

Terbit online pada laman web jurnal: <http://journal2.um.ac.id/index.php/jto>

PENGARUH PENAMBAHAN KATALISATOR BROQUET PADA PERTALITE DENGAN PERTAMAX TERHADAP PERFORMA DAN EMISI GAS BUANG MESIN SEPEDA MOTOR 4 LANGKAH

Gugun Pratema¹, Hasan Ismail², Fuad Indra Kusuma³.

¹⁻³Departemen Teknik Mesin dan Industri, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang
¹gugunpratema@gmail.com, ²hasan.ismail.ft@um.ac.id, ³fuad.indra.ft@um.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari penambahan katalisator *broquet* pada bahan bakar pertalite dibanding dengan bahan bakar pertamax terhadap performa dan emisi mesin sepeda motor 4 langkah. Penelitian ini menggunakan teknik analisis data kuantitatif kemudian dianalisis menggunakan metode analisis statistik inferensial. Subjek penelitian ini adalah jenis bahan bakar yang terdiri dari Peralite+*broquet*, Peralite dan Pertamax. Metode Eksperimen digunakan untuk memperoleh data penelitian. Hasil dari penelitian ini adalah: 1) Power atau daya paling tinggi didapatkan dari bahan bakar Pertamax 11.59 Hp/9094 rpm. 2) Torsi dengan nilai paling tinggi dihasilkan oleh bahan bakar Peralite+Brq 10.35 Nm/4904 rpm. 3) Emisi CO paling tinggi dihasilkan oleh bahan bakar Pertamax 0.34% pada 7000 rpm, sedangkan bahan bakar Peralite+Brq menghasilkan emisi CO paling tinggi 0.22% pada 7000 rpm. 4) Emisi HC tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar Pertamax 52 ppm pada 7000 rpm, sedangkan Peralite+Brq menghasilkan nilai emisi HC paling tinggi 33 ppm pada 7000 rpm. Dari hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa penambahan katalisator Broquet pada Peralite memiliki pengaruh yang positif bagi peningkatan performa terutama dari torsi yang dihasilkan. Torsi tersebut memiliki peningkatan yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan Peralite murni serta jika dibandingkan dengan Pertamax, Sedangkan dari perbedaan power ketiga jenis bahan bakar tersebut didapatkan tidak ada perbedaan yang signifikan. Pada hasil uji emisi, penambahan katalisator *Broquet* pada Peralite mengasalkan bahwa kedua emisi CO dan HC sama-sama tidak memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Namun dari ketiga jenis bahan bakar tersebut bahan bakar Peralite+Brq memiliki nilai rata-rata emisi CO dan HC paling rendah.

Kata kunci: katalisator broquet, pertalite, pertamax, performa, emisi.

Abstract

The purpose of this research is to determine the effect of adding a Broquet catalyst to Peralite fuel compared to Pertamax fuel on the performance and emissions of a 4-stroke motorbike engine. This research uses quantitative data analysis techniques which are then analyzed using inferential statistical analysis methods. The subject of this research is a type of fuel consisting of Peralite+broquet, Peralite and Pertamax. The experimental method is used to obtain research data. The results of this research are: 1) The highest power is obtained from Pertamax fuel, 11.59 hp/9094 rpm. 2) The highest torque value is produced by Peralite+Brq fuel 10.35 Nm/4904 rpm. 3) Pertamax fuel produces the highest CO emissions, 0.34% at 7000 rpm, while Peralite+Brq fuel produces the highest COi emissions, 0.22% at 7000 rpm. 4) The highest HC emissions are produced by Pertamax fuel at 52 ppm at 7000 rpm, while Peralite+Brq produces the highest HC emission value at 33 ppm at 7000 rpm. From the results of this research, it was concluded that the addition of the Broquet catalyst to Peralite had a positive influence on increasing performance, especially in terms of the torque produced. This torque has a fairly high increase when compared to pure Peralite and when compared to Pertamax. Meanwhile, the difference in power between the three types of fuel shows that there is no significant difference. In the emission test results, the addition of the Broquet catalyst to Peralite resulted in that both CO and HC emissions did not have very significant differences. However, of the three types of fuel, Peralite+Brq fuel has the lowest average CO and HC emission values.

