

## Analisa Kerusakan Motor Starter Pada *Marine Engine 3306 Caterpillar*

Abdul Halik<sup>1\*</sup>, Hidayat<sup>2</sup>, Muhammad Taufik<sup>3</sup>, Baso Cante<sup>4</sup> dan Arwin<sup>5</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Teknik Alat Berat, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda 75133

<sup>5</sup> Program Studi Teknik Alat Berat, Politeknik Negeri Balikpapan, Balikpapan 76129

Article Info	ABSTRAK
<p><b>Article history:</b> Received : Agustus 16<sup>th</sup>, 2022  Revised : Agustus 18<sup>th</sup>, 2022  Accepted Agustus 22<sup>th</sup>, 2022</p>	<p><i>Motor starter</i> adalah salah satu komponen terpenting dalam sistem kelistrikan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kerusakan pada sistem kelistrikan sebuah unit alat berat. Objek yang di teliti adalah <i>motor starter</i> pada engine 3306 Caterpillar jenis <i>planetary</i>. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah <i>library research</i> yang terdiri dengan mengambil data dari <i>Service Information System (SIS)</i>, <i>Operation Maintenance Manual (OMM)</i> dan berbagai modul yang terkait dengan objek penelitian, observasi lapangan dengan melakukan pembongkaran objek dilanjutkan dengan <i>inspeksi visual</i> dan diakhiri dengan pengukuran yang akan dibandingkan dengan data standar. Hasil dari penelitian ini menunjukkan diantaranya hasil pengukuran untuk <i>speed</i> di dapatkan 5169 rpm dengan spesifikasi standar 7643 (<i>out spec</i>), pada komponen <i>solenoid winding</i> untuk <i>pull in resistance</i> 0.5 ohm dengan spesifikasi standar 0.43-0.49 ohm (<i>out spec</i>), <i>hold in resistance</i> 0.6 ohm dengan spesifikasi standar 1.37-1.77 ohm (<i>out spec</i>), komponen <i>field winding</i> 0.1 ohm dengan spesifikasi standar 0.1 ohm (<i>in spec</i>), komponen <i>armature sumbu x dan y</i> masing-masing 51.9 mm dengan spesifikasi standar 52.0 mm (<i>in spec</i>), <i>commutator</i> 0.13 (<i>in spec</i>).</p> <p><b>Kata kunci:</b> sistim kelistrikan, kelistrikan alat berat, <i>motor starter</i>, engine caterpillar</p>

### ABSTRACT

*The starter motor is one of the most important components in the electrical system. This study was conducted to determine the damage to the electrical system of a heavy equipment unit. The object under investigation is the starter motor on the planetary type Caterpillar 3306 engine. The method used in this study is library research which consists of collecting data from the Service Information System (SIS), Operation Maintenance Manual (OMM), and various modules related to the object of study. field observation by carrying out disassembly of the object is continued with a visual inspection and ends with measurements that will be compared with standard data. The results of this study show that the measurement results for speed are obtained 5169 rpm with standard specifications 7643 (out spec), on solenoid winding components for pull in resistance 0.5 ohms with standard specifications 0.43-0.49 ohms (out spec), hold in resistance 0.6 ohms with standard specifications 1.37-1.77 ohms (out spec), the field winding components 0.1 ohms with standard specifications 0.1 ohms (in spec), x- and y-axis armature components are 51.9 mm each with a standard specificity of 52.0 mm (in spec), Commutator (in spec)*

*Keywords: electrical system, electrical heavy equipment, motor starter, engine Caterpillar*

Copyright © 2022 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF  
All rights reserved

### Corresponding Author:

Abdul Halik,  
Department of Mechanical Engineering  
Politeknik Negeri Samarinda,  
Jl, Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda 75131, Indonesia  
Email: [abdul.halik@polnes.ac.id](mailto:abdul.halik@polnes.ac.id)

