

# Performance Analysis Engine Caterpillar Model C27 Pasca Rekondisi dengan Pengujian Dynotest

Abdul Halim<sup>1\*</sup>, Eko Saputro<sup>2</sup>, Mangkona<sup>3</sup>, Yudi Sukmono<sup>4</sup>, Muh. Anhar<sup>5</sup>, Adriansyah<sup>6</sup>

<sup>1,2,3</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Samarinda, Indonesia

<sup>4</sup>Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Mulawarman, Indonesia

<sup>5</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Ketapang, Indonesia

<sup>6</sup>Department of Mechanical Engineering, Politeknik Negeri Padang, Indonesia

\*Koresponden email: halim72@polnes.ac.id

Diterima: 27 Juni 2022

Disetujui: 4 Juli 2022

## Abstract

Caterpillar engines need to be completely reconditioned or general overhauled after operating and consuming a certain amount of fuel to restore engine performance to its specifications again. However, actual conditions can be faster or slower depending on the condition of the engine itself and operational needs. In the total reconditioning process, all seals, gaskets and bearings are normal spare parts that must be replaced, plus other spare parts that must be replaced based on the results of inspections and measurements in accordance with the guidelines from the caterpillar guidelines for reusability and salvage (GRPTS). The purpose of this research is to find out whether the reconditioned engine has reliable performance like a new engine from the manufacturer and of course refers to the engine performance specification number, as well as knowing the engine characteristics based on the application. The research stage is to carry out the total engine reconditioning process by disassembling, cleaning, inspecting, part listing, assemble, testing and adjusting engine performance specification. And for data retrieval, the engine is tested in the engine dynotest room with loadings of 25%, 50%, 75% and 100%. From the results of the engine after being reconditioned, it has performance like a new engine and deserves to be handed back to the customer to be operated according to its application and specifications with a maximum power achievement of 800 HP at 100% loading with 1800 rpm for industrial engine applications.

**Keywords:** *performance, caterpillar engine, reconditioning, engine dynotest, horse power*

## Abstrak

*Engine caterpillar* perlu dilakukan rekondisi total atau *general overhaul* setelah beroperasi dan mengonsumsi bahan bakar dalam jumlah tertentu untuk mengembalikan kinerja *engine* sesuai spesifikasinya kembali. Namun kondisi aktual bisa lebih cepat atau lambat tergantung kondisi *engine* itu sendiri dan kebutuhan operasional. Dalam proses rekondisi total semua *seal*, *gasket* dan *bearing* adalah suku cadang normal yang harus diganti, ditambah dengan suku cadang lain yang memang harus diganti berdasarkan hasil pemeriksaan dan pengukuran sesuai dengan panduan dari *caterpillar guidelines for reusability and salvage* (GRPTS). Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui apakah *engine* yang direkondisi memiliki kinerja yang handal seperti *engine* baru dari pabrikan dan tentunya mengacu kepada *engine performance specification number*, serta mengetahui karakteristik *engine* berdasarkan aplikasinya. Tahapan penelitian dalam melakukan proses rekondisi total *engine* dengan pembongkaran, pembersihan, pemeriksaan, *part listing*, *assemble*, *testing and adjusting engine performance specification*. Dan untuk pengambilan data melakukan pengujian *engine* di dalam *engine dynotest room* dengan pembebanan 25%, 50%, 75% dan 100%. Dari hasil *engine* setelah direkondisi memiliki kinerja seperti *engine* baru dan layak untuk diserahkan kembali ke pelanggan untuk dioperasikan sesuai dengan aplikasinya dan spesifikasinya dengan capaian power maksimum 800 Hp pada pembebanan 100% dengan 1800 rpm untuk aplikasi industrial engine.

**Kata Kunci:** *performance, caterpillar engine, rekondisi, engine dynotest, horse power*

## 1. Pendahuluan

Salah satu tahapan rekondisi *engine* adalah pengujian kinerja *engine* yang dilakukan di dalam ruang khusus yang disebut *dynotest room* dan dilakukan oleh teknisi khusus yang terlatih untuk mengoperasikan peralatan di dalam ruangan ini serta melakukan hal-hal yang diperlukan terhadap *engine* itu sendiri sebagai benda kerja. Pengujian dilakukan mengikuti prosedur dari *caterpillar service information system* (SIS

