

Perubahan Efisiensi Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin K3DE 1300 CC dengan Pembersihan Karbon Deposit di *Combustion Chamber*

Mujahid Wahyu^{*1}, Nila Nurlina¹, Dani Irawan²

¹Jurusan Teknik Mesin, PSDKU Polinema Kediri,
Jalan Lingkar Maskumambang No.1, Sukorame, Mojoroto, Kota Kediri

²Fakultas Teknik, Universitas Negeri Malang,
Jalan Semarang No.05, Sumber Sari, Lowokwaru, Kota Malang

*E-mail: mujahid.wahyu89@gmail.com

Diajukan: 16 Maret 2022; Diterima: 17 Desember 2022; Diterbitkan: 23 Desember 2022

Abstrak

Karbon deposit merupakan karbon hasil proses pembakaran *internal combustion engine* yang tertinggal di *combustion chamber* atau ruang bakar. Ada pengaruh negatif dari adanya karbon deposit terhadap penurunan daya, torsi dan peningkatan kadar gas buang pada motor pembakaran dalam. Upaya pembersihan terhadap karbon deposit mampu memperbaiki nilai daya, torsi dan kadar gas buang. Dimungkinkan upaya tersebut juga mampu memperbaiki efisiensi konsumsi bahan bakar. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui perubahan konsumsi bahan bakar pada mesin K3DE 1300 CC pada setiap kecepatan putaran mesin setelah dilakukan proses pembersihan karbon deposit dari *combustion chamber*. Perubahan tingkat konsumsi bahan bakar diukur berdasarkan nilai AFR (*Air Fuel Ratio*) pada setiap kecepatan putaran mesin dengan menggunakan data hasil pengukuran yang termonitor dari alat ukur *chassis dyno test*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa AFR uji dibanding pra uji pada kecepatan menengah (50 kph), tinggi (100 kph) dan sangat tinggi (130 kph) masing-masing bernilai (15,8:14,0);(12,8:12,4) dan (12:11,9). Dengan demikian, terjadi perubahan efisiensi konsumsi bahan bakar setelah dilakukan proses pembersihan karbon deposit dari *combustion chamber*.

Kata kunci: AFR; karbon deposit; ruang bakar

Abstract

Carbon deposits were carbon resulting from the combustion process of internal combustion engine that left in the combustion chamber. There was a negative effect of the presence of carbon deposits on decreasing power, torque and increasing exhaust gas levels in internal combustion engines. Efforts to clean the carbon deposit could improve the value of power, torque and exhaust gas levels. It was possible that these efforts were also able to improve the efficiency of fuel consumption. The purpose of this study was to determine the changes in fuel consumption on the K3DE 1300 CC engine at each engine speed after cleaning carbon deposits from the combustion chamber. Changes in the level of fuel consumption are measured based on the AFR (*Air Fuel Ratio*) value at each engine speed using measurement data that was monitored from the chassis dyno test measuring instrument. The results showed that the test AFR compared to the pre-test and post-test at medium (50 kph), high (100 kph) and very high (130 kph) speeds, respectively (15,8:14,0); (12,8:12,4) and (12:11,9). Thus, there was a change in the efficiency of fuel consumption after the carbon deposit cleaning process was carried out from the combustion chamber.

Keywords: AFR; carbon deposit; combustion chamber

1. Pendahuluan

Hal yang sangat penting dalam kepemilikan kendaraan bermotor adalah menjaga kondisi mesin kendaraan agar tetap prima. Kondisi mesin yang tetap prima dapat didapatkan melalui proses perawatan secara rutin dan baik. Hal ini sesuai dengan [1] yang menyatakan bahwa pemeliharaan mesin mobil sula dimaksudkan untuk menjaga kondisi mesin mobil tetap pada performa terbaik. Jika dikembalikan pada konsep dasar perawatan maka akan dipahami bahwa tujuan mendasar kegiatan perawatan (*maintenance*) yaitu untuk menjaga kondisi mesin dengan terfokus pada langkah pencegahan sehingga mengurangi atau bahkan menghindari kerusakan dari peralatan [2][3].

