

ANALISA PERFORMA DAN KONSUMSI BAHAN BAKAR PADA MESIN 4-TAK 113CC MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR CAMPURAN PREMIUM DAN ETHANOL

Muhamad Hafidz Firdaus Priatama^{1*}, Imron Rosyadi², Yusvardi Yusuf³

¹²³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa,
Jl Jendral Sudirman KM.3 Kota Cilegon, Banten

Email: *firdaushafidz@gmail.com

ABSTRACT

The use of a fuel mixture of gasoline and ethanol can reduce the PM2.5 (Particulate Matter) value in the air by 0.3-0.4 $\mu\text{g m}^{-3}$. This research aims to see the performance of a 4-stroke engine 113cc in standard conditions using a mixture of premium and ethanol. This research learns 5 types of mixture, E0, E10, E15, E20, and E25. The fuels was tested at 5 engine speed 4000, 4500, 5000, 5500, and 6000 rpm, at prony brake dynamometer to measuring performance, fuel consumption and Specific Fuel Consumption (SFC). The results of research show that the highest torque and power is the E15 mixture, that is 8.90 Nm at 5500 rpm and the power obtained is 5.529 kW at 6000 rpm. Meanwhile, the lowest fuel consumption value is found in the E10 with a value of 169.78 gr/hour at 4500 rpm. The lowest SFC value of all fuels is the E15 at 5000 rpm on 27.565 gr/kW.h. This is the lowest of any other fuel, because the Research Octane Number value is following the compression ratio of the engine, so there is no delay in ignition symptoms that occur during the combustion system. The viscosity value also contributes to the difference in data.

Keywords: performance, SFC, premium and ethanol fuel

PENDAHULUAN

Pemakaian bahan bakar campuran antara bensin dan etanol dengan kadar minimal 10% dapat menurunkan partikel PM2.5 (*Particulate Matter*) yang ada diudara sebesar 0,3-0,4 $\mu\text{g m}^{-3}$. PM2.5 adalah partikel yang terbentuk dari hasil pembakaran bahan bakar yang jika dihirup oleh manusia akan menyebabkan masalah kesehatan. Sementara untuk kadar NOx, penggunaan bahan bakar campuran bensin dan etanol dengan kadar 10% dapat meningkat hingga 0,4-0,5 $\mu\text{g m}^{-3}$. Walaupun begitu, penggunaan bahan bakar jenis ini, dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan berdasarkan perkiraan mortalitas dan paparan jangka panjang [1].

Etanol memiliki nilai *Research Octane Number* (RON) yang tinggi. Untuk itu, dalam penggunaannya pada mesin kendaraan, harus membutuhkan rasio kompresi yang tinggi. Etanol sebagai bahan aditif campuran terhadap bensin dengan persentase campuran yang tepat, membuat etanol dapat digunakan pada kendaraan yang sudah beredar di Indonesia tanpa dilakukan modifikasi [2]. Pencampuran antara bensin dan etanol dapat meningkatkan kadar rasio antara oksigen dan karbon. Hasil pencampuran ini akan menyebabkan kelebihan pada *Air Fuel Ratio* (AFR) bahan bakar, khususnya pada campuran etanol yang lebih tinggi. Kelebihan

AFR, dapat menyebabkan penurunan pada kecepatan nyala bahan bakar dan temperature pada ruang bakar [3]. Campuran bensin yang digunakan pada penelitian ini, adalah bensin jenis Premium yang merupakan produk dari PT Pertamina. Premium memiliki nilai RON 88 yang merupakan bensin tingkat terendah yang dimiliki oleh PT Pertamina. Menurut Saifudin, dkk (2018), penambahan bioethanol tetes tebu 99,71% pada bensin Premium dengan persentase 15% volume, akan menambah oktan menjadi RON 93,25, dan penambahan bioethanol sebanyak 20% dapat menambah oktan menjadi RON 95 [4]. Penambahan etanol sebanyak 20% dapat menambah nilai RON bahan bakar sebesar 11% [5]. Penelitian yang sudah dilakukan tersebut, membuktikan bahwa pencampuran etanol pada bahan bakar yang memiliki nilai RON rendah, dapat meningkatkan karakteristik nilai oktan bahan bakar [4,5]. Penambahan etanol juga dapat mengurangi nilai kalor bahan bakar. Pada penelitian yang dilakukan oleh Priatama, dkk (2020), menunjukkan bahwa penambahan kadar bioethanol pada bensin premium murni dapat menurunkan nilai kalor bahan bakar [6].

