

## PENGARUH PENAMBAHAN ZAT ADITIF MINYAK CENGKEH PADA BAHAN BAKAR BENJIN OKTAN 90 TERHADAP EMISI GAS BUANG DAN DAYA MESIN VARIO PGM-FI 150CC

Emdi Ramadana Putra, Agus Sholah, Erwin Komara Mindarta  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang  
Email : emdirama@gmail.com

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aditif minyak cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90 terhadap emisi gas buang dan daya mesin vario PGM-FI 150cc. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuasi eksperimen dengan desain Randomized Control-Group Only. Berdasarkan analisis data, didapatkan bahwa nilai signifikansi hasil uji hipotesis menunjukkan angka 0,000 yang artinya nilai signifikansi < 0,05. Sehingga, disimpulkan bahwa ada pengaruh penambahan zat aditif minyak cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90 terhadap emisi gas buang dan daya mesin vario PGM-FI 150cc.

**Kata Kunci:** Minyak Cengkeh, Emisi, Daya Mesin

**Abstract:** *This study aims to determine the effect of adding clove oil additive to 90 octane gasoline fuel to exhaust emissions and engine power PGM-FI 150cc vario. The research design used in this study was a quasi-experimental design with Randomized Control-Group Only. Based on data analysis, it was found that the significance value of the hypothesis test results showed the number 0,000, which means the significance value <0.05. Thus, it was concluded that there was an effect of adding clove oil additive to 90 octane gasoline to exhaust emissions and engine power of 150cc PGM-FI.*

**Keywords:** *Clove Oil, Emissions, Engine Power*

Pada saat ini kita tentu sudah mengenal teknologi Electronic Fuel Injection atau yang sering kita kenal dengan EFI. Sistem EFI memiliki nama-nama tersendiri sesuai dengan produsen dari mesin injeksi PGM-FI (Programmed Fuel Injection) yang diproduksi oleh perusahaan otomotif Honda. Sistem bahan bakar EFI menggantikan sistem bahan bakar konvensional bertujuan untuk meningkatkan daya mesin (power) yang lebih baik, pemakaian bahan bakar yang ekonomis (irit), dan menghasilkan kandungan racun (emisi) gas buang yang lebih sedikit sehingga lebih ramah lingkungan.

Pada tanggal 24 Juli 2015 PT Pertamina (persero) menambahkan bahan bakar jenis baru di deretan daftar jenis bahan bakar yang dimiliki PT Pertamina (persero) yaitu pertalite. Pertalite merupakan bahan bakar bensin yang memiliki angka oktan 90 serta berwarna hijau terang dan jernih ini sangat tepat digunakan oleh kendaraan dengan kompresi 9:1 hingga 10:1.

Meskipun banyak sepeda motor yang telah menggunakan sistem bahan bakar injeksi dan berbahan bakar bensin oktan 90 masih ada beberapa masalah yang timbul. Permasalahan yang timbul adalah polusi udara akibat gas

buang dari kendaraan dan daya yang dihasilkan, Polutan emisi bahan bakar saat ini masih banyak mengandung senyawa berbahaya seperti Carbon Monoksida (CO) dan Hidro Carbon (HC) yang memberikan dampak negatif pada sistem pernafasan manusia (Muhammad Umar Wahid, 2018). Permasalahan berikutnya adalah banyaknya kendaraan yang menggunakan bahan bakar yang tidak sesuai spesifikasi batas minimal oktan yang disarankan oleh produsen sepeda motor, yang seharusnya dianjurkan untuk menggunakan bahan bakar bensin oktan 92 tetapi konsumen tetap menggunakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan alasan harganya yang lebih terjangkau. sehingga menyebabkan kendaraan seharusnya mendapat oktan tinggi malah menggunakan bahan bakar yang nilai oktannya lebih rendah.

Banyak penelitian dilakukan untuk meningkatkan kualitas dari suatu bahan bakar bensin dengan memberikan suatu zat aditif, salah satunya adalah dengan memberikan zat aditif minyak cengkeh minyak cengkeh. Minyak cengkeh (*Eugenia caryophyllata* Tumberg) diperoleh dengan metode destilasi uap dari bunga atau daun pohon cengkeh yang telah gugur. Komponen utama dari minyak cengkeh adalah senyawa aromatik yang disebut

eugenol sekitar 80-85% dan kariofilen sekitar 10-15%. Eugenol berperan untuk memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar, atom oksigen di dalam bahan bakar akan berperan untuk mengoksidasi jelaga dan gas karbon monoksida (CO) sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna (Kadarohman, 2009:140).

