



Analisis Pengaruh *Boost Pressure After Cooler* Terhadap *Performance Engine* MTU 16V4000

Yudi Kurniawan^{1*}, Arwin¹, Mohamad Amin¹, Fajar Paundra², Setiyo Rojikin³

¹Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Balikpapan, Jl. Soekarno Hatta Km.8, 76126

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera, Jl.Terusan Ryacudu, 35365

³jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No.9, Malang, 65141

*yudi.kurniawan@poltekba.ac.id

Diterima: 06 07 2024

Direvisi: 13 07 2024

Disetujui: 23 07 2024

ABSTRAK

Perkembangan teknologi semakin cepat, kebutuhan energi semakin meningkat, dan bahan baku semakin langka sehingga menyebabkan kenaikan harga. Untuk mengatasi krisis permintaan energi yang semakin meningkat, diperlukan alternatif lain untuk memenuhi kebutuhan energi. Salah satunya dengan mengganti sumber energi lama dengan sumber energi lain seperti batu bara. Unit *dump truck* khususnya EH 4500 digunakan untuk mengangkut material baik berupa tanah maupun batubara menuju *disposal*. EH 4500 menggunakan mesin MTU 16V4000kk33. Perawatan rutin dilakukan pada mesin MTU 16V4000 untuk menjaga kondisi performa *engine*. Pemeliharaan yang dilakukan selain pemeliharaan adalah *overhaul* dan *reuse*. Studi juga dilakukan untuk memastikan efektivitas menggunakan metode literatur dan manual *engine* MTU 16V4000 sebagai dasar penelitian. Penelitian menunjukkan bahwa kinerja maksimum dicapai dengan beban maksimum. *Engine* dengan CAC baru menghasilkan tenaga 2020 kW pada beban 100%, sedangkan mesin dengan CAC *re-use* menghasilkan tenaga 1983 kW pada beban 100%.

Kata Kunci: *engine, boost pressure, daya, torsi.*

ABSTRACT

Technological developments are increasingly rapid, energy needs are increasing, and raw materials are increasingly scarce, causing prices to rise. To overcome the increasing energy demand crisis, other alternatives are needed to meet energy needs. One of them is by replacing old energy sources with other energy sources such as coal. Dump truck units, especially the EH 4500, are used to transport materials in the form of land and coal to disposal. The EH 4500 uses an MTU 16V4000kk33 engine. Routine maintenance is carried out on the MTU 16V4000 engine to maintain engine performance. Maintenance carried out apart from maintenance is overhaul and reuse. Studies were also carried out to ensure the effectiveness of using literature methods and the MTU 16V4000 engine manual as a research basis. Research shows that maximum performance is achieved with maximum load. The engine with the new CAC produces 2020 kW of power at 100% load, while the engine with the re-used CAC produces 1983 kW of power at 100% load.

Keywords: *engine, boost pressure, power, torque.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi saat ini semakin pesat, kebutuhan energi terus meningkat, namun bahan baku semakin langka sehingga menyebabkan kenaikan harga [1,2]. Dalam mengatasi krisis kebutuhan energi yang semakin besar perlu adanya alternatif untuk mencukupi kebutuhan energi, salah satunya dengan menggantikan sumber energi yang lama dengan energi yang lain seperti batu bara [3,4]. Sektor pertambangan batubara merupakan salah satu sektor terbesar di Indonesia dan berperan serta menopang sistem perekonomian Indonesia. Dalam dunia industri khususnya sektor pertambangan, kinerja unit mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap hasil produksi tambang, sehingga unit harus selalu dalam kondisi prima agar bisa memproduksi sesuai target [5]. Dengan kemajuan teknologi industri, kita perlu meningkatkan produktivitas baik secara kualitatif maupun kuantitatif [6]. Hal ini dapat dicapai apabila menggunakan suatu sistem dimana peralatan pendukung khususnya komponen penggerak dan kendali utama dapat beroperasi dengan baik dan akurat [7]. Unit *dump truck* khususnya EH 4500 digunakan untuk mengangkut material seperti tanah dan batu bara menuju *disposal*. Pada EH 4500 menggunakan *engine MTU 16v4000k33*, yang sudah dilengkapi dengan *engine control modul (ECM)* yaitu *DDEC (Detroit Diesel Engine Control)* yang mengontrol dan mendeteksi semua fungsi dari *engine system* dan komponen, yang dimana *ECM* tersebut mendapat *signal* dari *sensor* yang ada pada *engine*. *Sensor* tersebut secara umum dibagi atas empat yaitu, *pressure sensor*, *position sensor*, *speed sensor* dan *temperature sensor* [8].

