

PENGARUH KETIDAK MURNIAN BAHAN BAKAR BENJIN - MINYAK TANAH TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN PERFORMANSI MOTOR

Ahmad Zayadi
Marsudi

Abstract

All motors are designed and manufactured to operate with a specified fuel. Essentially motor will emit more pollutants when the fuel specifications changed and with a less good care. Fuel Adulterers practiced in third world countries associated with the financial incentives that arise from the differential tax imposed by the government. The main goal of this study is to analyze and identify how much influence the combustion of fuel mixed with minyak tanah in a gasoline with a different ratio of exhaust emissions and motor performance and compare these emissions with the emissions standard that is used in motor vehicles. Fuel (gasoline + minyak tanah) mixed in different proportions are used to run a stationary bike at speeds in the condition of poor mixture, stoichiometry and the rich mixture. Emissions recorded for each sample mixture and compared with the emission standards that are used in motor vehicles. The results show that up to 20% minyak tanah concentration there is little change in the exhaust emissions and motor performance with the mixed fuel. However, at concentrations of 30 to 50% minyak tanah a blended fuel when used in motor gasoline has a significant negative impact on emissions and motor performance.

Keywords: *Adulterers, emissions, performance motors*

LATAR BELAKANG MASALAH

Bensin untuk motor bensin disamping solar untuk motor disel kecepatan tinggi merupakan bahan bakar utama untuk sarana transportasi darat di Indonesia. Dalam proses pembakaran, selalu dihasilkan emisi yang tidak dikehendaki. Emisi ini mencemari lingkungan dan berperan terhadap pemanasan global, hujan asam, kabut bercampur asap (as-but), serta permasalahan kesehatan yang berhubungan dengan saluran pernapasan dan lain lain. Salah satu penyebab utama dari emisi ini, disamping pembakaran non-stoikiometri dan desosiasi nitrogen, adalah ketidak-murnian (adulteration) bahan bakar.

Pencampuran bahan bakar bensin untuk kendaraan bermotor dengan minyak tanah yang bertarif pajak rendah atau bersubsidi sudah bukan merupakan rahasia umum lagi terutama di Negara dunia ke tiga. Pencampuran bahan bakar ini, cenderung meningkatkan emisi polutan berbahaya pada kenalpot, mengurangi umur komponen serta performansi motor.

Dari waktu ke waktu sering dijumpai laporan masyarakat yang disampaikan baik melalui media cetak maupun media elektronik bahwa stasiun pompa bahan bakar umum (SPBU) acapkali dijumpai menjual bahan bakar bensin yang tercampur dengan minyak tanah. Hal ini tentunya akan memberikan sejumlah besar kontribusi polutan udara dan mengganggu kesehatan masyarakat. Tidak

contoh, pengalihan minyak tanah bersubsidi untuk pemakaian rumah tangga ke sector bahan bakar solar tidak meningkatkan emisi dari sarana angkutan berbahan bakar solar, tetapi menghilangkan kesempatan orang miskin menggunakan minyak tanah untuk tujuan memasak. Tidak tersedianya minyak tanah bersubsidi memaksa mereka menggunakan biomass dan pada akhirnya akan meningkatkan pencemaran udara di dalam rumah ke tingkat yang lebih tinggi serta bahaya ekosistem karena pembalakan hutan. Emisi buangan kendaraan bermotor yang perlu diperhatikan pada motor bensin adalah: hidrokarbon (HC) tak terbakar, karbon monoksida (CO), dan oksida nitrogen (NOx)^[4].

Penyebab utama aktivitas Pencampuran bahan bakar pada sebagian pelaku bisnis bahan bakar tidak lain adanya regulasi dari pemerintah berupa insentif finansial dari pajak diferensial yang dikenakan pemerintah. Bahan bakar bensin dikenakan pajak yang lebih tinggi dari pada bahan bakar solar yang digunakan pada motor disel, yang pada gilirannya dikenai tarif pajak yang lebih tinggi dibandingkan minyak tanah (minyak tanah) yang tarif pajaknya lebih rendah bahkan bersubsidi.