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan zat aditif minyak cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90 terhadap emisi gas buang dan daya mesin Vario PGM-FI 150cc.

## METODE

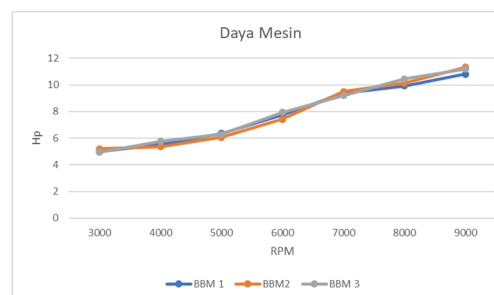
Penelitian ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif, penelitian kuantitatif adalah suatu proses menemukan pengetahuan yang menggunakan data berupa angka sebagai alat menganalisis keterangan mengenai apa yang ingin diketahui (Kasiram 2008:149). Karena model analisis datanya bersifat statistik untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan, sehingga pada kesimpulan akhir akan diketahui pengaruh penambahan zat aditif minyak cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90 terhadap emisi gas buang dan daya mesin vario PGM-FI 150cc.

Jenis penelitian ini adalah Desain penelitian yang digunakan adalah Quasi-Exsperimental. Jenis penelitian quasi-experimental digunakan karena dalam desain ini peneliti tidak dapat sepenuhnya mengontrol semua variabel luar yang mempengaruhi jalannya eksperimen. Model desainnya menggunakan *Randomized Control-Group Only Design*. Adapun penerapan penelitian eksperimental pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui pengaruh antara bahan bakar bensin oktan 90 (BBM 1), bahan bakar bensin oktan 90 + 2% minyak cengkeh (BBM 2) dan bahan bakar bensin oktan 90 + 4% minyak cengkeh (BBM 3) terhadap emisi gas buang dan daya mesin Vario PGM-FI 150cc.

Pada penelitian ini telah ditentukan 3 variabel, yaitu variabel bebas atau variabel independen, variabel terikat atau dependen dan variabel control. Variabel bebas pada penelitian ini adalah bahan bakar bensin oktan 90 dan minyak cengkeh, Variabel terikat pada penelitian ini adalah emisi gas buang dan daya

mesin sepeda motor matic EFI 150cc. Emisi gas buang yang akan di teliti adalah emisi gas buang carbon monoksida (CO) dan hidro carbon (HC) Variabel control pada penelitian ini adalah mesin sepeda motor yang sudah dalam keadaan selesai tune up, dan knalpot standar dengan variasi putaran mesin untuk menguji emisi gas buang 1.500 rpm, 2.000 rpm, 2.500 rpm dan 3.000 rpm. sedangkan putaran mesin untuk menguji daya mesin 3.000-9.000 rpm.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