## 1. PENDAHULUAN

*Motor starter* digunakan untuk memutar poros engkol dan kemudian menggerakkan torak-torak sehingga mesin dapat hidup. Atau dengan bahasa yang lain sistem *starter* berfungsi memberikan tenaga putar bagi mesin untuk memulai siklus kerja mesin [1]. Pada umumnya mobil menggunakan motor listrik yang digabung dengan *magnetic switch* yang memindahkan pinion gear yang berputar ke ring gear yang dipasang mengelilingi *fly wheel* (roda penerus) yang dibaut pada poros engkol. *Motor starter* harus dapat menghasilkan momen yang besar dari tenaga yang kecil yang tersedia pada baterai. Dengan momen yang besar ini diharapkan dapat memutar poros engkol dan dapat mengabutkan bahan bakar sehingga mesin dapat hidup dengan mudah. Perkembangan *motor starter* sampai saat ini ada empat tipe yaitu konvensional, reduksi, *planetary* dan *planetary reduction-segment conductor motor* (PS *Starter*). Meskipun *motor starter* berbeda-beda, tetapi fungsi dan prinsip kerjanya sama, yaitu sebagai penggerak awal suatu mobil. Pada *engine marine 3306* menggunakan *motor starter tipe planetary* sebagai penggerak awalnya.

Beberapa penelitian terkait dengan motor starter diantaranya tentang analisa kerusakan motor starter yang digunakan pada mesin toyota avanza 1300 CC [2] dan Toyota kijang innova 2.4 G A/T [3], hasilnya adalah pada komponen *armature*, komutator dan kedalaman segmen *mika* dalam kondisi baik sementara untuk komponen pemeriksaan ujung *koil medan* dengan *frame medan*, pemeriksaan panjang sikat dalam kondisi tidak baik (*out spec*). Pada penelitian yang lain yaitu analisa kerusakan dan perbaikan sistem *elektrik starter* sepeda motor [4], ditemukan bahwa kerusakan yang terjadi diantaranya *motor starter* tidak berputar, terdapat suara klik pada *relay starter*, tegangan baterai kurang dari 12 volt sehingga tidak mampu untuk memutar motor listrik. Kerusakan pada *motor starter* terjadi karena ada kerusakan pada armatur dan sikat arang yang sudah aus sehingga ketebalan dari sikat arang sudah tidak standar.

Pada kasus yang lain terkait dengan *motor starter* yaitu rancang bangun *trainer motor starting cutting* [5] dan rancang bangun test bench motor starting [6]. Luaran dari penelitian ini adalah mahasiswa bisa mengamati cara kerja motor starter yang di *cutting* tersebut dengan teliti dan mengerti cara kerjanya. rancang bangun sistem starter kendaraan bermotor menggunakan kartu RFID [7][8], hasil dari penelitian ini adalah kendaraan dapat diakses dengan kartu RFID yang telah terdaftar di mikrokontroler, dan juga kendaraan bisa dijaga keamanannya. Perancangan sistem starter sepeda motor menggunakan aplikasi android berbasis arduino uno [9], penelitian ini menggunakan metode waterfall dengan tahapan analisa, *desain system*, penulisan kode program, pengujian program dan penerapan program. Hasil dari alat ini adalah dengan alat ini dapat membantu perawatan mesin dengan cara melakukan pemanasan mesin tanpa harus berjalan menuju motor.

Dari beberapa penelitian tentang motor starter belum ada yang mencoba melakukan terhadap motor starter yang digunakan pada unit alat berat sehingga penelitian ini bertujuan untuk menganalisa kerusakan pada motor starter pada marine engine 3306 Caterpillar.

