



## Pengaruh Campuran *Octane Booster* pada Pertalite Terhadap Konsumsi Bahanbakar dan Emisi Gas Buang pada Honda Beat ESP 110cc

### *Effect of Octane Booster Mixture on Pertalite to Fuel Consumption and Exhaust Emissions on Honda Beat 110cc*

Harris Yudha Pratama<sup>1\*</sup>, Remon Lapisa<sup>2</sup>, Milana<sup>1</sup>, Wagino<sup>1</sup>

#### Abstrak

Cukup banyak pengguna sepeda motor yang tidak mengetahui bahan bakar apa yang sesuai pada kendaraan yang digunakan. Perbandingan rasio kompresi dengan pemilihan bahan bakar sangatlah penting untuk mencegah dari pembakaran dini. penggunaan zat aditif *octane booster* sebagai campuran bahan bakar memiliki pengaruh terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemakaian *octane booster* campur Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang pada sepeda motor Honda beat Esp 110cc tahun 2020 dengan menggunakan, metode eksperimen yang dilakukan di workshop sepeda motor Teknik Otomotif Fakultas teknik Universitas Negeri Padang. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data secara langsung pada tabel penelitian dari sepeda motor Honda Beat Esp 110cc tahun 2020 dan teknik analisis data yang digunakan ialah menggunakan teknik pareto optimal. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Campuran bahan bakar pertalite dengan zat aditif *octane booster* tidak dapat mengurangi laju konsumsi dan malah membuat laju bahan bakar meningkat dan Emisi yang dikeluarkan menurun seiring ditambahkan campuran zat aditif *octane booster*.

#### Kata Kunci

zat aditif *octane booster*, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang

#### Abstract

*Numerous motorcyclists do not know which gasoline is appropriate for their vehicles. It is vital to compare compression ratio with fuel selection to prevent premature combustion. The use of octane booster additives in motorcycle gasoline mixtures affects fuel consumption and exhaust emissions. This investigation employed an experimental approach in a motorcycle workshop at Padang State University's Automotive Engineering, Faculty of Engineering. The 2020 Honda Beat Esp 110cc motorcycle was used to collect data immediately in the research table, and the pareto optimal technique was utilized for data analysis. Based on the research conducted, it can be concluded that the addition of octane booster additives to pertalite fuel has no effect on the consumption rate, but rather increases the fuel rate and decreases emissions.*

#### Keywords

*Octane booster additives, fuel consumption, exhaust emissions*

<sup>1</sup> Departemen Teknik Otomotif, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

<sup>2</sup> Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang Sumatera Barat, Indonesia

\* [harris.yudha.pratama99@gmail.com](mailto:harris.yudha.pratama99@gmail.com)

Dikirimkan: 31 Juli 2023. Diterima: 16 Agustus 2023. Diterbitkan: 19 Agustus 2023.



## PENDAHULUAN

Mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) memerlukan bahan bakar yang dicampur dengan udara untuk dapat bekerja. Bahan bakar yang digunakan harus memenuhi persyaratan agar dapat terbakar dengan baik dan bahan bakar yang dibakar dapat dikonversi dengan baik menjadi energi. Agar bahan bakar dapat dikonversi dengan baik maka pemilihan bahan bakar dan kualitas bahan bakar itu sendiri harus sesuai dengan spek mesin dan anjuran bahan bakar yang digunakan menurut buku panduan kendaraan disana tertera bahwa bahan bakar jenis apa yang cocok untuk mesin kendaraan tersebut [1].

Pemilihan bahan bakar terhadap kendaraan juga berpengaruh terhadap kendaraan yang digunakan karena, perbandingan rasio kompresi dengan angka oktan adalah salah satu pengaruh terhadap hasil pembakaran. Jika oktan bahan bakar yang digunakan rendah maka akan terjadi pembakaran dini (*pre-ignition*) yang menyebabkan bahan bakar terbakar sebelum waktunya yang menyebabkan terjadinya ketukan pada ruang bakar (*knocking*) sehingga dapat merusak komponen mesin dan energi yang dihasilkan tidak sempurna yang membuat emisi yang dikeluarkan sangat tidak baik untuk lingkungan jika terjadi pembakaran dini [2].