Keywords: Broquet catalyst, Peralite, Pertamax, performance, emissions

Banyak masyarakat yang belum sadar dan paham akan pentingnya angka oktan pada kompresi mesin kendaraan mereka, sebagian masyarakat masih memilih jenis bahan bakar untuk kendaraan mereka tergantung pada harga

dari jenis bahan bakar tersebut. Masyarakat cenderung lebih memilih bahan bakar dengan harga yang lebih murah daripada mempertimbangkan angka oktan yang sesuai dengan kompresi mesin motor mereka. Dengan

memakai bahan bakar yang tidak sesuai dengan kompresi mesin akan membuat performa dan emisi yang dihasilkan oleh mesin tidak akan optimal serta dapat mempengaruhi usia pakai dari mesin kendaraan tersebut.

Jika kendaraan menggunakan Peralite RON 90 dengan spesifikasi kompresi mesin tinggi dengan minimal bahan bakar Pertamina oktan 92 atau Pertamina Turbo oktan 98, maka akan terjadi penurunan performa dan umur mesin. Temperatur mesin hanya akan meningkat sedikit jika mesin dengan kompresi rendah menggunakan Pertamina atau bahan bakar dengan nilai oktan lebih tinggi namun tetap dengan kompresi maksimal bahan bakar Peralite. Piston dapat berlubang jika tingkat oktan tidak diterapkan dengan benar.

Salah satu dari banyak pendekatan untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memasukkan katalis ke dalam bahan bakar yang digunakan. Katalis komersial yang dikenal dengan nama "broquet" yang berasal dari Inggris, yang sudah banyak digunakan dan didistribusikan di kalangan konsumen kendaraan bermotor di Indonesia. Sesuai pernyataan pabrikan, Broquet adalah katalis bahan bakar minyak (BBM) yang terdiri dari berbagai macam logam dan logam mulia (Platinum, Titanium, Paladium, dan Rhodium) yang meningkatkan proses reaksi kimia. Distributor di Indonesia mengklaim bahwa berdasarkan tanggapan konsumen, penggunaan katalis Broquet pada bensin dapat menghemat hingga 15,2%. Hal ini dimungkinkan karena kurangnya katalis broket pada mesin, yang mengakibatkan hanya 70% bahan bakar terbakar seluruhnya dan 30% lainnya terbuang selama pembakaran. Namun dengan katalis ini, tenaga meningkat sebesar 5–10% dan bahan bakar terbakar sempurna hingga 90%. Dengan terjadinya pembakaran yang sempurna, katalis ini secara tidak langsung berdampak ramah lingkungan karena mengurangi emisi sebesar 50 hingga 70% sehingga meminimalisir dampak *global warming*. Sesuai keterangan pabrikan, katalis broquet ini bisa berfungsi efisien selama 400.000-kilometer atau sepuluh tahun.

Selain itu, dikatakan bahwa penggunaan katalisator broquet dapat meningkatkan angka oktan pada bahan bakar. Dengan demikian, bahan bakar dengan angka oktan lebih rendah

dapat digunakan pada mobil berkompresi tinggi tanpa menurunkan performa mesin. Informasi yang diperoleh dari produsen ini tentunya bertujuan untuk meyakinkan masyarakat sehingga produknya dapat dijual dalam skala besar. Uji dan analisis diperlukan untuk mendapatkan informasi yang lebih akurat tentang pengaruh katalisator broquet pada kinerja dan emisi gas buang.

Berdasarkan tinjauan permasalahan diatas, diharapkan penambahan katalis broquet pada bahan bakar Peralite dapat mengatasi masalah ketidaksesuaian angka oktan yang dipakai dan mengurangi permasalahan emisi gas buang dan lebih memaksimalkan performa mesin pada kendaraan. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh penambahan katalis broquet pada peralite terhadap kinerja mesin sepeda motor dan emisi gas buang dengan judul penelitian. "Pengaruh Penambahan Katalisator Broquet Pada Peralite dengan Pertamina Terhadap Performa dan Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor 4 Langkah".

