

40,000 Km Road Test of Vehicle Fueled with 20% Biodiesel

Ihwan Haryono^{1,*}, dan Mokhtar²

¹Balai Teknologi Termodinamika, Motor dan Propulsi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi – Tangerang

*Korespondensi: ihwan.haryono@bppt.go.id

Abstract. Biodiesel 20% (B20) as a fuel for diesel vehicle have been implemented for Indonesian society since January 2016. The Ministry of Energy and Mineral Source (ESDM) as the government representative has decreed on the usage of B20 in vehicles based on several tests. One of the test was done by road testing of a pick-up vehicle along 40,000 kilometers fueled by biodiesel 20% that comply to the Indonesia's National Standard. The aim of the test was to evaluate the effect of B20 usage on the vehicle performance, fuel consumption and emissions after long trip. Prior to the road test and periodically at 10,000 kilometers during the road test, the vehicle performed performance, exhaust emissions and particulate tests on a chassis dynamometer in a vehicle test cell using the Euro-2 (R83) method. The results show that along the road test, the vehicle performance was stable and fuel consumption decreased after 10,000 kilometers road testing, that was indicate better vehicle efficiency. There was no significant difference test results of emission and particulate after 10,000 kilometers until end of the test.

Abstrak. Penggunaan biodiesel 20% sebagai bahan bakar kendaraan bermesin diesel sudah diberlakukan bagi masyarakat Indonesia sejak Januari 2016. Keputusan pemerintah melalui kementerian ESDM tentang pemakaian B20 dari minyak sawit tersebut sudah melalui beberapa uji coba lapangan. Salah satu pengujian yang telah dilakukan adalah uji jalan menggunakan sebuah kendaraan bak (*pick-up*) sejauh 40.000 kilometer dengan berbahan bakar yang memenuhi kualitas standar nasional Indonesia. Tujuan pengujian adalah untuk mengetahui pengaruh pemakaian B20 terhadap unjuk kerja, konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang kendaraan setelah menempuh jarak yang cukup panjang. Sebelum uji dan secara periodik di tiap 10.000 km, kendaraan dilakukan uji kinerja, emisi gas buang dan pertikulat di atas *chassis dynamometer* di ruang uji kendaraan dengan metode Euro-2 (R83). Hasilnya menunjukkan bahwa selama uji jalan unjuk kerja tidak mengalami penurunan, sementara konsumsi bahan bakar terlihat terjadi penurunan setelah menempuh jarak 10.000 kilometer yang mengindikasikan terjadi perbaikan efisiensi kendaraan. Demikian juga dengan emisi gas buang dan partikulat, setelah menempuh jarak 10.000 km tidak mengalami perubahan signifikan sampai uji jalan selesai.

Kata kunci: biodiesel sawit, uji jalan, unjuk kerja, ECE 101, emisi gas buang

© 2017. BKSTM-Indonesia. All rights reserved

Pendahuluan

Dalam rangka menunjang kebijakan ekonomi makro, mengurangi impor bahan bakar minyak dan menghemat devisa negara pemerintah melalui Kementerian ESDM telah mengeluarkan Peraturan Menteri ESDM No. 12 tahun 2015 tentang Perubahan atas PerMen ESDM No. 32 tahun 2008 tentang penyediaan pemanfaatan & tata niaga bahan bakar nabati BIOFUEL sebagai bahan bakar lain. Dalam lampiran peraturan yang terbaru tersebut, ditetapkan percepatan target pentahapan kewajiban minimal dalam pemanfaatan biodiesel (B-100), seperti terlihat pada Tabel 1.

