

**ANALISIS CAMPURAN ETHANOL – NILAI OKTAN 92 DAN KONDUKTIFITAS
TERMAL BUSI TERHADAP DAYA DAN EMISI MOTOR 110 CC**
**(ANALYSIS OF ETHANOL MIXTURE – OCTANE VALUE OF 92 AND
THERMAL CONDUCTIVITY OF THE SPARK PLUG ON POWER
AND MOTOR EMISSIONS 110 CC)**

Mohammad Firman Rachmansyah⁽¹⁾, Sugeng Hadi Susilo⁽²⁾

^(1,2) Teknik Otomotif Elektronik , Politeknik Negeri
Malang 1 JL. Soekarno Hatta No. 09 Malang - 65141

Email : rachmasyahf1@gmail.com

ABSTRAK

Bahan bakar merupakan komponen utama dalam proses pembakaran di ruang bakar kendaraan. Untuk meminimalisir penggunaan bahan bakar fosil yang semakin meningkat, diperlukan bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak bumi. Busi adalah komponen penting yang berfungsi sebagai proses pengapian didalam ruang bakar. Busi memberikan percikan bunga api yang nantinya akan memicu pembakaran di ruang bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh percampuran bahan bakar bioethanol terhadap daya dan emisi gas buang dengan perbandingan konduktifitas termal busi standar dan iridium. Metode penelitian ini menggunakan metode eksperimental serta analisis data. Variabel bebas dalam penelitian adalah oktan 92, konduktifitas termal busi standar dan iridium. Variable kontrol putaran mesin mulai dari 3000 RPM, 4000 RPM, 5000 RPM, 6000 RPM dan Variabel terikat dalam penelitian ini adalah daya dan emisi gas buang. Hasil penelitian ini menunjukkan penggunaan bioethanol sebesar 30% menghasilkan daya sebesar 7,93 hp pada Rpm 6000 menggunakan konduktifitas termal busi iridium dan menghasilkan emisi yang sangat baik juga.

Kata Kunci: *Bahan bakar, Bioethanol, Daya, Emisi Gas Buang.*

ABSTRACT

Fuel is the main component in the combustion process in the vehicle's combustion chamber. To minimize the increasing use of fossil fuels, alternative fuels are needed to replace petroleum. Bioethanol can be used as an alternative fuel to replace petroleum. Spark plug is an important component that functions as an ignition process in the combustion chamber. Spark plugs provide sparks which will trigger combustion in the combustion chamber. This study aims to determine the effect of mixing bioethanol fuel on power and exhaust emissions by comparing the thermal conductivity of standard and iridium spark plugs. This research method uses experimental methods and data analysis. The independent variables in this study were octane 92, the thermal conductivity of standard and iridium spark plugs. The engine speed control variables start from 3000 RPM, 4000 RPM, 5000 RPM, 6000 RPM and the dependent variables in

this study are power and exhaust emissions. The results of this study indicate that the use of 30% bioethanol produces a power of 7.93 hp at Rpm 6000 using iridium spark plug thermal conductivity and produces very good emissions as well.

Keywords: Bioetanol, Fuel, Exhaust Emission, Power

PENDAHULUAN

Semakin menipisnya bahan bakar merupakan salah satu perhatian utama yang berlaku di dunia ini, khususnya di negara maju. Peningkatan populasi, industrialisasi, transportasi yang lebih baik, menjadikan bahan bakar fosil yang terus menerus dipakai di berbagai sektor menjadi penyebab utama kelangkaan bahan bakar fosil. Ini membuat tantangan besar bagi umat manusia untuk mengatasinya [1]. Kebutuhan yang meningkat tajam, biaya bahan bakar dan emisi berbahaya mengharuskan adanya inovasi terbaru yaitu alternatif bahan bakar fosil yang digunakan secara terus menerus [2].