Bahan Bakar Minyak

Bahan yang digunakan dalam pembakaran untuk menghasilkan energi panas (*heat energy*) disebut bahan bakar menurut Suprpto (2004:5). Bahan bakar minyak (BBM) terdiri dari senyawa hidrokarbon (HC). Empat molekul hidrokarbon pertama adalah metana, etana, propana, dan butana. CH₄, atau metana, merupakan molekul paling "ringan", dan semakin "berat" jika ada lebih banyak atom C dalam rantai. Pada tekanan dan suhu ruangan, keempat zat tersebut memiliki titik didih masing-masing -107, -67, -43, dan -18 derajat Celcius. Keempatnya ada sebagai gas. Berbentuk cair dari C₅ hingga C₁₈ dan padat dari C₁₉ dan lebih tinggi.

Karena bensin merupakan campuran berbagai komponen, daya bakarnya berubah bergantung pada bahan penyusun campuran tersebut. Angka oktan setiap campuran menunjukkan besarnya daya pembakaran.

Bilangan oktan (*octane number*) juga dikenal sebagai "nomor oktan", adalah ukuran seberapa baik bahan bakar dapat mengatasi ketukan saat terbakar dalam bensin, kemampuan bahan bakar untuk menahan ketukan diukur dari angka oktannya. Isooktan

yang tidak mudah terbakar mempunyai nilai 100, sedangkan n-heptana yang mudah terbakar mempunyai nilai 0. Angka oktan campuran 30 n-heptana dan 70 isooktana adalah sama dengan $(30/100 \times 0) + (70/100 \times 10) = 70$.

Katalis

Katalis Katalis adalah suatu bahan yang pada suhu tertentu meningkatkan laju reaksi tanpa mengubah reaksi itu sendiri atau fungsi yang dimaksudkan (Aditya dan Arijanto, 2012:2). Dalam suatu reaksi, katalis digunakan daripada reaktan atau produk. Katalis memungkinkan reaksi terjadi lebih cepat atau pada suhu lebih rendah karena dapat mengubah reaktan. Jalur yang lebih disukai dengan energi aktivasi yang lebih rendah disediakan oleh katalis, yang juga dapat mengurangi energi yang dibutuhkan untuk terjadinya reaksi.

Broquet

Menggunakan logam mulia seperti rhodium, paladium, timah, dan platinum, broquet bertindak sebagai katalis bahan bakar untuk mempercepat proses pembakaran. Namun, komposisi dan densitas senyawa kimia di dalamnya tidak berubah menurut Arijanto dan Nugroho (2011:8). Akibatnya, seiring dengan perubahan kualitas bahan bakar yang dijelaskan, karakteristik dan fungsionalitas alat ini juga tidak akan berubah.



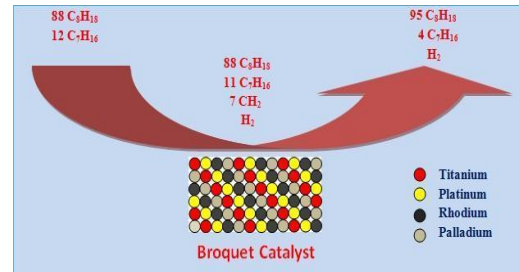
Gambar 1. Katalisator Broquet (BRQ)

Menurut Aditya dan Arijanto (2012:3), proses pemutusan dan penyambungan ikatan kimia bensin oktan 88 menurut prinsip kerja Broquet adalah sebagai berikut:

1. Sebagian heptana tanpa ikatan tidak stabil diubah menjadi CH_2 dan H_2 setelah bensin beroktan 88 diserap melalui pori-pori Broquet.
2. Nilai oktan bensin kemudian dinaikkan ketika senyawa CH_2 selanjutnya digabungkan dengan beberapa senyawa heptana (C_7H_{16}) sehingga menghasilkan senyawa oktan lebih banyak (C_8H_{18}). Sebaliknya H_2 terus terbakar di ruang

bakar, sehingga meningkatkan nilai kalor bahan bakar.