Penggunaan biodiesel 20% sebagai bahan bakar kendaraan bermesin diesel sudah diberlakukan bagi masyarakat Indonesia sejak Januari 2016. Keputusan pemerintah melalui kementerian ESDM tentang pemakaian B20 dari minyak sawit tersebut sudah melalui beberapa uji coba lapangan. Kajian teknis

tentang pengaruh penggunaan B20 pada kendaraan penumpang telah dilakukan pada tahun 2014 melalui *road test* menggunakan 6 kendaraan penumpang. Kegiatan tersebut dilakukan oleh Kementerian ESDM cq/Direktorat Bioenergi bekerjasama dengan instansi lainnya seperti Gaikindo, BPPT, Lemigas, Perguruan Tinggi, PT PERTAMINA (Persero), dan beberapa ATPM. Hasil dari uji *road test* sejauh 40.000 km telah memunjukkan hasil yang positif, dimana penggunaan B20 FAME yang memenuhi kualitas standar nasional yang sudah ditetapkan tidak memberi pengaruh negatif yang signifikan terhadap komponen kendaraan. Permasalahan *fuel filter blocking* di awal kilometer pada salah satu kendaraan uji diselesaikan dengan memberikan rekomendasi untuk mengganti filter bahan bakar dengan jarak tempuh lebih pendek di awal pengoperasiannya. Kajian pengaruh B20 terhadap *blocking* sistem bahan bakar juga perlu dilanjutkan lebih dalam lagi.

Tabel 1. Target pentahapan kewajiban minimal dalam pemanfaatan biodiesel
(Sumber : Data ESDM, September 2015)

Jenis Sektor	April 2015	Januari 2016	Januari 2020	Januari 2025	Keterangan
Rumah Tangga	-		-	-	Saat ini tidak ditentukan
Usaha Mikro, Usaha Perikanan, Usaha Pertanian, Transportasi, dan Pelayanan Umum (PSO)	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Transportasi Non PSO	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Industri dan Komersial	15%	20%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total
Pembangkit Listrik	25%	30%	30%	30%	Terhadap kebutuhan total

Tabel 2. Periode pengujian

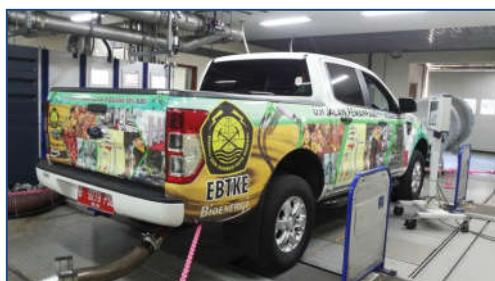
Pengujian	Parameter	Jarak Tempuh (Km)				
		0	10000	20000	30000	40000
Emission Test	Parameter: CO, THC, NOx, Particulate	✓	✓	✓	✓	✓
Unjuk Kerja Konsumsi Bahan Bakar	Parameter: Power Konsumsi Bahan Bakar dan CO2	✓	✓	✓	✓	✓
Uji Opasitas	Smoke	✓	✓	✓	✓	✓

Kegiatan kajian pemanfaatan B20 dilanjutkan pada tahun 2015. Disamping mengevaluasi efek pemanfaatan B20 pada kendaraan, juga sekaligus sebagai sosialisasi kebijakan pemerintah akan pemanfaatan bahan bakar biodisel. Dalam kegiatan tersebut dilakukan uji jalan menggunakan sebuah kendaraan bak (*pick-up*) sejauh 40.000 kilometer dengan berbahan bakar yang memenuhi kualitas standar nasional Indonesia. Paper ini menyampaikan hasil uji jalan pemanfaatan B20 tersebut.

Tujuan dari kegiatan ini adalah untuk mengkaji pengaruh BIOSOLAR B-20 terhadap unjuk kerja, konsumsi bahan bakar spesifik dan emisi gas buang pada kendaraan angkutan barang (*pick up*) selama dijalankan sejauh 40.000 kilometer.

Metode Pengujian

Pengujian akan dilakukan dengan menggunakan sebuah kendaraan angkutan barang (*pick up*) merk Ford yang ditunjukkan pada Gambar 1.