CAT) dan juga prosedur dari PT. Trakindo Utama Samarinda sebagai salah satu cabang yang memiliki fasilitas *engine dynotest*, sehingga akan didapatkan hasil yang bisa dipertanggung jawabkan dan akurasi data tes yang tinggi.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dilakukan oleh [1][2] menentukan rugi-rugi daya dan memprediksi tingkat kemampuan permesinan dan diuji untuk evaluasi kinerja. Model dan perangkat lunak yang dikembangkan adalah alat pendukung keputusan untuk setiap industri otomotif di mana pemeliharaan dan manajemen mesin untuk meningkatkan kinerja dan efisiensi operasi adalah fokusnya. Performa keandalan mesin kendaraan bekas telah menjadi perhatian utama karena sejumlah alasan mulai dari polusi dan degradasi lingkungan hingga tingginya biaya perbaikan dan pemeliharaan [3], termasuk konsumsi bahan bakar yang boros akibat gangguan sistem komponen [4][5]. Sehingga unit yang sudah beroperasi lama perlu dilakukan *schedule maintenance* dan servis untuk direkondisi ulang untuk mendapatkan kinerja yang baru [6][7][8].

*Engine performance specification* adalah tolak ukur dalam melakukan pengetesan sebuah *engine* yang di dalamnya berisi tentang kondisi *engine* itu sendiri ketika dites dibandingkan dengan parameternya, dan juga berisi tentang informasi aplikasi dan referensi penyetulan terhadap *spesifik engine* tersebut [9][10][11]. Dengan dilakukan pengetesan ini diharapkan semua kegagalan dalam proses rekondisi sebelum tahapan pengetesan dapat diketahui dan dilakukan tindakan perbaikan di tahap pengetesan ini, dan juga bisa diketahui kinerjanya apakah masih dalam batas dari *engine performance specification* sehingga ketika *engine* dikembalikan ke *customer* diharapkan *engine* mampu bekerja dengan optimal, tidak mengalami masalah ketika beroperasi dan bisa bertahan sampai jadwal rekondisi berikutnya.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Obyek Penelitian

Obyek penelitian yang akan diambil adalah beberapa *engine* elektronik dengan Cat@ model C27 yang ketika dilakukan pengetesan mengalami problem dengan kinerjanya. Pemilihan *engine* model C27 ini dikarenakan besarnya populasi *engine model* ini mulai dari *marine*, *heavy equipment* hingga *industrial*. **Gambar 1** ini adalah dari salah satu *engine model C27* yang sedang dalam proses antrian pengetesan.



**Gambar 1.** Engine model C27

Sumber: PT. Trakindo Utama Samarinda (2021)

### 2.2. Waktu dan Lokasi Penelitian

Lama waktu penelitian dilakukan selama 3 bulan, yaitu pada bulan Mei 2021 sampai Juni 2021. Penelitian ini dilakukan di PT. Trakindo Utama cabang Samarinda dengan alamat di Jalan Cipto Mangunkusumo Loa Janan – Samarinda, Kalimantan Timur

### 2.3 Alat Uji Dynamometer Test

Dynamometer yang ada di PT. Trakindo Utama Samarinda adalah dari merek dagang Taylor dengan model DX38 yang memiliki kapasitas sampai dengan 2000 HP dan torsi maksimum 6434 lbs.ft dengan putaran maksimal 4000 rpm [12][13].



**Gambar 2.** Taylor dynamometer dan drive shaft  
Sumber : PT. Trakindo Utama Samarinda (2021)

#### 2.4. Tahapan Penelitian

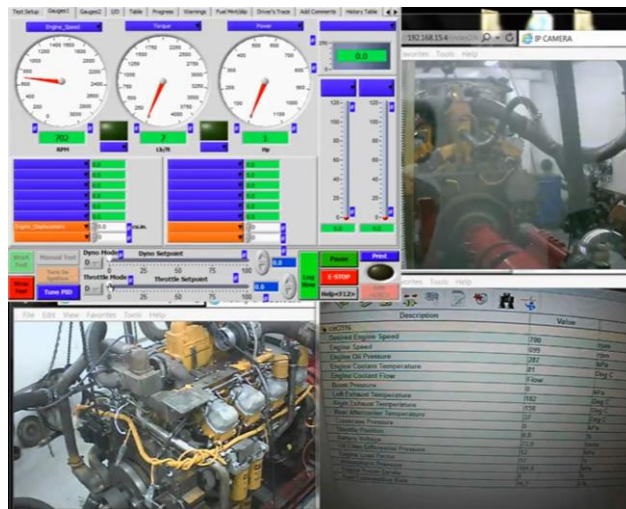
Tahapan penelitian *pengetesan* engine pasca rekondisi di PT. Trakindo Utama Samarinda secara garis besar adalah sebagai berikut :

1. *Engine* yang akan dilakukan pengetesan dipasang di stand khusus.