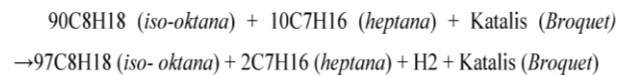
Oleh karena itu didapatkan suatu persamaan reaksi penerapan Broquet (Saputra dan Hazwi, 2016):



Gambar 2. Reaksi Katalisator Broquet

Sumber: <https://journal.itny.ac.id/index.php/ReTII>

Dengan penambahan katalisator broquet pada pertalite akan menambah kadar oktan karena broquet akan memecah senyawa heptana (C_7H_{16}) \rightarrow ($7\text{CH}_2 + \text{H}_2$) kemudian akan membentuk senyawa oktana (C_8H_{18}) baru akibat adanya kesetimbangan reaksi karena kadar konsentrasi heptana lebih sedikit daripada oktana 90%. Dapat dituliskan hasil persamaan reaksi penambahan katalisator broquet pada pertalite sebagai berikut (Saputra dan Hazwi, 2016:242):



Dari hasil persamaan reaksi tersebut dapat kita simpulkan penambahan katalisator broquet pada pertalite oktan 90 terjadi penambahan kadar oktan sebesar 7 sehingga akan menghasilkan bensin dengan kadar oktan sebesar 97% atau RON 97. Dengan penambahan katalisator broquet pada pertalite akan membuat mesin dengan kompresi tinggi bisa menggunakan bahan bakar pertalite oktan 90 dengan harga yang lebih murah dan mencegah gejala detonasi atau knocking pada mesin.

Teknologi ini seperti Carbon Flo yang dimana merupakan teknologi yang ditambahkan ke bahan bakar sebelum masuk ke mesin, menurut Rochani dkk. (2013:64). Menurut penelitian Badan Perlindungan Lingkungan (EPA) di Rochani et al. (2013:64), katalis ini mempunyai manfaat diantaranya, ketika para peneliti merendam katalis dalam tangki bahan bakar dan meletakkannya di depan pipa bahan bakar dekat karburator atau injektor

bahan bakar. Hasilnya menunjukkan bagaimana katalis meningkatkan pembakaran dan meningkatkan efisiensi sekaligus menurunkan jumlah polutan yang dilepaskan sebagian besar akibat pembakaran tidak sempurna.

Performa

Performa mesin mengacu pada seberapa baik kinerja kendaraan saat digunakan. Setiap mesin kendaraan memiliki performa yang berbeda, dan hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor. Semakin besar torsi dan tenaga, semakin baik performa mesin pada suatu kendaraan.

Torsi suatu mesin adalah ukuran dari kemampuan kerja mesin itu sendiri. (Basyirun et al., 2008:23). Gaya (F) yang bekerja pada tuas yang panjangnya r meter dan digabungkan dengan ujung poros engkol pada roda transmisi disebut torsi, disebut juga momen putar, menurut Arends dan Berenschot (1980:21). Torsi, menurut Heywood (1988:46), adalah ukuran mesin yang mampu melakukan suatu pekerjaan.