Pada penelitian sebelumnya, penggunaan bahan bakar campuran premium dan etanol dapat meningkatkan jarak tempuh, dikarenakan bahan bakar ini dapat meningkatkan kehematan bahan bakar. Pada

penelitian yang dilakukan oleh Winanda & Sudarmanta, (2016), menyimpulkan bahwa terjadi penurunan konsumsi bahan bakar spesifik sebesar 7,92% pada penggunaan bahan bakar E10 jika dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar premium [7]. Bahan bakar ini, juga berhasil menaikkan torsi sebesar 4,2% dan daya rata-rata sebesar 2,96% jika dibandingkan dengan premium [7]. Selain etanol, ada juga TEL (*Tetraethyl Lead*) yang merupakan zat aditif bahan bakar untuk menambah oktan bahan bakar. Namun, TEL adalah senyawa timbal yang menghasilkan sisa pembakaran yang beracun [8]. Bahan bakar campuran bensin dan etanol ini juga, memiliki kelebihan yaitu dapat menghasilkan emisi yang rendah. Dengan mengatur AFR secara tepat, akan didapatkan nilai emisi yang terendah [9].

Pada penelitian ini menggunakan metode pengujian performa daya dan torsi dengan menggunakan sistem yang sama seperti dinamometer *prony brake* atau tipe gesek. Yaitu daya diukur menggunakan besaran gaya pada saat sistem rem beroperasi. Kelebihan dari dinamometer ini selain biayanya lebih murah, adalah angka yang terbaca, adalah besaran gaya yang dihasilkan dari proses pengereman lalu dianalisis menggunakan rumus menjadi daya dan torsi yang sebenarnya dihasilkan oleh mesin. Dikarenakan pengambilan data dilakukan pada poros utama, bukan poros transmisi. Selain itu, pada penelitian ini, juga menggunakan mesin uji yang banyak dipakai oleh masyarakat. Yaitu menggunakan mesin 4-langkah dengan kubikasi ruang bakar 113cc dengan rasio kompresi 9,3:1. Mesin ini dipilih untuk digunakan penelitian, dikarenakan mesin ini banyak digunakan pada kendaraan sepeda motor yang luas beredar dimasyarakat. Oleh karena itu, cocok digunakan untuk keperluan penelitian dan pengembangan terhadap bahan bakar cair pengganti minyak bumi.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kinerja mesin 4-langkah dengan kubikasi

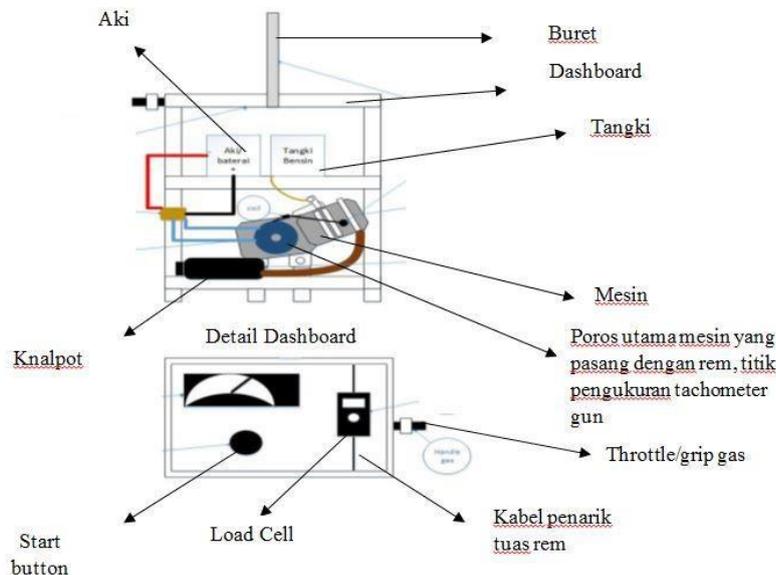
113cc dalam kondisi standar menggunakan bahan bakar campuran Premium dan etanol, dan mengetahui apakah diperlukan modifikasi pada mesin ini jika menggunakan bahan bakar campuran bensin Premium dan etanol. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan ide kepada masyarakat dan pabrikan dalam mengaplikasikan etanol pada kendaraannya dengan biaya rendah dan hasil yang mumpuni.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini memiliki dua kegiatan, yaitu pembuatan dan pengujian. Kegiatan tersebut dilakukan di Laboratorium Teknologi Manufaktur dan Laboratorium Prestasi Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa pada bulan Agustus - September 2020. Dalam pembuatan bahan bakar campuran ini, digunakan bahan bakar Premium RON 88 dan Etanol 99,8% (*Fuel Grade Ethanol*). Proses pembuatan bahan bakar dilakukan dengan mencampur bahan bakar dengan perbandingan v/v (volume/volume) sesuai spesifikasi campuran yang diinginkan yang dimasukkan wadah dan digunakan mesin pengaduk untuk mencampur. Pengadukan dilakukan pada putaran 300 rpm selama 5 menit dan kemudian dilakukan pengujian masa jenis bahan bakar campuran untuk memastikan persentase pencampuran telah sesuai. Jika sudah sesuai, bahan bakar siap digunakan pengujian. Parameter performa mesin meliputi Daya, Torsi, FC (*fuel consumption*) dan SFC (*specific fuel consumption*).

