

Analisa Dampak Kesalahan Pemasangan Timing Gear Terhadap Cylinder Head Engine 3406 Caterpillar

Idkwan Nur Hadi^{1*}, Abdul Halim², Abdul Halik³, Faisyal⁴, Martin Surya⁵

^{1,2,3,4,5}Program Studi Teknik Alat Berat, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Samarinda, Samarinda, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
Article history: Received : May 26 th , 2024 Revised : Jun 03 rd , 2024 Accepted : Jun 09 th , 2024	Kesalahan pemasangan timing gear pada mesin Caterpillar 3406 dapat menyebabkan dampak serius terhadap performa dan ketahanan mesin, terutama pada komponen kepala silinder (cylinder head). Timing gear yang tidak terpasang dengan benar dapat mengakibatkan ketidaksesuaian antara perputaran poros engkol (crankshaft) dan poros camshaft (camshaft), sehingga timing pembakaran dan pengaturan katup menjadi tidak optimal. Akibatnya, terjadi penurunan efisiensi pembakaran, kerusakan pada komponen internal mesin, serta potensi kerusakan permanen pada cylinder head, seperti benturan katup dengan piston, pemanasan berlebih, dan keausan yang cepat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak kesalahan pemasangan timing gear terhadap cylinder head mesin Caterpillar 3406, dengan fokus pada identifikasi jenis kerusakan yang terjadi, faktor penyebabnya, serta langkah-langkah pencegahan yang dapat diterapkan untuk menghindari kerusakan tersebut. Metode penelitian yang digunakan yaitu observasi, wawancara, dan studi pustaka. Literatur yang digunakan adalah SIS 2.0 yang berisi spesifikasi, prosedur pembongkaran dan pemasangan, dan GRPTS. Hasil penelitian membuktikan bahwa posisi timing gear yang tidak tepat dapat mengakibatkan kerusakan pada cylinder head. Cylinder head merupakan komponen yang terdampak akibat dari timing valve saat proses pembakaran tidak sesuai dengan spesifikasinya.

Kata kunci : timing gear, cylinder head, efisiensi pembakaran, engine 3406.

ABSTRACT

Incorrect installation of the timing gear on a Caterpillar 3406 engine can have serious impacts on engine performance and durability, particularly on the cylinder head component. A misaligned timing gear can cause a mismatch between the crankshaft and camshaft rotations, leading to suboptimal ignition timing and valve timing. As a result, there is a decrease in combustion efficiency, damage to internal engine components, and the potential for permanent damage to the cylinder head, such as valve-to-piston contact, excessive heating, and rapid wear. This study aims to analyze the impact of timing gear installation errors on the cylinder head of the Caterpillar 3406 engine, focusing on identifying the types of damage that occur, the contributing factors, and preventive measures that can be implemented to avoid such damage. The research methods used include observation, interviews, and literature review. The literature used includes SIS 2.0, which contains specifications, disassembly and installation procedures, and GRPTS. The findings of this study demonstrate that incorrect positioning of the timing gear can lead to damage to the cylinder head. The cylinder head is the component most affected when the valve timing during the combustion process does not meet the required specifications.

Keywords : timing gear, cylinder head, combustion efficiency, 3406 engine

Copyright © 2024 Jurnal Teknologi MEDIA PERSPEKTIF
All rights reserved

Corresponding Author:

Abdul Halim
Department of Mechanical Engineering
Politeknik Negeri Samarinda,
Jl, Ciptomangunkusumo Kampus Gunung Lipan, Samarinda 75131, Indonesia
Email: halim72@polnes.ac.id

1. PENDAHULUAN

Proses pembakaran pada engine diesel dapat dikatakan sempurna ketika komposisi dari udara, bahan bakar, serta panas yang dihasilkan mencukupi untuk menghasilkan ledakan di dalam ruang bakar. Untuk itu diperlukan sebuah mekanisme komponen untuk mengatur proses pemasukan udara dan bahan bakar serta waktu pemasukannya. Dalam engine mekanikal, komponen yang berfungsi untuk mengatur waktu pemasukan udara dan bahan bakar adalah camshaft group yang terdiri dari camshaft lobe dan timing gear sebagai komponen pemegang fungsi yang krusial.

Dalam dunia pertambangan, sebuah engine diesel dituntut untuk bisa beroperasi sesuai target jam operasional yang direncanakan. Namun, tak jarang hal tersebut harus terhalangi karena terjadinya breakdown pada engine diesel. Breakdown merupakan suatu kondisi dimana engine mengalami kerusakan yang tidak diharapkan. Breakdown pada engine diesel dapat disebabkan oleh banyak faktor. Kegagalan dari sistem, komponen maupun kesalahan saat proses perbaikan juga bisa menyebabkan hal tersebut terjadi. Oleh karena itu, ketika terjadi breakdown pada engine, diperlukan data – data kerusakan yang aktual untuk menemukan akar masalah dari kegagalan engine tersebut.

