

ANALISIS KERUSAKAN KOMPONEN MOTOR STARTER UNIT EXCAVATOR 329 DL CATERPILLAR

1,2,3) Politeknik Negeri
Samarinda, Jl. Cipto
Mangunkusumo,
Samarinda Kalimantan
Timur

Munawir^{1*}, Misru razi²⁾, Abdul Khalik³⁾

Corresponding email ^{1*)} :
munawirlaco28@gmail.com

Received: 30.10.2024
Accepted: 26.06.2025
Published: 28.06.2025

©2025 Politala Press.
All Rights Reserved.

Abstrak. Mesin membutuhkan sistem kelistrikan untuk berfungsi dan beroperasi. Sistem kelistrikan terdiri dari baterai. Baterai memberikan arus listrik ke komponen listrik lainnya. Mesin yang dapat menghasilkan momen puntir yang besar memerlukan komponen stater, seperti yang telah diketahui sebelumnya. Motor listrik umumnya memiliki solenoid yang berfungsi untuk memindahkan pinion gear ke arah ring gear yang terpasang di sekeliling flywheel, atau roda gila, yang terhubung dengan poros engkol. Hasil dari pemeriksaan visual yang dilakukan pada seluruh bagian dari Motor Stater excavator 329DL. Caterpillar tidak ditemukan adanya keausan, maupun kerusakan. Setelah melakukan pemeriksaan visual selanjutnya melakukan pengukuran pada bagian-bagian. Dari Motor stater dan setelah dilakukan pengukuran menunjukkan hasil yang sesuai dengan Spesifikasi yang didasari oleh SIS/GRPTS.

Kata Kunci: Analisis Kerusakan, Pemeriksaan Visual, Pengukuran, SIS/GRPTS

Abstract. Machines require an electrical system to function and operate. The electrical system consists of batteries. The battery provides electric current to other electrical components. Machines that can produce large twisting moments require a starter component, as previously known. Electric motors are usually equipped with a solenoid to drive the pinion gear to a ring gear mounted around a flywheel, or flywheel, mounted on the crankshaft. Results of visual inspections carried out on all parts of the Motor Stater excavator 329DL. There was no wear or damage found on the Caterpillar. After carrying out a visual inspection, take measurements of the parts. The starter motor, after carrying out measurements, shows results that are under the specifications based on SIS/GRPTS.

Keywords: Damage Analysis, Vision Inspection, Measurement, SIS/GRPTS

To cite this article: <https://doi.org/10.34128/je.v12i1.309>

1. Pendahuluan

Dunia saat ini tengah mengalami kemajuan ilmu pengetahuan yang sangat cepat, khususnya dalam area Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Terapan. Inovasi dalam bidang otomotif selalu beriringan dengan perkembangan IPTEK dan permintaan pasar. Kendaraan dirancang untuk mencapai tiga sasaran utama: kenyamanan, keselamatan, dan keberlanjutan lingkungan. Salah satu perkembangan yang paling cepat dalam hal ini adalah sistem kelistrikan, yang terdiri dari kelistrikan *engine* dan kelistrikan bodi. Sistem kelistrikan diperlukan untuk menghidupkan mesin dan mempertahankannya hidup, yaitu dengan menggunakan motor starter. Mesin dapat beroperasi dengan memutar poros engkol dengan motor starter. Motor listrik biasanya memiliki *magnetic switch* yang memindahkan *pinion gear* ke *ring gear* yang dipasang mengelilingi roda penerus yang dibuat pada poros engkol. Motor starter diharapkan dapat menghasilkan momen yang besar dari tenaga yang kecil yang tersedia pada baterai. Dengan momen yang kuat ini, diharapkan dapat memutar *crankshaft* dan menyempotkan bahan bakar, sehingga mesin dapat berfungsi dengan lancar.[1] Hingga kini, terdapat empat tipe motor starter: konvensional, reduksi, planet, dan reduksi segmen penggerak motor planet. Motor starter memiliki peran yang serupa, yaitu berperan sebagai penggerak pertama pada kendaraan. Tipe motor starter *planetary* dimanfaatkan sebagai

