

PENGARUH PENINGKATAN PERBANDINGAN KOMPRESI TERHADAP EMISI GAS BUANG KENDARAAN SEPEDA MOTOR

EFFECT OF INCREASING COMPRESSION RATIONALE ON MOTORCYCLE VEHICLE EXHAUST GAS EMISSIONS

Elihakim Yotam Dau*, Basri K, Edy Suprpto, Wofrid E. Bianome

1,2,3,4 Universitas Nusa Cendana, NTT, Indonesia

Sejarah Artikel

Diterima: November
2023

Disetujui: Desember
2023

Dipublikasikan:
Desember 2023

Abstract

The aim of this research is to analyze exhaust emissions and fuel consumption from a comparison of standard compression and increased compression. The method used in this research is an experimental method which refers to experimental standards regarding the comparison of standard compression and improved compression. The research results obtained at standard compression with a rotation of 2000 RPM, namely CO 3.04% Vol and an HC value of 667 bpj, and at a rotation of 3000 RPM the CO emission level was 4.26% Vol and an HC value of 755 bpj. Meanwhile, at 5000 RPM, the CO emission level was 4.99% Vol and the HC value was 977 bpj. The results obtained from the increased compression in the 2000 RPM rotation resulted in a CO emission level of 3.28% Vol and an HC value of 638 bpj, in the 3000 RPM rotation it produced a CO emission level of 3.11% Vol and an HC value of 429 bpj, while in the 5000 RPM produces a CO emission level of 3.5% Vol and an HC value of 327 bpj. Thus, researchers can conclude that the results of CO and HC emission levels from increased compression are still below the specified threshold value when compared with standard compression which already exceeds the threshold value.

Kata Kunci

Kompresi ; Emisi Gas
Buang ; Variasi .

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis emisi gas buang dan konsumsi bahan bakar dari perbandingan kompresi standar dan kompresi yang telah ditingkatkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang mengacu pada standar percobaan tentang perbandingan kompresi standar dan kompresi yang telah ditingkatkan. Hasil penelitian yang diperoleh pada kompresi standar dengan putaran 2000 RPM, yaitu CO 3,04% Vol dan nilai HC 667 bpj, dan pada putaran 3000 RPM memperoleh kadar emisi CO 4,26% Vol dan nilai HC 755 bpj. Sedangkan pada putaran 5000 RPM mendapatkan hasil kadar emisi CO 4,99% Vol dan nilai HC 977 bpj. Hasil yang diperoleh dari Kompresi yang telah ditingkatkan pada putaran 2000 RPM, yaitu nilai kadar emisi CO 3,28% Vol dan nilai HC 638 bpj. Untuk putaran 3000 RPM menghasilkan kadar emisi CO 3,11% Vol dan nilai HC 429 bpj, sedangkan pada putaran 5000 RPM



memperoleh hasil kadar emisi CO 3,5% Vol dan nilai HC 327 bpj. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil kadar emisi CO dan HC dari kompresi yang telah ditingkatkan masih dibawah nilai ambang batas yang ditentukan jika dibandingkan dengan kompresi standar yang sudah melebihi nilai ambang batas.

DOI:10.33172/pjp.v1.i2

e-ISSN: 3025-5228

© 2023 Published by Program Studi Permesinan Kapal
Universitas Pertahanan Republik Indonesia

***Corresponding Author:**

Elihakim Yotam Dau
Email: yotamdau35@gmail.com



PENDAHULUAN

Dunia otomotif berkembang semakin cepat, untuk itu masyarakat dituntut untuk lebih produktif dan selektif baik dari segi kualitas maupun dari segi kuantitas. Perkembangan dunia otomotif secara kualitas dapat dilihat dari semakin banyaknya mesin-mesin canggih yang diterapkan pada kendaraan bermotor.