**Gambar 3.** Engine test stand  
Sumber: PT. Trakindo Utama Samarinda (2021)

2. Pemasangan *adapter sensor*, *adapter flywheel*, adapter udara dan pelindung turbocharger
3. Pemasangan adapter bahan bakar dan adapter komunikasi kontrol elektronik.
4. Memosisikan *engine* dan mengatur kelurusan terhadap *dynamometer*.
5. Cek kondisi poros penggerak dan menghubungkan dengan *flywheel*.
6. Memasang pengikat *engine* terhadap lantai.
7. Memasang semua sensor yang diperlukan dan *blow by indicator tool*.
8. Memasang jalur air pendingin dan memeriksa kebocoran air.
9. Memasang jalur bahan bakar, melakukan pemompaan bahan bakar dan memeriksa kebocoran bahan bakar.
10. Melakukan pengisian oli bertekanan ke dalam *engine* dan memeriksa kebocoran oli.
11. Sebelum menghidupkan *engine* pastikan semua persiapan dilakukan dengan benar.
12. Memulai prosedur pengetesan sesuai dengan *performance specification* dari *engine* yang dites dari *warming up* sampai tes komplit dilakukan sesuai dengan panduan, lakukan *cooling down engine* dan pengambilan contoh oli sebelum mematikan *engine*.



**Gambar 4.** Pengetesan *engine* dengan dynotest  
Sumber: PT. Trakindo Utama Samarinda (2021)

- 13. Pengetesan selesai, keluarkan *engine* dari ruang *dynotest*.
- 14. Analisa data pengetesan *engine*.

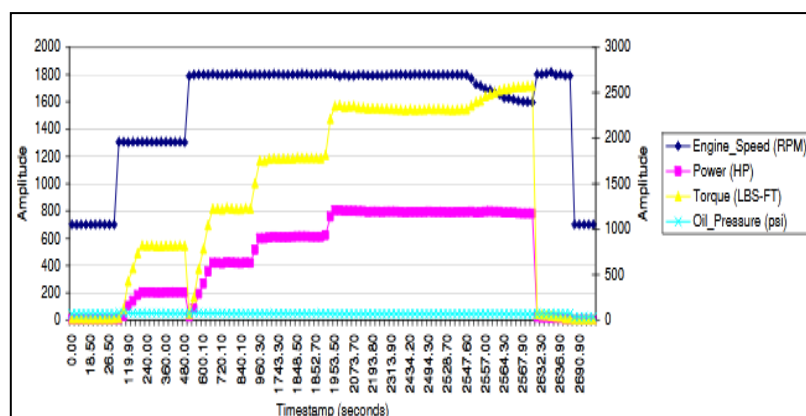
**3. Hasil dan Pembahasan**

Hasil data pengetesan dan grafik pada pengujian *engine* model C27 SN TWM05055 dengan dynotest

**Tabel 1.** Data pengetesan *engine* C27 SN TWM05055

Engine Speed (RPM)	Load (%)	Torque (Lb-ft)	Power (Hp)
1798	25	561	192
1800	50	1223	419
1800	75	1746	598
1797	100	2339	800

Sumber: Analisa data penelitian (2021)



**Gambar 5.** Grafik pengetesan *engine* C27 SN TWM05055

Sumber: Analisa data penelitian dengan *caterpillar electronic technician tool* (2021)

Berdasarkan **Tabel 1** dan **Gambar 5** merupakan hasil proses pengetesan *dynotest* kinerja *engine* C27 *industrial*. Pembebanan dilakukan mulai dari 25%, 50%, 75%, dan 100% mengikuti prosedur yang berlaku.