Salah satu teknik perawatan mesin agar mesin tetap prima adalah dengan pembersihan karbon deposit hasil pembakaran yang tertinggal di *combustion chamber* atau ruang bakar. Semakin lama kendaraan digunakan, maka akan dapat menurunkan performa dari kendaraan. Lebih lanjut dinyatakan bahwa yang menjadi salah satu sebab adalah *combustion chamber* terdapat kerak yang diperoleh dari hasil pembakaran yang tidak sempurna dan kualitas bahan bakar yang kurang baik. Oleh karena itu dibutuhkan perawatan agar performa kendaraan tetap prima [4].

Kerak karbon yang dimaksud merupakan karbon deposit yang dapat dikategorikan menjadi 2 jenis yaitu deposit yang mudah dibuang (*easy removable*) dan sulit dibuang (*difficult to remove deposits*). Lebih lanjut dijelaskan deposit tersebut dinyatakan dengan istilah *soot (smoke black)* sebagai deposit yang mudah dibuang serta *varnish* dan *coke* sebagai deposit yang sulit dibuang [5]. Kerak karbon yang terjadi di ruang bakar dinamakan juga dengan *combustion chamber deposits* [6] atau disebut juga dengan *carbonaceous* yang bermasalah [7]. Kerak karbon atau *combustion chamber deposits (CCD)* meskipun jumlahnya sedikit, namun perlu mendapatkan perhatian. Akumulasi kerak karbon dapat mengakibatkan meningkatnya suhu gas buang kendaraan. Lebih jauh, karbon deposit yang menempel di injektor nozzle dapat mempengaruhi aliran bahan bakar pada nozzle tersebut [8]. Endapan karbon yang terbentuk di dalam atau di luar injektor memiliki pengaruh buruk pada kinerja mesin dan sistem injeksi bahan bakar [9].

Hasil-hasil penelitian sebelumnya telah berusaha mengungkapkan adanya pengaruh negatif adanya karbon deposit yang ada di *combustion chamber*. Pengaruh negatif tersebut mulai dari penurunan daya, torsi bahkan peningkatan kadar emisi gas buang kendaraan. Makna lain yang ditampilkan dari hasil penelitian menunjukkan bahwa ada pengaruh positif akibat dari pembersihan karbon deposit di *combustion chamber*. Hasil penelitian dari [10] yang bertajuk penambahan zat aditif yang digunakan sebagai bahan untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan mampu mengikis karbon deposit yang disebabkan oleh pembakaran yang tidak sempurna. Gas buang karbon monooksida (CO) turun sebesar 13,92% dan Hidrokarbon (HC) turun sebesar 16,48%.

Hasil temuan yang lain juga diungkapkan oleh [11] yang menyatakan bahwa penggunaan *carbon cleaner* dengan teknik guruh mesin pada mesin corolla twincam AE92 dapat menurunkan level persentase gas CO sebesar 0,268%. Hal tersebut diungkapkan oleh peneliti bahwa perlakuan tersebut mampu menghasilkan hasil pembakaran yang lebih sempurna. Pembakaran yang sempurna akan menghasilkan H₂O dan CO₂ sebagai produknya.

Hasil temuan lain juga diungkapkan oleh [12] dengan penelitian yang bertajuk penggunaan *carbon cleaner* untuk membersihkan ruang bakar Yamaha Jupiter Z CW. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa telah terjadi peningkatan performa mesin pada putaran mesin 1400 rpm meliputi peningkatan torsi sebesar 1,95 kg.m. Sementara daya maksimum mesin juga mengalami peningkatan pada putaran mesin 4200 rpm sebesar 12.07 hp.

