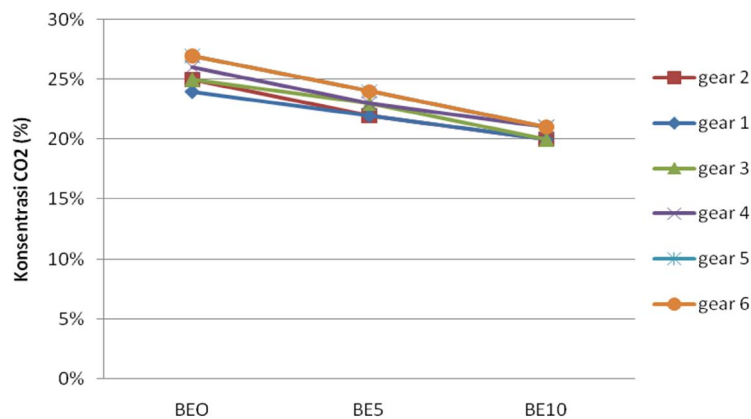
(13,59) cenderung lebih rendah dari AFR BE0 (14,7), semakin rendah rasio udara bahan bakar semakin sedikit karbondioksida yang dihasilkan (Simanjuntak dan Lestari, 2008).



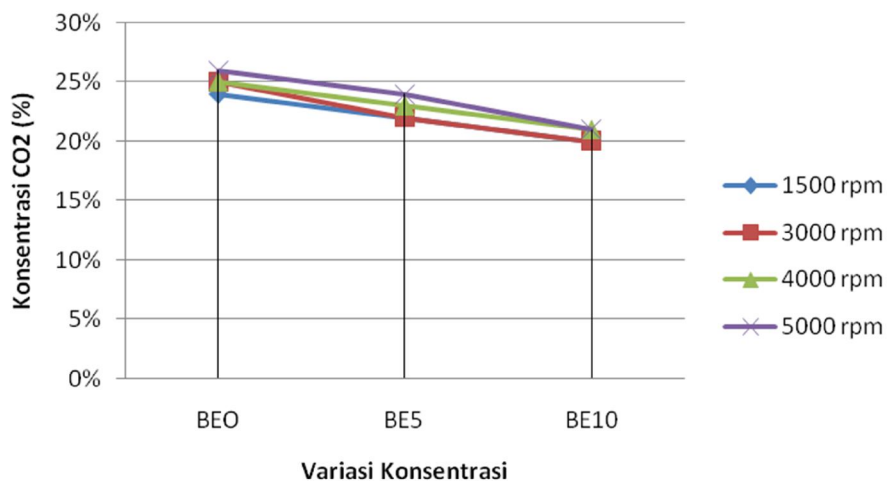
Gambar 7. Perbandingan Konsentrasi Emisi CO₂ idle

- **Kondisi Terbebani**

Dari data **Gambar 9** didapatkan hasil bahwa penggunaan campuran bakar bioetanol dapat menurunkan tingkat emisi CO₂. Terjadi penurunan sebesar 10,39% untuk BE5, dan 20,13% untuk BE 10 pada pengukuran dengan variasi parameter rpm. Sedangkan pada pengukuran dengan variasi parameter *gear* **Gambar 8** terjadi penurunan konsentrasi sebesar 10% untuk BE5, dan 20,12% untuk BE10. Emisi karbon dioksida dihasilkan dari proses pembakaran sempurna, dimana jumlah oksigen cukup untuk mengoksidasi seluruh karbon dalam jumlah bahan bakar menjadi karbon dioksida. Emisi karbon dioksida bergantung dari jumlah udara yang bercampur dengan bahan bakar atau AFR. AFR BE5 (14,12) dan BE10 (13,59) cenderung lebih rendah dari AFR BE0 (14,7), semakin rendah rasio udara bahan bakar semakin sedikit karbondioksida yang dihasilkan (Simanjuntak dan Lestari, 2008). Dilihat dari keseluruhan hasil pengukuran menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi emisi karbon dioksida pada penggunaan bahan bakar bioetanol. Selain itu konsentrasi CO₂ yang menurun juga disebabkan karena adanya kandungan oksigen yang dibawa oleh bioetanol yang dapat membantu guna menyempurnakan pembakaran.