Syarat-syarat terjadinya pembakaran

Unsur-unsur yang diperlukan untuk pembakaran pada silinder *engine diesel* adalah:

1. Bahan bakar

Bahan Bakar Bahan bakar solar ini mempunyai berat jenis 0,85 kg/liter dan nilai kalor 10.300 Kkal/Kg. Nilai kalor ini disebut *lowest calorific value (LCV)*.

2. Udara

Agar *engine* bekerja dengan baik, harus ada keseimbangan antara jumlah udara yang masuk ke ruang bakar dan jumlah bahan bakar yang dibakar. *Turbocharger* dengan *volume* udara masuk yang dapat disesuaikan digunakan untuk tujuan ini. Rasio udara dan bahan bakar yang ideal untuk pembakaran yang baik adalah 20:1 [9].

3. Panas

Pada panas tertentu, bahan bakar solar akan terbakar dengan sendirinya. Inilah dasar pembakaran bahan bakar di dalam silinder engine diesel MTU. Panas ini diperoleh dengan cara mengompresi udara di dalam ruang bakar pada tekanan udara tekan $\pm 30 \text{ kg/cm}^2$ tercapai suhu pembakaran minimum yaitu $\pm 550^\circ\text{C}$ [10].

4. Ruang bakar

Ruang bakar Pembakaran yang efektif memerlukan ruang bakar yang sesuai. Ukuran ruang bakar diukur dalam satuan isinya, dan bentuknya dirancang untuk memungkinkan terjadinya pembakaran bahan bakar secara sempurna. Pembakaran yang efektif memerlukan ruang bakar yang sesuai. Ukuran ruang bakar diukur dalam satuan isi, dan bentuknya dirancang untuk memungkinkan pembakaran bahan bakar secara sempurna [11][12].

Untuk mesin diesel MTU model yang sama, perbedaan tenaga atau daya nominal ditentukan dengan mengubah rasio kompresi. Rasio kompresi adalah perbandingan volume silinder antara waktu piston berada pada titik mati bawah (TDC) dan waktu piston berada pada titik mati atas (TDC). Volume silinder pada titik mati atas piston dapat dianggap setara dengan volume atau isi ruang bakar. Semakin rendah rasio kompresi, semakin besar ruang bakarnya. Untuk mesin dengan model yang sama, semakin rendah rasio kompresi, semakin tinggi performanya [8][13].

Pada *engine MTU 16v4000k33* untuk menjaga kondisi *engine* dan *performance engine* maka dilakukan perawatan berkala, ada pun perawatan yang dilakukan disamping *service* yaitu dilakukan proses

overhaul dan *re-use*. Pada proses overhaul merupakan proses pergantian komponen *engine* seperti *crankshaft*, *piston*, *cylinder block*, *cylinder head*, *oil cooler*, *front hub*, *rear hub* dengan komponen yang baru, sedangkan untuk proses *engine re-use* merupakan perbaikan yang dilakukan tanpa mengganti komponen tersebut diatas (*re-use*) [14]. Khusus untuk pergantian komponen CAC (*Charge Air Cooler*) pada kedua proses diatas berdasarkan permintaan *costumer* itu sendiri. Permasalah yang sering terjadi adalah pada *engine* yang menggunakan CAC *re-use* sering sekali mengalami permasalahan seperti mengalami penurunan *performance* dan juga penurunan *boost pressure* yang mengakibatkan kinerja unit menjadi *low power* [15][16].