Kendaraan bermotor merupakan sarana transportasi yang saat ini banyak kita temukan dalam aktifitas sehari-hari (Wisesa 2015). Penggunaan transportasi tersebut merupakan suatu kemudahan bagi masyarakat agar tepat waktu, memberikan kesan nyaman dalam perjalanan. Namun dengan penggunaan bahan bakar fosil kendaraan tersebut secara terus menerus akan berdampak negatif, yakni bisa menurunnya cadangan minyak bumi, dan mengakibatkan pencemaran udara (*pulkarabek* 2004:35), yang dihasilkan dari emisi gas buang kendaraan bermotor merupakan penyumbang terbesar terjadinya pencemaran udara Sastrawijaya (1991). Pencemaran udara terjadi jika udara di atmosfer dicampuri dengan zat atau radiasi yang berpengaruh jelek terhadap organisme hidup. Pencemaran udara merupakan masalah yang sangat penting untuk diatasi karena dapat mengurangi kadar oksigen dalam udara yang dapat mempengaruhi gangguan pernafasan.

Kadar CO dan HC berbahaya bagi manusia. Sering terjadinya keracunan CO dan HC yang mengakibatkan kematian. Gangguan sistem pernapasan yang terjadi dapat menjadi emfisema. Bila kondisinya kronis dapat berpotensi menjadi bronkitis serta akan terjadi penimbunan CO dan HC yang dapat menjadi sumber karsinogenik atau penyebab timbulnya kanker, diudara ambient yang normal, CO dan HC dapat mengalami oksidasi yang bersifat racun. Udara yang tercemar oleh gas CO dan HC tidak hanya berbahaya bagi manusia dan hewan saja, tetapi juga berbahaya bagi kehidupan tanaman

Senyawa yang terkandung dalam emisi gas buang kendaraan sepeda motor ketika berada diudara dapat berubah karena terjadinya suatu reaksi, misalnya dengan sinar matahari dan uap air atau juga antara senyawa-senyawa tersebut satu dengan yang lain (Tugaswati 2008) . Gas buang mengandung unsur-unsur antara lain CO, NO₂, HC, C, H₂, CO₂, H₂O dan N₂. Adapun gas yang tidak beracun adalah N₂ (nitrogen), CO₂ (karbon dioksida), dan H₂O (uap air). Sedangkan gas yang beracun yaitu CO (*karbon monoksida*), HC (*hidrokarbon*) dan NO_x.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen. Tempat penelitian dilakukan dibengkel/laboratorium Program Studi Pendidikan Teknik Mesin. Prosedur pengujian yaitu langkah- langkah yang dipakai untuk mengumpulkan data guna menjawab pertanyaan penelitian yang diajukan dalam penelitian ini, dengan pembahasan tentang lokasi dan subjek penelitian, desain penelitian (tahap persiapan, tahap pelaksanaan dan tahap pelaporan) dan justifikasi, definisi operasional, instrument penelitian. Prosedur pengujian dengan mempersiapkan alat dan bahan yaitu: kepala silinder standar, kepala silinder yang di papas, gas ana lyzer dan sepeda motor.

Adapun prosedur dalam pelaksanaan eksperimen ini adalah sebagai berikut: Pengukuran Perbandingan Kompresi Mengukur volume kompresi dengan buret, didapat hasil pengukuran dalam kondisi standar yakni; 13,6 ml

$$C = \frac{Vl + VC}{VC} = \frac{Vl}{VC} + 1$$

$$9 = \frac{109,1}{Vc} + 1$$

$$\frac{109,1}{VC} = 9 - 1$$

$$VC = \frac{109,1}{8}$$

$$VC = 13,6 \text{ cc}$$

Kepala silinder yang dipapas 1 mm (0,1 cm)

$$VC \text{ pemapasan} = \frac{\pi}{4} d^2 \cdot L$$

$$= 0,785 \cdot 5^2 \cdot 0,1$$

$$= 1,96 \text{ cc}$$

$$= (13,6 - 1,96) \text{ cc}$$

$$VC \text{ sisa} = 11,64 \text{ cc}$$

Pemaspasan pada permukaan kepala silinder dengan cara dibubut yaitu sebesar 1 mm. Mengukur kembali perbandingan kompresi, dari motor yang sudah di papas kepala silindernya adalah :

$$\begin{aligned} C &= \frac{Vl + VC}{VC} \\ &= \frac{Vl}{VC} + 1 \\ &= \frac{109,1}{11,64} + 1 \\ &= 10,3 \end{aligned}$$

Rancang acak lengkap merupakan rancang yang paling sederhana diantara rancangan-rancangan percobaan yang baku. Pola ini dikenal sebagai pengacakan lengkap atau pengacakan dengan tiada pembatasan. Rancangan acak lengkap (RAL) dipandang lebih berguna dalam percobaan laboratorium atau dalam percobaan dalam beberapa jenis bahan percobaan tertentu yang mempunyai sifat relatif homogeny.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil uji emisi gas buang dengan membandingkan kompresi standar dan kompresi yang telah ditingkatkan dapat dilakukan pengujian sebanyak 18 kali dengan tiga tingkat kecepatan RPM. Pengujian emisi yang dilakukan pada 3 tingkat kecepatan RPM percobaan dapat menggunakan alat ukur Tacometer.

Tabel 1. Hasil uji emisi gas buang dari kompresi standar

RPM	Emisi Gas Buang kompresi standar							
	CO (% Volume)				HC (BPJ)			
	(NAB; 4,5% Volume)				(NAB; 2400 BPJ)			
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata
2000	3,19	3,12	2,82	3,04	635	681	669	667
3000	4,40	4,13	4,22	4,26	694	961	612	775
5000	4,85	5,12	5,01	4,99	850	1150	932	977

Tabel 2. Hasil Uji emisi gas buang dari kompresi yang telah ditingkatkan

RPM	Emisi Gas Buang Kompresi yang Telah Ditingkatkan			
	CO (% Volume)		HC (BPJ)	

	(NAB; 4,5% Volume)				(NAB; 2400 BPJ)			
	1	2	3	Rata-rata	1	2	3	Rata-rata
2000	3,47	3,04	3,35	3,28	613	652	632	638
3000	3,28	3,25	2,80	3,11	445	416	425	429
5000	2,66	4,11	3,75	3,5	426	273	236	312

Perbandingan kadar CO dan HC dari kompresi standar dan kompresi yang telah ditingkatkan

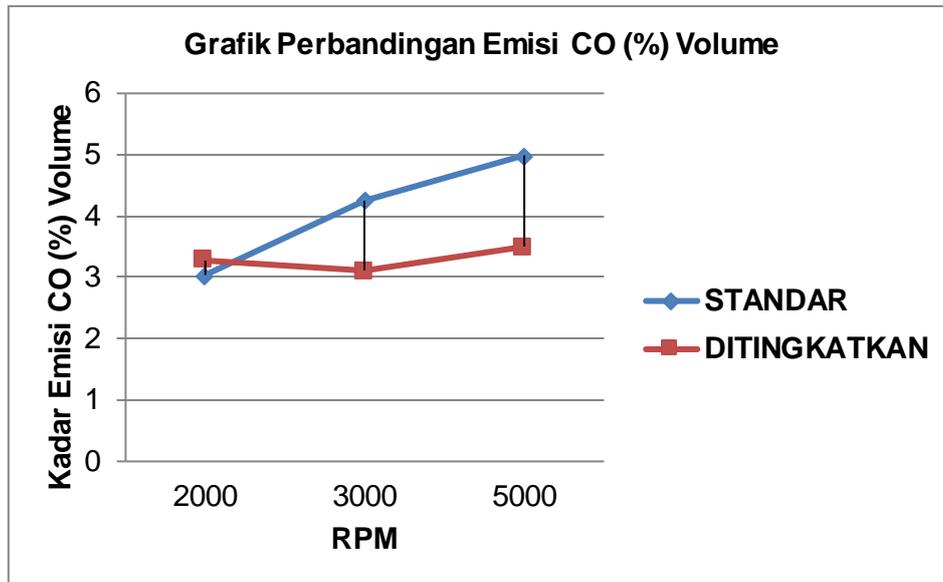
Tabel 3. Perbandingan Emisi Gas Buang CO Kompresi standar dan kompresi yang telah ditingkatkan

RPM	KOMPRESI		Nilai Ambang Batas
	Standar	Yang Telah Ditingkatkan	
	Kadar gas Emisi CO (% Volume)		
2000	3,04 % vol	3,28 % vol	NAB; 4,5% Volume
3000	4,26 % vol	3,11 % vol	
5000	4,99 % vol	3,5 % vol	

Hasil rata-rata kadar emisi CO pada tabel 3 yang didapatkan dari putaran 2000 RPM pada kompresi standar lebih rendah yaitu dengan nilai 3,04 % volume jika dibandingkan dengan kompresi yang telah ditingkatkan menghasilkan nilai 3,28 % volume. Lalu pada putaran 3000 terjadi peningkatan pada kompresi standar yang menghasilkan nilai 4,25 % volume dan pada kompresi yang telah ditingkatkan mendapatkan penurunan Kadar CO dengan nilai 3,11 % volume, di putaran 5000 RPM terjadi penurunan kadar emisi CO dengan nilai 3,5 % volume dari kompresi yang telah ditingkatkan, jika dibandingkan dengan hasil dari kompresi standar yang menghasilkan nilai kadar CO 4,96 % volume.

Berdasarkan tabel kadar emisi CO di atas dapat dilihat bahwa hasil emisi CO pada putaran 3000 RPM dan 5000 RPM terjadi penurunan kadar emisi CO dari kompresi yang telah ditingkatkan masih lebih rendah dibandingkan dengan kompresi standar, meskipun pada putaran 2000 RPM dari kompresi yang telah ditingkatkan mengalami kenaikan kadar emisi CO jika dibandingkan dengan hasil emisi CO dari kompresi standar.

Penurunan kadar emisi CO dari kompresi yang telah ditingkatkan dapat diakibatkan karena terjadinya peningkatan kompresi yang mengakibatkan suhu dan temperatur ikut meningkat sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar dengan baik, maka kadar emisi CO yang di hasilkan lebih rendah dibandingkan dengan kompresi standar.



Gambar 1 Grafik Perbandingan Emisi CO (%) Volume

Tabel 4 Perbandingan Emisi Gas Buang HC Kompresi standar dan kompresi yang telah ditingkatkan

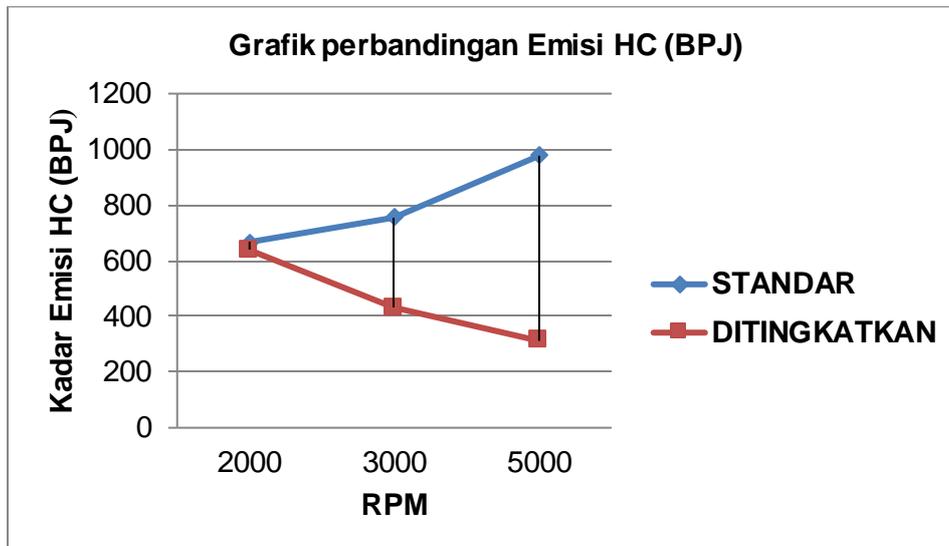
KOMPRESI			
RPM	Standar	Yang Telah Ditingkatkan	Nilai Ambang Batas
Kadar gas Emisi HC (bpj)			
2000	667 bpj	638 bpj	NAB; 2400 bpj
3000	755 bpj	429 bpj	
5000	977 bpj	327 bpj	

Hasil rata-rata kadar emisi HC pada tabel 4 yang didapatkan dari putaran mesin 2000 RPM pada kompresi standar lebih tinggi yaitu dengan nilai 667 BPJ jika dibandingkan dengan kompresi yang telah ditingkatkan menghasilkan nilai 638 BPJ . Lalu pada putaran 3000 RPM hasil emisi HC terendah didapatkan dari kompresi yang telah ditingkatkan dengan nilai 429 BPJ dibandingkan dengan kompresi standar yang menghasilkan kadar emisi HC dengan nilai 755 BPJ, di putaran 5000 RPM terjadi penurunan kadar emisi HC dengan nilai 312 BPJ dari kompresi yang telah ditingkatkan, jika dibandingkan dengan kompresi standar yang menghasilkan kadar emisi HC dengan nilai 977 BPJ .

Berdasarkan tabel hasil kadar emisi HC yang sudah didapatkan bahwa hasil emisi HC pada putaran 2000 RPM, 3000 RPM dan 5000 RPM terjadi penurunan kadar emisi HC

dari kompresi yang telah ditingkatkan jika dibandingkan dengan hasil kadar emisi HC dari kompresi standar yang mengalami peningkatan.

Penurunan kadar emisi HC dari kompresi yang telah ditingkatkan dapat diakibatkan karena terjadinya peningkatan kompresi sehingga ikatan molekul udara dan bahan bakar terkompresi dan mengakibatkan suhu dan temperatur meningkat sehingga campuran bahan bakar dan udara terbakar dengan baik, maka hasil kadar emisi HC yang dihasilkan lebih rendah.



Gambar 2 Grafik Perbandingan Emisi HC (bpj)

Penelitian yang dilakukan oleh Wisesa (2015), dengan melakukan pengujian terhadap kepala silinder standar dan kepala silinder yang dipapas untuk mencari hasil emisi gas buang. Perbandingan kompresi merupakan perbandingan antara total volume langkah ditambah dengan volume ruang bakar dibagi dengan volume ruang bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh peningkatan perbandingan kompresi terhadap emisi gas buang kendaraan sepeda motor Honda blade 110 cc. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan melakukan pengujian emisi pada kondisi perbandingan kompresi 9:1 dan 10,2:1. Hasil penelitian tersebut adalah peningkatan perbandingan kompresi mempengaruhi konsentrasi kadar emisi karbon monoksida dan hidrokarbon. Konsentrasi CO meningkat 16,35%, hal ini terjadi karena peningkatan perbandingan kompresi dapat meningkatkan tekanan dan temperatur pada silinder, sehingga mengakibatkan disosiasi molekul CO₂ menjadi CO dan O₂. Sedangkan konsentrasi kadar HC meningkat 52,74%, hal ini terjadi karena peningkatan perbandingan kompresi dapat meningkatkan konsentrasi hidrokarbon, yang disebabkan oleh tekanan lebih besar dari total

volume mesin sehingga proses pembakaran menjadi kurang sempurna. Kelemahan penelitian terdahulu yaitu pada hasil emisi gas buang yang didapat dari kompresi yang sudah ditingkatkan, yang mana dapat dilihat bahwa terjadinya peningkatan hasil emisi gas buang dari perbandingan kompresi yang sudah ditingkatkan.

Penelitian yang dilakukan Indrawan (2014) dengan menyelidiki pengaruh rasio kompresi terhadap kadar emisi gas buang CO dan HC dengan bahan bakar Liquefied Petroleum Gas pada sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc. Hasil Kadar emisi gas buang CO yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar Liquefied Petroleum Gas pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) sebesar 0,135 %, pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) sebesar 0,037 % dan pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) sebesar 0,026 %. Kadar emisi gas buang HC yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar Liquefied Petroleum Gas pada rasio kompresi 8,6 : 1 (rendah) sebesar 1533 ppm, pada rasio kompresi 9,3 : 1 (standar) sebesar 1270 ppm dan pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) sebesar 820 ppm. Data hasil pengujian menunjukkan kadar emisi gas buang CO dan HC paling vii rendah yang dihasilkan sepeda motor Yamaha Jupiter Z 110 cc dengan bahan bakar Liquefied Petroleum Gas adalah pada rasio kompresi 10 : 1 (tinggi) yaitu dengan kadar emisi gas buang CO sebesar 0,026 % dan kadar emisi gas buang HC sebesar 820 ppm.

Penelitian Raymond (2015) dengan melakukan pengujian pada mesin Sinjai 2 silinder 650cc single overhead camshaft dengan sistem pemasukan bahan bakar port injection berbahan bakar bi-fuel (Premium-CNG). Dengan memvariasikan rasio kompresi terhadap perubahan dimensi ruang bakar, tebal packing, dan deck clearance sehingga akan meningkatkan unjuk kerja pada mesin Sinjai tersebut. Telah diketahui bahwa rasio kompresi engine standar pada nilai 9,5 : 1 yang akan dirubah menjadi 10,5 : 1, 11,5 : 1, 12,5 :1. Terlebih dahulu dapat dilakukan simulasi dengan menggunakan software LOTUS Engine Simulation dengan tujuan untuk mengetahui hasilunjuk kerja yang terbaik. Sehingga dapat digunakan sebagai acuan dalam pengujian eksperimental agar mengetahui nilai komparasi antara simulasi dengan eksperimen. Pada pengujian eksperimen dilakukan pada kondisi full open throttle dengan putaran mesin 5000 rpm hingga 2000 rpm dilakukan pengujian menggunakan waterbrake dynamometer untuk mendapatkan hasil unjuk kerja mesin. Pengujian tersebut ditujukan untuk menghasilkan torsi, daya, tekanan efektif rata – rata, konsumsi bahan bakar spesifik, efisiensi thermal, efisiensi volumetris, udara, emisi gas buang dan suhu operasional mesin. Setelah dilakukan penelitan berupa eksperimen dan

simulasi yang menggunakan Lotus Engine Simulation didapatkan hasil unjuk kerja dan kondisi operasional engine SINJAI 650 cc berbahan bakar bi-fuel standar dan variasi rasio kompresi bahwa dengan menaikkan nilai rasio kompresi dapat meningkatkan hasil unjuk kerja engine tetapi perlu adanya analisa terlebih dahulu untuk memperhitungkan rasio kompresi yang mampu diterima oleh engine. Dengan menggunakan simulasi dapat memberikan informasi presentasi kenaikan hasil unjuk kerja engine. Dari hasil simulasi didapatkan rasio kompresi terbaik pada 12,5 : 1 dengan peningkatan torsi 8,08% untuk premium dan 7,18% untuk CNG, daya 8,27% untuk premium dan 7,4% untuk CNG, bmep 8,079% untuk premium dan 7,19% untuk CNG, efisiensi thermal 8,46% untuk premium dan 7,85% untuk CNG, efisiensi volumetris 0,37% untuk premium dan 0,598% untuk CNG dan bsfc menurun 7,853% untuk premium dan 7,32% untuk CNG. Dari hasil eksperimen dilakukan pada rasio kompresi 10,5 : 1 didapatkan peningkatan torsi 4,27% untuk premium dan 5,858% untuk CNG, daya 4,53% untuk premium dan 6,33% untuk CNG, bmep 4,27% untuk premium dan 5,85% untuk CNG, efisiensi thermal 2,68% untuk premium dan 3,48% untuk CNG, efisiensi volumetris 2,45% untuk premium dan 2,579% untuk CNG dan bsfc menurun 10,045% untuk premium dan 7,67% untuk CNG. Jika dibandingkan nilai simulasi dengan eksperimen didapatkan peningkatan torsi 20,36% untuk premium dan 28,78% untuk CNG, daya 21,97% untuk premium dan 33,61% untuk CNG, efisiensi thermal 4,62% untuk premium dan 5,84% untuk CNG, bsfc menurun 21,88% untuk premium dan 17,43% untuk CNG

Penelitian yang dilakukan pada sepeda motor Honda Blade 110 CC tahun 2008 dengan melakukan pengujian emisi gas buang dari perbandingan kompresi standar dan kompresi yang telah ditingkatkan untuk mengetahui hasil kadar emisi gas buang. Bila dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang mana dapat dilihat bahwa hasil uji emisi gas buang yang didapatkan dari kompresi yang telah ditingkatkan sudah melebihi nilai ambang batas, apabila dibandingkan dengan hasil penelitian yang saya dapatkan dengan melakukan pengujian emisi gas buang dari kompresi yang telah ditingkatkan lebih rendah atau masih dibawah nilai ambang batas yang ditentukan atau dapat dikatakan masih normal.

PENUTUP

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan pada penelitian ini dapat disimpulkan bahwa peningkatan kompresi mempunyai pengaruh terhadap emisi gas buang CO dan HC. Dapat dilihat dari data rata-rata pengujian emisi gas buang CO dan HC. Pada

putaran 2000 RPM kadar CO gas buang sepeda motor dari kompresi standar yaitu dengan nilai 3,04 % volume, kadar CO dari kompresi yang telah ditingkatkan menghasilkan nilai 3,28 % volume, dan kadar HC gas buang sepeda motor dari kompresi standar yaitu dengan nilai 667 BPJ dan kadar HC dari kompresi yang telah ditingkatkan menghasilkan nilai 638 BPJ. Pada putaran 2000 RPM dapat dilihat bahwa kompresi yang telah ditingkatkan lebih baik dalam menurunkan kadar emisi gas buang jika dibandingkan dengan kompresi standar, jika menggunakan bahan bakar yang nilai oktannya sesuai dengan tekanan kompresi yang digunakan. Pada putaran 3000 RPM hasil kadar emisi CO dari kompresi standar dengan nilai 4,25 % volume, dari kompresi yang telah ditingkatkan menghasilkan kadar CO dengan nilai 3,11 % volume dan hasil emisi HC kompresi yang telah ditingkatkan dengan nilai 429 BPJ dan kompresi standar menghasilkan kadar emisi HC dengan nilai 755 BPJ. Pada putaran 3000 RPM dapat dilihat bahwa kompresi yang telah ditingkatkan lebih baik dalam menurunkan kadar emisi gas buang jika dibandingkan dengan kompresi standar, jika menggunakan bahan bakar yang nilai oktannya sesuai dengan tekanan kompresi yang digunakan. Pada putaran 5000 RPM kadar emisi CO dari kompresi yang telah ditingkatkan dengan nilai 3,5 % volume, hasil kadar CO dari kompresi standar dengan nilai 4,96 % volume dan hasil kadar emisi HC dengan nilai 312 BPJ yang didapat dari kompresi yang telah ditingkatkan dan hasil kadar emisi HC yang didapat dari kompresi standar dengan nilai 977 BPJ. Maka pada putaran 5000 RPM dapat dilihat bahwa kompresi yang telah ditingkatkan lebih baik dalam menurunkan kadar emisi gas buang jika dibandingkan dengan kompresi yang standar, jika menggunakan bahan bakar yang nilai oktannya sesuai dengan tekanan kompresi yang digunakan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budi Utomo Wisesa, Bahrul Amin, Erzeddin Alwi. 2015. *Pengaruh Peningkatan Perbandingan Kompresi Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Sepeda Motor Honda Blade 110 Cc.* Skripsi. Jurusan Teknik Otomotif Ft Unp.
- Ifnu Taufik Indrawan. 2014. *Pengaruh Rasio Kompresi Terhadap Emisi Gas Buang Co Dan Hc Dengan Bahan Bakar Liquefied Petroleum Gas Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z 110 Cc.* Skripsi. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Elihakim Yotam Dau*, Basri K, Edy Suprpto, Wofrid E. Bianome

Pengaruh Peningkatan Perbandingan Kompresi Terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Sepeda Motor

Lambok Raymond. 2015. *Pengaruh Compression Ratio Terhadap Unjuk Kerja Dan Emisi Gas Buang Pada Mesin Sinjai 650 CC Berbahan Bakar BI-FUEL*. Skripsi. Fakultas Teknologi Industri. Institut Teknologi Sepuluh November.

Sastrawijaya, A. T. (1991). *Pencemaran Lingkungan*, Rhineka Cipta Jakarta

Tugaswati, A.Tri. (2008). *Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan*, <http://www.kpbb.org>

Willard W. Pulkarabek. (2004). *Dasar-Dasar Teknik Mesin Pembakaran internal*. Prentice-Hall.