Pencampuran bahan bakar yang paling umum dipraktekkan dapat digolongkan sebagai berikut:

- pencampuran minyak tanah ke dalam bensin
- pencampuran minyak tanah ke solar
- pencampuran pelumas digunakan ke dalam solar
- pencampuran pelumas ke dalam minyak tanah sebagai pengganti untuk solar

Sasaran utama dari studi ini adalah untuk menganalisa dan mengidentifikasi emisi buangan serta performansi motor yang berbeda

semua jenis pencampuran ini berbahaya bagi kesehatan masyarakat. Beberapa bahan bakar kendaraan bermotor yang tercampur dengan minyak tanah meningkatkan emisi polutan berbahaya dan beberapa hanya sedikit atau tanpa dampak negatif terhadap kualitas udara. Dalam beberapa hal terdapat pengaruh terhadap masyarakat secara tidak langsung. Sebagai

dari pembakaran campuran bensin-minyak tanah rasio berbeda dan membandingkan emisi ini dengan emisi standard yang digunakan untuk kendaraan bermotor.

Kualitas Bahan Bakar

Kualitas bahan bakar berpengaruh cukup signifikan terhadap kinerja motor pada kondisi tertentu. Dua variabel kualitas bahan bakar yang penting adalah anti detonasi dan volatilitas. Detonasi, membatasi keluaran daya motor yang disediakan dan mengakibatkan kerusakan komponen motor, sedangkan perubahan volatilitas bahan bakar dapat mempunyai pengaruh signifikan pada operasi motor^[3].

Komposisi Udara dan Bahan Bakar

Udara kering yang digunakan untuk proses pembakaran merupakan suatu campuran gas yang mempunyai suatu komposisi volume 20.95% oksigen, 78.09% nitrogen, 0.93% argon, dan sejumlah kecil gas karbon dioksida, neon, helium, metana (gas), dan gas yang lain. Untuk setiap molekul oksigen (berat molekul 32)

$$\frac{1 - 0.21}{0.21} = 3.76$$

diudara terdapat 0.21 molekul nitrogen atmosferik (N_2), dengan berat molekul 28.16.

Jika pembakaran berlangsung dalam kondisi kekurangan oksigen, maka sifat campuran udara-bahan bakarnya dikatakan *gemuk* (kelebihan bahan bakar), demikian pula sebaliknya jika pembakarannya dalam kondisi kelebihan oksigen maka sifat campurannya dikatakan *kurus*. Campuran yang terlalu gemuk maupun terlalu kurus.

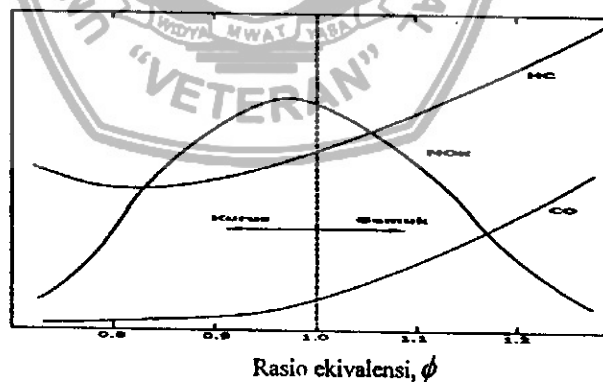
Merupakan suatu kondisi yang menyebabkan proses pembakaran tidak sempurna, sehingga terdapat karbon monoksida (CO) serta hidrokarbon (HC) yang tak terbakar pada gas buangnya.

Karbonmonoksida dihasilkan jika karbon yang terdapat dalam bensin (C_8H_{17}) tidak terbakar dengan sempurna karena kekurangan oksigen, sehingga campuran udara-bahan bakar lebih gemuk dari campuran stokiometri. Pada rasio udara/bahan bakar gemuk tidak cukup oksigen untuk bereaksi dengan semua hidrogen dan karbon, maka emisi CO maupun HC meningkat.

Emisi HC juga meningkat pada campuran sangat kurus berkaitan dengan pembakaran yang lemah dan kegagalan pembakaran

Emisi HC yang terdapat dalam gas buang berbentuk bensin yang tidak terbakar, dan hidrokarbon yang hanya sebagian bereaksi dengan oksigen jika campuran udara-bahan bakar tidak terbakar sempurna didekat dinding silinder antara torak dan silinder. Hal ini terjadi jika motor baru dihidupkan pada putaran idle. Hidrokarbon dapat diemisikan tidak hanya pada campuran gemuk, tetapi juga terjadi pada campuran yang sangat kurus (Gambar 1)

Terbentuknya emisi oksida nitrogen, NO_x merupakan fungsi dari temperatur pembakaran, paling besar mendekati kondisi stoikiometri ketika temperatur tertinggi. Emisi puncak NO_x terjadi pada kondisi campuran agak kurus, dimana temperatur pembakaran tinggi dan disana terdapat kelebihan oksigen untuk bereaksi dengan nitrogen

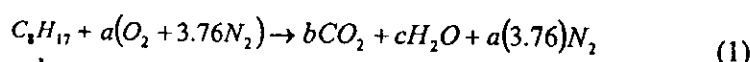


Gambar 1. Emisi dari motor bensin sebagai fungsi rasio ekivalensi.