### Komponen Starting Motor

Starter Motor adalah alat yang digunakan untuk memutar flywheel dengan kecepatan minimum yang dibutuhkan untuk men-start engine [7]. Adapun komponen *starting motor* sebagai berikut :

#### *Starter Motor Housing, Field Winding And Pole Shoe*

Starting motor housing membantu field winding (coil) , pole shoes, dan brush. Part ini dapat dibongkar. Field winding dan pole shoes menyediakan medan magnet untuk armature. Field winding adalah sebuah kawat/wire stationer terolosasi yang digulung dalam bentuk melingkar, dan menciptakan medan magnetik, yang kuat disekitar motor armature, pada saat arus yang mengalir melalui lilitan kawat/wire, medan magnetic diantara potongan kutube(pole pice)menjadi sangat besar. Medan tersebut dapat berukuran 5 hingga sampe 10 kali medan magnet permanen. Pada saat medan magnet sepatu kutub saling menolak medan yang dihasilkan armature, maka motor tersebut akan berputar dengan daya ekstra.

#### *Armature*

Sebuah armature terdiri atas armature shaft, armature core, comutator dan armature winding (sampul kawat/wire). Starter motor shaft menompang armature pada armature tersebut berputar dalam starter housing. Comutator ditempatkan pada salah satu ujung armature shaft. Armature core menahan lilitan pada tempatnya. Armature core terbuat dari bahan besi untuk meningkatkan kekuatan medan magnetik yang dihasilkan oleh lilitan.

### ***Brush Dan Brush Holder***

Starting motor dilengkapi dengan empat buah brush, empat brush ditetapkan pada comutator oleh pegas (spring), agar arus battery dapat diteruskan menuju armature. Brush spring terus menekan brush sehingga brush dapat selalu kontak dengan commutator.

### ***Pinion Drive***

Ketika engine telah hidup, kecepatan putaran engine akan melebihi putaran starting motor. Overaning clutch yang merupakan bagian dari pinion drive akan melindungi starting motor dari kondisi tersebut. Koneksi mekanikal antara starting motor dan flywheel akan terputus.

### ***Shift Lever Dan Shift Lever Housing***

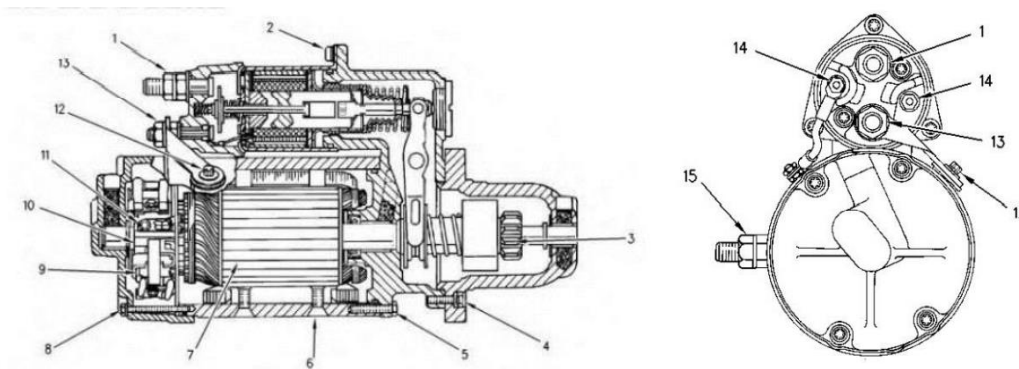
Komponen ini berfungsi sebagai mekanisme yang akan mendorong gear yang berkaitan dengan flywheel ring gear.

### ***Solenoid***

Solenoid adalah magnetic switch yang menggunakan arus kecil untuk menghubungkan arus yang besar ke sirkuit. Arus yang kecil akan membuat coil bekerja dan membentuk medan magnet.

### ***Housing***

Komponen ini berfungsi sebagai pelindung dan tempat duduknya komponen-komponen starting motor. Berikut adalah komponen dari motor starter secara umum



**Gambar 1.** *Motor Starter*

Adapun komponen *motor stater* pada Gambar 1 sebagai berikut :Keterangan : 1. *Nut Battery* ; 2. *Solenoid Monting Screws* ; 3. *Pinion* ; 4. *Pinion drive housing Bolts* ; 5. *Shift Lever Housing bolt* ; 6. *Field Winding Screws* ; 7. *Lamimates Core* ; 8. *Brush*; 9. *Commutator*; 10. *Ground Terminal Nut*; 11. *Brush Lead Screws*; 12. *Rear Housing Bolt*; 13. *Motor Terminal Bolt*; 14. *Motor Terminal*; 15. *Nut (terminal)*.