Gambar 8. Perbandingan Konsentrasi Emisi CO₂ *gear*



Gambar 9. Perbandingan Konsentrasi Emisi CO₂ *rpm*

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian emisi gas buang dan unjuk kerja kendaraan bermotor menggunakan campuran bahan bakar bioethanol, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pada variasi rpm, semakin tinggi putaran mesin akan menghasilkan emisi HC yang semakin tinggi dan emisi CO, dan CO₂ menurun. Pada variasi *gear*, semakin tinggi *gear* akan menghasilkan emisi HC yang semakin tinggi dan emisi CO, dan CO₂ menurun.. Semakin banyak konsentrasi bioethanol yang digunakan akan menghasilkan emisi HC yang semakin tinggi dan emisi CO, dan CO₂ menurun. Pada kondisi *idle* emisi HC cenderung menurun dan emisi CO, dan CO₂ meningkat.

DAFTAR PUSTAKA

- Brown, Gareth. 2008. *Review of Fuel Ethanol Impacts on Local Air Quality*. London : BEST Deliverable.
- Budianto, Yonan Wahyu, Reksowardojo, Iman Kartolaksono, Dr., Ir., M.Eng., dan Arismunandar, Wiranto, Prof. 2007. *Perbandingan Bahan Bakar Bensin, Gasohol, beserta Ethanol Kering pada Motor Sepeda Motor HONDA NF 125D*. Tugas Akhir Teknik Mesin ITB, Institut Teknologi Bandung.
- Ceviz, M.A, dan F. Yuksel. 2003. *Effects of Ethanol-Unleaded Gasoline Blends on Cyclic Variability and Emissions in An SI Engine*. Erzurum : University of Ataturk. Volume 25, Nomor 7, Halaman 917-925.
- Jia, Li-Wei, Shen, Mei-Qing, Wang, Jun, dan Lin, Man-Qun. 2004. *Influence of Ethanol-Gasoline Blended Fuel on Emission Characteristics from A Four-Stroke Motorcycle Engine*. Tianjin : Tianjin University. Volume 123, Nomor 1-3, Halaman 29-34.
- Magnusson, Roger, dan Nillson, Calle. 2002. *Emissions of Aldehydes and Ketones from A Two-Stroke Engine Using Ethanol and Ethanol-Blended Gasoline as Fuel*. Sweden : Swedish University. Volume 36, Nomor 8, Halaman 1656-1664.
- P. Comte, J. Czerwinski, F. Reutimann, dan Makke, Michael. 2009. *Emissions of 2-Stroke Scooters with Ethanol Blends*. Delft : Technical University Delft. SAE Technology Paper 2009-24-0143.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama. 2006. Kementerian Negara Lingkungan Hidup.
- Quan-He, Bang, Wang, Jian-Xin, Hao, Ji-Ming, Yan, Xiao-Guang, dan Xiao, Jian-Hua. 2002. *A study on Emissions Characteristics of An EFI Engine with Bioethanol Blended Gasoline Fuels*. Beijing : Tsinghua University. Volume 37, Nomor 7, Halaman 949-957.
- Simanjuntak, Nicholas dan Lestari, Puji, Dr., Ir., Ph.D. 2008. *Pengaruh Penggunaan Campuran Bahan Bakar Bioethanol-Bensin terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Mesin Bensin (Otto)*, Tugas Akhir Teknik Lingkungan ITB, Institut Teknologi Bandung.
- Yao, Yung-Chen, Tsai, Jiung-Horng, dan Chiang, Hung-Lung. 2009. *Effects of Ethanol-Blended Gasoline on Air Pollutant Emissions from Motorcycle*. Taiwan : Chengkung University Tainan. Volume 407, Nomor 19, Halaman 5257-5262.
- Yoon, S H, Ha, S Y, Roh, H G, dan Lee, C S. *Effect of Bioethanols as An Alternative Fuel on The Emissions Reduction Characteristics and Combustion Stability in A Spark Ignition Engine*. Seoul : Hangyang University. Volume 223, Nomor 7, Halaman 941-951.