Sempurna atau tidaknya suatu proses pembakaran ditentukan oleh nilai rasio udara/bahan bakar. Nilai rasio ini disebut juga rasio stokiometri, yang menyatakan kebutuhan

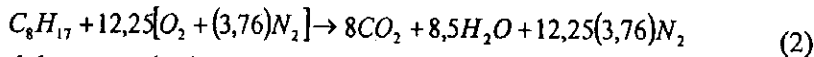
udara minimum untuk pembakaran sempurna suatu bahan bakar.

Pada proses pembakaran sempurna bensin (C_8H_{17}), reaksi yang terjadi sebagai berikut [1]:



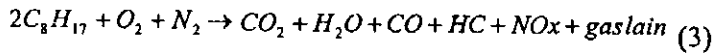
konstanta-konstanta a , b dan c dicari melalui reaksi kesetimbangan karbon, hidrogen dan oksigen, dimana dihasilkan $b = 8$; $2c = 17$, atau

$c = 8.5$ dan dengan cara yang sama diperoleh $a = 12.25$, sehingga reaksi pembakaran lengkap untuk kondisi stoikiometri dapat dituliskan:



Tetapi dalam praktek pembakaran sempurna sebagaimana yang dinyatakan di atas tidak pernah terjadi, dimana dihasilkan

komponen CO dan HC pada produk buangan. Reaksi yang terjadi adalah:



Karbon Monoksida (CO)

Emisi karbon monoksida (CO) dari motor pembakaran dalam dikendalikan terutama oleh rasio udara/bahan bakar. CO maksimum dihasilkan ketika motor beroperasi dengan campuran gemuk (Gambar 1), seperti ketika motor mulai dihidupkan pada kondisi dingin atau ketika melakukan akselerasi.

Hidrokarbon (HC) tak terbakar

Pembentukan emisi hidrokarbon (HC) dipengaruhi komponen asli bahan bakarnya, geometri ruang bakar dan parameter operasi motor. Jika emisi HC memasuki atmosfer, beberapa diantaranya bersifat karsinogen (carcinogenic) sebagai penyebab penyakit kanker.

Oksida Nitrogen (NOx)

Gas buang suatu motor dapat mengandung sampai 2000 ppm oksida nitrogen, kebanyakan berupa oksida nitrogen (NO) dengan sejumlah kecil nitrogen dioksida (NO₂).

Rasio udara/bahan bakar stoikiometri:

$$(A/F)_s = \frac{m_a}{m_f} = \frac{\dot{m}_a}{\dot{m}_f} = \frac{N_a M_a}{N_f M_f} \quad (4)$$

Rasio bahan bakar/udara stoikiometri:

$$(F/A)_s = \frac{m_f}{m_a} = \frac{\dot{m}_f}{\dot{m}_a} = \frac{N_f M_f}{N_a M_a} \quad (5)$$

Pada kondisi operasi normal, Nilai $(A/F)_s$ dan $(F/A)_s$ motor bensin berada dalam kisaran

$$12 \leq A/F \leq 18 \quad \text{atau} \quad 0.056 \leq F/A \leq 0.083 \quad (4)$$

Rasio udara/bahan bakar relative, λ :

$$\lambda = \frac{(A/F)_{akt}}{(A/F)_s} \quad (6)$$

Rasio udara-bahan bakar stoikiometri $(A/F)_s$ atau bahan bakar-udara stoikiometri $(F/A)_s$ tergantung pada komposisi bahan bakar yang digunakan. Untuk bensin $(A/F)_s = 15.05$. Nilai ini tentunya akan berubah jika bensin (C_8H_{17}) yang digunakan sebagai bahan bakar bercampur dengan minyak tanah ($C_{12}H_{26}$) yang memiliki nilai 14,94.

Prestasi Motor

Beberapa parameter yang digunakan untuk menentukan prestasi dari suatu motor adalah:

Daya, merupakan daya yang diberikan ke poros penggerak oleh motor.

serta kombinasi nitrogen-oksigen yang lain. Ini semua dikelompokkan sebagai NOx. NOx merupakan emisi yang sangat tidak dikehendaki, jika dilepaskan dan bereaksi di atmosfer akan membentuk ozon dan salah satu dari penyebab utama as-but fotokimia. Semakin tinggi temperatur reaksi pembakaran, semakin banyak nitrogen dwiatom, N₂ berdesosiasi ke nitrogen beratom tunggal, N, dan semakin banyak NOx

Rasio udara/bahan bakar.