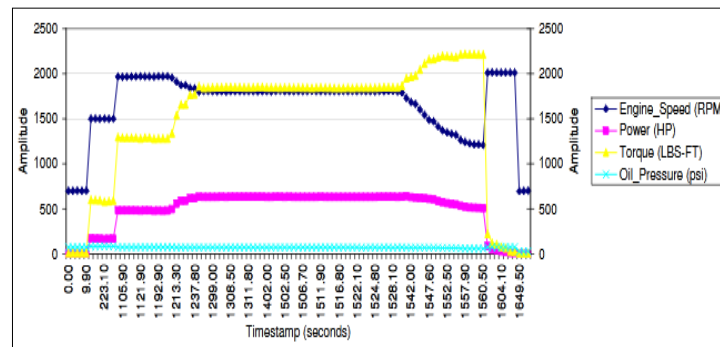
Pencapaian daya maksimal *engine* didapat dengan pembebanan 100% diperoleh tenaga maksimal sebesar 800 HP. *Engine* ini adalah tipe Isochronous dimana putaran tinggi atau *high idle* sampai beban maksimalnya atau *full load RPM* adalah sama sebesar 1800 RPM. Indikator *engine* telah melewati beban penuh adalah apabila beban ditambah maka *engine* akan mengalami penurunan putaran. Pada saat beban terus ditambah dan *engine* mengalami penurunan putaran, maka tenaga *engine* juga akan mengalami penurunan, namun torsi akan meningkat sampai titik dimana torsi akan berada pada titik maksimalnya di putaran yang disebut *torque check speed*. Namun pengetesan hingga kondisi *torque check* pada *engine* ini tidak dilakukan.

Data hasil pengetesan dan analisa grafik pada pengujian *engine* model C27 SN JZM00129 dengan dynotest.

**Tabel 2.** Data pengetesan engine C27 SN JZM00129

Engine Speed (RPM)	Load (%)	Torque (Lb-ft)	Power (Hp)
2006	25	419	160
1990	50	844	320
1966	75	1289	482
1800	100	1849	634
1240	TC	2216	523

Sumber: Data penelitian (2021)



**Gambar 6.** Grafik Pengetesan Engine C27 SN JZM00129

Sumber: Analisa data penelitian dengan *caterpillar electronic technician tool* (2021)

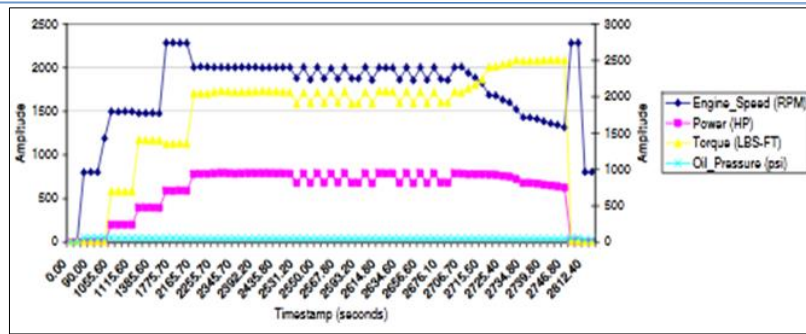
Berdasarkan **Tabel 2** dan **Gambar 6** merupakan hasil proses pengetesan dynotest kinerja *engine* C27 dengan aplikasi *Track Type Tractor* dengan model D10T2. Pembebanan dilakukan mulai dari 25%, 50%, 75%, dan 100% hingga *torque check test*. Pencapaian daya maksimal *engine* didapat dengan pembebanan 100% diperoleh tenaga maksimal sebesar 634 HP pada putaran 1800 RPM dan torsi maksimal sebesar 2216 Lb-ft pada putaran 1240 RPM. Pengetesan dilakukan mengikuti *engine Performance Specification Number 370 4821*. Berdasarkan hasil tes dan melihat parameter lain, *engine* ini setelah direkondisi memiliki performa seperti *engine* baru dan layak untuk diserahkan kembali ke pelanggan untuk dioperasikan sesuai dengan aplikasinya.

Data hasil pengetesan dan analisa grafik pada pengujian *engine* Model C27 SN LXJ01508 dengan dynotest

**Tabel 3.** Data pengetesan Engine C27 SN LXJ01508

Engine Speed (RPM)	Load (%)	Torque (Lb-ft)	Power (Hp)
2285	25	453	197
2282	50	906	394
2280	75	1357	589
2000	100	2070	788
1343	TC	2501	639

Sumber: Data penelitian (2021)



**Gambar 7.** Grafik pengetesan Engine C27 SN JZM00129

Sumber: Analisa data penelitian dengan *caterpillar electronic technician tool* (2021) (2021)