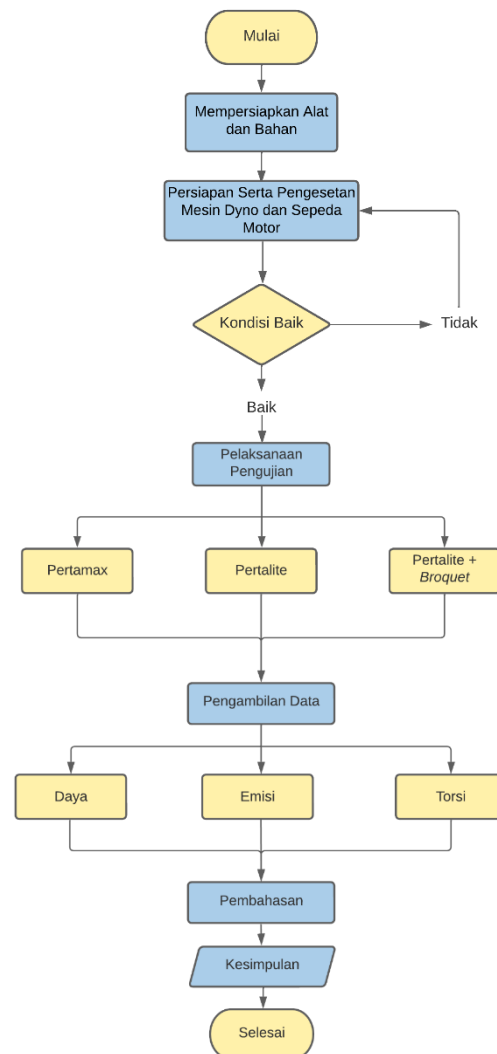
Menurut Basyirun dkk. (2008), daya adalah total keluaran energi mesin pada saat tertentu. Arends dan Berenschot (1980:18) mendefinisikan daya motor sebagai besarnya kerja yang dilakukan oleh motor dalam jangka waktu tertentu. Heywood (1988:46) mendefinisikan tenaga mesin sebagai kuantitas energi yang dihasilkan mesin dalam jangka waktu tertentu.

Emisi Gas Buang

Polutan yang dihasilkan oleh pembakaran mesin kendaraan bertenaga bensin dikenal sebagai emisi gas buang. Empat kategori polutan dapat dibedakan dari uap atau pembakaran bensin ini diantaranya: timbal (Pb), karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NO_x). Bahan bakar dan oksigen bereaksi ketika bensin dibakar, menghasilkan karbon dioksida (CO₂) dan uap air (H₂O). Lima faktor yang diukur di negara-negara dengan undang-undang ketat yang mengatur emisi gas buang adalah: Molekul CO₂, O₂, HC, CO, dan NO_x. Sebaliknya, beberapa negara memiliki peraturan emisi yang tidak terlalu ketat dan hanya mengukur komponen CO, HC, CO₂, dan O₂ yang terdapat dalam gas buang

METODE PENELITIAN

Metode analisis statistik inferensial digunakan untuk menganalisis data kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini. Setelah data hasil eksperimen didapatkan, data tersebut terlebih dahulu ditampilkan dalam tabel sebelum diubah menjadi diagram atau grafik. Selanjutnya, data tersebut dikaji dengan menggunakan teknik One-Way ANOVA (Analysis of Variance) untuk mengetahui variasi rata-rata di antara ketiga kumpulan data.



Gambar 3. Diagram Alir

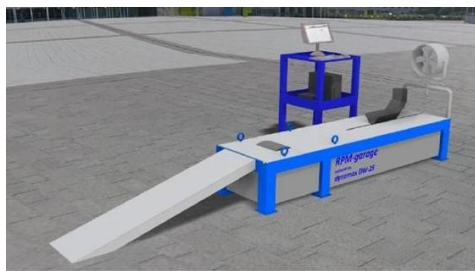
Pengujian daya dilakukan dari ketiga jenis bahan bakar tersebut masing-masing sebanyak 2 kali percobaan. Dimulai dari bahan bakar pertalite murni kemudian pertalite+brq dan terakhir pertamax. Pada uji emisi dilakukan 1 kali pengujian masing-masing bahan bakar dari putaran mesin 1000 rpm – 7000 rpm.

Spesifikasi Unit Uji

Spesifikasi unit pengujian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Merk: Yamaha X Ride 115
- Tipe Mesin: 4 langkah, 2 valve, berpendingin kipas, 1 silinder
- Kapasitas Mesin: 113,7 cc
- Kompresi: 9,3:1
- Transmisi: V Belt Automatic
- Sistem Bahan Bakar: Fuel Injection (YMJET-FI)

Alat Uji Daya



Gambar 4. Alat Dyno Test

Sumber: <https://iquteche.blogspot.com/>

Spesifikasi alat uji daya yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- Merk: iquteche racing dynoMax DW-25
- kecepatan maks: 300 km/h
- Inersia total: 5,9 kg/m²
- Maks power: 250 hp