Dalam pengujian motor, baik massa udara $\dot{m}_a$ dan laju aliran massa udara $\dot{m}_a$, maupun massa bahan bakar $\dot{m}_f$ laju aliran

massa bahan bakar, $\dot{m}_f$ merupakan variabel yang dapat diukur. Rasio dari massa dan laju aliran ini bermanfaat untuk menjelaskan kondisi operasi motor.

$$N = Bhp = \frac{N_d P}{7460} \quad (hp) \quad (7)$$

dimana N_d = putaran motor (rpm), P = beban yang terbaca pada dynamometer.

Torsi (momen puntir), dinyatakan dengan

$$\tau = P R \quad (N - m) \quad (8)$$

dengan R = panjang lengan dynamometer yang digunakan.

Konsumsi bahan bakar spesifik

(specific fuel consumption), Sfc menyatakan ukuran konsumsi bahan bakar, yang dinyatakan dengan satuan massa bahan bakar per satuan keluaran daya, atau juga dapat didefinisikan dengan jumlah bahan bakar yang

dikonsumsi untuk menghasilkan daya 1 Hp selama 1 jam.

$$S_{fc} = \frac{3600 m}{B_{hp} t} \left(\frac{kg \text{ bahan bakar}}{Hp \cdot jam} \right) \quad (9)$$

dimana: m = massa bahan bakar yang dikonsumsi (kg) selama t (detik).

Efisiensi termis, didefinisikan sebagai efisiensi pemanfaatan kalor dari bahan bakar untuk diubah menjadi energi mekanis.

$$\eta_m = \frac{632}{S_{fc} \times 10605.6} \times 100\% \quad (10)$$

METODOLOGI PENELITIAN

Batasan Penelitian

Pengukuran emisi gas buang dilakukan pada putaran idle (850 rpm) dengan variasi nilai $\lambda = 0.8$ untuk campuran gemuk, $\lambda = 1$ untuk kondisi stoikiometri, dan $\lambda = 1.2$ untuk campuran kurus.

Pengujian unjuk kerja motor dilakukan pada nilai putaran variabel.

Bahan bakar: premium (dari SPBU), minyak tanah (dari agen penjual minyak yang direkomendasi Pertamina). Tidak dilakukan pengujian pendahuluan terhadap karakteristik kedua bahan bakar sebelum maupun sesudah dilakukan blending.

Sampel bahan bakar yang diuji: Premium (konsentrasi minyak tanah dalam premium 0%), konsentrasi minyak tanah 10%, 20%, 30%, 40% dan 50%.

Variabel uji :

Emisi : CO dan HC

Performansi : Daya, Torsi, Konsumsi bahan bakar spesifik dan Efisiensi termal.

Peralatan

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini, diantaranya:

1). Motor: DAIHATSU Automotive Petrol Engine, 4 stroke

Tipe : CB-23

Silinder : 3 – in line

Kapasitas silinder : 948 cc

Bore x stroke : 76,25 x 73 mm

Rasio kompresi : 9,5

Kecepatan idle : 850 ± 50 rpm

2). Infra Red Multigas Analyser

Merk : TECNTEST

Model: 488

Daerah pengukuran:

CO 0 sampai 9,99% Vol, res. 0,01

CO₂ 0 sampai 19,9% Vol, res. 0,1

HC 0 sampai 10000 ppm, res. 1

O₂ 0 sampai 25,0% Vol, res. 0,1

NO_x 0 sampai 4000 ppm, res 10 (preset)

Lambda 0,5 sampai 1,5

3). Water Brake Dynamometer

Merk/type : Zollner/3 n 19 A

Max performance: 120 kW

Max speed : 7500 rpm

Prosedur Percobaan

Uji Emisi

1). Pengujian emisi dilakukan pada putaran idle (850 ± 50 rpm) dengan melakukan variasi untuk nilai $\lambda = 0,8$; $\lambda = 1$ dan $\lambda = 1,2$ melalui setting karburator, 2). Pengujian dilakukan terhadap bahan bakar premium, blending 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% minyak tanah, 3). Variabel pengukuran yang diamati: konsentrasi CO (%),

HC (ppm) dengan memperhatikan konsentarsi CO2 pada layar monitor.