penggerak awal untuk Unit Excavator 329DL. [2] Sangat penting untuk memahami analisis kerusakan pada sistem starter motor agar kita dapat menemukan penyebab kerusakan. setelah mengikuti observasi di *Workshop* Teknik Alat berat. Penulis menemukan bahwa kekurangan media praktek khusus untuk sistem starter menghalangi mereka untuk menerapkan pelajaran elektrik (kelistrikan) dalam praktik [5]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi kerusakan komponen pada motor starter unit excavator Caterpillar 329 DL.

2. Tinjauan Pustaka

Ada sistem penghidup di dalam alat berat yang berperan untuk mengaktifkan mesin pada saat pertama kali. Motor memanfaatkan medan magnet yang dihasilkan oleh aliran listrik pada kawat untuk menciptakan daya putar yang diperlukan untuk memulai mesin, atau agar mesin dapat beroperasi. Bagian-bagian penting dari motor starter mencakup berikut ini:

Starter Motor

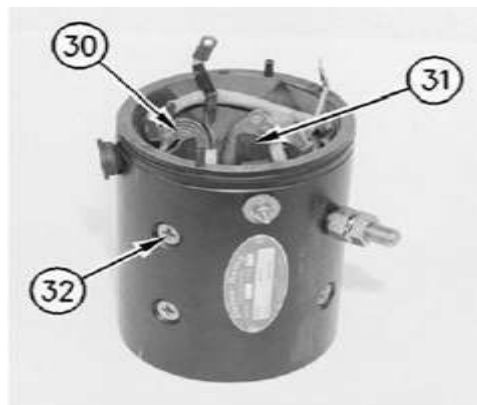
Perangkat yang dikenal sebagai motor starter berfungsi untuk memutar *flywheel* pada kecepatan rendah yang dibutuhkan agar mesin dapat menyala. [6]



Gambar 1. Starting motor

Field Winding, Pole Shoes, and Starter Motor Housing

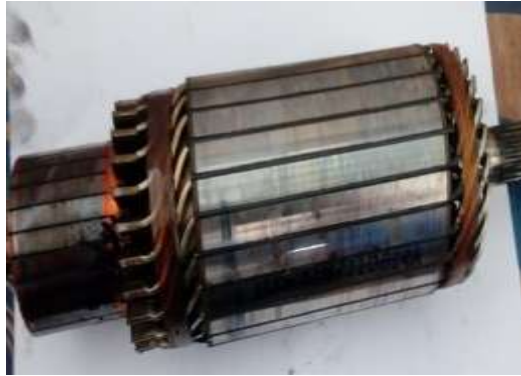
Bagian yang dapat dilepas dan dilakukan pergantian komponen yaitu *Filed winding (Koil)* (30), *pole shoes* (31), dan *brush*. Sedangkan yang menghasilkan medan magnet untuk armatur adalah *Filed winding* (30) dan *pole shoes* (31) [7].



Gambar 2. Field winding, pole shoe Starter motor housing

Armatur

Sebuah *armature* terdiri dari *shaft armature*, *core armature*, *comutator*, dan *armature winding*. Motor starter *shaft* menompang *armature*, yang berputar dalam *housing starter*. *Comutator* ditempatkan di salah satu ujung *shaft armature*. *Armature core* menahan lilitan. *Armature core* terbuat dari bahan besi untuk meningkatkan medan magnetik lilitan.[8]



Gambar 3. *Armature*

Brush dan Brush holder

Dalam motor starter, terdapat empat sikat. Keempat sikat tersebut diposisikan pada komutator menggunakan pegas, sehingga arus dari baterai bisa mengalir ke armatur. Pegas sikat secara terus-menerus memberikan tekanan pada sikat agar tetap berada dekat dengan komutator.[9]



Gambar 4. *Brush dan brush holder*

Pinion Drive

Segera setelah engine dihidupkan, kecepatan putaran engine akan melampaui putaran awal motor. Untuk melindungi starting motor dari kondisi tersebut, *overuning clutch* adalah bagian dari *pinion drive*. [10].