## **2. METODOLOGI**

### ***Tempat, Obyek Penelitian Dan Spesifikasi Objek Penelitian***

Adapun tempat dilakukan penelitian ini adalah di workshop Teknik Alat Berat Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Samarinda tahun 2022.

Alat Penelitian ini adalah *motor starter* untuk Engine 3306 Caterpillar



**Gambar 2.** *Motor Starter objek Penelitian*

Spesifikasi *Motor starter***Tabel 1.** Spesifikasi Starting Motor 42 MT [8]

Spesifikasi Starting Motor 42 MT	
1	Rated Voltage 24 V
	Part Number 207-1556
	Consist Number 207-1557
2	Solenoid Winding
	Pull-in Resistance 0.43 - 0.49 Ohm
	Hold-in Resistance 1.37 – 1.77 Ohm
	Pull-in Current 56.5 ± 4.5 Amp at 20 V
	Hold-in Current 14.6 Amp at 20 V
3	No-Load Test
	Voltage 23.0 V
	Current 67.5±7.5 A
	Speed 7643±1683 rpm
4	Load Test
	Volatge 18.0 V
	Current 750 A
	Speed 1200 rpm
5	Commutator
	Diameter 54.0 mm ( 2.13 inch )
	Diameter (min) 51.9 mm (2.04)
	Depth of Insulation Between Commutator Bars ( Min) 0.64 mm (0.025 inch)
	Total Indicator Runout (max) 0.13 mm (0.005 inch)
6	Pinion
	Clearance 9.1 ± 0.8 mm 90.36 ± 0.03 inch)
7	Brush
	Length 23.0 mm (0.91 inch)
	Length 10.0 mm (0.39 inch)
8	Laminated Core
	Total Indicator Runout (max) 0.13 mm (0.0005 inch)
9	Torques
	Nut (battery) 30±3 N.m (22±2 lb ft)
	Solenoid Mounting Bolts 17±3.7 N.m (13±3 lb ft)
	Pinion Drive Housing Bolts 23±6.1 N.m (17±4 lb ft)
	Field Winding Screws 20.3±2.3 N.m (180±20 lb ft )