Rata rata di negara berbasis agro membuang sekitar 20–30% dari limbah buah dan sayuran yang dipanen karena suhu yang tidak memadai dan fasilitas penyimpanan yang buruk saat ekspor dan import. Sejak populasi tumbuh hari pada siang hari, kebutuhan akan makanan juga meningkat. Di pasar, jumlah limbah buah dan sayuran dihasilkan dalam kehidupan sehari-hari semakin banyak dan tidak berguna bagi umat manusia. Memanfaatkan limbah ini lebih efisien dari pada harus membuangnya dan menjadi limbah yang besar dalam kehidupan sehari-hari. Limbah yang dihasilkan juga menimbulkan ancaman pemanasan

global pada makanan industri pengolahan. Pada saat yang sama akan menyelesaikan krisis energi sebagai energi terbarukan dapat menjadi salah satu solusi untuk semua masalah. Biofuel telah menunjukkan pengganti yang populer untuk bahan bakar fosil karena kontaminan emisi rendah mereka, pembaharuan dan oksigenasi. Alkohol sebagai bahan bakar alternatif daya tarik telah berkembang pada abad ke-19 dan awal abad ke-20 karena revolusi industri. Strategi 10% pencampuran etanol pada kendaraan komersial telah diterapkan di banyak negara dan sasaran potensialnya adalah pencampuran 20%. Permintaan dan ketersediaan dari etanol dalam beberapa dekade terakhir meningkat hampir tiga kali lipat [3].

Biomassa menghasilkan etanol, yang dihasilkan dari fermentasi gula alkohol. Gula tebu, jagung, singkong, gula rumput, gula bit, biji anggur, kayu, bunga matahari kedelai dan masih banyak yang lainnya digunakan sebagai biomassa dalam pengolahan etanol [4].

Proses fermentasi digunakan terutama untuk pengolahan dan pemisahan etanol, tetapi membutuhkan distilasi lebih lanjut untuk pemurnian. [5].

Berbagai teknologi fermentasi etanol telah diuji dengan bahan baku pati dan gula bakteri. Dibandingkan dengan bakteri ragi *Saccharomyces Cerevisiae*, produksi etanol dan produktivitas *Zymomonas mobilis* ditemukan jauh lebih tinggi tetapi tidak dapat menggantikan *Saccharomyces Cerevisiae* karena kisaran spesifiknya substrat. Analisis menyeluruh tentang ruang lingkup dan kemungkinan untuk menggabungkan campuran bahan bakar etanol dan output mesin untuk lebih rendah dan formulasi yang lebih tinggi dengan bahan baku yang berbeda dilakukan fluktuasi kinerja termal, konsumsi bahan bakar dan torsi berbeda tergantung pada jumlah etanol dalam pencampuran serta kondisi kerja mesin. Karena efisiensi volume dan rasio etanol, CO dan partikulat hidrokarbon menurun. Gas buang CO₂ lebih tinggi untuk etanol, dan emisi nitrogen oksida berfluktuasi berdasarkan kondisi kerja mesin [6].

Silinder 4-tak, beban penuh, mesin dengan pengapian percampuran Etanol 10–30% dengan bensin ditemukan lebih sedikit gas buang emisi dan peningkatan hidrokarbon. Pencampuran etanol dan rasio kompresi lebih tinggi, torsi sederhana, tenaga mesin dan peningkatan konsumsi bahan bakar diamati. Pada knalpot HC dan CO telah menurun secara dramatis [7].

MATERIAL DAN METODOLOGI

Pengujian daya mesin pada sepeda motor matik 110cc dengan melakukan pencampuran bioetanol dengan oktan 92 dengan konduktifitas termal busi iridium dan standart. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, yaitu metode penelitian dengan membandingkan antara kelompok uji terhadap standar dengan menggunakan sarana laboratorium sebagai acuan dalam mencari data.

Variabel penelitian ini menggunakan bioetanol dengan bahan bakar pertamax ron92 dengan busi standar dan iridium terdiri dari variabel terikat dan variabel bebas, antara lain:

1. Variabel Bebas (*Independent Variable*) terdiri dari :
 - a. Campuran bioethanol dengan Nilai Oktan 92 (10%-90%).
 - b. Busi standar dan busi iridium.
2. Variabel Terikat (*Dependent Variable*) yaitu daya dan emisi gas buang berupa HC/ppm dan CO(%).
3. Variabel Kontrol (*Control Variable*) yaitu putaran mesin dengan minimum 3000,4000,5000,6000 rpm dengan kenaikan 1000 rpm.