Alat Uji Emisi



Gambar 5. Alat Uji Emisi

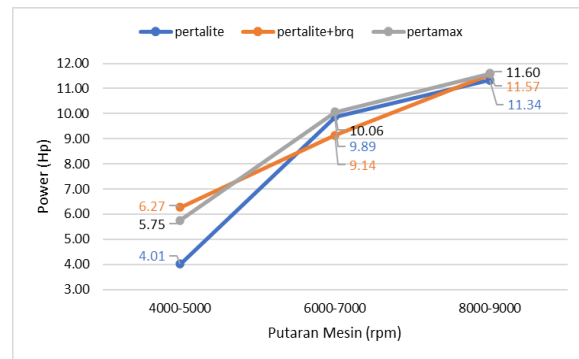
Berikut merupakan spesifikasi alat uji emisi yang digunakan sebagai berikut:

- Merk: Heshbon HG-510
- Rentang Pengukuran CO: 0-9,99%
- Rentang pengukuran HC: 0-9999 ppm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

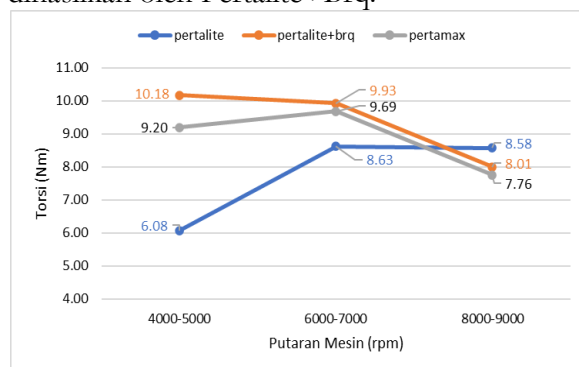
Performa Mesin

Berikut merupakan grafik nilai tertinggi dari rata-rata hasil pengujian 1 dan 2 masing-masing bahan bakar antara rentang putaran mesin seperti grafik dibawah ini.



Gambar 6. Grafik Power (hp)

Dari hasil analisis yang dilakukan dihasilkan bahwa bahwa tidak ada perbedaan secara signifikan power yang didapatkan dari ketiga jenis bahan bakar tersebut. Namun power tertinggi dihasilkan oleh Pertamina dan kemudian kedua tertinggi oleh Peralite+Brq, perbedaan power tertinggi ketiga jenis bahan bakar didapatkan pada rentang rpm 4000-5000 yaitu antara Peralite+brq (6.27 Hp) dengan Peralite murni (4.01 Hp). Dari hasil perbedaan rata-rata (mean) power ketiga jenis bahan bakar, rata-rata tertinggi didapatkan oleh bahan bakar Peralite murni kemudian rata-rata terendah dihasilkan oleh Peralite+Brq.



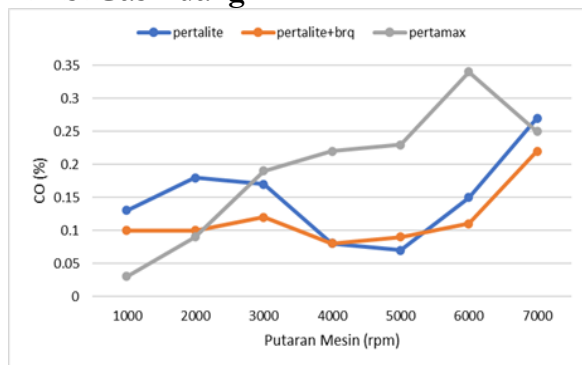
Gambar 7. Grafik Torsi (Nm)

Dari hasil analisis torsi dihasilkan ada perbedaan secara signifikan torsi yang didapatkan dari ketiga jenis bahan bakar tersebut dimana torsi dengan bahan bakar Peralite+Brq yaitu pada rentang rpm 4000-5000 menghasilkan torsi tertinggi 10.18 Nm, jika dibandingkan dengan bahan bakar Peralite murni perbedaan tersebut bisa dibilang cukup tinggi dimana Peralite murni hanya menghasilkan torsi sebesar 6.08 Nm pada rentang rpm 4000-5000. Dari hasil perbandingan perbedaan rata-rata (mean) ketiga jenis bahan bakar dihasilkan nilai tertinggi oleh Peralite+Brq kemudian rata-rata tertinggi kedua oleh bahan bakar Pertamina.