Gambar 5. *Pinion Drive*

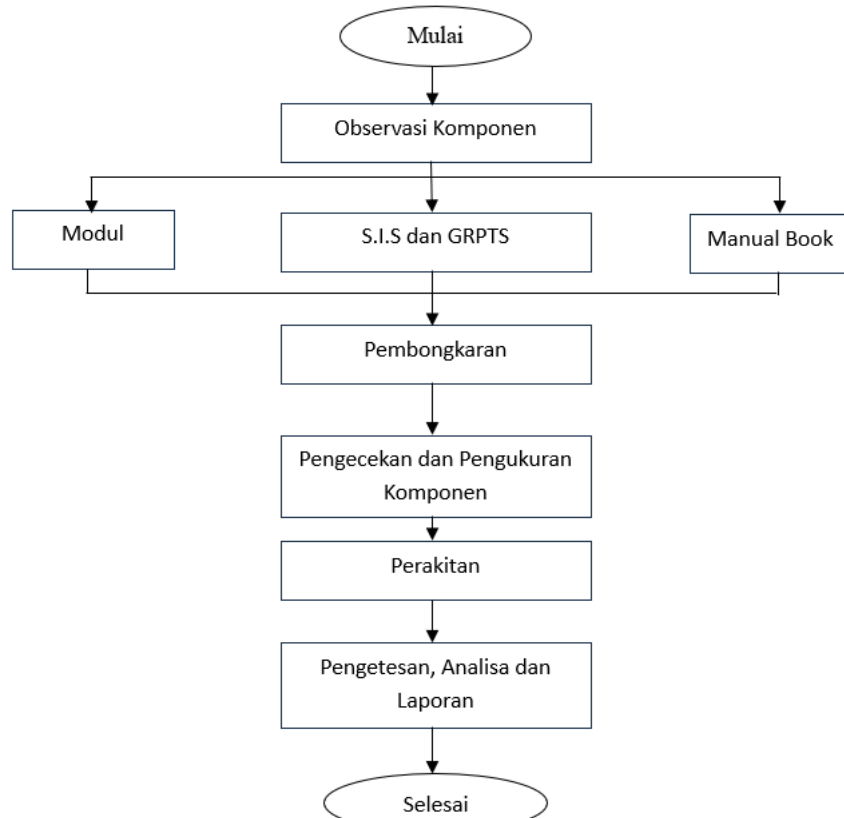
Solenoid

Solenoid adalah pengubah magnet yang dapat menyalurkan arus yang signifikan ke dalam rangkaian dengan memanfaatkan arus yang minimal. Arus kecil akan membuat *coil* beroperasi dan membentuk medan magnet. [11].

3. Metodologi

Tahapan penelitian

Gambar 6 menunjukkan diagram alir untuk tahapan penelitian yang akan dilakukan.



Gambar 6 . Flow Chart

Bahan Penelitian

Spesifikasi *engine excavator 329 DL (-SEBU7863-08)* adalah sebagai berikut:



Gambar 7. Engine C 6.4 Caterpillar

Data Komponen Utama [12]

1. *Engine* : *Caterpillar C6.4*
2. *Tipe ruang bakar* : *Direct Combustion*
3. *Serial number* : *GDC39212*
4. *Jumlah cylinder* : *6 cylinder*
5. *Tipe cylinder block* : *in-line*
6. *F.O* : *1-5-3-6-2-4*
7. *High idle* : *1984 rpm*
8. *Low idle* : *808 rpm*