Metode pengambilan data dari pengujian kendaraan yang dilakukan penggantian ECU standar dengan menggunakan ECU *racing* serta kampas kopling sentrifugal standar dan modifikasi yang dilakukan dengan cara melihat hasil data performa mesin dari pembacaan pada komputer *Dynamometer* saat melakukan pengujian.

-
1. Mulai

Merupakan awal proses pengadaan alat dengan berbagai persiapan yang harus dilakukan.
 2. Studi Literatur yang di butuhkan dalam penyusunan skripsi yaitu dasar teori yang berhubungan dengan pengaruh daya dan emisi gas buang berupa HC dan CO.
 3. Persiapan Pengujian
 - Pengadaan alat dan bahan merupakan proses pembelian alat-alat dan mempersiapkan bahan yang akan dilakukan pengujian.
 - *Preventive maintenance* yaitu sebelum kendaraan yang akan dilakukan pengujian sebaiknya dilakukan perawatan berkala.
 4. Pengujian
 - Busi standar yaitu busi pembawaan dari kendaraan yang pertama kali akan dilakukan pengujian dengan menggunakan variabel.
 - Busi Iridium yaitu Busi eksternal yang nantinya akan dilakukan pengujian dengan penambahan variabel yaitu campuran bioetanol dengan pertamax ron92 untuk mengetahui perbandingan antara penggunaan antara Busi standart dan busi *iridium* terhadap daya dan emisi motor 110cc.
 5. Menghidupkan Mesin

Menghidupkan mesin kendaraan ini setelah pemasangan busi yang akan diuji dan kendaraan siap dilakukan pengujian.
 6. Putaran Mesin

Putaran mesin yang akan dilakukan saat awal pengujian adalah putaran idle, yang nantinya akan dilakukan pembacaan data sampai putaran 6000 yang telah ditentukan.
 7. Data Output Pengujian

Data yang akan didapat yaitu putaran mesin, daya dan emisi berupa HC dan CO dari komputer *Dynamometer* dan *exhaust gas analyzer* dari 3 kali pengujian yang kemudian dirata-ratakan.
 8. Matikan mesin

Setelah data pada komputer *Dynamometer* dan *gas analyzer* muncul dan pengujian sudah selesai maka mesin dimatikan.
 9. Pemeriksaan Mesin

Setelah pengujian diharapkan melakukan pemeriksaan mesin kembali, agar mengetahui ada perubahan atau tidak pada mesin.
 10. Semua Kondisi Telah Dilakukan Pengujian

Pada langkah ini pastikan semua pengujian yang dijadikan variabel bebas sudah dilakukan pengujian.
 11. Analisis Pengolahan Data

Merupakan langkah untuk menganalisa data yang telah diperoleh dengan menggunakan aplikasi spss pada laptop.
 12. Kesimpulan

Merupakan langkah pembuatan suatu simpulan terhadap seluruh proses yang telah dilakukan dari awal hingga akhir.
-

Daya

Daya (N) merupakan salah satu parameter dalam menentukan performa motor, pengertian dari daya adalah besarnya kerja atau energi yang dihasilkan mesin untuk setiap satu satuan waktu [2]. Pada motor bakar terdapat 2 jenis daya yaitu daya indikator dan daya mekanis atau poros, daya indikator adalah daya yang dihasilkan mesin murni oleh proses pembakaran, sedangkan daya mekanis adalah daya yang dihasilkan mesin untuk menggerakkan poros [1]. Pengujian kinerja mesin terdapat beberapa jenis klasifikasi daya antara lain :

1. Daya kuda indikator (Ni)

Daya kuda indikator adalah daya teoritis yang dikenakan pada torak yang bekerja secara bolak balik di dalam silinder akibat perubahan energi dari energi kimia bahan bakar. Daya kuda indikator bisa juga disebut dengan *engine power (corrected)* yaitu daya yang dihasilkan murni dari proses pembakaran tanpa adanya *losses (friction)*.

Besar daya indikator dalam satuan S.I adalah

$$Ni = \frac{Pi \times Vd \times n \times i}{0,45 \times z}$$

Dimana,

Ni : Daya Indikator (Ps).

Pi : Tekanan Indikasi Rerata (Kg/cm²).