Alat Pengujian Performa Mesin

Mesin yang digunakan pada penelitian ini adalah Mesin Yamaha Mio J 113cc. Pengujian performa dan konsumsi bahan bakar, dilakukan dengan menghubungkan mesin tersebut dengan alat yang terdiri dari *load cell*, buret dengan volume 50 ml, *tachometer gun*, rem hidrolik sepeda motor, sebagaimana ditunjukkan pada skema penelitian pada Gambar 1. Adapun spesifikasi mesin yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 1.



Gambar 1. Skema alat pengujian

Tabel 1. Spesifikasi mesin uji

Tipe Mesin	Jumlah Silinder	Diameter x langkah	Rasio kompresi	Daya	Torsi
4-Tak, 2 Valve SOHC, Pendingin kipas	Cylinder tunggal/mendatar	50,0 x 57,9 mm	9,3 : 1	5,7 kW / 5,000 rpm	8,5 N.m / 5,000 rpm

Bahan bakar yang digunakan

Pembuatan bahan bakar dilakukan dengan cara mencampur bensin Premium dengan etanol, dimana etanol yang digunakan 99,8%, merupakan etanol fuel grade, sehingga mudah bersatu dengan bensin dikarenakan kandungan air yang sangat sedikit bahkan hampir tidak ada. Adapun komposisi campuran adalah E0 (100% bensin), E10 (10% etanol), E15 (15% etanol), E20 (20% etanol) dan E25 (25% etanol).

Prosedur Pengujian Konsumsi Bahan Bakar

Parameter yang diukur dari alat uji ini adalah gaya rem maksimal untuk menghentikan putaran mesin dan konsumsi bahan bakar. Untuk nilai gaya rem didapat dari angka pada *load cell*. Dari angka tersebut lalu dianalisa menjadi daya dan torsi. Pengukuran konsumsi bahan bakar, dapat diketahui volume pengurangan bahan bakarnya melalui buret. Berikut perhitungan yang digunakan untuk menganalisa [10,11] :

- Daya

$$P = \frac{2\pi N_d}{60\alpha}$$

- Torsi

$$\tau = F \mu k r m$$

- Konsumsi bahan bakar

$$FC = \frac{\text{Massa bahan bakar (gr)}}{\text{waktu (jam)}}$$

- Konsumsi bahan bakar spesifik

$$SFC = \frac{FC \left(\frac{gr}{jam}\right)}{\text{Daya (kW)}}$$

Kondisi Pengujian Daya, Torsi, FC dan SFC

Pada pengujian ini memiliki beberapa kondisi pengujian yang dibuat seragam pada setiap kegiatan pengujian 6 tipe bahan bakar tersebut yaitu:

- Suhu ruangan pada saat melakukan pengujian adalah 29°C.
- Suhu pada seluruh bahan bakar pada saat melakukan pengujian adalah 25°C.
- Setiap melakukan pergantian bahan bakar uji, selalu dilakukan pembersihan terhadap deposit pada sistem pengabutan dan ruang bakar menggunakan cairan *injector cleaner*.
- Dinamometer yang digunakan pada pengujian adalah dynamometer tipe gesek, menggunakan rem tipe hidrolik yang dihubungkan langsung dengan poros mesin dan pembacaan gaya rem menggunakan alat *load cell*.
- Tidak dilakukan modifikasi mesin uji.