Tabel 1. Spesifikasi motor Starter excavator 329DL

Spesifikasi Motor Starter 42-MT	
No	Rated Voltage 24 Volt
1	Consist Number 207-1557

2	Nomor bagian (<i>part number</i>)	207-1556
3	Lilitan solenoid	
	1) Resistansi <i>Pull in</i>	0,44 – 0,48 Ω
	2) Resistansi <i>Hold in</i>	1,38 – 1,78 Ω
	3) Arus <i>Pull in</i>	56,4 \pm 4,6 A pada 20 Volt
	4) Arus <i>Hold in</i>	14,7 A pada 20 Volt
4	Uji tanpa beban	
	1) Tegangan	23 Volt
	2) Arus	67,6 \pm 7,6 A
	3) Kecepatan Putaran	7644 \pm v1684 rpm
5	Uji dengan beban	
	1) Tegangan	18 Volt
	2) Arus	750 A
	3) Kecepatan Putaran	1300 rpm
6	<i>Commutator</i>	
	1) Diameter	54 mm (2,14 inci)
	2) Diameter (min)	51,8 mm (2,05 inci)
	3) <i>Depth of Insulation Between CommutatorBars</i> (Min)	0,65 mm (0,026 inci)
	4) Total Indicator <i>Runout</i> (max)	0,14 mm (0,004 inci)
7	<i>Pinion</i>	
	1) <i>Clearance</i>	9,2 \pm 0,9 mm (90,37 \pm 0,04 inci)
8	<i>Brush</i>	
	1) <i>Length</i>	23 mm (0.92 inch)
	2) <i>Length</i>	10 mm (0.38 inch)
9	<i>Laminated Core</i>	
	1) Total Indicator <i>Runout</i> (max)	0.14 mm (0.0004 inch)

4. Hasil dan Pembahasan

Hasil Pengukuran Pada *Motor Starting*



Gambar 8. Hasil *Visual Inspection* kondisi *field welding*

Telah dilakukan visual tidak ditemukan masalah kerusakan atau keausan dan hasil yang didapatkan dari pemeriksaan *Field Wilding* dalam kondisi baik. Pemeriksaan visual disajikan pada Gambar 8.



Gambar 9. Pengujian *Field Winding Ground*

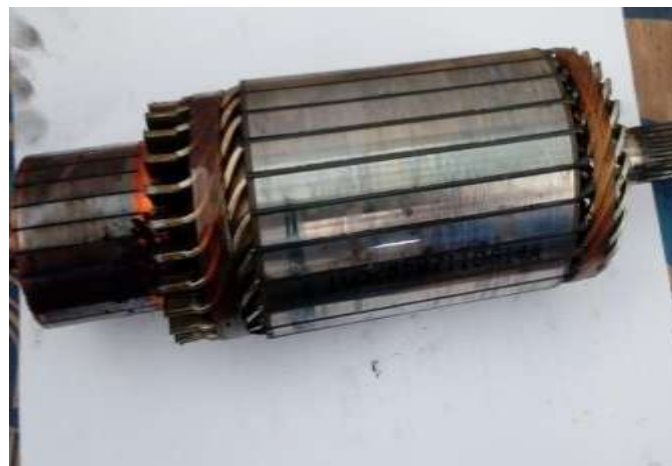
Semua pengukuran harus lebih dari 100 *ohm* (0,10 *ohm* pada meter). Jika ada pengukuran di bawah 100 *ohm*, *Field Winding* harus bangung kembali atau diganti dengan yang baru. Ini dilakukan untuk mengecek apakah terdapat kebocoran pada koil atau *Field Winding*.