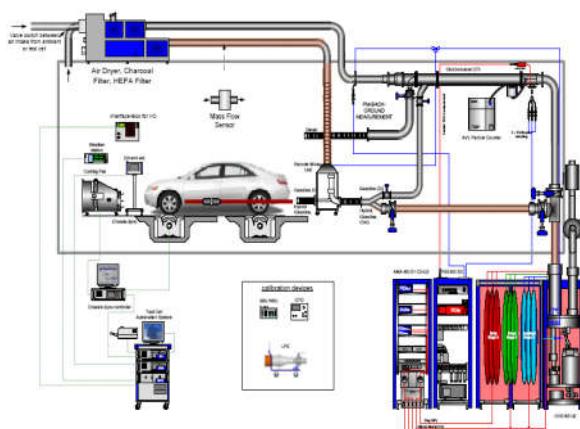


Gambar 1. Kendaraan uji pemanfaatan B20

Kendaraan dijalankan menggunakan bahan bakar B20, dari campuran solar (B0) dengan biodiesel

(B100) yang memenuhi kualitas standar nasional Indonesia.

Sebelum dilakukan pengujian jalan, komponen-komponen engine kritis yang berhubungan dengan sistem pembakaran diganti terlebih dahulu atau dibersihkan sehingga seperti komponen baru. Demikian juga kondisi engine awal pengujian disetel, disetel ulang sebagaimana kondisi engine baru. Setelah engine direkondisi awal. Setelah kendaraan dilakukan *run-in*, uji kinerja dan emisinya, kendaraan diuji jalan (*road test*) dengan melakukan perjalanan (*road test*) pada jalan kondisi jalan 43% jalan tol, 16% jalan umum (aspalt), 38,5% pegunungan dan 2,5% perkotaan sampai menempuh jarak lebih dari 40.000 kilometer.



Gambar 2. Skema ruang uji kendaraan

Pengujian performa, konsumsi bahan bakar, emisi dan pemantauan kondisi kendaraan dilakukan

pada awal, interval tertentu maupun akhir pengujian seperti ditunjukkan pada Tabel 2. Selama pengujian jalan (*road test*) kendaraan dilakukan perawatan (*service*) sesuai dengan yang direkomendasikan pabrikan. Pengujian performance, emisi dan konsumsi bahan bakar dilakukan di ruang uji kendaraan (*Vehicle Test Cell*) Balai Teknologi Termodinamika, Motor dan Propulsi yang telah terakreditasi KAN ISO 17025: 2008. Skema ruang uji unjuk kerja dan emisi ditunjukkan pada Gambar 2.

Metode pengujian mengadopsi regulasi United Nation ECE R85 untuk menentukan *power* kendaraan dengan berbagai variasi kecepatan. Untuk pengujian konsumsi bahan bakar mengadopsi dari UN ECE 101. Uji emisi gas buang mengacu pada standar ECE R 83 Seri 04 (Addendum 82/Revision 2, Regulation No 83). Uji opasitas menggunakan metode *free akselerasi* dengan meletakan/memasukkan probe alat ke dalam exhaust manifold/cerobong dengan kedalaman minimum 30 cm menggunakan alat Smokemeter tecnotest type 495/01. Timbangan microgram (Electronic Micro Balance) merk Sartorius tipe M5P resolusi 0.001 mg berfungsi untuk menimbang massa filter yang digunakan untuk menampung sampel partikulat/partikel asap yang dikeluarkan oleh kendaraan selama pengujian berlangsung.

Hasil Pengujian

Hasil uji sampai dengan 40.000 km pengujian *road test* ditunjukkan dalam Gambar 3 sampai Gambar 10.



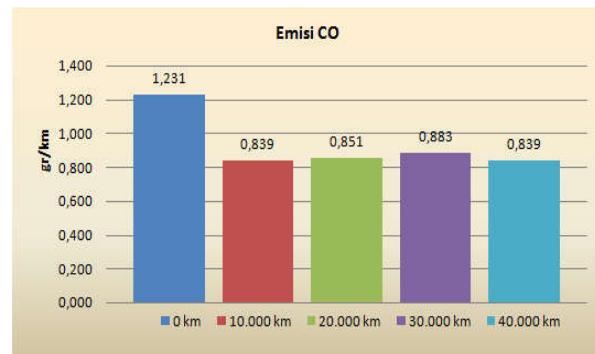
Gambar 3. Grafik daya kendaraan

Gambar 3 menunjukkan daya (*power*) maksimum kendaraan pada saat awal uji jalan mencapai 83,7 kW, dan mengalami peningkatan pada periode berikutnya sebesar 88,01 kW dan 88,74 kW, 89,97 kW dan 88,85 kW. Daya engine kendaraan tersebut mengalami peningkatan sebesar 7,5%. Adanya perbedaan power pada 0 km dengan jarak tempuh lainnya dapat dipertimbangkan karena kondisi engine pada 0 km belum optimal karena friksi yang masih relatif tinggi. Dari 10 ribu km, kondisinya