METODE PENELITIAN

Obyek Penelitian

Adapun objek penelitian yang digunakan adalah *MTU engine 16v4000k33*



Gambar 1 . *MTU engine 16V4000k33*



Gambar 2. *Charge air cooler*

MTU engine 16v4000k33 memiliki data spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Data spesifikasi *MTU engine 16V4000k33*

No	Data	Spesifikasi
1	<i>Cylinder displacement</i>	4,1 liter
2	<i>Overall displacement</i>	65,0 liter
3	<i>Cylinder arrangement</i>	90 <i>degr</i>
4	<i>Bore dan Stroke</i>	165 mm x 190 mm
5	<i>Tipe Engine</i>	4 langkah, 60° <i>V-Engine</i> , 16 <i>Cylinder</i>
6	<i>Power</i>	2.013KW / 1.900 Rpm
7	<i>Engine Serial Number</i>	5272002168
8	<i>Engine model</i>	T 1637K33
9	<i>Idle speed RPM</i>	700
10	<i>Governed RPM</i>	1.910
11	<i>Peak Torque ft-lb</i>	7.390
12	<i>Peak Torque RPM</i>	1.500

Alat Bantu Penelitian

Penelitian ini menggunakan alat bantu sebagai berikut:

1. Pengambilan data performansi *engine* dilakukan dengan *engine dynamometer* dengan spesifikasi sebagai berikut:



Gambar 3. Dynamometer

Tabel 2. Data spesifikasi dynamometer

No	Data	Spesifikasi
1	Tenaga	5.000 lbf
2	Max RPM	4.000
3	Penggunaan air	236 GPM (893 lpm)
4	Berat	3.423 lb. (1.553 kg)
5	Seri/type	DX 3012

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah:

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel lain.

Variabel bebas adalah variabel yang faktor-faktornya diukur, dimanipulasi, atau dipilih oleh peneliti untuk menentukan hubungannya dengan gejala yang diamati. Dalam hal ini variabelnya antara lain:

- a. Variasi beban *engine* [%]
- b. Variable putaran *engine* [Rpm]

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang memberikan respon atau tanggapan bila dikaitkan dengan variabel bebas. Variabel terikat adalah variabel yang faktor-faktor yang dapat diamati diukur untuk mengetahui pengaruh yang ditimbulkan oleh variabel bebas tersebut. Hal ini meliputi:

- a. Torque Engine [lb.ft]
- b. Horse Daya Engine [HP]

3. Variabel kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan oleh peneliti untuk menetralsir pengaruh faktor tersebut. Jika tidak dikontrol, variabel-variabel ini mempengaruhi gejala yang diuji.

Hal ini meliputi penentuan bahan dan peralatan pengujian seperti:

- Temperatur ruang Uji [°C]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian *engine* dengan CAC *new* dan *re-use* menggunakan *dynamometer* yang telah diberikan pembebanan dari 25%, 50%, 75% dan 100% diperoleh data *performance engine* [17]. Tabel 3 dan Tabel 4. Menunjukkan data *performance engine* yang diperoleh meliputi *boost pressure*, torsi dan daya.