Vd : Volume langkah satu silinder (m³).

N : Putaran mesin (Rpm).

i : Jumlah piston.

z : Jumlah putaran poros emgkol setiap siklus, untuk 4 langkah z = 2, dan untuk 2 langkah z = 1.

2. Daya kuda efektif (Ne)

Daya kuda efektif adalah daya akibat hasil poros engkol yang merupakan perubahan kalor diruang bakar menjadi kerja. Daya kuda efektif disebut juga dengan engine power (*measured*). Besaran daya efektif satuan daya (Ps) dapat dihitung sebagai berikut.

$$Ne = \frac{T \times n}{716,2}$$

Keterangan:

Ne : Daya efektif (Ps).

T : Torsi (Kg.m).

n : Putaran mesin (Rpm).

3. Daya mekanik

Daya mekanik adalah *losses* atau daya yang hilang akibat adanya kerugian yang disebabkan oleh gesekan pada torak, bantalan dan peralatan tambahan mesin. Kerugian daya pada mesin dapat diketahui dengan perhitungan sebagai berikut[3].

$$Nm = \frac{Pm \times Vd \times n \times i}{0,45 \times z}$$

Keterangan:

Nm : Daya mekanik atau daya gesek (Ps).

Pm : Tekanan mekanik (kg/cm²).

Vd : Volume langkah (m³).

n : Putaran mesin (Rpm).

i : Jumlah piston

z : Jumlah siklus untuk 4 langkah z = 2, dan 2 langkah z = 1.

4. Daya Roda

Daya roda (*wheel power*) adalah daya yang dihasilkan oleh putaran roda dimana jika daya roda ditambahkan dengan daya *losses* maka akan menghasilkan daya (*measured*).

Adapun konversi hasil pengukuran daya dengan satuan sebagai berikut:

- 1 HP = 0,735 KW
- 1 KW = 1,34 HP
- 1 PS / PK = 0,98 HP
- 1 PS / PK = 0,74 KW
- 1 KW = 1,36 PS
- 1 HP = 1,01 PS

Bioetanol

Bioetanol adalah biomassa menghasilkan etanol, yang dihasilkan dari fermentasi gula alkohol. Gula tebu, jagung, singkong, gula rumput, gula bit, biji anggur, kayu, bunga matahari kedelai dan masih banyak yang lainnya digunakan sebagai biomassa dalam pengolahan etanol. Proses fermentasi digunakan terutama untuk pengolahan dan pemisahan etanol, tetapi membutuhkan distilasi lebih lanjut untuk pemurnian



Gambar 1. Bioetanol

Busi Standar dan Busi iridium

Busi standar buatan dari pabrikan bahannya dari logam tembaga. Busi ini umumnya untuk kendaraan harian. Hal tersebut karena kemampuan kerjanya sudah di-setting dengan kebutuhan kendaraan standar.

Ujung inti elektroda busi standar berbentuk batang kecil yang terbuat dari tembaga. Tembaga termasuk logam yang bisa menjadi konduktor cukup baik. Namun, tembaga gampang mengalami korosi. Titik leleh logam tembaga sendiri sekitar 1.085 celsius.

Busi iridium digunakan untuk kendaraan dalam rpm tinggi. Jenis busi ini termasuk busi dingin dengan akselerasinya lebih agresif dan bentuk ujung elektroda pada busi ini meruncing. Ini agar percikan api yang dihasilkan bisa merata. Ujung inti elektroda busi iridium meruncing terbuat dari material iridium yang menjadi konduktor cukup baik. Material ini sangat tahan panas dan anti-karat, karena titik lelehnya mencapai 2.000 celsius.

Busi iridium dirancang sangat kecil sampai 0,4 mm, durabilitasnya lebih baik ketimbang busi standar. Umur busi iridium lebih lama diganti setelah menginjak 50.000 km.



Gambar 2. Busi Iridium dan Busi Standar

Pertamax adalah bahan bakar yang memiliki nilai oktan yang mencapai 92. Nilai oktan dalam bahan bakar mempengaruhi pembakaran dalam mesin. Semakin besar nilai oktannya maka semakin sempurna proses pembakaran didalam mesin.