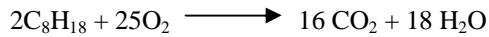
Perlu diteliti lebih lanjut topik ini sehingga mendapatkan satu kesatuan hasil penelitian yang utuh. Hipotesis lain dari adanya karbon deposit di sekitar *combustion chamber* juga dapat mempengaruhi konsumsi bahan bakar. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan efisiensi konsumsi bahan bakar pada mesin K3DE 1300 CC setelah dilakukan proses pembersihan karbon deposit dari *combustion chamber*.

2. Material dan metodologi

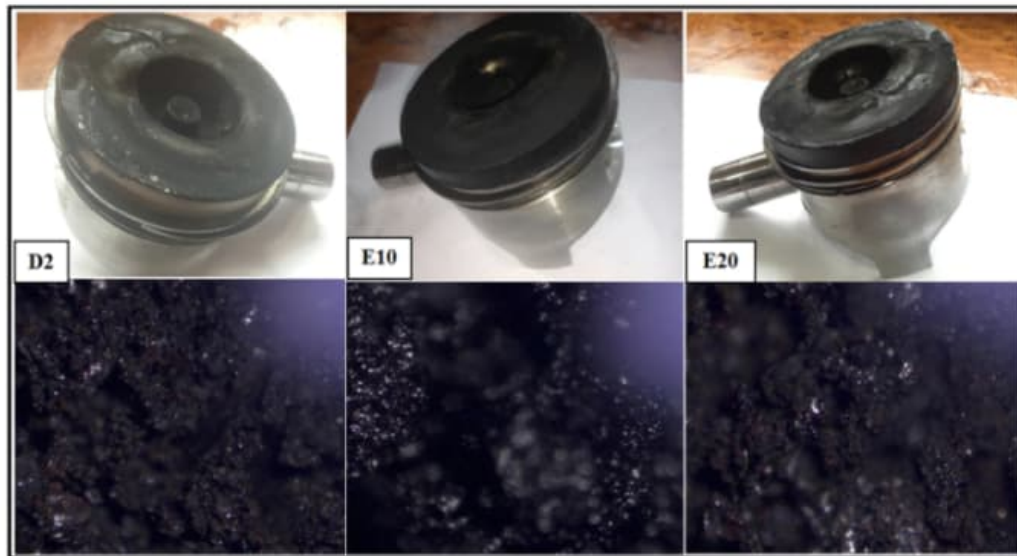
2.1 Karbon deposit

Karbon deposit adalah karbon hasil pembakaran yang tertinggal di ruang bakar atau *combustion chamber*. Ruang bakar merupakan adalah ruang tertutup yang berada pada bagian atas silinder antara kepala silinder dengan piston pada posisi titik mati atas (TMA) [13]. *Combustion chamber* yang baik harus memenuhi persyaratan efisiensi volumetrik dan efisiensi thermal. Persyaratan utama untuk menghasilkan efisiensi volumetrik pada ruang bakar mesin meliputi

kelancaran aliran gas, ketepatan *timing valve* dengan pembukaan *throttle* dan suhu campuran serendah mungkin saat katup masuk menutup. Sementara persyaratan *efisiensi thermal* meliputi rasio kompresi yang tinggi tanpa terjadi *knocking (detonation)* dan kehilangan panas yang minimum ke dinding ruang bakar [14]. Berikut adalah reaksi kimia proses pembakaran yang ada pada *internal combustion engine* (mesin pembakaran dalam).



Berdasarkan reaksi kimia tersebut, bahan bakar yang bercampur dengan oksigen akan terbakar sempurna menjadi karbon dioksida dan air. Proses pembakaran yang tidak sempurna akan menghasilkan karbon deposit yang dinamakan dengan soot (*smoke black*). Berikut penampakan dari karbon deposit yang menempel pada kepala piston melalui foto mikro dan makro.