Sepeda motor Honda Beat Esp memiliki perbandingan kompresi yang sangat tinggi sebaiknya menggunakan bahan bakar dengan angka oktan yang tinggi pula. Jika sepeda motor menggunakan angka oktan yang rendah maka sangat buruk bagi kondisi ruang bakar dan mengakibatkan gas buang menjadi lebih tinggi. Penambahan *octane booster* pada bahan bakar, bisa menaikkan angka oktan hingga 10 poin yang sebanding dengan 0,1 angka oktan [4].

### **Aditif Octane Booster**

Banyak penelitian menyatakan aditif *octane booster* merupakan komponen dari senyawa yang digunakan untuk meningkatkan angka oktan dari bahan bakar dan sekaligus sebagai komponen anti-ketuk [5]. *Octane booster* merupakan bahan aditif produk STP yang dihasilkan oleh Negara Amerika. Bahan aditif ini digunakan untuk meningkatkan angka oktan bahan bakar, bisa meniadakan pembakaran dini, memulihkan tenaga mesin ke kadar semestinya dan membuat tenaga mesin meningkat [6].

Dengan menggunakan *octane booster* kualitas bahan bakar akan diperbaiki dengan menguraikan senyawa hidrokarbon yang ada didalam bahan bakar tersebut. Bila kualitas bahan bakar tersebut bagus maka pada saat pembakaran bahan bakar tidak akan mudah terbakar sebelum waktunya, akibatnya konsumsi akan lebih irit [7].

### **Konsumsi Bahan Bakar**

Motor bensin adalah sebuah mesin konversi energi, dimana energi kimia yang dikandung oleh bahan bakar dan udara diubah menjadi energi mekanis dengan proses pembakaran [8]. Konsumsi bahan bakar adalah angka menunjukkan berapa banyak jarak tempuh yang dapat ditempuh oleh motor dengan 1 liter bensin [9].

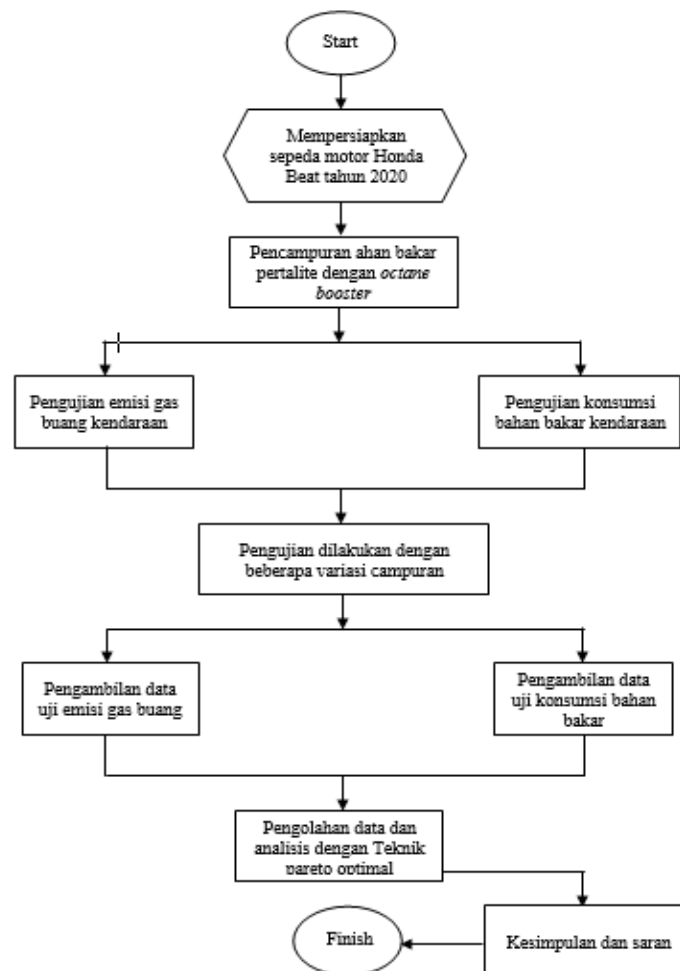
Konsumsi bahan bakar adalah pengukuran sejumlah bahan bakar yang digunakan mesin pada jangka waktu tertentu. Pengukuran konsumsi bahan bakar dapat menjadi suatu pertanda efisiensi kerja pada mesin [10].

### **Emisi Gas Buang**

Emisi gas buang merupakan polutan yang mengotori udara yang dihasilkan oleh mesin pembakaran dalam [11]. Gas buang kendaraan adalah gas sisa proses pembakaran yang dibuang ke udara bebas melalui saluran buang kendaraan [12]. Semakin kotor ruang bakar semakin tinggi pula emisi gas buang [13].