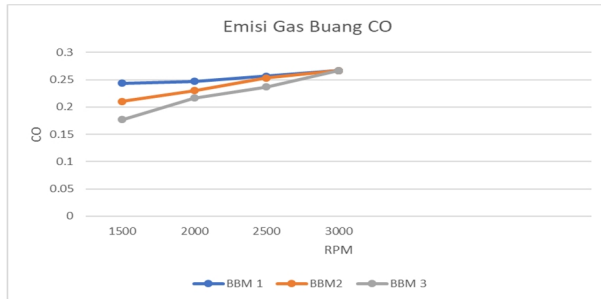


Gambar 1. Grafik Daya Mesin

Pada gambar grafik 1 di atas BBM 1 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan rata-rata 4.97 Hp pada putaran mesin 3000 rpm, 5.53 Hp pada putaran mesin 4000 rpm, 6.34 Hp pada putaran mesin 5000 rpm, 7.75 Hp pada putaran mesin 6000 rpm, 9.34 Hp pada putaran mesin 7000 rpm, 9.92 Hp pada putaran mesin 8000 rpm, 10.8 Hp pada putaran mesin 9000 rpm Pada gambar grafik di atas BBM 2 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan tambahan zat aditif minyak cengkeh 2% pada 1 liter bahan bakar, dengan rata-rata 5.19 Hp pada putaran mesin 3000 rpm, 5.35 Hp pada putaran mesin 4000 rpm, 6.06 Hp pada putaran mesin 5000 rpm, 7.42 Hp pada putaran mesin 6000 rpm, 9.5 Hp pada putaran mesin 7000 rpm, 10.12 Hp pada putaran mesin 8000 rpm, 11.32 Hp pada putaran mesin 9000 rpm. Pada gambar grafik di atas BBM 3 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan tambahan zat aditif minyak cengkeh 4% pada 1 liter bahan bakar, dengan rata-rata 4.95 Hp pada putaran mesin 3000 rpm, 5.76 Hp pada putaran mesin 4000 rpm, 6.28 Hp pada putaran mesin 5000 rpm, 7.94 Hp pada putaran mesin 6000 rpm, 9.2 Hp pada putaran mesin 7000 rpm, 10.45 Hp pada

putaran mesin 8000 rpm, 11.18 Hp pada putaran mesin 9000 rpm.

Sedangkan untuk hasil tes emisi gas buang CO menggunakan alat pengukur emisi gas buang yaitu gas analyzer adalah sebagai berikut:

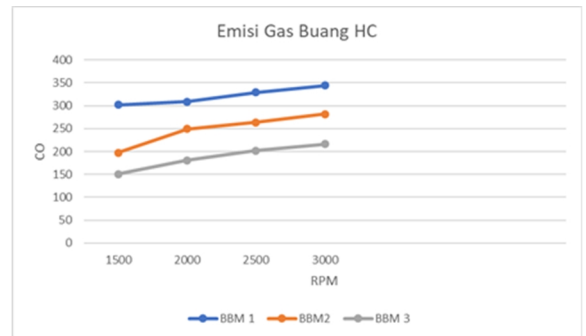


Gambar 2. Grafik Emisi Gas Buang CO

Pada gambar grafik di atas BBM 1 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan rata-rata 0.24% CO pada putaran mesin 1500 rpm, 0.24% CO pada putaran mesin 2000 rpm, 0.25% CO pada putaran mesin 2500 rpm, 0.26% CO pada putaran mesin 3000 rpm.

Pada gambar grafik di atas BBM 2 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan tambahan zat aditif minyak cengkeh 2% pada 1 liter bahan bakar, dengan rata-rata 0.21% CO pada putaran mesin 1500 rpm, 0.23% CO pada putaran mesin 2000 rpm, 0.25% CO pada putaran mesin 2500 rpm, 0.26% CO pada putaran mesin 3000 rpm.

Pada gambar grafik di atas BBM 3 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan tambahan zat aditif minyak cengkeh 4% pada 1 liter bahan bakar, dengan rata-rata 0.21% CO pada putaran mesin 1500 rpm, 0.23% CO pada putaran mesin 2000 rpm, 0.25% CO pada putaran mesin 2500 rpm, 0.26% CO pada putaran mesin 3000 rpm. Sedangkan untuk hasil tes emisi gas buang CO menggunakan alat pengukur emisi gas buang yaitu gas analyzer adalah sebagai berikut



Gambar 3. Grafik Emisi Gas Buang HC

Pada gambar grafik di atas BBM 1 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan rata-rata 302.33 ppm HC pada putaran mesin 1500 rpm, 308.66 ppm HC pada putaran mesin 2000 rpm, 329.33 ppm HC pada putaran mesin 2500 rpm, 344 ppm HC pada putaran mesin 3000 rpm.

Pada gambar grafik di atas BBM 2 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan tambahan zat aditif minyak cengkeh 2% pada 1 liter bahan bakar, dengan rata-rata 197.33 ppm HC pada putaran mesin 1500 rpm, 249 ppm HC pada putaran mesin 2000 rpm, 263.33 ppm HC pada putaran mesin 2500 rpm, 282 ppm HC pada putaran mesin 3000 rpm.

Pada gambar grafik di atas BBM 3 merupakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan tambahan zat aditif minyak cengkeh 4% pada 1 liter bahan bakar, dengan rata-rata 150.66 ppm HC pada putaran mesin 1500 rpm, 181 ppm HC pada putaran mesin 2000 rpm, 202 ppm HC pada putaran mesin 2500 rpm, 216 ppm C pada putaran mesin 3000 rpm.