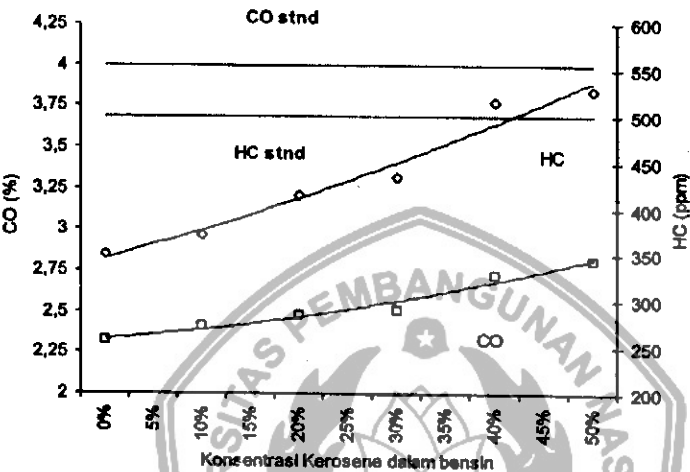
Uji Performansi

1). Sebelum dilakukan pengujian, motor diseting dengan nilai $\lambda = 1$, 2). Pompa air dynamometer dinyalakan agar dynamometer siap untuk beroperasi, dan tekanan air dijaga 2 bar dengan posisi pengereman 0%, 3). Putaran motor dinaikkan sampai 3000 rpm, dan dilakukan pengamatan terhadap beban (Newton) yang terbaca pada dynamometer, waktu yang dibutuhkan untuk mengkonsumsi bahan bakar sebanyak 50 ml yang terdapat pada gelas ukur, 4). Dengan mengubah posisi pengereman, putaran motor divariasi dengan interval putaran

200 rpm sampai putaran terakhir 1000 rpm. Pada setiap perubahan putaran yang terjadi dilakukan pengamatan terhadap beban dan konsumsi bahan bakar, 4). Dengan prosedur yang sama dilakukan pengujian terhadap sampel bahan bakar yang lain.

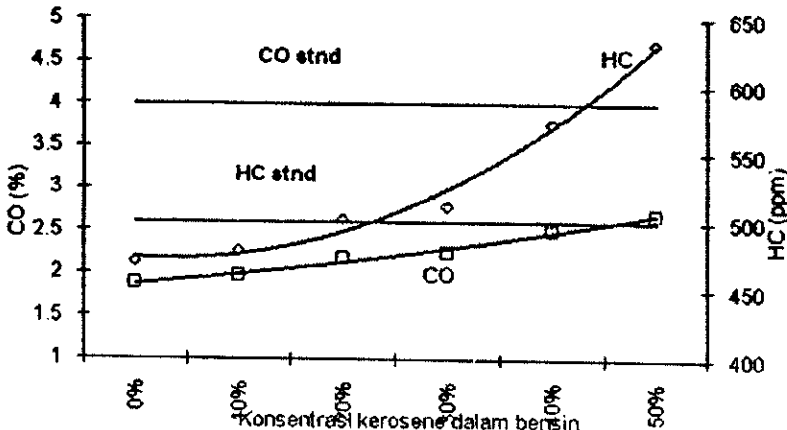
HASIL DAN DISKUSI

Pada putaran stasioner (850 rpm) dan rasio udara/bahan bakar relatif $\lambda = 1$ atau dalam kondisi stoikiometri, emisi karbon monoksida (CO) bervariasi antara 2,32 % sampai 2,81 % dan hidrokarbon (HC) tak terbakar dari 350 ppm sampai 527 ppm ketika konsentrasi minyak tanah di dalam bensin ditingkatkan (Gambar 2).



Gambar 2. Kurva emisi CO dan HC fungsi konsentrasi minyak tanah dalam bensin dengan $\lambda = 1$. Pada campuran stoikiometri ($\lambda = 1$), ditunjukkan bahwa sampai dengan konsentrasi minyak tanah 50%, nilai ambang standar emisi untuk CO tidak terlampaui, sedangkan standar emisi untuk HC terlampaui pada konsentrasi minyak tanah 40%. Hal ini dapat dimaklumi karena konsentrasi CO dalam gas buang menyatakan kualitas pembakaran, sedangkan konsentrasi HC menyatakan kualitas dari bahan bakar. Dengan adanya minyak tanah (yang memiliki nilai oktan lebih rendah dibanding gasolin) akan semakin sulit campuran bahan bakar tersebut untuk terbakar di ruang bakar.