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di workshop sepeda motor Teknik Otomotif Fakultas teknik Universitas Negeri Padang. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data secara langsung pada tabel penelitian dari sepeda motor Honda Beat Esp 110cc tahun 2020 dan teknik analisis data yang digunakan ialah menggunakan teknik pareto optimal dengan alur penelitian yang ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Alur Penelitian

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, penggunaan zat aditif octane booster terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang sepeda motor Honda Beat Esp 110cc tahun 2020. Penelitian ini dilakukan di workshop Teknik Otomotif Universitas Negeri Padang pada tanggal 24 mei 2023 sampai selesai. Adapun data hasil penelitian sebagai berikut:

### Hasil pengujian Peralite murni

Hasil data pengujian Peralite murni konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat pada tabel 1 dan tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengukuran waktu konsumsi bahan bakar

Jumlah Octane Booster	Jumlah Bahan Bakar Yang Diuji	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (S)			Rata-Rata
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
0%	50 ml	1646	1577	1634	1619

Tabel 2. Hasil pengujian emisi gas buang

Pertalite murni			
Pengujian	Emisi gas buang		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
1	0,34	9,9	187
2	0,37	8,7	183
3	0,78	6,9	194
Rata-rata	0,50	8,5	188

### Hasil pengujian Pertalite campur Octane Booster 5%

Hasil data pengujian pencampuran Octane Booster 5% dengan Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat pada tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Hasil pengukuran waktu konsumsi bahan bakar

Jumlah Octane Booster	Jumlah Bahan Bakar Yang Diuji	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (S)			Rata-Rata
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
5%	50 ml	1504	1527	1551	1527

Tabel 4. Hasil pengujian emisi gas buang

Pertalite X Octane Booster 5%			
Pengujian	Emisi Gas Buang		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
1	0,76	5,5	208
2	1,36	6,0	156
3	0,64	7,9	160
Rata-rata	0,92	6,4	174

### Hasil pengujian Pertalite campur Octane Booster 10%

Hasil data pengujian pencampuran Octane Booster 10% dengan Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat pada tabel 5 dan tabel 6.

Tabel 5. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Jumlah <i>Octane Booster</i>	Jumlah Bahan Bakar Yang Diuji	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (S)			Rata-Rata
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
10%	50 ml	1484	1457	1500	1480

Tabel 6. Hasil pengujian emisi gas buang

Pertalite x <i>Octane Booster</i> 10 %			
Pengujian	Emisi gas buang		
	CO (%)	CO <sub>2</sub> (%)	HC (ppm)
1	0,61	8,5	186
2	0,48	8,6	198
3	0,42	8,8	172
Rata-rata	0,50	8,6	185

### Hasil Pengujian Pertalite Campur *Octane Booster* 15%

Hasil data pengujian pencampuran *Octane Booster* 5% dengan Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat pada tabel 7 dan tabel 8.

Tabel 7. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Jumlah <i>Octane Booster</i>	Jumlah Bahan Bakar Yang Diuji	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (S)			Rata-Rata
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
15%	50 ml	1441	1399	1412	1417

Tabel 8. Hasil pengujian emisi gas buang

Pertalite X <i>Octane Booster</i> 15%			
Pengujian	Emisi Gas Buang		
	Co (%)	Co <sub>2</sub> (%)	Hc (Ppm)
1	0,32	9,5	165
2	0,31	9,4	148
3	0,29	8,0	169
Rata-rata	0,30	8,9	160

### Hasil Pengujian Pertalite Campur *Octane Booster* 20%

Hasil data pengujian pencampuran *Octane Booster* 20% dengan Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat pada tabel 9 dan tabel 10.

Tabel 9. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Jumlah <i>Octane Booster</i>	Jumlah bahan bakar yang diuji	Pengujian konsumsi bahan bakar (s)			Rata-rata
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
20%	50 ml	1307	1350	1349	1335

Tabel 10. Hasil pengujian emisi gas buang

Pertalite X Octane Booster 20%			
Pengujian	Emisi Gas Buang		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
1	0,26	7,5	156
2	0,27	9,5	150
3	0,28	8,5	172
Rata-rata	0,27	8,5	159

### Hasil pengujian Pertalite campur Octane Booster 25%

Hasil data pengujian pencampuran Octane Booster 25% dengan Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat pada tabel 11 dan tabel 12.