Berdasarkan **Tabel 3** dan **Gambar 7** merupakan hasil proses pengetesan dynotest kinerja engine C27 dengan aplikasi *Off Highway Truck* dengan model 775F. Pembebanan dilakukan mulai dari 25%, 50%, 75%, dan 100% hingga *torque check test*. Pencapaian daya maksimal engine didapat dengan pembebanan 100% diperoleh tenaga maksimal sebesar 788 Hp pada putaran 1800 rpm dan torsi maksimal sebesar 2501 Lb-ft pada putaran 1343 RPM. Pengetesan dilakukan mengikuti *engine performance specification number* 0K5979 [14]. Berdasarkan hasil tes dan melihat parameter lain, engine ini setelah direkondisi memiliki performa seperti engine baru dan layak untuk diserahkan kembali ke pelanggan untuk dioperasikan sesuai dengan aplikasinya.

**Analisa Performance Engine**

Untuk melihat ketiga *performance engine* C27 untuk masing-masing aplikasi (*engine industrial, tractor type track, off highway truck*), maka dapat dilakukan perhitungan *brake mean efektifve pressure* (BMEP) torsi maksimum dan daya yang dihasilkan (BHP) 3 aplikasi dari engine C27 [15][16]. Berikut ini adalah data hasil analisis dari ketiga engine *caterpillar model C27* dengan aplikasi yang berbeda-beda.

**Tabel 4.** Data perbandingan hasil analisa dan penelitian

Load (%)	Engine Speed (RPM)	Power (HP)	Torsi (Lb-Ft)	BMEP (Psi)	Aplikasi Engine C27
25	1798	192	561	51,3	Industrial engine
	2006	160	419	38,3	Track type tractor engine
	2285	197	453	41,5	Off highway truck engine
50	1800	419	1223	111,9	Industrial engine
	1990	320	844	77,2	Track type tractor engine
	2282	394	906	83	Off highway truck engine
75	1800	598	1746	159,8	Industrial engine
	1966	482	1289	118	Track type tractor engine
	2280	589	1357	124	Off highway truck engine
100	1797	800	2339	214	Industrial engine
	1800	634	1849	169	Track type tractor engine
	2000	788	2070	189,4	Off highway truck engine
TC	NA	NA	NA	NA	Industrial engine
	1240	523	2216	202,8	Track type tractor engine
	1343	639	2501	229	Off highway truck engine

Sumber: Analisa data penelitian (2021)

Dari **Tabel 4** diketahui engine *industrial* memiliki *brake mean efektifve pressure* (BMEP) terbesar di setiap tahap pembebanan engine ketika dilakukan pengetesan dan hal ini sesuai dengan torsi yang dicapai sehingga konsumsi bahan bakarnya juga besar dibanding dengan 2 aplikasi engine yang lain. Berdasarkan data dari *electronic technician*, pada saat beban 100% didapat konsumsi bahan bakar untuk engine *industrial* sebesar 37,8 galon per jam, engine *D10T2 Track type tractor engine* sebesar 29,7 galon per jam, dan engine

775F sebesar 36,9 galon per jam. Dalam hal ini tentu sangat wajar apabila *engine* industrial memiliki tenaga yang paling besar sesuai dengan konsumsi bahan bakarnya.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta penerapan analisis yang dilakukan oleh penulis pada *performance engine model C27* pasca rekondisi untuk aplikasi yang berbeda maka diperoleh kesimpulan bahwa setelah *engine* direkondisi dan dilakukan pengetesan pembebanan 25% sampai 100% dengan maksimum speed diperoleh hasil *power engine* memiliki kinerja seperti *engine* baru sesuai dengan aplikasi dan spesifikasinya. Berdasarkan analisa *performance* masing-masing ketiga aplikasi *engine model C27*, menunjukkan bahwa *industrial engine* memiliki *Brake Mean Efektive Pressure* (BMEP) dan torsi terbesar di setiap tahap pembebanan *engine* ketika dilakukan pengetesan dibandingkan dengan *off highway truck engine* dan *Track type tractor engine*. Ini menunjukkan bahwa *engine* dengan model sama namun beda aplikasi akan memiliki karakteristik yang berbeda juga.

#### 5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak rekan-rekan dari PT. Trakindo Utama Cabang Samarinda yang telah memberikan wawasan dan keahlian yang sangat membantu penelitian ini.