Gambar 1. Karbon deposit yang Menempel Kepala Piston

2.2 AFR (Air Fuel Ratio)

Pengujian konsumsi bahan bakar dapat dilakukan dengan berbagai cara [15], termasuk dalam penelitian ini menggunakan data AFR. AFR dimaknai sebagai perbandingan massa antara bahan bakar dengan udara atau sebaliknya [13]. Pada *spark ignition engine (SI engine)* yaitu mesin yang proses pembakarannya berasal dari loncatan bunga api dari busi, secara praktis nilai AFR konstant pada berbagai operasi mesin. Sementara pada *compression ignition engine (CI engine)* yang merupakan mesin dengan proses pembakaran dari udara bertekanan, AFR nilainya bervariasi. Pada CI engine, dengan kecepatan aliran udara yang tetap, kecepatan aliran bahan bakar akan bervariasi tergantung pada beban yang terjadi.

Pada campuran (*mixture*) yang cukup udaranya untuk membakar sempurna seluruh bahan bakar disebut dengan campuran sempurna kimia atau campuran stoikiometrik dari AFR. AFR secara matematis dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$R_{st} = G_{ud} : G_{bb} \quad (1)$$

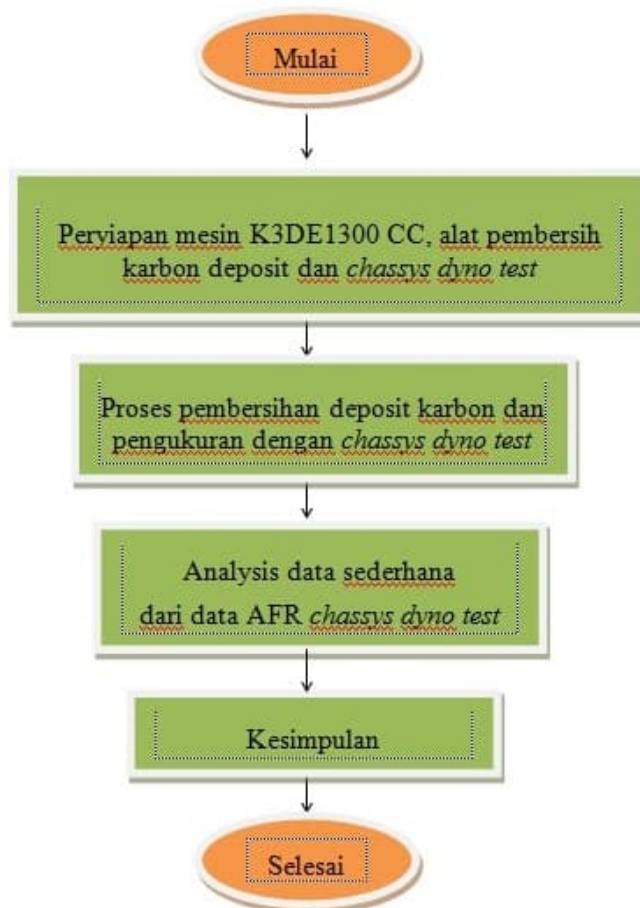
Dimana R_{st} = rasio stoikiometris; G_{ud} = massa udara dan G_{bb} = massa bahan bakar

AFR yang stoikiometrik memiliki perbandingan udara dan bahan bakar ($G_{ud} : G_{bb}$) dalam berbagai teori mencapai 14,68 kg udara : 1 kg bahan bakar atau secara ringkas nilai AFR nya ditulis 14,7:1. Campuran yang jumlah bahan bakarnya lebih dari 1 kg sehingga menjadikan jumlah perbandingan udaranya menjadi kurang dari 14,7 kg, maka disebut

dengan campuran gemuk (*rich mixture*). Sementara campuran yang jumlah bahan bakarnya kurang dari 1 kg sehingga pembeding udaranya menjadi lebih besar dari 14,7 kg, maka disebut dengan campuran kurus (*lean mixture*) [8][16].

2.3 Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Eksperimen dalam penelitian ini mengacu pada 3 variabel yang digunakan yaitu pembersihan karbon deposit sebagai variabel bebas, konsumsi bahan bakar sebagai variabel terikat dan kecepatan putaran mesin sebagai variabel kontrol. Berikut adalah diagram alir penelitian yang dilaksanakan.