relatif stabil pada kisaran daya 88 kW sampai 89 kW.

Pada pengujian power juga terlihat bahwa pemakaian B20 tidak menimbulkan pengaruh terhadap perubahan power yang dihasilkan sampai dengan jarak tempuh 40 km kecuali pada awal km. Power kendaraan maksimum terjadi pada kecepatan kendaraan 100 km/jam.

Karbon Monoksida merupakan gas beracun, tak berwarna dan tak berbau, dikeluarkan dari exhaust kendaraan sebagai akibat pembakaran yang tak sempurna [1]. Emisi CO umumnya terbentuk pada kondisi pembakaran rich ($\lambda < 1$), meskipun demikian pada kondisi real pengoperasian engine juga ditemukan adanya gas buang CO dengan jumlah yang sedikit pada kondisi lean ($\lambda > 1$) [2]. Karbon monoksida merupakan gas berbahaya bagi kesehatan, dapat masuk ke dalam aliran darah melalui paru-paru membentuk carboxyhemoglobin yang dapat menghambat kemampuan darah dalam membawa oksigen menuju organ dan jaringan dalam tubuh [3].



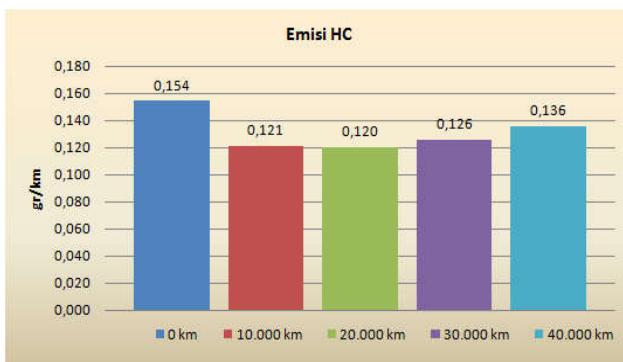
Gambar 4. Grafik emisi CO

Dari Gambar 4 diketahui nilai emisi CO sebesar 1,231 g/km pada awal pengujian dan mengalami penurunan sebesar 0,839 g/km, 0,851 g/km, 0,883 g/km dan 0,839 g/km pada kilometer sampai dengan 40.000 km. Penurunan emisi CO sampai mencapai 31,8%.

Pada km awal (0 km) emisi CO tampak lebih tinggi dan mengalami penurunan mulai pada jarak tempuh 10.000 km. Emisi CO tampak relatif stabil dengan nilai kisaran sekitar 0.8 g/km mulai dari km 10.000. Emisi CO pada km awal lebih tinggi dimungkinkan karena komponen-komponen pada kondisi baru masih memiliki friksi yang relatif besar dan masih memerlukan penyesuaian komponen. Trend emisi CO yang relatif stabil selama rentang waktu pengujian menunjukkan bahwa pemakaian bahan bakar B20 tidak berdampak negatif terhadap perubahan emisi CO yang dihasilkan.

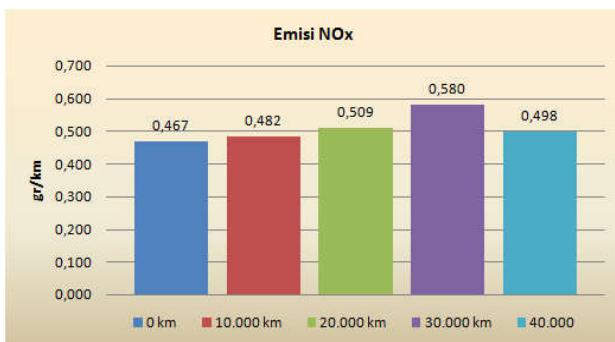
Emisi CO yang dihasilkan dengan menggunakan bahan bakar B20 selama rentang waktu jarak tempuh pengujian masih masuk dalam ambang

batas regulasi emisi Euro 2 yang berlaku di Indonesia saat ini.