**Gambar 3.** Marine Engine 3306 Caterpillar

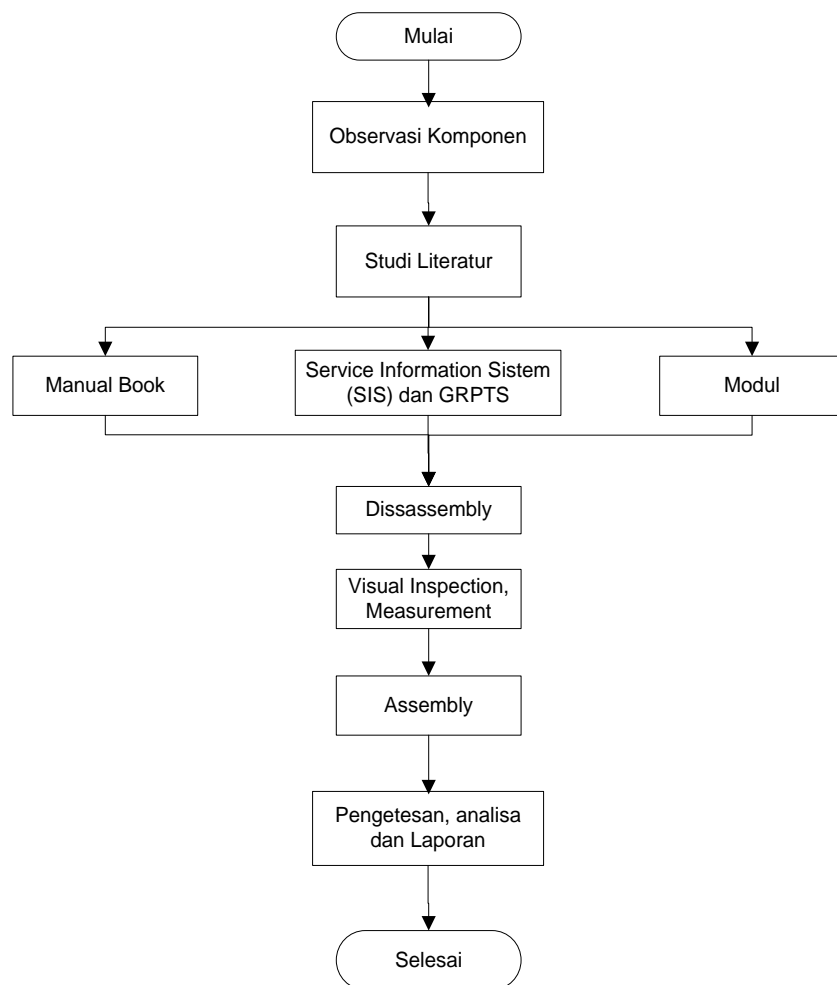
## Spesifikasi

### Spesifikasi Engine 3006 Marine :

1. Buatan : Caterpillar
2. Model Engine : 3006 Marine
3. Tipe Of Combostion : Direction Combustion
4. Nomor seri : 2P960X
5. Sistem pengapian : HEUI (Hydraulic Electronic Unit)
6. Number of cylinder : 6 Cylinder
7. Type cylinder blok : In-line
8. High idle : 2150 Rpm
9. Low idle : 800 Rpm
10. Firing order : 1-5-3-6-2-4
11. Kapasitas oli : 40 Liter
12. Tipe starter motor : 42 MT

## 2.1 Diagram Alir Penelitian

Tahapan penelitian dalam penelitian ini adalah dapat dilihat dari diagram alir seperti pada gambar dibawah ini



**Gambar 4.** Diadram Alir Penelitian



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### *Inspeksi Visual*

Penelitian yang akan dilakukan meliputi, pengukuran, pemeriksaan secara visual, dan pengetesan lainnya. Berikut adalah penjelasan secara terperinci bagaimana proses melakukan pekerjaan tersebut, Proses dimulai dari Inspeksi Pra Bongkar, Pengukuran Komponen dan Pemasangan. Lakukan semua pemeriksaan Starting System melalui Inspeksi Visual yang menyeluruh sebelum No Load Test. Periksa apakah terdapat Terminal battery yang terkena korosi atau kerusakan lainnya.



Gambar 5. Hasil Pemeriksaan Visual pada Terminal Battery

Dari hasil pemeriksaan Gambar 5, menunjukkan bahwa terminal Battery masih dalam kondisi yang baik, karena tidak ditemukannya korosi atau kerusakan (Gambar 5). Dan juga tidak ditemukan kondisi yang rusak pada komponen solenoid (Gambar 6)



Gambar 6. Pemeriksaan Visual pada Solenoid

#### *Pengujian No Load Test*

Pengetesan yang akan dilakukan bertujuan untuk mengetahui *performance starting motor* sesaat sebelum pembongkaran dan setelah pemasangan, performa yang dimaksud adalah meliputi kecepatan putar starting motor (RPM) dan *Voltage* pada saat *Cranking* adapun peralatan yang diperlukan adalah sebagai berikut: *Batery*, *Cable*, *Photo Tachometer* dan DMM (*Digital Multi Meter*)



Gambar 7. Pengujian RPM

**Tabel 2.** Pengujian Hasil Pengetesan Speed

No	Nama Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
	Speed	7643±1683 rpm	5.169 rpm	Out spec

Dari hasil pengetesan bahwa speed tidak memenuhi spesifikasi. Kemungkinan yang terjadi adalah arus yang mengalir ke Starting Switch terlalu lemah untuk memutar armature sehingga putarannya menjadi lambat.