Tabel 3. Data performa *engine* menggunakan CAC *re-use*

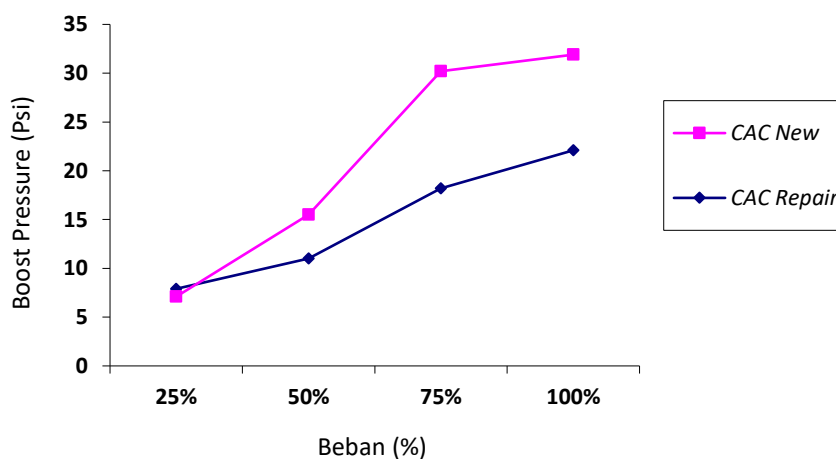
RPM	LOAD %	Boost Pressure (Psi)	TORQUE (Lb-Ft)	(POWER) KW	(POWER) HP
1.919	25	7,9	1.487,67	405	543
1.917	50	11	3.533,39	962	1.290
1.914	75	18,2	5.439,50	1.478	1.982
1.910	100	22,1	7.315,54	1.983	2.660

Tabel 4. Data performa *engine* menggunakan CAC *new*

RPM	LOAD %	Boost Pressure (Psi)	TORQUE (Lb-Ft)	(POWER) KW	(POWER) HP
1.919	25	7,1	1.589,31	433	581
1.912	50	15,5	3.356,21	911	1.222
1.912	75	30,2	5.437,10	1.500	1.982
1.910	100	31,9	7.448,38	2.020	2.709

Pengaruh hubungan penggunaan CAC *New* dan *Re-use* terhadap *boost pressure*.

Berdasarkan data hasil pengujian tentang *performance engine*, dapat ditunjukkan pengaruh penggunaan CAC *re-use* dan *new* terhadap nilai *boost pressure* sebagai berikut:



Gambar 4. Hasil pengujian pengaruh penggunaan CAC *new* dan *re-use* terhadap *boost pressure*

Gambar 4. Menunjukkan sebuah grafik dari proses *dyno test* setelah melakukan proses *overhaul engine* yang menggunakan CAC *new* dan *re-use*. Proses pembebanan *engine* saat *running* diberikan 25%, 50%, 75%, 100% oleh operator dengan menaikkan *throttle switch* (*potensio*) ke arah rpm *engine* maksimum yaitu 1.910 – 1.920 rpm. Adapun pencapaian nilai *boost pressure* saat menggunakan CAC *re-use* lebih rendah dibanding saat menggunakan CAC *new*. Nilai *engine* dengan menggunakan CAC *re-use* memperoleh 22,1 psi pada 1.910 rpm, sedangkan nilai *engine* dengan menggunakan CAC *new* diperoleh 31,9 psi pada 1.910 rpm. Nilai *boost pressure engine* dengan CAC *re-use* lebih rendah 30%