Gambar 5. Grafik emisi Total Hydrocarbon

Emisi Total Hydrocarbon sebesar 0,154 g/km pada awal pengujian dan mengalami penurunan sebesar 0,121 g/km, 0,120 g/km, 0,126 g/km dan 0,136 g/km sampai dengan 40.000 km. Penurunan tersebut sampai mencapai 22,1%. Secara keseluruhan trend untuk emisi Hidrokarbon sama dengan power maupun emisi Karbon monoksida dimana pengaruh dari running in engine merupakan penyebab relatif tingginya nilai emisi yang dihasilkan dibandingkan jarak tempuh lainnya.



Gambar 6. Grafik emisi NOx

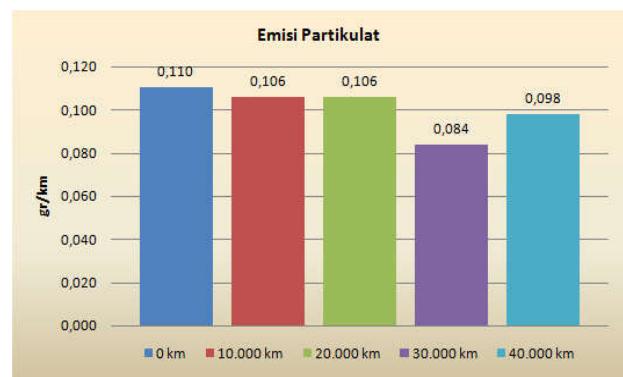
Dalam regulasi emisi kendaraan, NOx didefinisikan sebagai penjumlahan dari gas NO + NO₂. Gas NOx terbentuk melalui proses oksidasi nitrogen dengan adanya tekanan dan temperatur yang tinggi pada silinder [2]. Pencemaran udara oleh gas NOx dapat menyebabkan timbulnya Peroxy Acetyl Nitrates yang disingkat dengan PAN. Peroxy Acetyl Nitrates ini menyebabkan iritasi pada mata yang menyebabkan mata terasa pedih dan berair [4,5]. NOx dapat bereaksi dengan komponen organik lainnya yang ada di udara dengan adanya bantuan sinar matahari membentuk *ground level ozone* yang merupakan komponen utama terbentuknya kabut di daerah perkotaan. Ozone pada *ground level* dapat berakibat buruk pada pernapasan [6,7] .

Dari Gambar 7 diketahui nilai emisi NOx sebesar 0,467 g/km pada awal pengujian dan mengalami peningkatan sebesar 0,482 g/km pada

kilometer 10.000, 0,509 g/km pada kilometer 20.000, 0,580 g/km pada kilometer 30.000 dan 0,498 g/km pada kilometer 40.000. Peningkatan emisi NOx sampai mencapai 24%.

Dari hasil pengujian emisi NOx, dari 0 km hingga 40.000 km dengan menggunakan bahan bakar B20 memiliki trend yang hampir sama, dengan nilai kisaran 0.5-0.6 g/km, hal ini menunjukkan bahwa selama jarak tempuh pengujian, penggunaan bahan bakar B20 tidak terlalu berpengaruh pada pembentukan emisi NO_x.

Dari hasil pengujian emisi THC + NOx masih masuk dalam ambang batas regulasi yang berlaku.