**Gambar 8.** Test Voltage Crank When Load Test**Tabel 3.** Hasil Pengujian Voltage Crank

No	Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
	Crank Voltage	23 V	23,18 V	In spec

### Solenoid Winding

Test solenoid test bertujuan untuk mengetahui kondisi dari Solenoid, Pengukuran meliputi pengecekan nilai resistansi pada 2 winding of solenoid, yaitu pull-in winding dan hold-in winding.

**Gambar 9.** Pengukuran Nilai Resistansi Pull dan Hold –in Winding**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Nilai Resistance Pull dan Hold in Winding

No	Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
1	Pull-in Resistance	0,43 – 0,49 Ohm	0,5 Ohm	Out spec
2	Hold-in Resistansi	1,37 – 1,77 Ohm	0,6 Ohm	Out spec

Dari hasil pengukuram didapatkan hasil yang tercantum pada tabel diatas, bahwa resistansi pada solenoid winding tidak memenuhi sepsifikasi.

### ***Pengujian Field Winding***

Hal ini bertujuan untuk mengetahui apakah ada kebocoran pada *coil/winding* dari *field winding*.



**Gambar 10.** Hasil Pengujian Kebocoran *Coil/ Winding* pada *Fiel Winding*

**Tabel 5.** Hasil Pengukuran Kebocoran *Coil/Winding*

No	Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
1	Meter Lead A	0,1 Ohm	0,1 Ohm	In spec
2	Meter Lead B	0,1 Ohm	0,1 Ohm	In spec

### ***Pengujian Armature***



**Gambar 11.** Pengujian armature

**Tabel 6.** Hasil Pengujian Armature

No	Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
	Armature	$\geq 0,10M$ Ohm	324,8K Ohm	In spec

### ***Pengukuran Run-Out Commutator***

Jika *run-out* terlalu besar, maka armature harus diganti hal ini bertujuan untuk menjaga agar tidak terjadinya unbalance ketika armature sedang berputar.



**Gamabr 12.** Pengukuran *Run-Out Commutator*

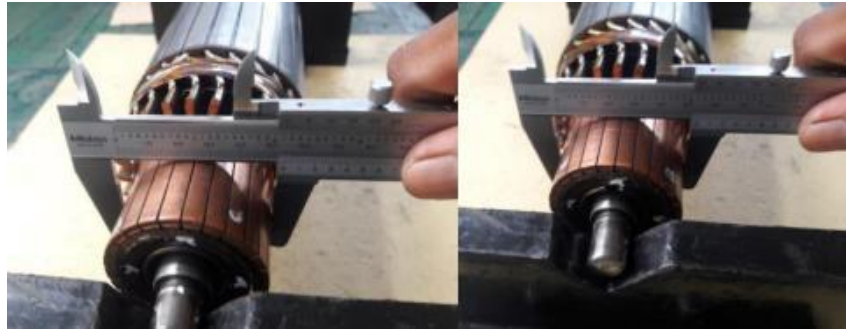


**Tabel 7.** Hasil Pengukuran *Run-out Commutator*

No	Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
	Commutator	0,13 mm	0,13 mm	In spec

**Pengukuran Outside Diameter Commutator**

Hal ini bertujuan untuk mengetahui diameter *commutator*, sehingga dapat dipastikan bahwa *starting motor*, dapat bekerja dengan maksimal jika hasil sesuai dengan spesifikasi.