Tabel 11. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Jumlah Octane Booster	Jumlah Bahan Bakar Yang Diuji	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (S)			Rata-Rata
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
25%	50 ml	1268	1303	1254	1275

Tabel 12. Hasil pengujian emisi gas buang

Pertalite x Octane Booster 25%			
Pengujian	Emisi Gas Buang		
	CO (%)	CO2 (%)	HC (ppm)
1	0,23	8,6	151
2	0,20	7,8	163
3	0,23	10,3	188
Rata-rata	0,22	8,9	167

### Hasil Pengujian Pertalite Campur Octane Booster 30%

Hasil data pengujian pencampuran Octane Booster 30% dengan Pertalite terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat pada tabel 13 dan tabel 14.

Tabel 13. Hasil pengujian konsumsi bahan bakar

Jumlah Octane Booster	Jumlah Bahan Bakar Yang Diuji	Pengujian Konsumsi Bahan Bakar (S)			Rata-Rata
		Uji 1	Uji 2	Uji 3	
30%	50 ml	1147	1112	1136	1131

Tabel 14. Hasil pengujian emisi gas buang

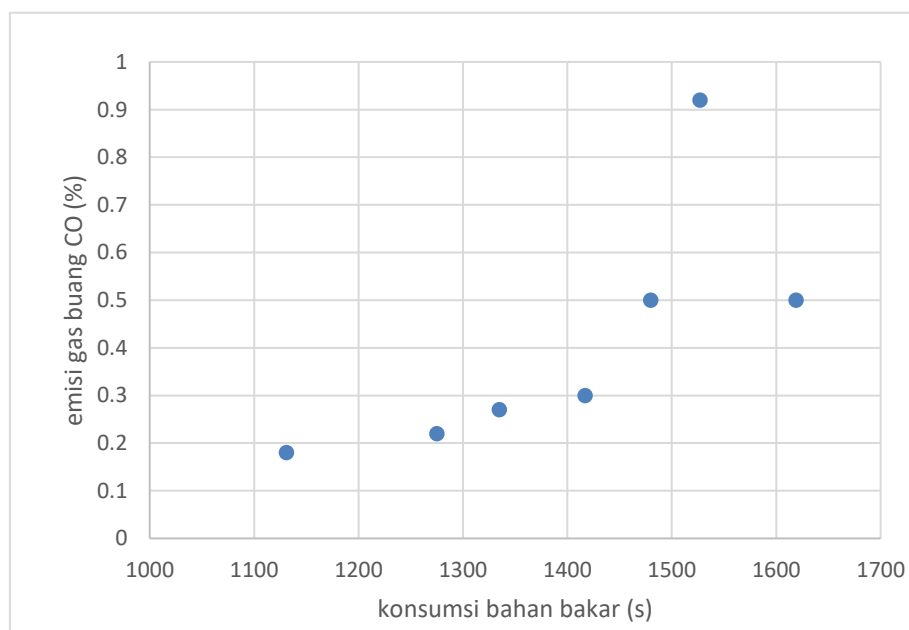
Pertalite X Octane Booster 30%			
Pengujian	Emisi Gas Buang		
	CO (%)	CO <sub>2</sub> (%)	HC (ppm)
1	0,20	11,1	141
2	0,19	9,4	162
3	0,15	10,9	201
Rata-rata	0,18	10,4	168

### Pembahasan

Pada Gambar 2 Konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang dapat dilihat bahwa, konsumsi paling irit pada pengujian pertalite murni tanpa campuran *Octane Booster* dengan rata-rata data konsumsi bahan bakar 1619 detik dan emisi CO yang dihasilkan dengan rata-rata 0,5% sedangkan hasil konsumsi paling boros pada pengujian pencampuran bahan bakar pertalite dengan *Octane Booster* 30% dengan rata-rata konsumsi bahan bakar 1131 detik dan menghasilkan emisi gas buang CO lebih rendah dari rata-rata konsumsi tertinggi dengan hasil CO 0,18%.

Hasil uji emisi dengan CO paling tinggi dan konsumsi cukup irit pada campuran 5% *Octane Booster* dengan hasil rata-rata 0,92 dan hasil uji dengan nilai rata-rata terdapat pada campuran 15% dengan hasil uji konsumsi bahan bakar 1417 detik dengan hasil uji emisi CO 0,3%. Jika pembaca ingin memilih pemakaian campuran mana yang ingin digunakan untuk penggunaan sepeda motor honda beat esp 110cc tahun 2020 bisa melihat tabel diatas sesuai keinginan pemakai dengan hasil yang telah peneliti dapatkan.