#### 6. Singkatan

BMEP	<i>Brake Mean Effective Pressure</i>
BHP	<i>Brake Horse Power</i>
RPM	<i>Revolution Per Minute</i>

#### 7. Referensi

- [1] B. O. Akinnuli, O. O. Awopetu, and O. O. Ojo, "Decision Support System for Determining Power Loss and Refurbishability Of Failed Automotive Petrol Engine Block And Crankshaft \_ Research Square," *Res. Sq. Co.*, 2021.
- [2] R. Behcet, H. Aydin, C. Ilkiliç, B. Işcan, and S. Aydin, "Diesel engine applications for evaluation of performance and emission behavior of biodiesel from different oil stocks," *Environmental Progress and Sustainable Energy*, vol. 34, no. 3. pp. 890–896, 2015, doi: 10.1002/ep.12045.
- [3] P. K. Oke and T. J. Erinle, "Development of Reliability Model for Evaluating the Level of Performance of Used Motor Vehicle Engine," *Assumpt. Univ. J. Technol. Thailand.*, vol. 18, no. No. 3, pp. 111–118, 2015.
- [4] P. K. Oke and B. Kareem, "Effects of leaked exhaust system on fuel consumption rate of an automobile," *Lecture Notes in Electrical Engineering*, vol. 130 LNEE. pp. 301–311, 2013, doi: 10.1007/978-1-4614-2317-1\_25.
- [5] A. Yousefi, H. Guo, M. Birouk, and B. Liko, "On greenhouse gas emissions and thermal efficiency of natural gas/diesel dual-fuel engine at low load conditions: Coupled effect of injector rail pressure and split injection," *Applied Energy*, vol. 242. pp. 216–231, 2019, doi: 10.1016/j.apenergy.2019.03.093.
- [6] E. Baffour-Awuah, "Service quality in the motor vehicle maintenance and repair industry : A documentary review.," *Int. J. Eng. Mod. Technol.*, vol. 4, no. 1, pp. 14–34, 2018.
- [7] W. Wilarso, B. Idianto, and A. Dharmanto, "Analysis Kerusakan Pompa Suplai Bahan Bakar Pada Engine Komatsu Menggunakan Fishbone Analysis \_ Proceedings Series on Physical & Formal Sciences," *Proc. Ser. Phys. Form. Sci.*, vol. 1, pp. 247–252, 2021, doi: <https://doi.org/10.30595/pspfs.v1i.416>.
- [8] D. Aristawan, "Analisa Performance Engine Unit Caterpillar 773D Setelah Di Upgrade Di CRC Samarinda," Tugas Akhir, Universitas Balikpapan, 2021.
- [9] H. H. Tran, B. Richard, K. Gray, and M. Bassett, "Developing a Performance Specification for an Electric Supercharger to Satisfy a Range of Downsized Gasoline Engine Applications," *SAE Technical Papers*, vol. 2016-April, no. April. 2016, doi: 10.4271/2016-01-1041.
- [10] M. Choi, K. Mohiuddin, N. Kim, and S. Park, "Investigation of the effects of EGR rate, injection strategy and nozzle specification on engine performances and emissions of a single cylinder heavy duty diesel engine using the two-color method," *Applied Thermal Engineering*, vol. 193. 2021, doi: 10.1016/j.applthermaleng.2021.117036.

- 
- [11] A. N. Shahin Rafiee, Zeinab Shabani, Benyamin Khoshnevisan, Barat Ghobadian, "Evaluation and optimization of engine performance and exhaust emissions of a diesel engine fueled with diestrol blends," *Environmental Prog. Sustain. Energy*, 2022, doi: <https://doi.org/10.1002/ep.13938>.
- [12] I. Caterpillar, "Dynamometer Testing of Caterpillar Engine. Reference number: SEBF9011." Illinois, the USA: Caterpillar Publication, 2020.
- [13] I. Taylor Dynamometer, "DX30 Series Certified Installation Manual." West Lincoln Avenue. New Berlin, 2004.
- [14] I. Caterpillar, "Technical Marketing Information (TMI) for Engine Performance Specification Search." Illinois, the USA: Caterpillar Publication., 2021.
- [15] P. Kristanto, *Buku Motor Bakar Torak, Teori dan Aplikasinya*, Cetakan I. Andi Publisher, 2015.
- [16] S. Himran, *Termodinamika Teknik Teori dan Soal Jawab*, Cetakan I. Yogyakarta: Penerbit Andi, Yogyakarta, 2018.