Berdasarkan hasil uji prasyarat analisis data hasil penelitian emisi gas buang dan daya mesin Vario PGM-FI 150cc dapat dinyatakan semua data terdistribusi normal dan homogen, karena nilai signifikansi data dikatakan normal dan homogen  $>0,05$  maka data tersebut dapat dikatakan lulus uji normalitas dan homogenitas

Berdasarkan hasil uji hipotesis dengan menggunakan One Way Anova data emisi gas buang dan daya mesin Vario PGM-FI yang menggunakan bahan bakar bensin oktan 90 dengan campuran 2% dan 4% zat aditif minyak cengkeh. Nilai signifikansi menunjukkan angka berada di bawah nilai signifikansi  $<0,05$ . Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa  $H_0$  ditolak atau  $H_1$  diterima,  $H_1$  menyatakan ada pengaruh penambahan zat aditif minyak

cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90 terhadap emisi gas buang dan daya mesin vario PGM-FI 150cc.

Dapat kita ketahui pada data hasil penelitian bahwa ada pengaruh apabila bahan bakar bensin oktan 90 ditambah dengan variasi penambahan zat aditif minyak cengkeh sebanyak 2% dan 4% terhadap emisi gas buang yang dihasilkan Vario PGM-FI 150cc. Perbedaan tersebut terjadi karena pada minyak cengkeh terdapat senyawa yang disebut eugenol sebanyak 80-85%.

Eugenol merupakan zat cair berbentuk cairan jernih tidak berwarna yang akan berubah secara lambat menjadi kekuningan bila terkena udara (Sastroamidjojo, 2004:120). Eugenol berperan untuk memperkaya kandungan oksigen dalam bahan bakar, atom oksigen di dalam bahan bakar akan berperan untuk mengoksidasi jelaga dan gas karbon monoksida (CO) sehingga pembakaran menjadi lebih sempurna (Kadarohman, 2009:140).

Kandungan oksigen yang dimiliki zat aditif minyak cengkeh juga dapat memperbaiki hasil pembakaran yang dihasilkan. Hal ini disebabkan bahan bakar akan lebih banyak mengikat oksigen untuk menghasilkan daya yang lebih besar, lebih hemat bahan bakar, dan mengurangi jumlah emisinya (Kristanto, 2002).

Sehingga dapat dikatakan bahwa dengan menambahkan minyak cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90 kualitas bahan bakar bensin tersebut meningkat. Meningkatnya kualitas bahan bakar bensin oktan 90 dengan menambahkan zat aditif minyak cengkeh dirasa kurang cukup untuk dipakai pada sepeda motor matic EFI 150cc. Karena standar pemakaian bahan bakar bensin pada Vario PGM-FI 150cc adalah bahan bakar yang menggunakan oktan 92. Karena pemakaian bahan bakar yang tidak sesuai kompresi mesin maka dapat menyebabkan knocking. Efek dari masalah knocking dapat meningkatkan emisi gas buang, menurut Agus (2009) “dengan adanya knocking maka gas CO yang terbawa pada gas buang akan semakin besar konsentrasi kadar racunnya. Selain CO, kandungan hidrokarbon juga mengalami peningkatan” juga ada beberapa penelitian

tentang pemakaian bahan bakar bensin yang mengatakan “*Engines incorporating these designs have compression ratios up to 10:1, while still allowing the use of regular 87 octane gasoline. High compression ratios also can increase hydrocarbon emissions from the engines*” (Roger 82:1995).

Hasil data penelitian daya mesin Vario PGM-FI 150cc menunjukkan ada pengaruh penambahan zat aditif minyak cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90. Dengan pencampuran zat aditif minyak cengkeh ke dalam bahan bakar dengan perbandingan yang sesuai, ikatan hidrogen dan molekul bensin dapat dipecahkan menjadi bagian yang lebih kecil yaitu atom, sehingga massa dan keseimbangan kandungan dari bahan bakar dapat ditingkatkan untuk menciptakan pembakaran yang lebih baik serta mencegah timbulnya kerak pada dinding ruang bakar. Ketika proses ini terjadi, maka atom-atom akan bercampur lebih sempurna dengan oksigen untuk mendapatkan pembakaran yang lebih efisien. Dengan demikian daya yang dihasilkan lebih maksimal (Arifianto, 2004).