Prosedur Pengujian Daya dan Torsi

Prosedur pengujian daya dan torsi menggunakan angka yang terdapat pada *load cell*. Prosedur pengujian dilakukan dengan memasukkan bahan bakar yang ingin diuji ke dalam tangki bahan bakar yang sudah dihubungkan dengan sistem pada mesin; Mesin dioperasikan pada kondisi *idle* selama 5-10 menit, yang bertujuan agar proses pembakaran dan pelumasan pada seluruh bagian mesin lebih sempurna; Setelah selesai *idle* 5-10 menit, putaran mesin diatur pada variasi 4000, 4500, 5000, 5500, dan 6000 rpm; Ketika putaran mesin sudah tercapai, memutar baut yang terhubung dengan *load cell* dan rem hidrolik hingga mesin berhenti beroperasi; Jika sudah berhenti beroperasi, mencatat nilai yang tercatat pada *load cell*, dan dilakukan analisa daya dan torsi dari nilai beban pada *load cell* tersebut.

Untuk pengujian konsumsi bahan bakar, data yang diambil adalah lama waktu yang digunakan mesin untuk menghabiskan 10 ml bahan bakar. Adapun prosedur pengambilan data konsumsi bahan bakar adalah sebagai berikut:

- Langkah pertama, mengisi bahan bakar pada tangki hingga buret uji terisi penuh, yaitu sebanyak 50 ml. Kemudian, mesin dioperasikan pada kondisi *idle* dengan waktu 5-10 menit agar pembakaran pada mesin menjadi lebih optimal dan semua bagian mesin terlumasi dengan baik. Jika saat proses pemanasan pada kondisi *idle* menghabiskan cukup banyak bahan bakar, maka buret diisi bahan bakar kembali hingga penuh;
- Mengatur variasi putaran mesin;
- Menghitung pengurangan waktunya, *lap time* waktu pada *stopwatch* setiap ada pengurangan 10 ml bahan bakar selama 3 kali;
- Waktu yang menunjukkan konsumsi bahan bakar dan konsumsi bahan bakar spesifiknya dicatat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Masa Jenis Bahan Bakar Campuran

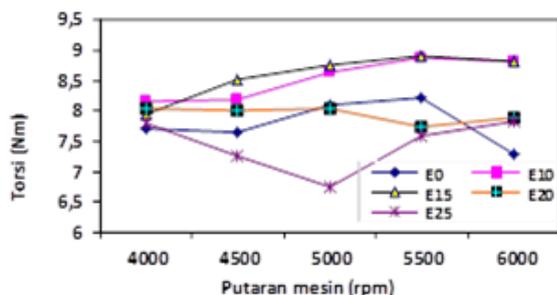
Hasil pengujian masa jenis bahan bakar dan campurannya ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Massa jenis bahan bakar

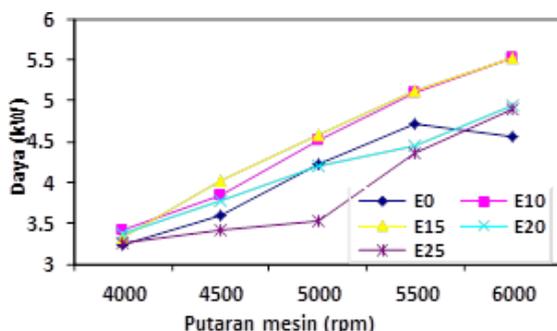
Jenis bahan bakar	Massa jenis (kg/m ³)
E10	721,6
E15	737,3
E20	738,6
E25	742,6
Premium (E0)	714
Etanol	788,3

Daya dan Torsi

Pada grafik torsi dan daya seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan 3, terlihat bahan bakar E10 dan E15 paling unggul, dimana daya maksimal 5,52 kW pada putaran mesin 6000rpm pada kedua bahan bakartersebut dan torsi 8,87 Nm dan 8,90 Nm pada 5500 rpm. Ini dikarenakan pada bahan bakar E10 dan E15, memiliki nilai oktan yang lebih tinggi 5% dan 9% dari nilai RON yang dimiliki bensin premium [5]. Semakin tinggi nilai oktan bahan bakar, maka semakin sulit bahan bakar tersebut untuk terbakar pada mesin yang memiliki rasio kompresi rendah. Nilai oktan yang paling sesuai dengan rasio kompresi mesin, maka bahan bakar pun dapat lebih terbakar habis diruang bakar yang menyebabkan bahan bakar berhasil terkonversi menjadi daya.