Pada campuran kurus ($\lambda = 1.2$), emisi CO berada dalam kisaran 1.87 % sampai 2.68 % (Gambar 3). Kisaran nilai ini sedikit lebih rendah dibandingkan saat motor beroperasi dengan campuran stoikiometri. Hal ini dapat dimaklumi karena motor beroperasi dengan kelebihan udara (excess air) sebesar 20%.

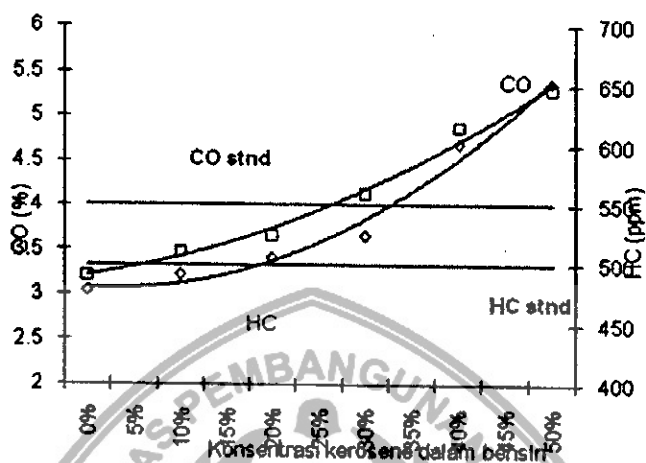


Gambar 3. Kurva emisi CO dan HC fungsi konsentrasi minyak tanah dalam bensin dengan $\lambda = 1.2$.

Walaupun campuran kurus, emisi HC pada gas buang cukup tinggi, yaitu berada dalam kisaran 471 ppm sampai 632 ppm, bahkan pada konsentrasi minyak tanah 30% ambang batas standar emisi untuk HC terlampaui. Hal ini disebabkan nilai kalor pembakaran minyak tanah yang lebih rendah akan menurunkan nilai kalor serta efisiensi pembakaran campuran bensin + minyak tanah, dimana pada gilirannya akan menurunkan jumlah kalor yang masuk ke motor, sehingga menghasilkan pembakaran yang tidak sempurna. Disamping itu motor yang beroperasi dengan campuran kurus meningkatkan temperatur pembakaran dan pada

gilirannya akan meningkatkan emisi oksida nitrogen (NOx) pada gas buang.

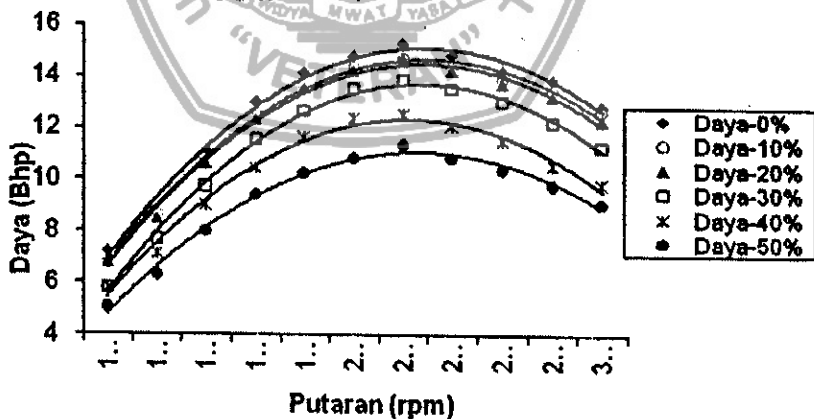
Pada campuran gemuk ($\lambda = 0,8$) yang ditunjukkan dalam Gambar 4, nampak bahwa nilai ambang standar emisi untuk CO terlampaui pada konsentrasi minyak tanah 30%, sedangkan standar emisi untuk HC terlampaui pada konsentrasi 20%. Dalam kondisi ini oksigen yang digunakan untuk berlangsungnya proses pembakaran tidak cukup untuk mengoksidasi CO dan HC, sehingga konsentrasi kedua polutan ini pada gas buang menjadi tinggi, karena semakin banyak bahan bakar yang tidak dapat terbakar di ruang bakar.



Gambar 4. Kurva emisi CO dan HC fungsi konsentrasi minyak tanah dalam bensin dengan $\lambda = 0.8$.