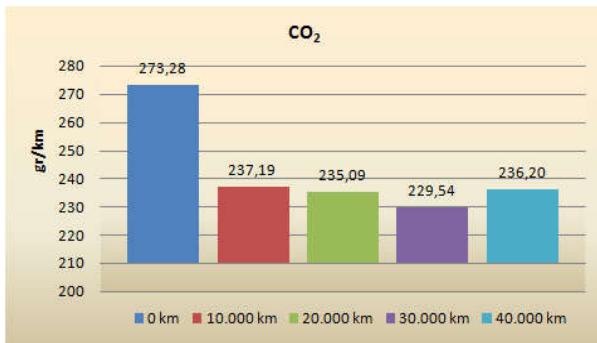
Gambar 7. Grafik emisi Partikulat

Partikulat merupakan produk pembakaran tidak sempurna dari bahan bakar hidrokarbon dan sebagian kecil juga dapat berasal dari pelumas [8]. Massa partikulat diatur dalam regulasi sebagai salah satu sumber polutan udara. Komposisi partikulat bukan hanya berupa atom karbon yang dikenal sebagian soot, akan tetapi juga terdiri dari beberapa komponen organik, sulfat, nitrat, maupun bahan bakar/pelumas yang tak terbakar sempurna [2]. Ukuran partikulat dari mesin diesel biasanya dibawah 1 μm [8], dan dalam beberapa tahun terakhir partikulat dengan ukuran sangat kecil (<0.1 μm) menjadi perhatian terkait efek buruk yang ditimbulkan terhadap kesehatan.

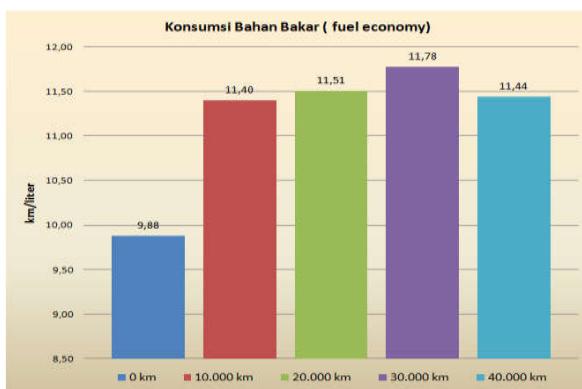
Dari Gambar 7 diketahui nilai emisi partikulat sebesar 0,110 g/km pada awal pengujian dan mengalami penurunan sebesar 0,106 g/km, baik itu pada kilometer 10.000 maupun kilometer 20.000, 0,084 pada kilometer 30.000 dan 0,098 pada kilometer 40.000. Penurunan emisi partikulat sampai dengan 23,6% pada kilometer 30.000.

Gas karbon dioksida merupakan produk utama hasil pembakaran sempurna dari bahan bakar hidrokarbon. Emisi karbon dioksida (CO₂) menunjukkan angka 273,278 g/km pada awal pengujian dan mengalami penurunan sebesar 237,190 g/km pada kilometer 10.000, 235,091 g/km pada kilometer 20.000, 229,539 g/km pada kilometer 30.000 dan 236,197 g/km pada kilometer 40.000. Penurunan emisi CO₂ sampai mencapai 16%. Penurunan

emisi CO₂ yang dihasilkan dari 10 ribu km sampai dengan 40 km menunjukkan bahwa pembakaran untuk memperoleh daya yang sama dibandingkan 0 km lebih efisien sehingga berakibat pada rendahnya CO₂ yang dihasilkan.

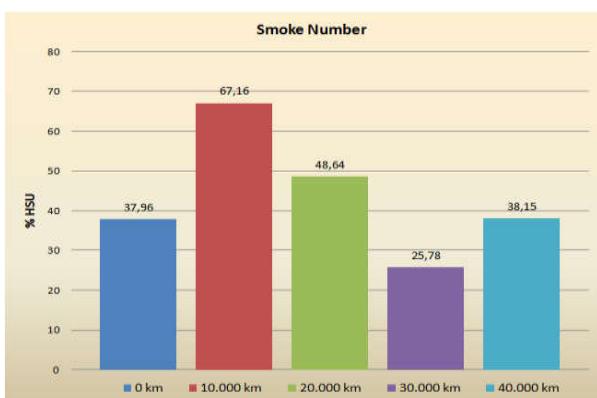


Gambar 8. Grafik Emisi CO₂



Gambar 9. Grafik fuel economy

Fuel economy kendaraan uji sebesar 9,88 km/liter mengalami peningkatan sebesar 11,40 km/liter pada kilometer 10.000 dan 11,51 km/liter pada kilometer 20.000. Dan setelah kilometer 20.000 konsumsi bahan bakar, jarak yang ditempuh tiap liter bahan bakar mengalami penurunan yaitu 11,78 km/liter pada kilometer 30.000 dan 11,44 km/liter pada kilometer 40.000.