Gambar 2. Grafik Torsi



Gambar 3. Grafik daya

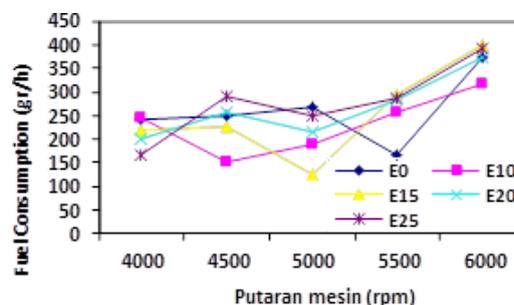
Pada bahan bakar E0 atau bensin premium, memiliki nilai daya dan torsi maksimal yang paling rendah. Yaitu dengan daya maksimal 4,72 kW dan torsi maksimal 8,20 Nm pada putaran mesin 5500 rpm. Ini disebabkan karena oktan bahan bakar yang rendah, oktan yang rendah menyebabkan bahan bakar terbakar sebelum waktunya. Jika bahan bakar terbakar sebelum waktunya, maka tekanan yang dihasilkan dari ledakan bahan bakar diruang bakar menjadi tidak maksimal. Ini menyebabkan daya dan torsi yang dihasilkan menjadi tidak maksimal. Gejala ini disebut *knocking*. Pada bahan bakar E0, gejala ini menyebabkan daya mengalami penurunan pada putaran tinggi, maka temperaturnya juga meningkat. Dikarenakan bahan bakar E0 memiliki nilai RON yang rendah, bahan bakar E0 dapat meledak atau terbakar sebelum waktunya, yaitu saat piston pada posisi TMA (Titik Mati Atas).

Yang menyebabkan piston tidak dapat menghasilkan daya dan torsi yang maksimal.

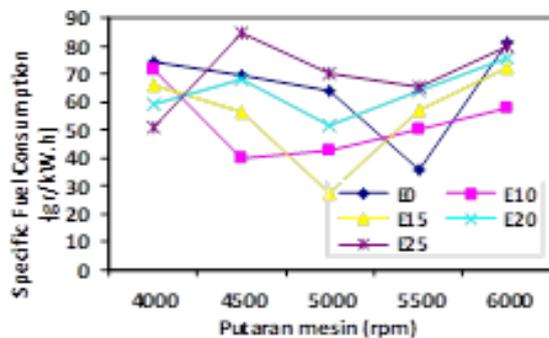
Pada bahan bakar E20 dan E25, adalah bahan bakar yang memiliki oktan yang tinggi. Semakin bertambahnya campuran etanol pada bensin, maka semakin tinggi juga nilai oktan yang terkandung pada bensin premium [12]. Menurut penelitian Arwin, dkk (2019), *ignition delay time* akan semakin bertambah seiring dengan adanya penambahan etanol dalam bensin. Ini dikarenakan, etanol memiliki flashpoint yang lebih tinggi dibandingkan dengan bensin [15]. Oktan yang tinggi pada mesin berkompresi rendah, menyebabkan terjadinya *ignition delay time* pada bahan bakar. Artinya bahan bakar mengalami telat terbakar, bahan bakar yang mengalami telat terbakar pada ruang bakar, menyebabkan daya dan torsi yang dihasilkan menjadi tidak maksimal. Dikarenakan tekanan yang diharapkan dari ledakan bahan bakar tidak tercapai. Selain RON, penyebab lainnya adalah nilai viskositas bahan bakar yang tinggi. Menurut Prasetyo, dkk (2019), bahan bakar E20 memiliki viskositas sebesar 0,4013 Cst dan E25 memiliki viskositas sebesar 0,4024 Cst [14]. Semakin tinggi nilai viskositas suatu bahan bakar, maka proses pengabutan suatu bahan bakar akan semakin sulit.