Dari uji performansi yang ditunjukkan pada Gambar 5 dan Gambar 6, nampak bahwa sampai dengan konsentrasi minyak tanah 20% tidak menunjukkan penurunan yang cukup

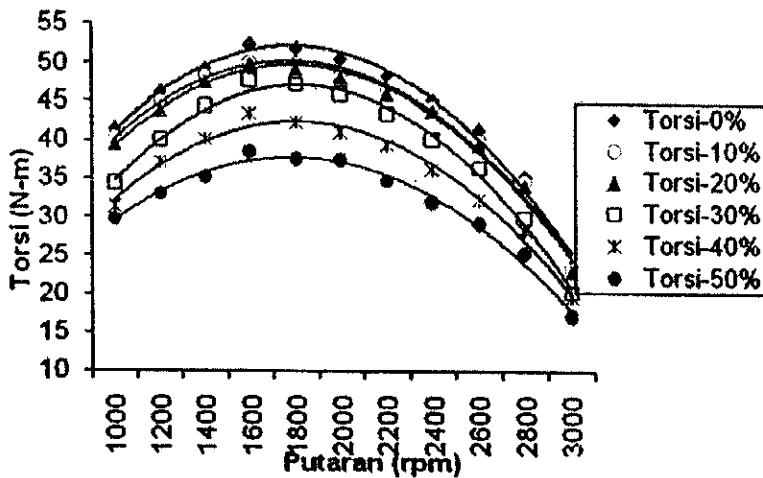
signifikan terhadap daya maupun torsi, yaitu rata-rata 4,26% untuk daya dan 4,28% untuk torsi pada berbagai tingkat kecepatan.



Gambar 5. Kurva Daya fungsi putaran dengan variasi konsentrasi minyak tanah pada premium.

Demikian pula halnya dengan perubahan nilai konsumsi bahan bakar spesifik dan efisiensi termal tidak cukup signifikan pada

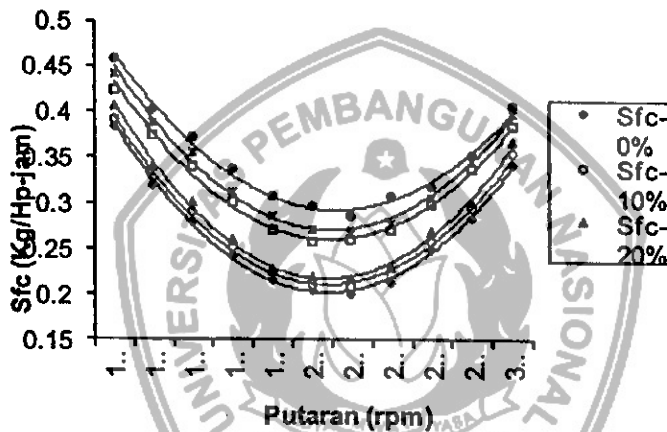
konsentrasi minyak tanah sampai dengan 20% (Gambar 7 dan 8).



Gambar 6. Kurva Torsi fungsi putaran dengan variasi konsentrasi minyak tanah pada premium.

Perubahan performansi yang cukup signifikan dimulai pada konsentrasi minyak tanah 30 %, dimana pada berbagai tingkat kecepatan, rata-rata terjadi penurunan daya

sebesar 11,35%, torsi 11,96% (Gambar 5 dan 6) dan efisiensi termal 11,12% (Gambar 8), sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik meningkat sebesar 17,09% (Gambar 7).

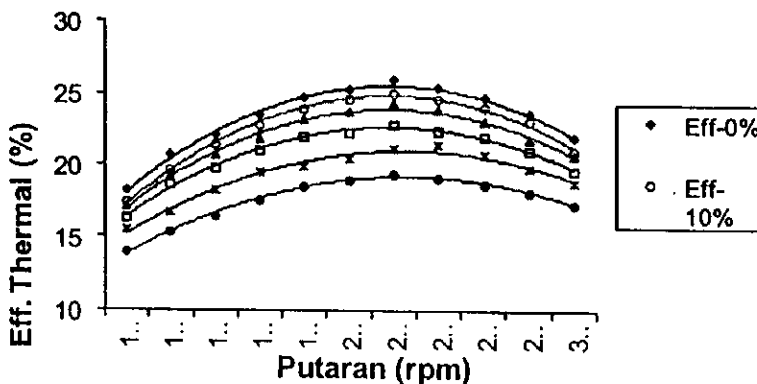


Gambar 7. Kurva Sfc fungsi putaran dengan variasi konsentrasi minyak tanah pada premium.

Pada konsentrasi minyak tanah 40 %, terjadi penurunan daya sebesar 19,44 %; torsi 19,39 % dan efisiensi termal 17,19%, sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik meningkat 25,59%.