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

Eksperimen diawali dengan penyiapan alat dan bahan yang meliputi mesin K3DE 1300 CC, alat pembersih karbon deposit dan alat uji *chassys dyno test*. Alat pembersih karbon deposit merupakan alat yang direkayasa mampu membantu proses pembersihan karbon deposit di ruang bakar dengan cara menghisap cairan pembersih yang sebelumnya sudah dimasukkan ke ruang bakar yang dituju. Berikut alat dan bahan yang digunakan, seperti yang terlihat pada gambar 3.

Pada langkah selanjutnya adalah pengambilan data konsumsi bahan bakar pra uji (*pre-test*) berupa data AFR dengan *chassys dyno test*. Data pra uji diambil dalam 2 kondisi, yaitu pada saat gigi percepatan 3 dan 4. Masing-masing gigi percepatan, diambil data sebanyak 2-3 kali untuk memastikan validitas data. Setelah hal tersebut dilakukan, dilanjutkan dengan proses pembersihan karbon deposit dari *combustion chamber*. Mesin K3DE 1300 CC dibersihkan karbon depositnya dari *combustion chamber* dengan teknik *vacum cleaner*. Teknik yang dimaksud di sini adalah pembersihan dengan bantuan cairan *carbon cleaner* yang ditetapkan jumlahnya (50 ml). Cairan tersebut

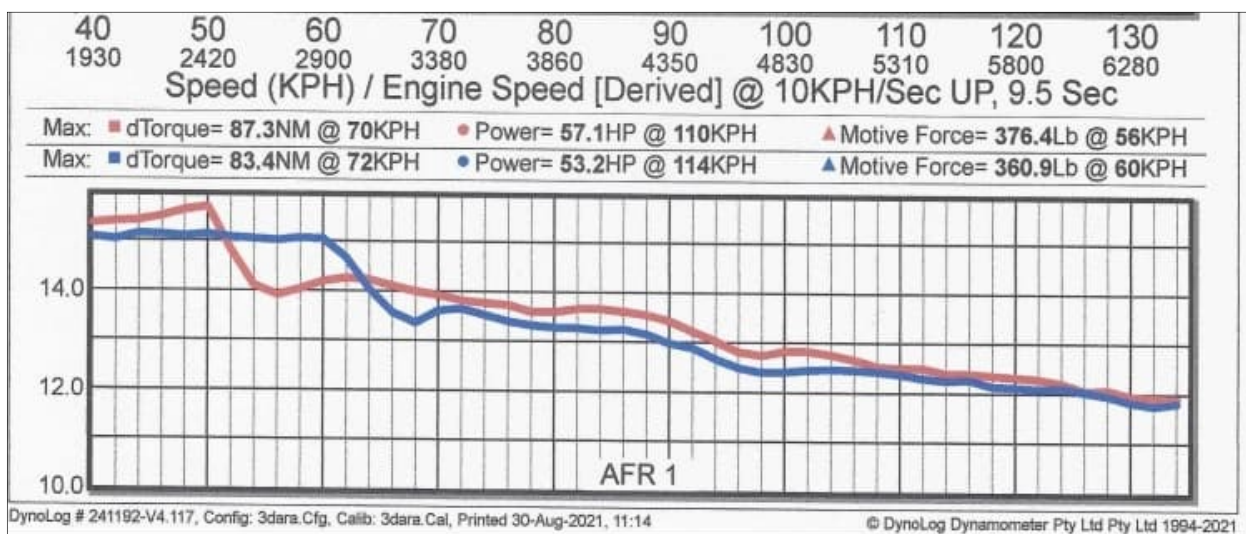
dimasukkan ke dalam *combustion chamber* melalui lubang busi pada keempat silinder. Setelah didiamkan beberapa saat, cairan *carbon cleaner* dihisap keluar dengan bantuan alat seperti di gambar 3. Setelah pembersihan selesai, maka diambil data setelah perlakuan (*post-test*) berupa data AFR dengan alat *chassis dyno test*. Data pasca perlakuan (*post-test*) juga diambil dalam 2 kondisi, yaitu pada saat gigi percepatan 3 dan 4. Masing-masing gigi percepatan, diambil data sebanyak 2-3 kali untuk memastikan validitas data. Tahap akhir dari penelitian ini adalah analisis data secara deskriptif sederhana membandingkan antara data *pre-test* dengan *post-test* pada setiap kecepatan putaran mesin.