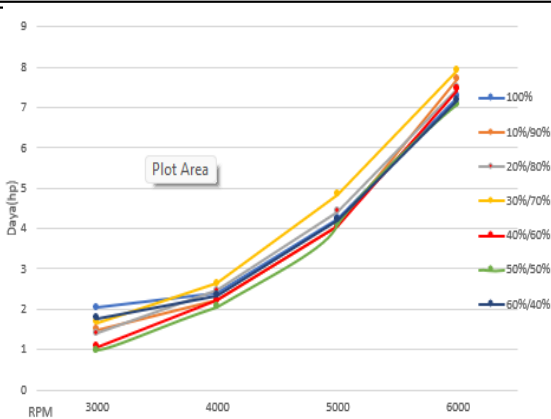


Gambar 3. Bahan Bakar Pertamax

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Tabel Hasil Uji Daya

daya busi iridium							
rpm	100%	10%/90%	20%/80%	30%/70%	40%/60%	50%/50%	60%/40%
3000	2.04	1.5	1.4	1.67	1.06	0.98	1.78
4000	2.41	2.21	2.46	2.64	2.21	2.06	2.33
5000	4.25	4.06	4.42	4.84	4.06	4.1	4.21
6000	7.28	7.71	7.49	7.93	7.46	7.08	7.18

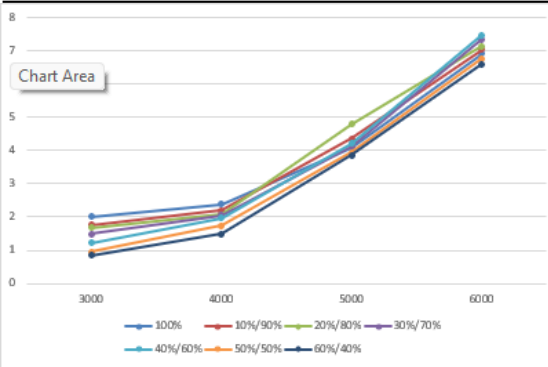


Gambar 4. Grafik Pengujian Daya pada busi iridium

Berdasarkan gambar grafik diatas memperlihatkan bahwa daya yang dihasilkan dari proses pengujian daya kendaraan mengalami perubahan yang linier pada masing-masing putaran mesin. Pada penggunaan Busi Iridium untuk putaran mesin awal 3000Rpm daya tertinggi yang dihasilkan oleh Busi Iridium yaitu pada 2,04 HP pada ron 92 tanpa campuran. Lalu nilai daya pada Rpm 6000 yang dapat dicapai adalah 7,93 HP dengan campuran 30%/60% Bioetanol dengan ron 92

Tabel 2. Tabel hasil uji daya

daya busi Standar							
rpm	100%	10%/90%	20%/80%	30%/70%	40%/60%	50%/50%	60%/40%
3000	2	1.76	1.68	1.48	1.21	0.94	0.84
4000	2.39	2.2	2.08	2.05	1.97	1.74	1.49
5000	4.09	4.37	4.8	4.13	4.21	3.95	3.86
6000	6.92	7.04	7.15	7.36	7.48	6.78	6.61

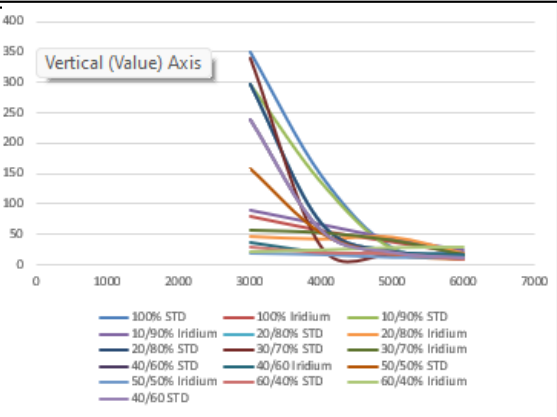


Gambar 5. Grafik pengujian daya pada busi standar.