Volume 01 No. 02, bulan Juli, tahun 2024

DOI: <https://doi.org/10.32487/jab.v1i2.26>

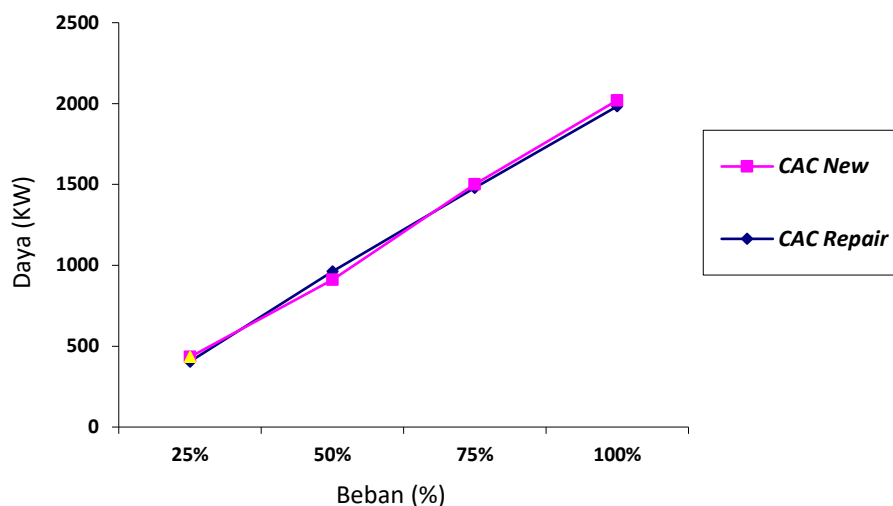


Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

dari nilai *boost pressure engine* new. Selain itu, nilai *boost pressure engine* menggunakan *CAC re-use* tidak mencapai standar *factory* yang memiliki nilai 30 psi.

Pengaruh hubungan penggunaan *CAC new* dan *re-use* terhadap daya.

Berdasarkan data hasil pengujian tentang *performance engine*, dapat ditunjukkan pengaruh penggunaan *CAC new* dan *re-use* terhadap nilai daya sebagai berikut:

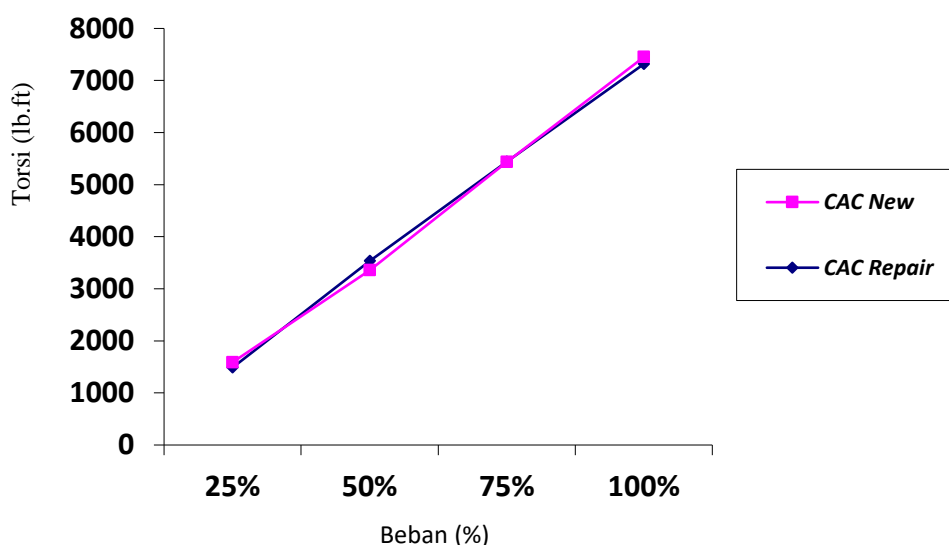


Gambar 5. Hasil pengujian pengaruh penggunaan *CAC new* dan *re-use* terhadap daya

Gambar 5. menunjukkan grafik pengaruh penggunaan *CAC new* dan *re-use* terhadap daya. Dari hasil pengujian *engine* menggunakan *CAC re-use* memperoleh nilai 1.983 KW dan pada *engine* yang menggunakan *CAC new* memperoleh nilai 2020 KW. Sedangkan untuk standar daya *engine* MTU 16V4000 adalah 2.013 KW. Hal ini menunjukkan bahwa daya yang diperoleh oleh *CAC re-use* tidak sesuai dengan standar minimum *factory* untuk *engine* MTU 16V4000.

Pengaruh hubungan penggunaan *CAC new* dan *re-use* terhadap torsi.