Dari hasil pengujian yang didapat yang tertera pada grafik diatas, pencampuran lebih banyak *Octane Booster* sangat berpengaruh terhadap hasil emisi CO dan konsumsi yang dihasilkan yang mana hasilnya berbanding terbalik. Jika semakin banyak campuran maka akan menghasilkan emisi CO lebih sedikit tetapi dengan konsumsi paling boros sedang kan semakin sedikit campuran maka semakin besar emisi CO yang dihasilkan tetapi dengan konsumsi yang lebih irit dari keseluruhan data pengujian.

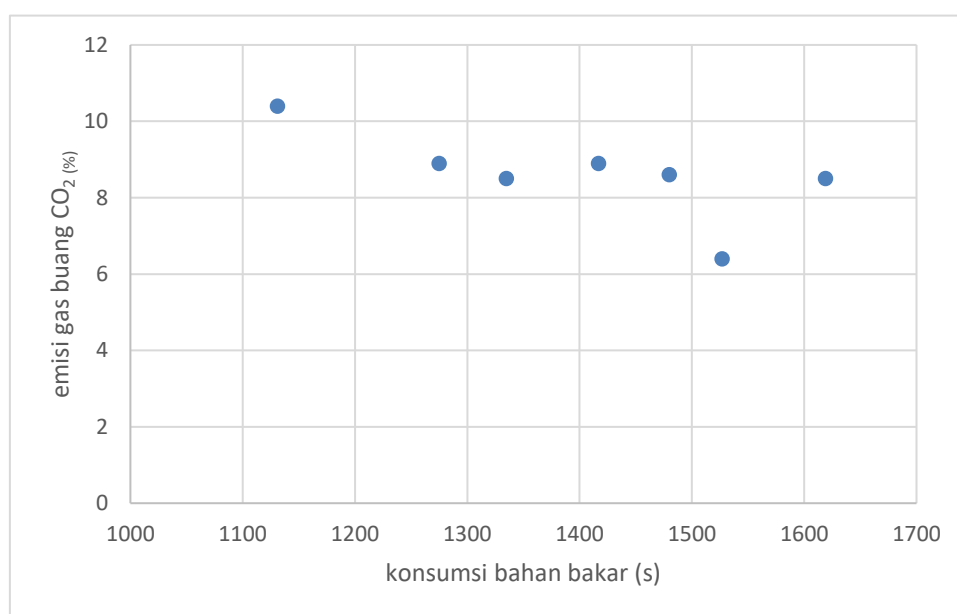


Gambar 2. Grafik pareto konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO

Pada Gambar 3 Konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO<sub>2</sub> dapat dilihat bahwa, hasil uji konsumsi paling irit dengan hasil emisi CO<sub>2</sub> paling sedikit adalah pada campuran 5% dengan rata-rata hasil uji emisi 1527 detik dan emisi CO<sub>2</sub> 6,4% sedangkan hasil pengujian yang paling boros dan emisi CO<sub>2</sub> paling banyak pada campuran 30% dengan hasil rata-rata konsumsi 1131 detik dan emisi CO<sub>2</sub> 10,4%.

Pengujian hasil konsumsi bahan bakar paling irit pada hasil pengujian pertalite murni tanpa campuran dengan hasil CO<sub>2</sub> tidak terlalu tinggi dari hasil pengujian lainnya dengan CO<sub>2</sub> 8,5% yang dapat menjadi rekomendasi terbaik untuk dipakai jika ingin konsumsi bahan bakar irit tetapi dengan emisi CO<sub>2</sub> yang tidak terlalu tinggi pada sepeda motor Honda Beat esp 110cc tahun 2020.

Dari hasil pengujian emisi CO<sub>2</sub> dan konsumsi yang dilakukan penambahan *Octane Booster* berpengaruh terhadap kadar CO<sub>2</sub> yang dihasilkan kendaraan karena semakin ditambah persentase campuran *Octane Booster* makin tinggi pula CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dengan hasil CO<sub>2</sub> tertinggi pada campuran 30% dan hasil CO<sub>2</sub> terendah pada campuran 5%.