Gambar 10. Grafik emisi Opasitas Smoke

Peningkatan *fuel economy* sampai mencapai 19,2%. Hasil untuk *fuel economy* sejalan dengan

hasil untuk emisi CO, THC dan CO₂ dimana kondisi engine yang relatif stabil dapat menghasilkan kondisi pembakaran yang lebih efisien sehingga *fuel economy*nya lebih tinggi setelah 10.000 km.

Grafik emisi kepekatan asap (opasitas) kendaraan uji *pick-up* menunjukkan angka 37,96% HSU pada awal pengujian dan meningkat menjadi 67,16 % HSU pada kilometer 10.000 dan selanjutnya mengalami penurunan menjadi 48,64% HSU pada kilometer 20.000, 25,78 HSU pada kilometer 30.000 dan 38,15 HSU pada kilometer 40.000 .

Kesimpulan

Uji jalan sampai dengan 40.000 kilometer dengan menggunakan kendaraan angkut barang, yaitu mobil *pick-up* telah berhasil dilaksanakan dengan tidak mengalami kendala yang berarti. Setelah pengujian jalan (*road test*) sampai dengan 40.000 kilometer, unjuk kerja belum mangalami penurunan yang signifikan.

Emisi CO, THC, partikulat, dan CO₂ mengalami penurunan setelah kilometer 10.000 dan selanjutnya tidak mengalami perubahan yang signifikan. Untuk gas CO₂ penurunan setelah 10.000 kilometer cukup tajam. Hal ini menunjukkan pembakaran bahan bakar B20 setelah kilometer 10.000 kilometer menjadi lebih baik.

Untuk emisi NO_x sedikit mengalami kenaikan dan relatif tetap (stabil) setelah kendaraan menempuh kilometer 10.000. Kenaikan emisi NO_x ini terlihat tidak cukup drastis (signifikan) sejalan dengan penurunan emisi CO, THC, partikulat dan CO₂.

Data konsumsi bahan bakar (*fuel economy*) menunjukkan terjadi kenaikan setelah kendaraan menempuh jarak 10.000 kilometer. Kenaikan *fuel economy* ini sampai dengan 40.000 kilometer stabil pada kisaran nilai 11 km/liter. Untuk emisi smoke kendaraan, terlihat bervariasi antara 25 sampai dengan 68 HSU.

Referensi

- [1] Anonymous.2008, Health Effects from Automobile Emissions. Washington State Department of Ecology, <https://fortress.wa.gov/ecy/publications/documents/0002008.pdf>
- [2] Adachi, M., and Nakamura, H.,2013, *Engine Emissions Measurement Handbook*, SAE International, Warrendale, Pennsylvania, USA
- [3] EPA.1993, Automobiles and Carbon Monoxide. U.S. Environmental Protection Agency Office of Mobile Sources EPA 400-F-92-005

- [4] WHO.1977, Environmental Health Criteria No. 4, Oxides of nitrogen. Geneva
- [5] Anonim. Dampak Pencemaran Udara Nitrogen Oksida. <http://airpollution2014.weebly.com/>
- [6] EPA. Human Health and Environmental Effects of Emissions from Power Generation. www3.epa.gov/captrade/documents/power.pdf
- [7] Nerhagen, L., and Janhäll, S.,2015, Exhaust emissions and environmental classification of cars. *VTI notat 3A*
- [8] Zakaria, M., Tambun, J. H., Krisnawati, L., M.Harsono, Rena, T., Darojat, R., Yubaidah, S., Setiapraja, H., and Sukmono, A.,2013, *Evaluasi Penataan Baku Mutu Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Tipe Baru-2013*, Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia