

Pengaruh Persentase Minyak Kayu Putih Dan Nilai Oktan Bahan Bakar Terhadap Getaran Mesin Dan Emisi Gas Buang

Muhammad Alfiadi Triswial Arsy
Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Santoso Santoso
Politeknik Negeri Malang, Indonesia

Alamat: JL. Soekarno Hatta No.09 , Jatimulyo, Lowokwaru, Kota Malang
Korespondensi penulis: m.alfiadi.polinema13@email.com

Abstract. *Vehicles in Indonesia continue to increase every year which has an impact on fuel consumption and air pollution. Vehicle gas emissions are the biggest contributor to air pollution. This research method uses experiments with gas analyzers and vibration meters. Variations in octane values of 90 and 92 with mixture percentages of 10%, 18%, 22% at 2000 to 5000 rpm. Test results were analyzed using two-way ANOVA. The research results showed that at RON 90 there was a change in CO and HC with the best percentage, in the 18% mixture the CO was 0.29% and HC 96ppm compared to the 10% and 22% mixture. At RON 92 there was a change in CO and HC at the best percentage, namely a mixture of 18%, data obtained for CO was 0.19% and HC was 62 ppm. So the reduction in CO and HC levels occurs in the ideal mixture by 18% at RON 90 and 92.*

Keywords: *Octane, Bio Aditif, Cajaputi Oil, Exhaust Gas Emission*

Abstrak. Kendaraan di Indonesia yang terus meningkat tiap tahun nya berdampak kepada besarnya pemakaian bahan bakar dan polusi udara, emisi gas kendaraan merupakan penyumbang polusi udara terbesar. Metode penelitian ini menggunakan eksperimen dengan alat gas analyzer dan vibration meter. Variasi nilai oktan 90 dan 92 dengan persentase campuran 10%, 18%, 22% pada putaran 2000 hingga 5000 rpm. Hasil uji dianalisis dengan anova dua arah. Hasil penelitian menunjukkan pada RON 90 terjadi perubahan CO dan HC pada persentase paling baik campuran 18% mendapatkan CO 0,29% dan HC 96ppm dibanding campuran 10% dan 22%. Pada RON 92 terjadi perubahan CO dan HC pada persentase paling baik campuran 18% mendapatkan data CO 0,19% dan HC pada 62ppm. Maka penurunan kadar CO dan HC terjadi pada campuran ideal 18% pada RON 90 dan 92.

Kata kunci: Emisi Gas Buang, Oktan, Bio Aditif, Minyak Kayu Putih

1. LATAR BELAKANG

Hasil penelitian pemanfaatan minyak kayu putih dapat menurunkan emisi gas buang pada kendaraan. Menggunakan bahan bakar pertalite dicampur minyak kayu putih dengan persentase 10%, 15%, 20%. Menghasilkan rata-rata CO 2,21% dengan menggunakan bahan bakar dan minyak kayu putih 20%. Emisi gas buang HC untuk nilai rata-rata terendah adalah 156 ppm (Putra & Suryanto, 2021). hasil pengujian menunjukkan bahwa emisi gas buang CO rata-rata sebesar 29,25% dengan campuran *bioaditif* 7%, dan 34,15% dengan campuran *bioaditif* 8%. Penambahan *bioaditif* pada bahan bakar pertalite berpengaruh terhadap reduksi emisi gas buang HC. Dan reduksi emisi gas buang HC rata-rata sebesar 5,08% dengan campuran *bioaditif* 7%, dan 14,318% dengan campuran *bioaditif* 8%. (Utomo & Arsana, 2020).

Kendaraan di Indonesia yang terus meningkat tiap tahun nya berdampak kepada besarnya pemakaian bahan bakar dan polusi udara, emisi gas kendaraan merupakan penyumbang polusi udara terbesar. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar emisi gas

Received: May 10, 2024; Revised: June 15, 2024; Accepted: July 15, 2024; Online Available: July 18, 2024;

* Muhammad Alfiadi Triswial Arsy , m.alfiadi.polinema13@email.com

buang kendaraan yang meningkat adalah melakukan campuran pada bahan bakar dengan menambahkan persentase minyak kayu putih pada oktan 90 dan oktan 92. Persentase pada minyak kayu putih yaitu 10%, 18%, 22% diharapkan dapat menurunkan kadar emisi gas buang pada kendaraan.

2. KAJIAN TEORITIS

2.1. Minyak Kayu Putih

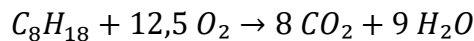
Minyak kayu putih dapat dijadikan *bioaditif* karena memiliki karakteristik menyerupai bahan bakar minyak, seperti mudah menguap, berat jenisnya rendah, dan tersusun dari senyawa-senyawa organik hidrokarbon spesifik. Minyak kayu putih umumnya larut dalam pelarut *organik* seperti alkohol, *eter*, *petroleum*, *benzena*, dan tidak larut dalam air. Minyak kayu putih mengandung senyawa dan komposisi nya yaitu *Sineol* ($C_{10}H_{18}O$) dan senyawa dari *terpienol* ($C_{10}H_{17}OH$) yang merupakan kandungan utama yang banyak mengandung oksigen yang dibutuhkan oleh mesin untuk proses pembakaran, dan beberapa sifat jenis seperti *a-pinenena*, *valerat* dan *benzoat aldehyd*. Adanya senyawa tersebut dapat mempengaruhi efisiensi pembakaran dan performa mesin secara keseluruhan. (Efruan,dkk. 2015)

2.2. Teori Dasar Getaran

Getaran adalah gerakan osilasi disekitar sebuah titik, gerakan massa yang diberikan gaya (*forced vibration*) tanpa *friction*/gesekan. (Winoko.2017). Besaran getaran dinyatakan dalam akar rata-rata kuadrat percepatan dalam satuan meter per detik ($m/detik^2$ rms). Frekuensi getaran dinyatakan sebagai putaran per detik (Hz). Getaran seluruh tubuh biasanya dalam rentang 0,5 . 4,0 Hz dan tangan-lengan 8-1000 Hz. Vibrasi atau getaran, dapat disebabkan oleh getaran udara atau getaran mekanis misalnya mesin atau alat-alat mekanis lainnya, penjalaran vibrasi mekanik melalui sentuhan atau kontak dengan permukaan benda yang bergerak, sentuhan ini melalui daerah yang terlokasi (*tool hand vibration*) atau seluruh tubuh (*whole body vibration*). Bentuk *tool hand vibration* merupakan bentuk yang terlazim di dalam pekerjaan. Efek getaran terhadap tubuh tergantung besar kecilnya frekuensi yang mengenai tubuh. (Riri.2018).

Proses Pembakaran adalah reaksi kimia yang berlangsung secara cepat antara bahan bakar, oksigen, dan pem antik yang menghasilkan energi panas dan gas sisa pembakaran. (Winoko. 2017).

- Pembakaran Pertalite dan Udara



$$\text{Berat molekul } C_8H_{18} = 12 \times 8 + 1 \times 18 = 114$$

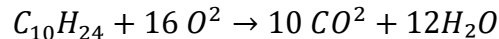
$$\text{Berat molekul } O_2 = 12,5 (16 \times 2) = 400$$

$$\text{Perbandingan} = \frac{\text{Berat Molekul } O_2}{\text{Berat Molekul } C_8H_{18}} = \frac{400}{114} = 3,509$$

$$O_2 \text{ di udara} = 21\% = 0,21$$

$$\text{AFR} = \frac{3,509}{0,21} = 16,71$$

- Pembakaran Pertamina dan Udara



$$\text{Berat molekul } C_{10}H_{24} = 12 \times 10 + 1 \times 24 = 144$$

$$\text{Berat molekul } O_2 = 16 (16 \times 2) = 512$$

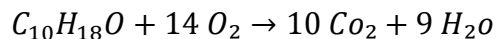
$$\text{Perbandingan} = \frac{\text{Berat Molekul } O_2}{\text{Berat Molekul } C_{10}H_{24}} = \frac{512}{144} = 3,555$$

$$O_2 \text{ di udara} = 21\% = 0,21$$

$$\text{AFR} = \frac{3,555}{0,21} = 16,93$$

- Pembakaran Normal

Proses ini campuran antara minyak kayu putih dan bahan bakar bensin. Secara teoritis reaksi pembakaran normal adalah :



- AFR (Air Fuel Ratio)

Perhitungan hasil AFR dari pencampuran minyak kayu putih dengan bahan bakar :

- Menghitung massa relatif dari $C_{10}H_{18}O$

Diketahui :

$$C = 12$$

$$H = 1$$

$$O = 16$$

Cari massa relatif $C_{10}H_{18}O$

$$\begin{aligned} C_{10}H_{18}O &= (12 \times 10) + (1 \times 18) + (16) \\ &= 120 + 18 + 16 \\ &= 154 \end{aligned}$$

- Menghitung massa relatif O_2

$$\begin{aligned} O_2 &= 14 \times 16 \times 2 \\ &= 448 \end{aligned}$$

- Hasil AFR di peroleh dari $C_{10}H_{18}O$

$$\text{Perbandingan} = \frac{\text{Berat Molekul } O_2}{\text{Berat Molekul } C_{10}H_{18}O} = \frac{448}{154} = 2,91$$

$$O_2 \text{ di udara} = 21\% = 0,21$$

$$\text{AFR} = \frac{2,91}{0,21} = 13,86$$

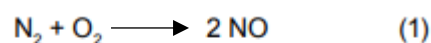
- Hasil AFR RON 90 dan RON 92 hasil akhir pada tiap persentase campuran sebagai berikut :
 - RON 90 + Minyak kayu putih :
MKP 10% = $16,71 \times 0,90 + 13,86 \times 0,10 = 16,4$
MKP 18% = $16,71 \times 0,82 + 13,86 \times 0,18 = 16,2$
MKP 22% = $16,71 \times 0,78 + 13,86 \times 0,22 = 16,1$
 - RON 92 + Minyak kayu putih
MKP 10% = $16,93 \times 0,90 + 13,86 \times 0,10 = 16,6$
MKP 18% = $16,93 \times 0,82 + 13,86 \times 0,18 = 16,4$
MKP 22% = $16,93 \times 0,78 + 13,86 \times 0,22 = 16,2$

2.3. Emisi Gas Buang

Emisi gas buang adalah gas hasil proses pembakaran bahan bakar dan udara. jika proses pembakarannya sempurna atau ideal akan berupa uap air (H_2O) dan gas carbon dioksida (CO_2). Jika proses pembakarannya tidak sempurna sebagian akan menjadi polutan yang mengotori udara seperti gas Carbon monoksida (CO), Hidro karbon (HC), gas NO_x (NO ; NO_2 ; N_2O). (Firmansyah,dkk. 2023).

Komposisi Emisi Gas Buang :

- CO (Karbon Monoksida) Karbon monoksida adalah adalah gas yang tak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi bila bahan bakar atau unsur C tidak mendapatkan ikatan yang cukup dengan O_2 artinya udara yang masuk ke ruang silinder kurang atau suplai bahan bakar berlebihan.
- NO (Nitrogen Oksida) Tidak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi akibat panas yang tinggi pada ruang bakar akibat proses pembakaran sehingga kandungan nitrogen pada udara berubah menjadi No_x .
- HC (Hidro Karbon) Warna kehitam-hitaman dan beraroma cukup tajam, gas ini terjadi apabila proses pembakaran pada ruang bakar tidak berlangsung dengan baik atau suplai bahan bakar berlebihan.
- CO_2 (Karbon dioksida) Tidak berwarna dan tidak beraroma, gas ini terjadi akibat pembakaran yang sempurna antara bahan bakar dan udara dalam hal ini oksigen.



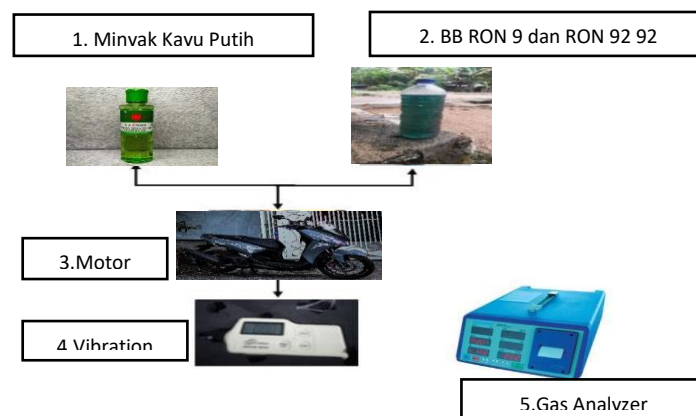
NO kemudian bereaksi dengan O_2 di udara menjadi NO_2 .



N_2 yang merupakan komposisi terbesar di udara (79%) adalah gas yang stabil dalam kondisi normal. Tetapi pada temperatur tinggi (di atas $1800^\circ C$) dengan konsentrasi oksigen yang tinggi akan sangat mudah terbentuk NO. Jadi pada umumnya NO_x terbentuk selama proses pembakaran sempurna, berbeda dengan apa yang terjadi pada proses pembentukan CO dan HC. Karena pada proses pembakaran sempurna temperatur cukup tinggi untuk membantu proses terjadinya NO serta perbandingan udara dan bahan bakar (AFR) (Firmansyah,dkk. 2023).

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan melakukan pengamatan secara langsung terhadap perubahan emisi gas buang dan getaran mesin menggunakan alat *gas analyzer* dan *vibration meter*. Penelitian ini menggunakan variasi bahan bakar RON 90 dan RON 92 dengan persentase campuran minyak kayu putih sebesar 10%, 18% dan 22% pada bahan bakar RON 90 dan RON 92. Pengujian dimulai pada putaran mesin 2000 rpm hingga 5000 rpm. Proses pengujian emisi gas buang dan getaran mesin dilakukan sebanyak tiga kali pada setiap sampel. Hasil pengujian emisi gas buang dan getaran mesin dapat dilihat pada layar *gas analyzer* dan *vibration meter*. Kemudian data grafik yang diperoleh diolah dan dibuat kesimpulan.

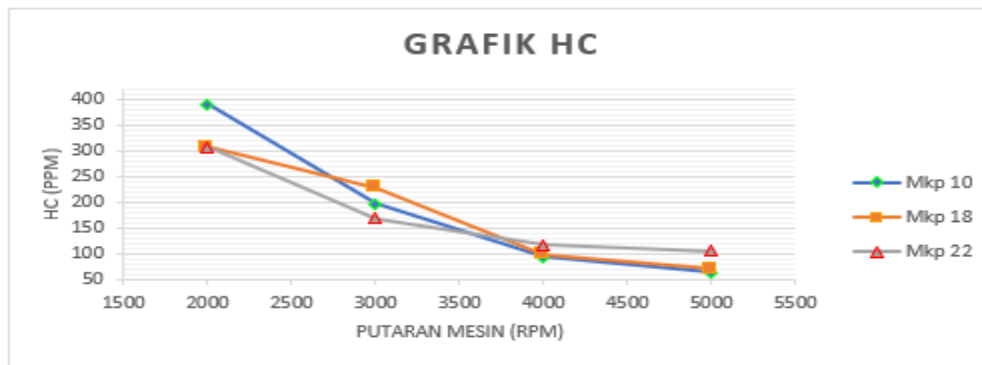


Gambar 1. Setting Peralatan Penelitian

Keterangan Gambar:

- Minyak kayu putih 210 ml Caplang (dicampur dengan ron 90 dan ron 92)
- Bahan bakar pertalite 1000 ml (dicampur dengan persentase minyak kayu putih)
- Bahan bakar pertamax 1000 ml (dicampur dengan persentase minyak kayu putih)
- Motor Lexi 125 cm^3 (sebagai objek penelitian)
- Vibration meter (sebagai alat deteksi getaran)
- Gas analyzer (sebagai alat ukur emisi gas buang)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

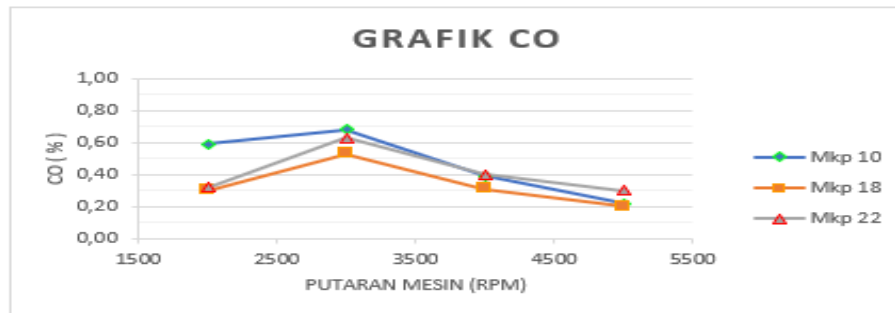


Gambar 2. Hasil Grafik HC

Grafik diatas merupakan rata – rata hasil pengujian emisi gas buang HC pada oktan 92 dengan persentase campuran minyak kayu putih sebesar 10%, 18% dan 22%. Grafik diatas menunjukkan hubungan putaran mesin terhadap perubahan emisi gas buang HC dimana pada sumbu X merupakan putaran mesin yang diteliti mulai 2000 rpm hingga 5000, sedangkan pada sumbu Y merupakan emisi gas buang HC yang dihasilkan dalam satuan ppm.

Pada pengujian emisi gas buang HC dengan campuran minyak kayu putih 10% menunjukkan emisi HC tertinggi diperoleh pada putaran mesin 2000 rpm sebesar 390 ppm, kemudian mengalami penurunan emisi HC sebesar 327 ppm dengan perolehan emisi HC terendah senilai 63 ppm pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin emisi HC mengalami penurunan sebesar 193 ppm pada putaran mesin 3000 rpm dengan perolehan HC senilai 197 ppm lalu mengalami kembali penurunan sebesar 104 ppm pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan emisi HC 93 ppm. Pada pengujian emisi gas buang HC dengan campuran minyak kayu putih 18% menunjukkan emisi HC tertinggi diperoleh pada putaran mesin 2000 rpm sebesar 306 ppm, kemudian mengalami penurunan emisi HC sebesar 235 ppm dengan perolehan emisi HC terendah senilai 71 ppm pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin emisi HC mengalami penurunan sebesar 77 ppm pada putaran mesin 3000 rpm dengan perolehan HC senilai 229 ppm lalu mengalami kembali penurunan sebesar 130 ppm pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan emisi HC 99 ppm. Pada pengujian emisi gas buang HC dengan campuran minyak kayu putih 22% menunjukkan emisi HC tertinggi diperoleh pada putaran mesin 2000 rpm sebesar 306 ppm, kemudian mengalami penurunan emisi HC sebesar 200 ppm dengan perolehan emisi HC terendah senilai 106 ppm pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin emisi HC mengalami penurunan sebesar 137 ppm pada putaran mesin 3000 rpm

dengan perolehan HC senilai 169 ppm lalu mengalami kembali penurunan sebesar 52 ppm pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan emisi HC 117 ppm.