Penambahan daya tersebut masih tidak mencapai daya maksimal sesuai dengan spesifikasi sepeda motor yang dikeluarkan oleh pabrik karena penggunaan bahan bakar bensin oktan 90 tidak dianjurkan digunakan pada sepeda motor EFI 150cc. Karena perbedaan kompresi mesin dengan bahan bakar bensin oktan 90. Sepeda motor EFI 150 cc yaitu sepeda motor merek Honda vario 150cc 2018 yang memiliki kompresi mesin 10,6:1 cocok menggunakan bahan bakar bensin dengan angka oktan 92 agar daya yang didapatkan lebih maksimal. Di dalam mesin, campuran udara dan bensin (dalam bentuk gas) ditekan oleh piston sampai dengan volume yang sangat kecil dan kemudian dibakar oleh percikan api yang dihasilkan busi.

Karena besarnya tekanan ini, campuran udara dan bensin juga bisa terbakar secara spontan sebelum percikan api dari busi keluar. Jika campuran gas ini terbakar karena tekanan yang tinggi dan bukan karena percikan api dari busi, maka akan terjadi knocking atau ketukan di dalam mesin.

Knocking akan menyebabkan menurunnya daya mesin, apabila semakin tinggi oktan bahan bakar bensin maka bahan

bakar tersebut semakin susah untuk terbakar jika tidak sesuai dengan kompresi. Untuk menghasilkan tenaga yang tinggi, diperlukan bahan bakar dengan kualitas yang tinggi pula. Kualitas bahan bakar diukur dengan angka oktan, dimana makin tinggi bilangan oktannya makin tinggi pula ketahanannya terhadap denotasi (Rajagukguk, 2012: 4).

## PENUTUP

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan mengenai perbedaan penambahan zat aditif minyak cengkeh pada bahan bakar bensin oktan 90 terhadap emisi gas buang dan daya mesin sepeda motor matic EFI 150cc dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Terdapat perbedaan dari penambahan variasi zat aditif minyak cengkeh pada pertalite terhadap emisi gas buang dan daya mesin sepeda motor matic EFI 150cc yang dibuktikan dengan hasil pengambilan data penelitian dan hasil uji hipotesis yang memiliki signifikansi  $< 0,05$ . Penambahan zat aditif minyak cengkeh sebanyak 2% dan 4% pada 1 liter bahan bakar bensin oktan 90 dapat menambah daya sepeda motor matic EFI 150cc dan dapat mengurangi emisi gas buang CO dan HC.
2. Penambahan zat aditif pada bahan bakar bensin oktan 90 memang menaikkan daya dan mengurangi emisi gas buang CO dan HC sepeda motor matic EFI 150cc, tetapi spesifikasi bahan bakar tersebut belum sesuai dengan kompresi mesin sepeda motor. Sehingga terjadi knocking pada proses pembakaran bahan bakar di ruang bakar yang dapat membuat mesin mengalami penurunan daya karena bahan bakar terlebih dahulu terbakar sebelum piston mencapai titik mati atas.

### Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapat daya mesin yang sempurna, kualitas bahan bakar dengan kompresi mesin harusnya seimbang.

2. Untuk penelitian selanjutnya disarankan agar meneliti tentang efisiensi bahan bakar dengan campuran zat aditif minyak cengkeh

## DAFTAR RUJUKAN

- Andriyanto. 2008. *Pengaruh Penambahan Zat Aditif pada Bensin terhadap Prestasi Sepeda Motor 4- Langkah 110 cc*. Skripsi tidak diterbitkan, Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Anonim, 2006. Standar Mutu Minyak Daun Cengkeh menurut SNI 1991. (online), (<http://www.agribisnis.deptan.go.id>). Diakses tanggal 4 November 2019.
- Anonim, 2018. Spesifikasi Sepeda Motor Honda Vario 150 2018. (Online), (<https://www.hondacengkareng.com/motor/honda-vario-150/#spesifikasi>) Diakses tanggal 14 November 2019
- Arends, B.P.M., & Berenschot, H. 1980. *Motor Bensin*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Arifianto, F.M. 2004. *Pengaruh Penambahan Zat Aditif Pada Bahan Bakar Terhadap Prestasi Motor Bensin Empat Langkah Satu Silinder*. Skripsi tidak diterbitkan, Bandar Lampung: Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ghamam, A.F.K. 2019. *Perbedaan Penambahan Zat Aditif Minyak Atsiri Norival Drag pada Pertalite terhadap Daya Mesin dan Emisi Gas Buang pada Putaran Tinggi Mesin Sepeda Motor Honda Vario 125*. Skripsi tidak diterbitkan, Malang: Universitas Negeri Malang.
- Kadarohman, A. (2003). *Isomerisasi, Hidrogenasi Eugenol, Dan Sintesis Turunan Kariofilena*. tesis tidak diterbitkan, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Kasiram, Moh. 2008. *Metodologi Penelitian*. Malang: UIN-Malang Pers.
- Krisnadi, E.R. 2008. *Motor Bensin 4 Langkah 100CC dengan Modifikasi Pengapian*. Skripsi tidak diterbitkan, Yogyakarta: Universitas Sanata Dharma.
- Kristanto, P. 2002. *Oksigenat Methyl Tertiary Buthyl Ether Sebagai Aditif Octane Booster Bahan Bakar Motor Bensin*. (Online), (<http://puslit.petra.ac.id/journals/mechanical/>) Diakses tanggal 12 September 2019.