Berdasarkan gambar grafik diatas memperlihatkan bahwa daya yang dihasilkan dari proses pengujian daya kendaraan mengalami perubahan yang linier pada masing-masing putaran mesin. Pada penggunaan Busi standar untuk putaran mesin awal 3000Rpm daya tertinggi yang dihasilkan oleh Busi Standar yaitu pada 2 HP pada ron 92 tanpa campuran. Lalu nilai daya pada Rpm 6000 yang dapat dicapai adalah 7,48 HP dengan campuran 40%/60% Bioetanol dengan ron 92. Berbeda dengan menggunakan Busi Iridium pada Rpm 3000 daya tertinggi yang dihasilkan yaitu 2,56 HP yang dicapai dengan menggunakan 100% Octane 92 tanpa campuran.dan daya pada Rpm 6000 yaitu pada 7,93 HP dengan campuran 30% Bioetanol dengan oktane 92.

Tabel 3. Tabel Hasil Uji Emisi HC/ppm

		hc						
rpm	busi	100%	10/90%	20/80%	30/70%	40/60%	50/50%	60/40%
3000	std	349	298	298	339	239	157	28
	ir	79	90	46	56	36	19	22
4000	std	147	136	69	30	56	52	19
	ir	56	66	42	52	20	17	25
5000	std	29	27	23	18	20	17	17
	ir	38	42	45	40	18	13	29
6000	std	19	17	18	12	11	9	8
	ir	20	23	20	17	16	13	30

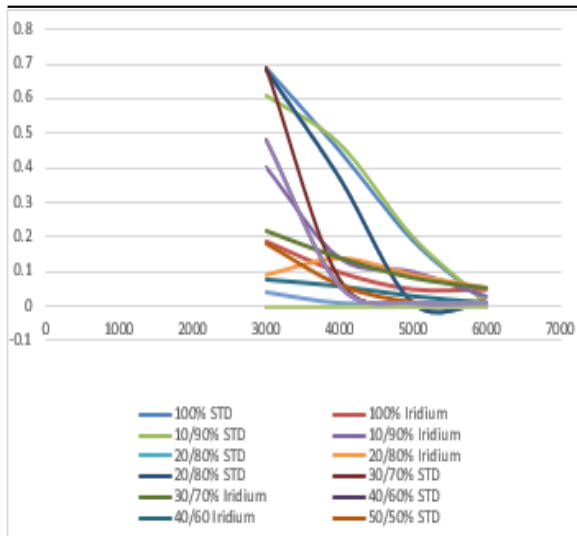


Gambar 6. Grafik Pengujian HC/ppm

Berdasarkan gambar grafik diatas memperlihatkan bahwa Emisi HC yang dihasilkan dari proses pengujian menggunakan exhaust gas analyzer kendaraan mengalami perubahan yang linier pada masing-masing putaran mesin. Pada penggunaan Busi standar untuk putaran mesin awal 3000Rpm CO tertinggi yang dihasilkan oleh Busi Standar yaitu pada 349 ppm pada campuran 100% oktane 92 tanpa campuran. Lalu nilai HC pada Rpm 6000 yang dapat dicapai adalah 19 ppm dengan oktane 92 tanpa campuran. Berbeda dengan menggunakan Busi Iridium pada Rpm 3000 HC tertinggi yang dihasilkan yaitu 90 ppm yang dicapai dengan menggunakan campuran 10% bioetanol dan Octane 92. dan HC pada Rpm 6000 yaitu pada 30 ppm dengan campuran 60% Bioetanol dengan oktane 92.

Tabel 4. Tabel Hasil Uji Emisi CO(%)

		co						
rpm	busi	100%	10/90%	20/80%	30/70%	40/60%	50/50%	60/40%
3000	std	0.69	0.61	0.68	0.69	0.48	0.18	0.18
	ir	0.19	0.4	0.09	0.22	0.08	0.04	0.03
4000	std	0.45	0.47	0.37	0.08	0.06	0.06	0.01
	ir	0.1	0.14	0.14	0.14	0.06	0.01	0.02
5000	std	0.19	0.2	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	ir	0.05	0.1	0.09	0.08	0.03	0.01	0.03
6000	std	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
	ir	0.05	0.03	0.05	0.05	0.01	0.01	0.02



Gambar 7. Grafik Pengujian Emisi CO(%)