Konsumsi Bahan Bakar (FC dan SFC)

Pada grafik FC (*fuel consumption*) dan SFC (*specific fuel consumption*) seperti ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5, bahan bakar E10 merupakan bahan bakar yang paling irit di antara seluruh bahan bakar lainnya. Dengan menggunakan nilai oktan yang sesuai, maka diharapkan pembakaran mesin akan jauh lebih sempurna. Pembakaran yang sempurna, akan menghasilkan FC dan SFC yang rendah. Tercatat pada bahan bakar E10, menunjukkan angka 318,16 gr/h untuk FC dan 57,55 gr/kW.h untuk SFC pada 6000 rpm. Sementara, nilai FC dan SFC terendah di semua bahan bakar adalah pada campuran E15 pada putaran 5000 rpm dengan nilai FC dan SFC sebesar 126,423 gr/h dan 27,565 gr/kW.h. Angka ini merupakan terendah dari bahan bakar lainnya.



Gambar 4. Grafik *fuel consumption*



Gambar 5. Grafik *Specific Fuel Consumption*

Sementara, untuk bahan bakar E0 memiliki konsumsi bahan bakar spesifik yang cukup tinggi pada 6000 rpm. Yaitu 81,55 gr/kW.h. Hal ini dikarenakan, bahan bakar Premium memiliki kompresi yang rendah dan dibawah dari yang dianjurkan oleh PT Pertamina dan pabrikan. Hal ini menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna pada putaran mesin yang lebih tinggi, dikarenakan bahan bakar mengalami ledakan sebelum piston pada posisi TMA (Titik Mati Atas). Secara teori, bahan bakar seharusnya baru terbakar dan mendorong piston kebawah untuk melakukan langkah kerja, agar daya dan torsi yang disalurkan lebih optimal. Ini menyebabkan selain daya dan torsi menjadi tidak optimal diakibatkan tekanan yang diharapkan tidak tercapai, juga konsumsi bahan bakar menjadi lebih boros, dikarenakan butuh bahan bakar lebih banyak untuk mencapai daya dan torsi yang diinginkan.

Untuk bahan bakar E15, E20, dan E25, oktannya diatas dari yang dianjurkan oleh pabrikan. Sehingga, pembakaran pada ruang bakar mengalami *ignition delay*, bahan bakar tidak terkonversi dengan baik menjadi daya. Sehingga membutuhkan lebih banyak bahan bakar untuk mencapai daya dan torsi puncak, E25 memiliki nilai SFC tertinggi diantara seluruh bahan bakar lainnya pada putaran mesin 4500rpm. Yaitu dengan nilai SFC 84,82 gr/kW.h, hal ini dikarenakan bahan bakar E25 tidak terkonversi dengan baik menjadi daya. Sehingga banyak bahan bakar yang tidak terkonversi dan dibuang melalui exhaust. Selain itu, nilai viskositas bahan bakar juga mempengaruhi nilai konsumsi bahan bakar. Semakin tinggi kandungan etanol pada bahan bakar, maka viskositas juga akan semakin tinggi.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan, yaitu :

1. Persentase campuran ethanol terbaik adalah 10% dan 15%. Tercatat pada data daya dan torsi, memiliki daya dan torsi maksimal yang paling besar diantara seluruh bahan bakar yang diujikan. Yaitu, daya maksimal 5,52 kW pada putaran mesin 6000rpm di kedua bahan bakar tersebut dan torsi 8,87 Nm dan 8,90 Nm pada 5500 rpm.
2. Bahan bakar yang memiliki konsumsi bahan bakar paling rendah pada putaran 6000 rpm adalah bahan bakar E10. Ini dikarenakan bahan

bakar E10 memiliki RON yang sesuai dengan kompresi yang dimiliki mesin uji. E10 juga memiliki grafik yang bagus dan cenderung stabil, dari putaran 4500 rpm hingga 6000 rpm. Pada grafik konsumsi bahan bakar spesifik, bahan bakar E10 juga memiliki grafik yang stabil. Dari putaran 4000 rpm hingga 6000rpm. Seluruh bahan bakar terkonversi menjadi daya dengan cukup baik pada bahan bakar E10.