- Lawang, T.A., Setyaningsih, D., & Syahbana, M. 2019. Evaluasi Daun Cengkeh Dan Minyak Sereh Wangi Sebagai Bioaditif Bahan Bakar Solar Dalam Menurunkan Emisi Gas Buang Pada Mesin Diesel. *jurnal teknologi pertanian* 20(2): 101.
- Lukmasari, R. 2014. Antibakteri dari Eugenol Hasil Penyulingan Minyak Cengkeh. (Online), (<http://majalah1000guru.net/2014/11/antibakteri-eugenol-minyak-cengkeh/>) diakses pada tanggal 15 agustus 2019.
- Narimawati, U. 2008. Metodologi Penelitian Kualitatif dan Kuantitatif, Teori dan Aplikasi. Bandung: Agung Media
- Morlok, E.K. 1991. Pengantar Teknik dan Perencanaan Transportasi. Jakarta: Erlangga
- Nazir, Moh. 2005. Metode Penelitian. Jakarta: Ghalia Indonesia.
- Prayoga, R. 2017. *Variasi Jenis Bahan Bakar Petalite, Pertamina, dan Bioetanol terhadap Kinerja Mesin dan Emisi Gas Buang pada Sepeda Motor Honda Revo 2007 100CC*. Skripsi tidak diterbitkan. Kediri: Universitas Nusantara PGRI Kediri.
- Prianto, H., Retnowati, R., & Juswono, U.P., 2013. Isolasi dan Karakterisasi dari Minyak Bunga Cengkeh (*syzigium aromaticum*) Kering Hasil Destilasi Uap. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 1 (2): 9-4.
- Pulkrabek., Willard, W. 1997. *Engineering Fundamentals of the Internal Combustion Engine*. New Jersey: Prentice Hall.
- Rosidin, Z.A. 2016. *Pengaruh Campuran Premium Dengan Minyak Cengkeh Terhadap Performa Mesin, Emisi Gas Buang Dan Konsumsi Bahan Bakar Pada Sepeda Motor 4 Langkah*. Skripsi tidak diterbitkan, Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Saputra, T.F. & Arijanto, 2015. Pengujian Bahan Bakar Gas Pada Mesin Sepeda Motor Karburator Ditinjau Dari Aspek Torsi Dan Daya, 3 (2): 199-200.
- Sastrohamidjojo, H. 2004. Kimia Minyak Atsiri. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Sudjana. 1989. *Metoda Statistika Edisi ke 5*. Bandung: Tarsito.
- Sugiyono. 2006. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Sururi E., & Waluyo, B. (2012). Kaji Eksperimental perbandingan penggunaan premium dan pertamax terhadap unjuk kerja mesin pada sepeda motor Suzuki Thunder tipe EN-125. Skripsi tidak diterbitkan, Magelang: Universitas Muhammadiyah Magelang.
- Wahid, M.U. 2018. *Analisis Dampak Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor CO di UIN Raden Intan Lampung*. Skripsi tidak diterbitkan, Lampung: Universitas Islam Negeri Lampung Raden Intan Lampung.
- Wjayanti, F. & Irwan, D. 2019. *Analisis Pengaruh Bentuk Permukaan Piston Terhadap Kinerja Motor Bensin*. *Jurnal ilmiah teknik mesin*. 2(1), 34