Tabel 2. Hasil pengukuran nilai *resitansi field winding*

No	Nama Bagian	Spesifikasi	Hasil Pengukuran	Ket
1.	<i>Meter lead</i>	$\geq 0,1$ M Ohm	1,403M Ohm	<i>Normal</i>
2.	<i>Meter lead</i>	$\geq 0,1$ M Ohm	1,400M Ohm	<i>Normal</i>

Dari hasil pengukuran tersebut dapat di simpulkan menurut standar *manual book* bahwa kondisi *field winding* masih masuk dalam spec yang di anjurkan untuk digunakan.

Armatur



Gambar 10. *Visual inspkesi armature*

Tabel 3. Tabel hasil ukur nilai pengukuran *armature ground*

No	Nama komponen	spesifikasi	actual	keterangan
1.	Armature	$\geq 0,10$ M Ohm	98,8K Ohm	<i>Use again</i>

Dari hasil pengukuran tersebut dapat di simpulkan menurut standart *manual book* bahwa terjadi kerusakan pada *armature*, hal ini mengindikasikan terjadinya masalah pada motor starter, sehingga dalam pengujian setiap batang comotator tidak sesuai degan spec yang di tentukan oleh *manual book*. Maka dengan demikian tindak lanjut yang diambil adalah dengan mengganti komponen tersebut.

Brush dan brush holder



Gambar 11. Visual brush

Tabel 4. Tabel hasil pengukuran panjang brush

No	Nama Bagian	Spesifikasi	actual	keterangan
1.	Brush A	10 sampai 23 mm	22,55 mm	Normal
2.	Brush B	10 sampai 23 mm	22,65 mm	Normal
3.	Brush C	10 sampai 23 mm	22,45 mm	Normal
4.	Brush D	10 sampai 23 mm	22,65 mm	Normal

Pemeriksaan secara visual, dan pengukuran panjang brush dimana *Brush Spring* dan *Brush Holder* masih dalam kondisi baik, karena tidak ditemukan kerusakan dan keausan.

Pengukuran brush holder ground



Gambar 12. Pengujian brush holder ground

Tabel 5. Hasil pengujian brush holder

No	Nama komponen	Spesifikasi	aktual	keterangan
1	Holder A	$\geq 0,1M$ Ohm	OL	Normal
2	Holder B	$\geq 0,1M$ Ohm	3,544M Ohm	Normal
3	Holder C	$\geq 0,1M$ Ohm	OL	Normal
4	Holder D	$\geq 0,1M$ Ohm	2,754M Ohm	Normal

Setelah dilakukan pengujian dan pemeriksaan visual, *Brush Holder* dalam keadaan baik

5. Kesimpulan

Sebagai kesimpulan dari penelitian "Analisa Kerusakan Komponen motor starter unit excavator 329 DL Caterpillar", dapat disimpulkan bahwa Komponen motor starter mengalami kerusakan dan keausan, termasuk

komponen armature. Hasil pengukuran dan tes yang dilakukan terhadap komponen motor starter aktual adalah 24,992 mm dengan spesifikasi $25.000 + 0.011 - 0.002$ mm pada bagian in shaft dan 15,479 mm dengan spesifikasi $15.000 + 0.000 - 0.013$ mm pada bagian armature. Jika komponen ini dibiarkan terlalu lama, itu akan berbahaya bagi sistem starter unit 329 DL. Shaft sisi Ir telah melampaui batasan spesifikasi yang dianjurkan, sedangkan shaft sisi flange tetap sesuai dengan spesifikasi yang disarankan. Ukuran dari shaft tersebut mengakibatkan Clearance Impeller dan Housing melampaui batasan spesifikasi yang direkomendasikan. Pengujian terhadap spesifikasi brush menunjukkan bahwa pipa membuka pada 71°C dan celah membuka penuh 10 mm pada 85°C . Namun, faktanya bahwa pipa membuka pada 71°C dan celah membuka penuh 12 mm pada 85°C , yang menunjukkan bahwa celah membuka terlalu besar.