Berdasarkan data hasil pengujian tentang *performance engine*, dapat ditunjukkan pengaruh penggunaan *CAC new* dan *re-use* terhadap nilai torsi sebagai berikut:



Gambar 6. Hasil pengujian pengaruh penggunaan *CAC new* dan *re-use* terhadap torsi

Volume 01 No. 02, bulan Juli, tahun 2024

DOI: <https://doi.org/10.32487/jab.v1i2.26>



Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

Untuk meningkatkan nilai torsi, maka dilakukan pemberian beban terhadap *engine* secara bertahap. Gambar 6. Menunjukkan grafik linier hasil pengujian *engine* terhadap nilai torsi. Nilai torsi maksimum yang diperoleh *engine* yang menggunakan *CAC re-use* adalah 7.315,54 lb.ft, sedangkan torsi maksimum yang diperoleh *engine* dengan menggunakan *CAC new* adalah 7.448,38 lb.ft. Untuk standar torsi minimum *engine* adalah 7.390 lb.ft. Hal ini menunjukkan bahwa *engine* yang menggunakan *CAC re-use* menghasilkan torsi yang kurang dari nilai standar [18].

Berdasarkan pengujian *performance engine* dengan *CAC new* dan *re-use* menggunakan *dynamometer* diperoleh bahwa *engine* dengan *CAC re-use* memiliki daya dan torsi yang dibawah nilai standar *factory*. Hal ini dikarenakan nilai *boost pressure* yang dihasilkan oleh *engine* dengan *CAC re-use* lebih rendah 30% dibandingkan dengan *engine* dengan *CAC new*. Nilai *boost pressure* pada *engine* rendah akibat pendinginan udara *inlet* tidak maksimal [19] [20]. *CAC re-use* memberikan hambatan proses pendinginan pada udara *inlet*. Komponen *CAC* yang dapat bekerja maksimal mampu menurunkan *temperature* udara *inlet* hingga 130°C [8].

KESIMPULAN

Hasil perbandingan *boost pressure* antara *engine* yang telah dilakukan overhaul dengan menggunakan *CAC new* dan *re-use* mengalami perbedaan, dan khususnya pada penggunaan *CAC re-use* nilainya adalah 22,1 (dibawah standar) sehingga juga mempengaruhi daya *engine* dan *engine* tidak dapat bekerja secara maksimal. Adapun perbedaan yang signifikan dari hasil pencapaian daya pada *engine yang menggunakan CAC new* adalah 2.020 KW dengan *engine yang menggunakan CAC re-use* adalah 1.983 KW pada saat pembebanan maksimal (100%) dari proses *dyno test*. Untuk standar daya *engine* MTU 16V4000 adalah 2.013 KW, sehingga dapat dikatakan *engine overhaul* yang menggunakan *CAC re-use* mengalami *low power*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Balikpapan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Kurniawan, N. Huda And M. Rico Febrian Pratama., "Rancang Bangun Special Tool Remove Injector Pada Unit Hd465-7 Komatsu," Snitt Poltekba, P-31, 2023.
- [2] Y. Kurniawan, Y. Vivina Mitaya Sumartono And M. Arya David Saputra, "Rancang Bangun Test Leak After Cooler D375-6r Komatsu", Snitt Poltekba, P-31, 2023.
- [3] I. Bagus Dharmawan, R. Asmaran And Y. Kurniawan, "Pemanfaatan Penginjeksian Elektron Sebagai Upaya Penghematan Bahan Bakar Bensin Pada Kendaraan Bermotor," *Jtt (Jurnal Teknol. Terpadu)*, Vol. 1, No. 1, Pp. 6–10, 2013.
- [4] Y. Kurniawan, I. Bagus Dharmawan, W. Anhar Dan A. Nurdin, "Analysis Of Wind Speed And Direction As Support For Green Buildings In Urban Areas Using The Weibull Method," *Jurnal Polimesin*, Vol. 21, No. 2, Pp. 224–229, 2023.
- [5] Y. Kurniawan, N. Huda And F. Paundara, "Analisis Perbandingan Penggunaan Baut Cylinder Head New Dan Reuse Unit Ford Ranger 2.5l Terhadap Pengujian Tarik," *Jurnal Alat Berat*, Vol. 1, No. 1, Pp. 25–32, 2024.
- [6] U. Tractors, "Basic Mechanic Course Hydraulic System", Technical Training Department," Pp. 1–126, 2011.
- [7] A. Thomasson, L. Eriksson, O. Leufvén And P. Andersson, "Wastegate Actuator Modeling And Model-Based Boost Pressure Control," *Ifac Proc. Vol.*, Vol. 42, No. 26, Pp. 87–94, 2009.
- [8] U. Tractors, "Basic Mechanic Course Diesel Engine", Technical Training Department," Pp. 1–126, 2011
- [9] H. Kurnia Rahman, "Analisis Kerusakan After-Cooler Di Lngc. Tangguh Jaya Dalam Voyage", Politeknik Ilmu Pelayaran, 2021.
- [10] D. Cahyono, "Basic Overhaul," Technical Training Department, Pp. 1–9, 2011.