Berdasarkan gambar grafik diatas memperlihatkan bahwa Emisi CO yang dihasilkan dari proses pengujian menggunakan exhaust gas analyzer kendaraan mengalami perubahan yang linier pada masing-masing putaran mesin. Pada penggunaan Busi standar untuk putaran mesin awal 3000Rpm CO tertinggi yang dihasilkan oleh Busi Standar yaitu pada 0,69 % pada campuran 100% oktane 92 tanpa campuran dan 30% campuran bioethanol dengan oktane 92. Lalu nilai CO pada Rpm 6000 yang dapat dicapai adalah 0,01 % dengan campuran yang tidak sama. Berbeda dengan menggunakan Busi Iridium pada Rpm 3000 CO tertinggi yang dihasilkan yaitu 0,19 % yang dicapai dengan menggunakan 100% Octane 92 tanpa campuran dan CO pada Rpm 6000 yaitu pada 0,05 % dengan campuran 20% 30% Bioetanol dengan oktane 92.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Perbandingan busi standar dengan busi iridium dengan daya terbaik pada percampuran 30%/70% yaitu busi standar memperoleh daya pada rpm 3000 yaitu 1.48 HP lalu pada putaran mesin 6000 menghasilkan daya sebesar 7.36 HP berbeda dengan busi Iridium yang memperoleh daya pada rpm 3000 sebesar 1.67 HP dan pada putaran mesin 6000 busi iridium memperoleh daya sebesar 7.93 HP ini menunjukkan bahwa pemakaian busi iridium bisa meningkatkan daya yang lebih baik dari pada busi standar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Balat, H. Balat, "Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel", Appl. Energy 86 2273–2282, 2009.
- [2] S. Shafiee, E. Topal, "When will fossil fuel reserves be diminished?", Energy Pol. 37 181–189, 2009
- [3] C. Bae, J. Kim, "Alternative fuels for internal combustion engines", Proc. Combust. Inst. 36 (2017) 3389–3413
- [4] Shinnosuke Onuki, Jacek A. Koziel, J.(Hans) van Leeuwen, et al., "Ethanol production, purification, and analysis techniques", a review, in: 2008 Providence, Rhode Island, June 29 - July 2, 2008. American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2008. Epub ahead of print
- [5] D. Pimentel, T.W. Patzek, "Ethanol production using corn, switchgrass,

-
-
- and wood; biodiesel production using soybean and sunflower”, Nat. Resour. Res. 14 (2005) 65–76
- [6] Sarkar, A.K. Chowdhuri, A.J. Bhowal, B.K. Mandal, “The performance and emission characteristics of SI engine running on different ethanol- gasoline blends”, Int. J. Sci. Eng. Res. 3 1–7, 2012.
- [7] K. Manikandan, M. Walle, “The effect of gasoline –ethanol blends and compression ratio on SI engine performance and exhaust emissions”, Int. J. Eng. Res. Technol. 2 3142–3154. 2013
- [8] D.Y. Dhande a , Nazaruddin Sinaga , Kiran B. Dahe, “Study on combustion, performance and exhaust emissions of bioethanol-gasoline blended spark ignition engine”, Int. J Eng. Res, 2021.
- [9] <https://auto2000.co.id>. (2022, 14 Januari). Kenali Perbedaan Torsi dan Power pada Performa Mesin. Diakses pada 13 Februari 2023, dari <https://auto2000.co.id/berita-dan-tips/perbedaan-torsi-dan-power>
- [10] Agus W, Yuniarto.. *Pengujian Daya dan Emisi Gas Buang*, Malang: POLINEMA PERS, 2017
- [11] Arend, Bpm., Berenschot, H., 1980. *Motor Bensin*, Erlangga, Jakarta.
- [12] Jama, Jalius. dan Wagino, Teknik Sepeda Motor jilid 2, Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008
- [13] John Doe, Jane Smith, “Engine Performance Evaluation Using Dynamometer Testing”, International Journal of Automotive Engineering, 2018
- [14] David Johnson, Dyno Testing for Performance Tuning of Motorcycle Engines, 2017
- [15] Ashraf, Elfasakhany, “Gasoline engine fueled with bioethanol-bio-acetone gasoline blends”, Performance and emissions exploration, 2020
- [16] Xudong Zhen, Yang Wang, An overview of methanol as an internal combustion engine fuel, 2015