Daftar Pustaka

- [1] Learning center departement. Dasar – dasar engine diesel PT. Trakindo utama, Jakarta, 2019.
- [2] Daryanto. Prinsip Dasar Kelistrikan Otomotif, Alfabeta, Bandung, 2014.
- [3] Amin Nur Akhmadi, Agus Supriyadi, “Manufacturing of Trainer Cutting Motor Starter Engine Diesel as Learning Model for Maintenance of Machine” Jurnal ASIMETRIK Jurnal Ilmiah Rekayasa & Inovasi Volume, 2.2, JULI 2022, p-ISSN 2655-1861.
- [4] P. Klasifikasi, K. Bagian, and K. Samudra, “PERATURAN INSTALASI MESIN Edisi Konsolidasi 2022 Biro Klasifikasi Indonesia,” vol. III, 2022, [Online]. Available: www.bki.co.id
- [5] Gu.Dipto, Aplikasi Alat-Alat Berat Untuk Proyek Pertambangan, Application Engineering,” Departemen PT United Tractors Indonesia Tbk, Jakarta. Jilid V No. 10, April 2020 917 deline for Reusable Parts and Salvage Operation untuk starting engine , Media Number SEBF8058-03
- [6] H. Firdaus, E. Rustendi, and A. Herdiana, “Analisis Konsumsi Arus Listrik Pada Mobil Multi Purpose Vehicle,” J. Ilm. Teknol. Infomasi Terap., vol. 8, no. 1, pp. 150–158, 2021, doi: 10.33197/jitter.vol8.iss1.2021.736.
- [7] J. Li, M. Xiao, Y. Sun, G. Nie, Y. Chen, and X. Tang, "Failure mechanism study of direct action solenoid valve based on thermal-structure finite element model," IEEE Access, vol. 8, pp. 58357-58368, 2020.
- [8] G. A. Rimartin, B. Purwantana, & R. Radi. Rancang Bangun Starter Elektrik Portabel untuk Mesin Traktor Tangan. *agriTECH*, 40(1), 48-56, 2020.
- [9] Tatang Permana, Eka Daryanto, Olnes Y Hutajulu, “Analisis kelistrikan sistem starter tipe konvensional untuk penggerak mula motor bensin,” Jurnal insinyur profesional., vol. 2, no. 3, Mei. 2023, Available online <https://jurnal.unimed.ac.id/2021/index.php/jip>
- [10] Yurika Nantan, Marinus S Tappy, Fahriadi Pakaya, “UNJUK KERJA MOTOR STARTER PADA PENGOPERASIAN MESIN INDUK KM. BANDAR NELAYAN 519,” J. Inovasi sains dan teknologi kelautan, Vol. 4, no. 3 Nopember 2023.
- [11] Amin Nur Akhmadi dan Agus Supriyadi, “MANUFAKTUR TRAINER CUTTING MOTOR STARTER ENGINE DIESEL SEBAGAI MEDIA PERAGA PEMBELAJARAN PERAWATAN MESIN,” Jurnal asiimetrik, vol. 2.2, Juli 2020.
- [12] Bambang Setiadi dan Veriahadi. “ANALISA KERUSAKAN DAN PERBAIKAN SISTEM ELEKTRIK STARTER SEPEDA MOTOR”. Jurnal presisi, vol 23, No 2, Juli 2021.
- [13] Merpatih, Simon Petrus, “ANALISA PERAWATAN MOTOR STARTER TIPE KONVENSIONAL PADA ENGINE TOYOTA INNOVA 2.4 G”, Jurnal mekanik, Vol. 15, No 2 Juli 2022.
- [14] D. R. Bansal, *Engineering Mechanics*, 1st ed. Yogyakarta: Andi, 2018.
- [15] A. Syarifuddin, I. W. Novianti, A. Maulidi, & E. Arianti, “Desain Electric Starting System untuk Kapal Slerek di Kawasan Camplong Kabupaten Sampang Pulau Madura”, Jurnal inovtek polbeng, Vol. 10, No 1 juli 2020.