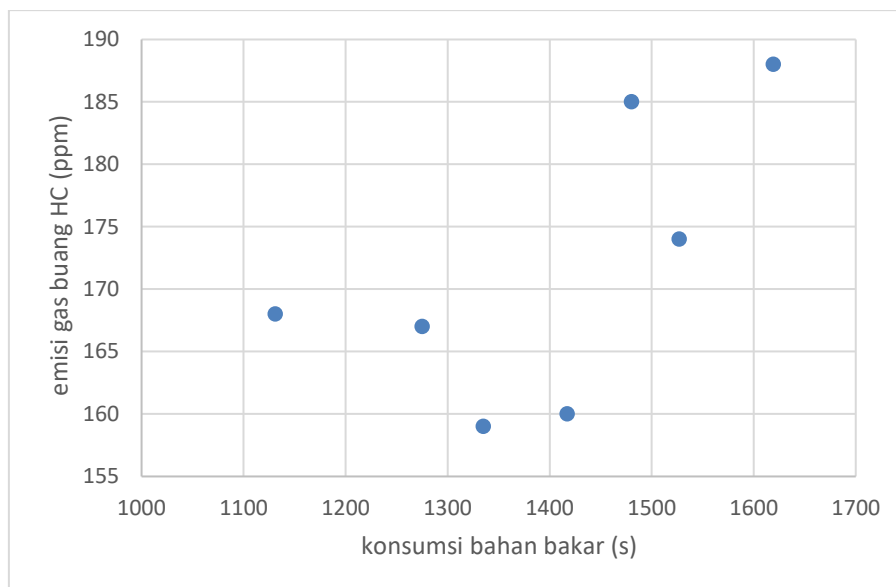


Gambar 3. Grafik pareto konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang CO<sub>2</sub>

Pada Gambar 4 Konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang HC dengan hasil pengujian emisi HC tertinggi terdapat pada hasil pengujian konsumsi paling irit dengan hasil rata-rata hasil tertinggi emisi HC 188 (ppm) dengan konsumsi bahan bakar 1619 detik dan hasil emisi rata-rata terendah HC pada campuran 20% dengan perolehan nilai rata-rata HC 159 (ppm) dengan konsumsi bahan bakar 1335 detik.

Dari hasil pengujian emisi HC dan dibandingkan dengan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan tidak begitu teratur data yang didapat karena, pada campuran paling sedikit HC yang dihasilkan cukup tinggi dari keseluruhan data yang didapat begitu juga jika ditambah lebih banyak campuran octane booster tidak juga membuat nilai HC yang dihasilkan berkurang tetapi, hasil HC paling sedikit terdapat pada pencampuran 20% dan 15%.





Gambar 4. Konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang HC

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil pengujian tentang campuran bahan bakar pertalite dengan *octane booster* terhadap konsumsi bahan bakar dan emisi gas buang kendaraan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Campuran bahan bakar pertalite dengan zat aditif *Octane Booster* tidak dapat mengurangi laju konsumsi dan malah membuat laju bahan bakar meningkat pada sepeda motor Honda Beat esp 110cc tahun 2020. Penggunaan konsumsi bahan bakar paling hemat terjadi pada pertalite murni 1619 detik pada putaran idle pada sepeda motor Honda Beat. Penggunaan bahan bakar paling boros terjadi pada campuran bahan bakar pertalite dengan *Octane Booster* 30% yaitu 1131 detik.

Emisi yang dikeluarkan memiliki statistic yang berbeda pada setiap indicator yang diukur seperti kadar CO yang dihasilkan menurun seiring ditambahnya campuran zat aditif *Octane Booster*, hasil kadar CO terendah pada campuran bahan bakar pertalite dengan *Octane Booster* 30% kadar CO 0,18%, Kadar CO<sub>2</sub> tertinggi pada campuran bahan bakar pertalite dengan *Octane Booster* 30% kadar CO<sub>2</sub> 10,4% sedangkan kadar CO<sub>2</sub> terendah pada campuran bahan bakar pertalite dan *Octane Booster* 5% kadar CO<sub>2</sub> 6,4%, dan kadar HC terendah pada campuran bahan bakar pertalite dengan *Octane Booster* 20% kadar HC 159 ppm sedangkan kadar HC tertinggi adalah pada campuran bahan bakar pertalite murni 188 ppm. Pengujian ini dilakukan dengan putaran idle.