Penyebab meningkatnya torsi adalah karena adanya peningkatan nilai oktan dan pada bahan bakar Pertalite dengan campuran katalisator Broquet ini juga merubah sifat kimia dari Pertalite yang kemudian diuraikannya (memutus dan menyambung) ikatan tersebut. Karena itu, proses pembakaran berlangsung dengan sempurna, menghasilkan kinerja mesin yang sempurna. (Saputra dan Hazwi, 2016:242).

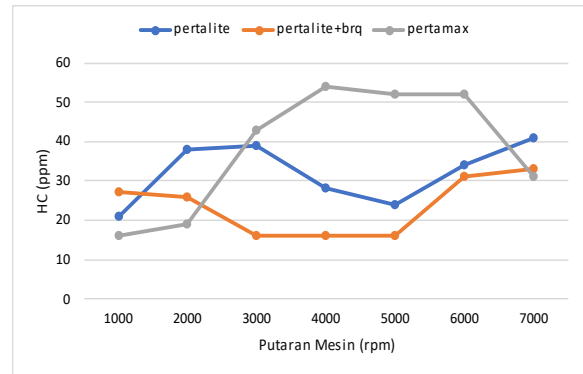
Namun karena mesin yang digunakan dalam penelitian ini memiliki spesifikasi rasio kompresi yang relatif kecil yaitu 9,3:1, dimana rasio kompresi tersebut cukup dengan bahan bakar beroktan rendah seperti Pertalite, sehingga perbedaan tenaga yang dihasilkan tidak terlalu signifikan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arismunandar (2005:87). Jika suatu mesin dirancang untuk menggunakan bahan bakar dengan bilangan oktan yang rendah tanpa detonasi, penggunaan bahan bakar dengan bilangan oktan yang tinggi tidak akan menghasilkan peningkatan efisiensi atau daya.

Emisi Gas Buang



Gambar 8. Grafik Emisi CO (%)

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan pada emisi CO dan HC dihasilkan bahwa kedua emisi tersebut sama-sama tidak memiliki perbedaan yang sangat signifikan, namun dari ketiga jenis bahan bakar tersebut bahan bakar Pertalite+Brq memiliki nilai rata-rata emisi CO dan HC paling rendah. Rata-rata kadar emisi CO paling rendah pada bahan bakar Pertalite+Brq jika dibandingkan dengan Pertamax yang memiliki nilai rata-rata paling tinggi terdapat perbedaan sekitar 5,21%, sedangkan pada rata-rata kadar emisi HC paling rendah bahan bakar Pertalite+Brq jika dibandingkan dengan rata-rata HC Pertamax yang memiliki nilai paling tinggi terdapat perbedaan sekitar 14,57 ppm.



Gambar 9. Grafik Emisi HC (ppm)

Dilihat dari grafik hasil uji emisi antara emisi CO dan HC terhadap putaran mesin (rpm), bahan bakar Pertalite+Brq memiliki rentang garis nilai paling rendah baik dari putaran mesin 1000 rpm sampai 7000 rpm. Jika dibandingkan dengan Pertalite murni penambahan katalisator Broquet pada Pertalite bisa dikatakan memiliki pengaruh untuk menurunkan kadar emisi pada mesin kendaraan. Hal ini dimungkinkan karena adanya perbaikan atau penyempurnaan pada proses pembakaran mesin selain angka oktan yang lebih tinggi yang dicapai dengan menggunakan katalis broquet, yang memiliki pengaruh meminimalisir terjadinya gejala knocking atau ngelitik merupakan tanda dari suatu proses pembakaran yang terjadi pada mesin tidak sempurna, akibat dari bahan bakar yang terbakar secara spontan belum pada waktunya sehingga membuat gas buang yang dihasilkan memiliki kadar emisi semakin buruk (Sugeng Mulyono,2014).