Volume 01 No. 02, bulan Juli, tahun 2024

DOI: <https://doi.org/10.32487/jab.v1i2.26>



Disebarluaskan di bawah lisensi CC BY-NC 4.0

- [11] Hersalniar, Firdaus, O. Hanwar, H. Cabdra Mayana, "Analisis Troubleshooting Pada Engine G3408 Generator Set Caterpillar" *Jurnal Teknologi Manufaktur*, 2020.
- [12] Astm D6913/D6913m-17, "Iteh Standards Iteh Standards Document," *Astm Int. West Conshohocken, Pa United States*, Vol. 10, No. Reapproved, Pp. 1–5, 2021, Doi: 10.1520/A0370-09ae01.2.
- [13] J. Fan Ht Saragi Dan J. Sufriadi Purba, "View Of Analisis Pengaruh Mekanisme Katub Terhadap Daya Pada Motor Bakar 4 Tak Dengan Bahan Bakar Bensin Mesin 1500 Cc", *Jurnal Mesil*, 2021.
- [14] P. Cgristi Latue, H. Rakuasa, G. Somae, And A. Muin, "Analisis Perubahan Suhu Permukaan Daratan Di Kabupaten Seram Bagian Barat Menggunakan Platform Berbasis Cloud Google Earth Engine," *Jurnal Teknik Informatika*, Vol. 2, No. 2, Pp. 45–51, 2023.
- [15] N. B Sigimon, J. K Jacob And A. Surendran, "Effec Of Engine Oil In The Aftercooler Of A 2ha4ters Horizontally Balance Between Opposite Air Compressor", *European Journal Of Technology And Design*, 86," No. 8, Pp. 86–94, 2015.
- [16] M. Romidalisa, "Factors That Causes Excavators Brand Komatsu More Superior To Other Brand In The City Pekanbaru", Universitas Riau, 2013.
- [17] A. Yani, "Analisis Putaran Mesin Diesel 16 Silinder Menggunakan Alat Dynamometer Terhadap Torsi Mesin, Daya Mesin Dan Komsumsi Bahan Bakar", *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Manajemen Industri*, 2022.
- [18] Komatsu, "Shop Manual 125e -5 Series", Sen00177-01, Komatsu, 2005.
- [19] M. Canakci, "An Experimental Study For The Effects Of Boost Pressure On The Performance And Exhaust Emissions Of A Di-Hcci Gasoline Engine," *Journal Fuel*, Vol. 87, No. 8–9, Pp. 1503–1514, 2008.
- [20] I. Al-Hinti, M. Samhour, A. Al-Ghandoor, And A. Sakhrieh, "The Effect Of Boost Pressure On The Performance Characteristics Of A Diesel Engine: A neuro-fuzzy approach," *Appl. Energy*, vol. 86, no. 1, pp. 113–121, 2009.