### Saran

Penelitian ini masih terbatas menggunakan objek penelitian sepeda motor Honda Beat esp 110cc tahun 2020 sehingga dirasa perlu untuk melakukan eksperimen yang sama pada objek penelitian yang lain sehingga dapat dipastikan bahwa pengaruh pencampuran bahan bakar dengan *Octane Booster* apakah layak digunakan pada jenis kendaraan lain.

Untuk penelitian lanjutan, peneliti menyarankan menambahkan variable torsi dan daya karena penelitian ini tidak melakukan penelitian torsi dan daya dalam penambahan *Octane Booster* ini ke bahan baka pertalite. Untuk penelitian lanjutan, peneliti menyarankan untuk melakukan penelitian angka oktan dari penambahan *Octane Booster* pada bahan bakar pertalite sebagai variable penelitian.

## DAFTAR RUJUKAN

- [1] Cappenberg, Audri D. "Pengaruh penggunaan bahan bakar solar, biosolar dan pertamina dex terhadap prestasi motor diesel silinder tunggal." *Jurnal Konversi Energi dan Manufaktur* 4.2, 2017: 70-74.
- [2] Tarigan, Kristian. "Analisa Pengaruh Stroke Terhadap Performa Mesin Empat Langkah Kapasitas 150 CC Bahan Bakar Pertamina 92, Pertamina Turbo 98 dan Bensol Terhadap Data dan Konsumsi Bahan Bakar." *Jurnal Ilmiah Core IT: Community Research Information Technology* 7.2, 2019.
- [3] Arif Ahmad dkk, "Effects of Fuel Type on Performance in Gasoline Engine with Electronic Fuel Injection System," dalam *Journal of Physics: Conference Series*, Agu 2020, vol. 1594, no. 1. doi: 10.1088/1742-6596/1594/1/012036.
- [4] a Silbarani Joanly Saputra dan Alfansuri, "Analisa Pengaruh Penambahan Bioaditif Minyak Serai Wangi Pada Bahan Bakar Premium Terhadap Konsumsi Bahan Bakar Dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Absolute Revo 110," *Inovtek Seri Mesin*, vol. 1 no. 1, Nov 2022.
- [5] Kristanto, Philip. Oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether Sebagai Aditif Octane Booster Bahan Bakar Motor Bensin. *Jurnal Teknik Mesin*. Vol 4, Nomor 1, Hlm. 25-31. *Jurnal UK*, 2002.
- [6] Majanasastra, Raden Bagus Suryasa, Yopi Handoyo, and Yoga Pribadi. "Pengaruh Penambahan Additive "Octane Booster" Pada Bensin Type Premium Terhadap Peningkatan Daya, Torsi dan AFR Motor Bensin 150 CC." *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 9.1, 2021: 42-52.
- [7] Asri. Pengaruh Pemakaian Octane Booster Terhadap Pemakaian Bahan Bakar Spesifik Premium Dan Daya Pada Sepeda Motor Empat Langkah. *Jurnal skripsi FT UNP*, 2018.
- [8] Bahrul Amin dan Faisal Ismet. *Teknologi Motor Bensin*. Yogyakarta: Kencana, 2016 :21.
- [9] Jalius Jama, Wagino. *Teknik Sepeda Motor Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2016.
- [10] Oraile, Ileri, and Totok Widiyanto. "OPTIMALISASI UNJUK KERJA MESIN DIESEL CATERPILLAR C32 SEBAGAI PENGGERAK GENERATOR DI PT. PLN (PERSERO) ULP GWAMAR DOBO." *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Energi dan Mineral*. Vol. 2. No. 1. 2022.
- [11] RAMADHAN, GILANG. UJI EMISI GAS BUANG MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR BIO ETHANOL SINGKONG PADA MESIN BENSIN 2000 CC. *Diss. UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA*, 2020.
- [12] Wakhid, Muhammad Umar. *Analisis Dampak Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor CO di UIN Raden Intan Lampung*. *Diss. UIN Raden Intan Lampung*, 2018.
- [13] Esaputra, Gede Bayu Wiria, I. G. B. W. Kusuma, and A. A. A. Suryawan. "Pengaruh penggunaan bahan bakar liquefied gas for vehicle (LGV) terhadap konsumsi bahan bakar, SFC, dan emisi gas buang pada mobil." *Jurnal METTEK* 2.2, 2016: 83-92.
- [14] Suharsimi Arikunto, *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta, 2018.
- [15] Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta, 2017.