Pada konsentrasi 50 %; walaupun dalam Gambar 2 ditunjukkan bahwa konsentrasi CO

pada kondisi stoikiometri ($\lambda = 1$) jauh dibawah nilai ambang standar emisi, namun penurunan performansi yang terjadi sangat signifikan, yaitu penurunan daya sebesar 27,82 %; torsi 28,09 % dan efisiensi termal 24,46%, sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik meningkat 33%.



Gambar 8. Efisiensi termal fungsi putaran dengan variasi konsentrasi minyak tanah pada premium.

Dari hasil ini, nampak bahwa semakin besar konsentrasi minyak tanah dalam bensin akan berdampak terhadap sifat volatilitas atau kemampuan penguapan bahan bakar, sehingga proses pengabutan campuran bahan bakar menjadi terganggu, memungkinkan terjadinya ketukan pada motor (karena menurunnya nilai oktan bahan bakar) dan pada gilirannya akan menurunkan performansi motor secara keseluruhan. Disamping itu menggunakan skala

besar minyak tanah dalam gasolin akan menghasilkan deposit karbon pada busi, kepala piston, kepala silinder serta katup, sehingga mempersingkat usia pakai komponen motor.

KESIMPULAN

Dari rangkaian percobaan diatas, maka dapat disimpulkan sebagai berikut: 1). Baik CO maupun HC masih berada dibawah nilai ambang Standard Uji Emisi pada kondisi idle stoikiometri (850 rpm, $\lambda = 1$), walaupun gasolin dicampur minyak tanah dengan rasio 60:40 (konsentrasi minyak tanah 40%), 2). Pengaruh minyak tanah dalam gasolin terhadap performansi motor tidak cukup signifikan sampai pada konsentrasi minyak tanah 20%, tetapi mulai konsentrasi minyak tanah 30%, nampak pengaruh yang cukup signifikan terhadap penurunan daya, torsi, efisiensi termal serta peningkatan konsumsi bahan bakar spesifik, 3). Terjadi penurunan daya sebesar 11,35%, torsi 11,96%, efisiensi termal 11,12%, sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik meningkat sebesar 17,09% pada konsentrasi minyak tanah 30% (rasio 70:30). Pada konsentrasi minyak tanah 40% (rasio 60:40) terjadi penurunan daya 19,44%, torsi 19,39, efisiensi termal 17,19%, sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik meningkat sebesar 25,59%. Pada konsentrasi 50% (rasio 50:50) terjadi

APENDIX A

DAFTAR NOTASI

m_a	massa udara	[kg]
m_b	massa bahan bakar	[kg]
$\dot{m}_a$	laju aliran massa udara	[kg/s]
$\dot{m}_b$	laju aliran massa bahan bakar	[kg/s]
$N = Bhp$	daya kuda pengereman	[hp]
P	Beban pengereman	[N]
R	panjang lengan	
dinamometer		[m]
T	Torsi	[N-m]
t	Waktu konsumsi bahan bakar	[detik]
Sfc	Konsumsi bahan bakar Spesifik	[kg/hp-jam]
η_{th}	Efisiensi termal	(%)

penurunan daya 27,82%, torsi 28,09, efisiensi termal 24,46%, sedangkan konsumsi bahan bakar spesifik meningkat 33%, 4). Semakin meningkat konsentrasi minyak tanah dalam gasolin, semakin meningkat pula emisi CO dan HC pada gas buang, 5). Semakin kecil nilai rasio relatif udara/bahan bakar (λ), atau semakin gemuk campuran, semakin besar emisi CO pada gas buang.

Saran

- 1) Penerapan mekanisme monitoring yang baik oleh instansi terkait disertai sanksi yang berat pada SPBU yang terindikasi menjual bahan bakar yang tidak memenuhi standar spesifikasi guna mengurangi emisi gas buang.
- 2) Meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pengaruh ketidak murnian bahan bakar terhadap emisi gas buang dan performansi motor melalui sosialisasi yang berkesinambungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Heywood, J.B., *Internal Combustion Engine Fundamentals*, New York: Mc-Graw Hill, (1988).
- Kaye, G. W. C., and Laby, T. H. : "*Tables of Physical and Chemical Constants*," Longmans, London, 1973.
- Owen, K. dan Coley, T., "*Automotive Fuel Handbook*", 1990
- Pulkrabek, W.W., "*Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engines*," Second Edition, Pearson Prentice-Hall, 2004.
- South Asia Urban Air Quality Management Briefing Note No. 7, "*Catching gasoline and diesel adulteration*", july 2002. Tersedia di <http://www.worldbank.org/sarurbanair>.