PENUTUP

Kesimpulan

Penambahan katalisator Broquet pada Pertalite memiliki pengaruh yang positif bagi peningkatan performa terutama dari torsi yang dihasilkan. Dari hasil analisis torsi dihasilkan ada perbedaan secara signifikan torsi yang didapatkan dari ketiga jenis bahan bakar tersebut, torsi dengan bahan bakar Pertalite+Brq menghasilkan torsi tertinggi 10.18 Nm, Pertamax 9.69 Nm dan Pertalite murni 8,58 Nm. Sedangkan dari perbedaan power ketiga jenis bahan bakar tersebut didapatkan tidak ada perbedaan yang signifikan, power tertinggi dihasilkan oleh bahan bakar Pertamax 11.59 Hp, Pertalite+Brq mengasilkan

power tertinggi 11.57 Hp dan Peralite murni 11.34 Hp.

Pada hasil uji emisi, penambahan katalisator Broquet pada Peralite menghasilkan bahwa kedua emisi CO dan HC sama-sama tidak memiliki perbedaan yang sangat signifikan. Namun dari ketiga jenis bahan bakar tersebut bahan bakar Peralite+Brq memiliki nilai rata-rata emisi CO dan HC paling rendah. Rata-rata kadar emisi CO paling rendah pada bahan bakar Peralite+Brq jika dibandingkan dengan Pertamina yang memiliki nilai rata-rata paling tinggi terdapat perbedaan sekitar 5,21%, sedangkan pada rata-rata kadar emisi HC paling rendah bahan bakar Peralite+Brq jika dibandingkan dengan rata-rata HC Pertamina yang memiliki nilai paling tinggi terdapat perbedaan sekitar 14,57 ppm.

Saran

Diharapkan adanya penelitian lebih lanjut tentang bagaimana dampak dari nilai ekonomisnya dilihat dari harga broquet dan masa pakainya apakah lebih baik dari bahan bakar beroktan yang lebih tinggi?

Diperlukan juga adanya penelitian lebih lanjut tentang uji keakuratan dari bertambahnya angka oktan pada penggunaan katalisator broquet, sehingga diketahui apakah terdapat faktor yang mempengaruhi penambahan nilai oktan yang dihasilkan.

DAFTAR RUJUKAN

- Aditya, Pradana, and Ir Arijanto. (2012). Pengujian Penggunaan Katalisator Broquet Terhadap Emisi Gas Buang Mesin Sepeda Motor 4 Langkah.
- Arends, B.P.M dan H. Berenschot. (1980). Motor Bensin. *Jakarta: Erlangga*.
- Arijanto dan H. Nugroho. 2011. Pengaruh Penggunaan Broquet Pada Prestasi Mesin Sepeda Motor. *Jurnal ROTASI 13(1): 8-12*.
- Arismunandar, W. (2005). Penggerak Mula Motor Bakar Torak. Edisi Kelima. Bandung: ITB.
- Basyirun, W.D. Raharjo, dan Karnowo. (2008). Mesin Konversi Energi. *Semarang: Universitas Negeri Semarang Press*.
- Heywood, J.B. 1988. Internal Combustion Engine Fundamentals. *New York: McGraw-Hill, Inc*.
- Rochani, S., Pramusanto, dan R. Damayanti.

2013. Tin-Based Alloy for Fuel Catalyst. *Indonesian Mining Journal 16(1): 63-70*.

Saputra, R.A. dan M. Hazwi. (2016). Kajian Eksperimental Penggunaan Katalisator Broquet Terhadap Performansi Mesin Otto Berkapasitas 113 cc. *Prosiding Seminar Nasional XI Yogyakarta. Universitas Sumatera Utara. Medan. 241-244*.

Sugeng Mulyono, Gunawan, Budha Maryanti. (2014). "Pengaruh Penggunaan Dan Perhitungan Efisiensi Bahan Bakar Premium Dan Pertamina Terhadap Unjuk Kerja Motor Bakar Bensin."

Suprpto. (2004). Bahan Bakar dan Pelumas. Semarang: *Universitas Negeri Semarang Press*.