SARAN

Saran yang dapat diajukan pada penelitian ini adalah :

1. Melakukan uji emisi seperti yang dilakukan untuk memperkuat analisa performa dan konsumsi bahan bakar, yang merupakan salah satu indikator untuk mengetahui pemborosan pada bahan bakar.
2. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan penelitian menggunakan mesin uji yang sama digunakan oleh mobil untuk mengetahui apakah bahan bakar ini bisa diaplikasikan pada mobil.
3. Untuk mendapatkan hasil daya, torsi serta konsumsi bahan bakar spesifik yang bagus pada bahan bakar diatas E15, perlu dilakukan modifikasi pada mesin uji.
4. Penambahan etanol dapat meningkatkan viskositas bahan bakar bensin, sehingga proses pengabutan bahan bakar menggunakan injektor akan semakin sulit. Untuk itu, bahan bakar ini perlu dilakukan penelitian untuk menurunkan nilai viskositas bahan bakar agar pengabutan bahan bakar bensin dengan campuran etanol yang tinggi semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Liang, X., Zhang, S., Wu, X., Guo, X., Han, L., Liu, H., Wu, Y., & Hao, J. (2020). Air quality and health impacts from using ethanol blended gasoline fuels in China. *Atmospheric Environment*, 228. February 2020.
- [2] Lewerissa, Y. J. (2011). Pengaruh Campuran Bahan Bakar Bensin Dan Etanol Terhadap Prestasi Mesin Bensin. *Politeknik Katolik Saint Paul Sorong*, 05(2), 137–146.
- [3] Sakthivel, P., Subramanian, K. A., & Mathai, R. (2020). Experimental study on unregulated emission characteristics of a two-wheeler with ethanol-gasoline blends (E0 to E50). *Fuel*. Vol. 262. 116-504.
- [4] Saifudin, Mochammad ; I, W. S. (2018). Uji Performa Dan Uji Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor Berbahan Bakar Bioethanol Dari Tetes Tebu. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya*, 87–92.
- [5] Wibowo, C. S., Sugiarto, B., Zikra, A., Budi, A., Mulya, T., & Maymuchar. (2018). The Effect Of Gasoline-Bioethanol Blends To The Value Of Fuel's Octane Number. *E3S Web of Conferences*, 67, 4–6.

- [6] Pratama, Wahyu Aditya ; Trisna, I. (2020). Analisa Campuran Bahan Bakar Bioetanol dari Nira Tebu Dengan Bahan Bakar Premium Terhadap Nilai Kalor Dan Unjuk Kerja Mesin 4 Langkah. *Journal Mechanical and Manufacture Technology*, 1(1), 30–37.
- [7] Winanda, P. H., & Sudarmanta, B. (2016). Uji Unjuk Kerja dan Durability 5000 Km Mobil. *Jurnal Teknik ITS*, 5(2), 678–683
- [8] Amrullah, A., Syahrir, M., & Januar, F. (2019). Analisis Prestasi Mesin Dengan Bahan Bakar Campuran Etanol Dan Premium. *J-Move: Jurnal Teknik Mesin*, 1(1).
- [9] Sukardi ; Pribadi, M.Agung ; Sampurno, A. (2019). Pengaruh Penyetelan Mesin Menggunakan BB Gasohol E15 terhadap Emisi. *Jurnal Energi Dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, 02(01), 1-6.Juni 2019
- [10] Khurmi, R. S., & Gupta, J. K. (2005). a Textbook of Machine Design. In Garden (Issue I).
- [11] SNI 8051-2014. 2014. Metode Uji Unjuk Kerja Motor Bakar Cetus Api Berpendingin Udara Ukuran Kecil Untuk Kegunaan Umum
- [12] Kheiralla, A. F., & Tola, E. (2017). Advances in Bioresearch Performance of ethanol-gasoline blends of up to E35 as. *Advances in Bioresearch*, Vol 8(5) September 2017, 130–140.
- [13] Arwin, dkk (2019). Karakteristik Pembakaran Droplet Campuran Bahan Bakar Bensin-Etanol. *Seminar Nasional Inovasi Dan Aplikasi Teknologi Industri 2019*, 291–296. Februari 2019.
- [14] Prasetyo, dkk (2019). Unjuk Kerja Api Dari Bioetanol Umbi Walur (*Amorphopallus Variabilis*) *JPTM Universitas Negeri Surabaya*, 08 (2019), 6–11.
- [15] Abdullah, I., Nurdin, J., & Anis, M. (2015). Analisa Unjuk Kerja Mesin Honda Astrea C 800 Dengan Bahan Bakar. *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi 2015*, January 2