Gambar 3. Alat dan Bahan yang Digunakan dalam Eksperimen

3 Hasil dan pembahasan

Mesin K3DE 1300 CC diuji dengan alat *chassis dynotest* (alat uji daya melalui putaran roda kendaraan). Alat *chassis dyno test* fungsi utama untuk mengukur daya dan torsi dari suatu mesin, namun alat ini juga mampu menampilkan nilai AFR aktual dalam berbagai putaran mesin (rpm). Pengujian dengan *chassysdyno test* dilakukan dengan meletakkan roda belakang di atas *roller chassis dyno test* (gambar 3). Berikut merupakan gambar data AFR hasil penelitian yang termonitor dari data hasil pengukuran dengan *chassys dyno test*.



Gambar 5. Nilai AFR dari *chassis dyno test*

Berdasarkan gambar 5, secara visual menunjukkan bahwa grafik AFR setelah dilakukan pembersihan (warna merah) deposit carbon dari *combustion chamber* cenderung selalu di atas dari grafik nilai AFR sebelum perlakuan (warna biru), kecuali pada beberapa kecepatan tertentu. Berikut merupakan tampilan gambar grafik AFR pada beberapa kecepatan mesin.



Gambar 6. Nilai AFR dari berbagai kecepatan mesin

Berdasarkan gambar 6 tersebut, pada kecepatan menengah, 50 kph (*kilo per hours*), massa udara untuk AFR pada *post-test* lebih besar dari pada massa udara saat *pre-test* yaitu 15,8 kg dibanding 14,0 kg. Pada kecepatan tinggi, 100 kph, massa udara untuk AFR *post-test* juga lebih banyak dari *pre-test* yaitu 12,8 kg dibanding 12,4 kg. Sementara pada kecepatan sangat tinggi, 130 kph, massa udara untuk AFR *post-test* juga lebih besar dari *pre-test* yaitu 12 kg dibanding 11,9 kg. Semakin besar nilai massa udara maka pada berbagai putaran mesin campuran yang terbentuk merupakan campuran berjenis *lean mixtures*. *Lean mixtures* sendiri merupakan campuran yang jumlah bahan bakarnya kurang dari 1 kg sehingga perbandingan udaranya menjadi lebih besar dari 14,7 kg [13]. Hal ini dimungkinkan terjadi karena volume ruang bakar menjadi semakin normal karena tidak ada tumpukan karbon deposit di dinding sekitar ruang bakar dan sedikit hilangnya panas di dinding ruang bakar [14].

Dengan demikian, pembersihan karbon deposit dari *combustion chamber* mampu mempengaruhi perubahan efisiensi konsumsi bahan bakar pada mesin K3DE 1300 CC sebagaimana yang ditampilkan oleh nilai AFR dengan *chassis dyno test*. Konsumsi bahan bakar mesin lebih efisien dari pada sebelum dilakukan pembersihan. Temuan ini sekaligus melengkapi berbagai data yang ada pada penelitian sebelumnya seperti yang telah dilakukan oleh [10][11] dan [12] dimana pembersihan karbon deposit dapat menurunkan konsentrasi gas buang dan meningkatkan output daya dan torsi. Perlu diteliti lebih lanjut seberapa jauh penurunan hilangnya nilai panas di dinding ruang bakar akibat adanya karbon deposit.