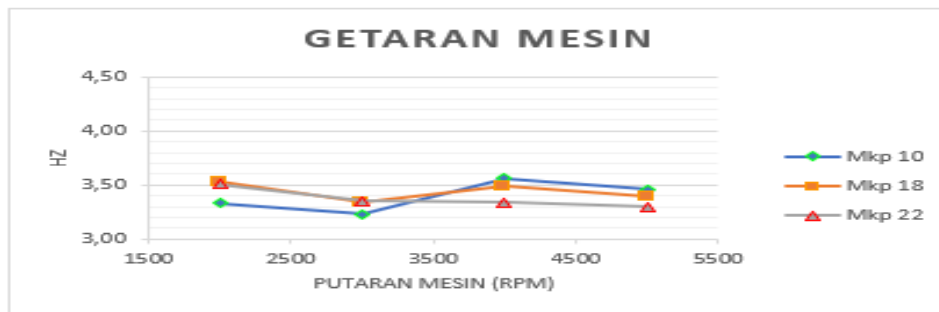


Gambar 3. Hasil Grafik CO

Grafik diatas merupakan rata – rata hasil pengujian emisi gas buang CO pada oktan 92 dengan persentase campuran minyak kayu putih sebesar 10%, 18% dan 22%. Grafik diatas menunjukkan hubungan putaran mesin terhadap perubahan emisi gas buang CO dimana pada sumbu X merupakan putaran mesin yang diteliti mulai 2000 rpm hingga 5000, sedangkan pada sumbu Y merupakan emisi gas buang HC yang dihasilkan dalam satuan ppm.

Pada pengujian emisi gas buang CO dengan campuran minyak kayu putih 10% menunjukkan emisi CO tertinggi diperoleh pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 0,68%, kemudian mengalami penurunan emisi CO sebesar 0,48% dengan perolehan emisi CO terendah senilai 0,20% pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin emisi CO mengalami kenaikan sebesar 0,09% pada putaran mesin 3000 rpm dengan perolehan CO senilai 0,68% lalu mengalami penurunan sebesar 0,28% pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan emisi CO 0,40%. Pada pengujian emisi gas buang CO dengan campuran minyak kayu putih 18% menunjukkan emisi CO tertinggi diperoleh pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 0,53%, kemudian mengalami penurunan emisi CO sebesar 0,33% dengan perolehan emisi CO terendah senilai 0,20% pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin dari 2000 rpm sebesar 0,32% emisi CO mengalami kenaikan sebesar 0,21% pada putaran mesin 3000 rpm dengan perolehan CO senilai 0,53% lalu mengalami penurunan sebesar 0,22% pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan emisi CO 0,31%. Pada pengujian emisi gas buang CO dengan campuran minyak kayu putih 22% menunjukkan emisi CO tertinggi diperoleh pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 0,63%, kemudian mengalami penurunan emisi CO sebesar 0,33% dengan perolehan emisi CO terendah senilai 0,30% pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin pada 2000 rpm sebesar 0,32% emisi CO mengalami kenaikan sebesar 0,31% pada putaran

mesin 3000 rpm dengan perolehan CO senilai 0,63% lalu mengalami penurunan sebesar 0,23% pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan emisi CO 0,40%.



Gambar 4. Hasil Grafik Getaran Mesin

Grafik diatas merupakan rata – rata hasil pengujian getaran mesin pada oktan 92 dengan persentase campuran minyak kayu putih sebesar 10%, 18% dan 22%. Grafik diatas menunjukkan hubungan putaran mesin terhadap getaran mesin dimana pada sumbu X merupakan putaran mesin yang diteliti mulai 2000 rpm hingga 5000, sedangkan pada sumbu Y merupakan getaran mesin yang dihasilkan dalam satuan Hz.