**Gambar 13.** Pengukuran nilai Outside Diameter Commutator**Tabel 8.** Hasil Pengukuran *Outside Diameter Commutator*

No	Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
1	Sumbu X	54,00 - 51,9 mm	53,80 mm	In spec
2	Sumbu Y	54,00 - 51,9 mm	53,80 mm	In spec

**Pengukuran Brush****Gambar 14.** Pengukuran Brush**Tabel 9.** Hasil Pengukuran Brush

No	Komponen Pengujian	Spesifikasi	Actual	Keterangan
1	Brush A	23,0 – 10,0 mm	22, 55 mm	In spec
2	Brush B	23,0 – 10,0 mm	22,65 mm	In spec
3	Brush C	23,0 – 10,0 mm	22,45 mm	In spec
4	Brush D	23,0 – 10,0 mm	22,65 mm	In spec

#### 4. KESIMPULAN

Dari hasil analisa yang penulis lakukan pada *stater motor engine marine 3306*, bahwa *stater motor* yang telah diteliti sedang dalam keadaan yang kurang baik. Dalam melakukan pemeriksaan secara visual dan pengukuran pada komponen *stater motor* terdapat beberapa komponen yang masih dalam kondisi baik dan terdapat beberapa komponen yang tidak baik. Dalam melakukan pemeriksaan dan pengukuran pada elektroniknya terjadi masalah yang terjadi pada *stater motor*. Dalam pengujian yang dialami pada *stater motor* mengalami kinerja yang tidak maksimal. Sehingga perlunya dilakukan tindakan perbaikan atau rekondisi guna mengembalikan ke kondisi semula sesuai spesifikasi.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Politeknik Negeri Samarinda atas bantuan dalam penelitian ini.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. Nugraha, "Sistem Starter, Sistem Perencanaan Penyusunan Program dan Penyelenggaraan (SP4).," *Fak. Tek. UNY Jur. Pendidik. Tek. Otomotif*, vol. Juni, pp. 1–33, 2005.
- [2] K. Anam, "Analisa Gangguan Sistem Starter Pada Mesin Toyota Avanza 1300 Cc Dan Cara," *J. Ilmia Tek. Mesin*, vol. 3, no. 1, pp. 27–35, 2018.
- [3] Merpatih, A. Halim, Imam, and Samiran, "Analisa Perawatan Dan Perbaikan Motor Starter Tipe Konvensional Pada Engine Toyota Kijang Innova 2 . 4 G A / T," *Media Perspektif.*, vol. 14, no. 1, pp. 17–27, 2022.
- [4] Bambang Setiadi, "Analisa kerusakan dan perbaikan sistem elektrik starter sepeda motor," *Inst. Sains dan Teknol. Nas.*, vol. 23, no. 2, pp. 43–50, 2021.
- [5] M. S. Adi and G. Wailanduw, "Rancang Bangun Trainer Motor Starter Cutting Jurusan Teknik Mesin , Fakultas Teknik , Universitas Negeri Surabaya," vol. 06, pp. 77–82, 2020.
- [6] A. Halim, S. Fahmi, and A. Ardiansyah, "Rancang Bangun Test Bench Electric Starting Motor," *Media Perspektif.*, vol. 13, no. 2, pp. 77–88, 2021.
- [7] A. Rahman, D. Hermanto, F. H. Yanto, and P. Rasanjaya, "Rancang Bangun Sistem Starter Kendaraan," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Multimed. 2015*, no. x, pp. 6–8, 2015.
- [8] A. Halim, dan Mangkona "Rancang Bangun Biometric Starting System Berbasis Microcontroller ATmega328P Untuk Operator Alat Berat Dozer D3K Caterpillar," *JIT (Jurnal Teknol. Terpadu)*, 2020, doi: 10.32487/jtt.v8i1.826.
- [9] S. Suradi, F. Rahman, S. Selvi, and A. Wahyudi, "Perancangan Sistem Starter Sepeda Motor Menggunakan Aplikasi Android Berbasis Arduino Uno," *ILTEK J. Teknol.*, vol. 15, no. 01, pp. 17–20, 2020, doi: 10.47398/iltek.v15i01.502.
- [10] Anonymous "Fundamental Electric ", Training Center Dept. PT. Trakindo Utama Cileungsi. Versi 3.2, 2003 Caterpillar, USA.
- [11] Service Information System (SIS), DVD-ROM COMPUTER Files, United States Of America Caterpillarinc.2002