4 Kesimpulan

Karbon deposit sebagai karbon sisa hasil pembakaran yang tertinggal di ruang bakar mesin berpengaruh terhadap kinerja mesin. Pembersihan karbon deposit dari ruang bakar diantaranya mampu meningkatkan efisiensi konsumsi bahan bakar pada mesin K3DE 1300 CC melalui data tampilan nilai AFR. Mesin menjadi lebih hemat konsumsi bahan bakarnya. AFR uji pada berbagai kecepatan putar mesin setelah pembersihan memiliki nilai yang selalu lebih tinggi dari pada AFR pra uji. Nilai AFR yang tinggi menandakan campuran udara dan bahan bakar menjadi campuran yang kurus/*lean mixture*.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini dibiayai oleh Politeknik Negeri Malang dengan skema penelitian swadana reguler tahun 2021.

Daftar Pustaka

- [1]. Effendi A, Buchori AZ. Pemeliharaan Mesin Mobil Listrik Sula Politeknik Negeri Subang. J Rekayasa Mesin. 2019 Dec;14(3):79–86.
- [2]. Ansori, Mustajab. Sistem Perawatan Terpadu. Yogyakarta: Graha Ilmu; 2013. 3 p.
- [3]. Dentom T. Advance Automotive Fault Diagnosis 4th. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann; 2017.
- [4]. Rosyidin A, Effendi Y, Efrizal, Amir. Comparative analysis combustion chamber cleaners use carbon cleaner on performance engine type 16 3SZ-VE IL,-4 cylinder valve, DOHC,VVT-i, 1500cc Daihatsu Astra cars. J Phys Conf Ser. 2020;1477(5).
- [5]. Rasliyakov A, Balakin A, Vlasova N, Klassen N. Method of cleaning from the carbon deposits of the surfaces of the elements of internal-combustion engines without their unbuttoning. In: IOP Conferences: Material Sciences And Engineering. IOP Publisher; 2019. p. 1–5.
- [6]. Kalghatgi GT, McDonald CR, Hopwood AB. An experimental study of combustion chamber deposits and their effects in a spark-ignition engine. SAE Tech Pap. 1995;(412).
- [7]. Martin JW, Salamanca M, Kraft M. Soot inception: Carbonaceous nanoparticle formation in flames: Soot inception. Prog Energy Combust Sci. 2022;88.
- [8]. Pehan S, Jerman MS, Kegl M, Kegl B. Biodiesel influence on tribology characteristics of a diesel engine. Fuel [Internet]. 2009;88(6):970–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.fuel.2008.11.027>
- [9]. Hoang AT, Le AT. A review on deposit formation in the injector of diesel engines running on biodiesel. Energy Sources, Part A Recover Util Environ Eff [Internet]. 2019;41(5):584–99. Available from: <https://doi.org/10.1080/15567036.2018.1520342>
- [10]. Nugraha R, Alwi E, Fernandes D. Pengaruh Penambahan Zat Aditif Carbon Cleaner Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor Suzuki Shogun 125. [Padang]: UNP; 2015.
- [11]. Wahyu M, Rahmad H. The Effect of 10% Bioetanol And Carbon Cleaner Mixtures With Engine Gurah Technique on The Level of CO Emission In Corolla Twincam AE 92. Vanos. 2018 Dec;3(2):163–72.
- [12]. Kurniawan RA, Margianto, Lesmanah U. Pengaruh Penggunaan Carbon Cleaner Terhadap Performa Mesin Pada Sepeda Motor Yamaha Jupiter Z CW. [Malang]: UNISMA; 2019.
- [13]. Ganesan V. Internal Combustion Engine 4 th. New Delhi: Mc Graw-Hill; 2004.
- [14]. Hillier VA. Fundamental of motor vehicle technology. Cheltenham: Stanley Thornes Publisher; 2007.
- [15]. Wahyu M, Rahmad H. Rekayasa Uji Konsumsi Biogasoline Kendaraan VVT-I dan Dual VVT-I. In: Prosiding

Seminar Nasional Teknologi Terapan. 2019. p. 65–72.

- [16]. Wahyu M, Rahmad H, Gotama GJ. Effect of Cassava Biogasoline on Fuel Consumption and CO Exhaust Emissions. *Autimotive Exp.* 2019;2(3):97–103.