Pada pengujian getaran mesin dengan campuran minyak kayu putih 10% menunjukkan getaran tertinggi diperoleh pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 0,68 Hz, kemudian mengalami penurunan getaran 3,39 Hz sebesar 0,46 Hz dengan perolehan getaran mesin terendah senilai 0,22 Hz pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin getaran mesin dari 2000 rpm mengalami kenaikan sebesar 0,09 Hz pada putaran mesin 3000 rpm dengan perolehan getaran senilai 0,68 Hz lalu mengalami penurunan sebesar 0,28 Hz pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan getaran 0,40 Hz. Pada pengujian getaran mesin dengan campuran minyak kayu putih 18% menunjukkan getaran tertinggi diperoleh pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 0,53 Hz, kemudian mengalami penurunan getaran sebesar 0,33 Hz dengan perolehan getaran mesin terendah senilai 0,20 Hz pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin dari 2000 rpm sebesar 3,53 Hz getaran mesin mengalami kenaikan sebesar 0,23 Hz pada putaran mesin 3000 rpm dengan perolehan getaran mesin senilai 0,53 Hz lalu mengalami penurunan sebesar 0,22 Hz pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan getaran mesin 0,31 Hz. Pada pengujian getaran mesin dengan campuran minyak kayu putih 22% menunjukkan getaran tertinggi diperoleh pada putaran mesin 3000 rpm sebesar 0,63 Hz, kemudian mengalami penurunan getaran mesin sebesar 0,33 Hz dengan perolehan getaran mesin terendah senilai 0,30 Hz pada putaran mesin 5000 rpm. Kemudian seiring dengan naiknya putaran mesin pada 2000 rpm sebesar 3,51 Hz getaran mesin mengalami kenaikan sebesar 0,31 Hz pada putaran mesin 3000 rpm dengan

perolehan getaran senilai 0,32 Hz lalu mengalami penurunan sebesar 0,23 Hz pada putaran mesin 4000 rpm dengan perolehan getaran mesin 0,40 Hz.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penambahan campuran minyak kayu putih pada bahan bakar RON 90 dan RON 92 berpengaruh terhadap emisi gas buang dan getaran mesin. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak berkaitan dengan semakin tinggi RON dan banyaknya persentase minyak kayu putih yang ditambahkan pada bahan bakar membuat emisi gas buang dan getaran mesin menjadi turun, melainkan proporsi yang pas terdapat pada campuran 18% pada bahan bakar, yang dapat menurunkan emisi gas buang dan getaran mesin.

Emisi gas buang dan getaran mesin terendah diperoleh pada persentase campuran minyak kayu putih 18% dengan perolehan emisi gas buang CO 0,20%, HC 63ppm dan getaran mesin terendah diperoleh 3,32 Hz.

DAFTAR REFERENSI

- Heywood, J. B. (1988). *Internal combustion engine fundamentals* (1st ed.). McGraw-Hill, Inc.
- Maridjo, I., Yuliyani, I., & Angga, R. (2019). Pengaruh pemakaian bahan bakar premium, pertalite dan pertamax terhadap kinerja motor 4 tak. *Jurnal Teknik Energi*, 9(1), 73-78.
- Muziansyah, D. (2015). Model emisi gas buangan kendaraan bermotor akibat aktivitas transportasi (Studi kasus: Terminal Pasar bawah ramayana kota Bandar Lampung). *Jurnal Rekayasa Sipil dan Desain (JRSDD)*, 3(1), 57-70.
- Philips, K. (2015). *Motor bakar torak: Teori & aplikasinya*. Andi.
- Pratama, A. W., & Aziz, A. (2021). Analisis Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite Dengan Bioaditif Minyak Cengkeh Terhadap Emisi Gas Buang dan Konsumsi Bahan Bakar Motor 4 Langkah. *Journal Mechanical and Manufacture Technology (JMMT)*, 2(2), 74-81.
- Putra, Z. R. E., & Suryanto, H. (2021). Pengaruh Campuran Bahan Bakar Pertalite Dengan Minyak Kayu Putih Sebagai Bioaditif Terhadap Emisi Gas Buang Dan Performa Mesin Sepeda Motor Empat Langkah. *JME (Jurnal Mekanika dan Energi)*, 1(2), 32-38.
- Utomo, R. A., & Arsana, I. M. (2020). Pengaruh Penambahan Bioaditif Minyak Kayu Putih pada Bahan Bakar Pertalite Terhadap Performa, Konsumsi Bahan Bakar dan Emisi Gas Buang Sepeda Motor Honda CS1 150 PGM-FI. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Extent*, 9, 29-36.
- Winoko, Y. A., & Pangestu, H. A. (2023). The Effect of a Mixture of Bioethanol with Octane 92 Fuel on Gasoline Engine Vibration. *International Journal of Marine Engineering Innovation and Research*, 8.