Penelitian terdahulu telah membuktikan bahwa kegagalan suatu engine diesel bisa disebabkan oleh kegagalan komponen engine. Penelitian yang dilakukan oleh Hojjat Ashouri, Babak Behesti, dan Mohammad Reza (2016) dalam jurnalnya “Analysis of Fatigue cracks on Cylinder Heads in Diesel Engines” menjelaskan bahwa sebuah cylinder head bisa mengalami kerusakan diakibatkan oleh perubahan suhu ekstrim secara cepat dan berulang sehingga menciptakan keretakan pada permukaan cylinder head yang paling sering terpapar panas. [1]

Penelitian yang dilakukan oleh Suryanto dan Nasution (2019) dalam jurnalnya “Analisa Kegagalan Cylinder Head Mesin Diesel Komatsu Dengan Menggunakan Metode Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) di Mega Power PLTD Bengkalis” menjelaskan bahwa kerusakan yang terjadi pada cylinder head bisa disebabkan oleh kurang berfungsinya sistem pendinginan. Hal ini mengakibatkan proses pembakaran meninggalkan kerak pada cylinder head yang lambat laun akan membuat cylinder head terkikis.[2]

Adapun persamaan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya [3][4][5] adalah objek penelitian. Sedangkan perbedaannya adalah pada penelitian ini, akar penyebab masalah dari cylinder head berbeda dari yang dipaparkan di atas.

Salah satu kasus yang terjadi di lapangan yakni kegagalan engine yang terjadi pada engine diesel 3406 Caterpillar yang mengalami kegagalan saat digunakan sebagai penggerak unit D8R. Engine tersebut merupakan engine yang dimiliki oleh PT Madhani Talatah Nusantara yang beroperasi di Bantuas, Kalimantan Timur. Langkah – langkah untuk menemukan akar masalah dari kasus ini akan menjadi pembahasan inti pada laporan tugas akhir ini.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian dan observasi dilakukan di PT Trakindo Utama Samarinda untuk mengumpulkan dan mengambil data. Kemudian dilanjutkan di Politeknik Negeri Samarinda dan tempat tinggal penulis untuk penyusunan laporan tugas akhir. Penelitian dilakukan selama 6 bulan yang terbagi menjadi dua periode yaitu pada bulan Juli – September 2023 dan bulan Januari – Maret 2024. Adapun metode penelitian yang digunakan yaitu observasi data lapangan, wawancara, dan studi pustaka[6][7][8][9][10].



Right Side View



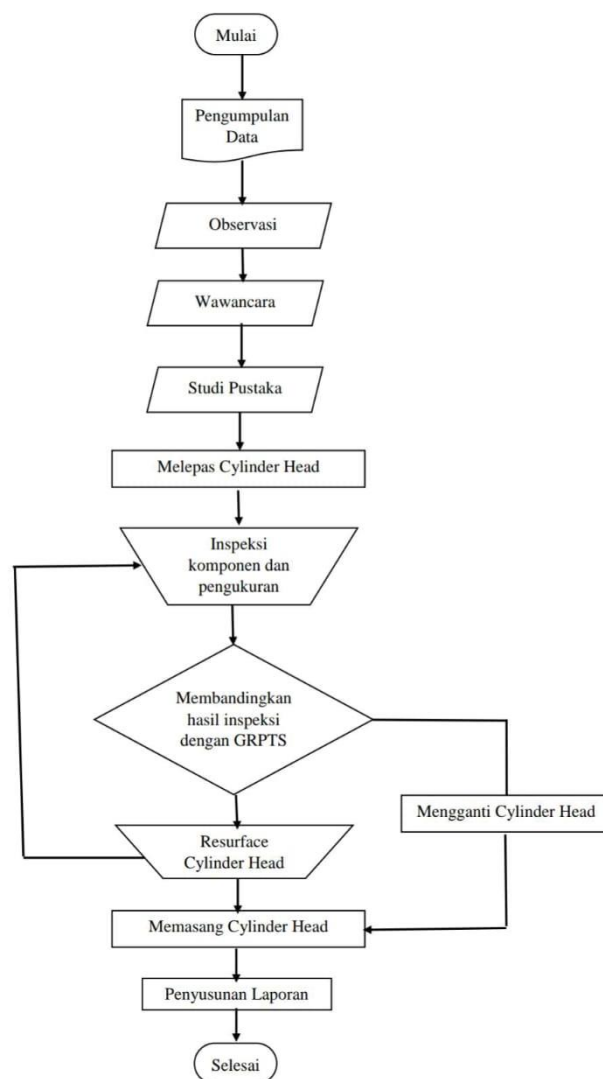
Left Side View

Gambar 1. Engine 3406 Objek Penelitian
Sumber : Dokumentasi Pribadi

Spesifikasi dari engine 3406 [11] adalah sebagai berikut :

- a. Component ID : 34-1000-0077
- b. Machine Serial Number : T5X00123
- c. Merk : Caterpillar
- d. Engine Model : 3406
- e. Engine Serial Number : TXC02522
- f. Jumlah silinder : 6
- g. Engine Displacement : 14,6 L
- h. Engine Rated Speed : 2.100 rpm
- i. Tipe : Inline
- j. Hours Meter : 24.318
- k. Arrangement Number : 222 – 5432

Flow Chart Penelitian



Gambar 2. Flow Chart Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini didapatkan dari beberapa tahap yaitu *disassemble*, kemudian inspeksi visual dengan tujuan untuk mengetahui kerusakan fisik dan untuk memudahkan dalam proses menganalisa kerusakan pada *cylinder head*, dilanjutkan dengan membandingkan hasil inspeksi dan pengukuran dengan GRPTS (*Guideline for Reusable Parts*). Adapun proses pembongkaran dari engine 3406 ini seluruhnya telah dicantumkan dalam *Service Information System* yang dimiliki *Caterpillar*. Adapun nomor media yang memuat runtutan proses pembongkaran hingga langkah – langkah melepas dan membongkar yaitu pada media nomor SENR1029-01.

Temuan Fakta Pendukung



Gambar 3. Temuan Pecahan *Piston*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Inspeksi Visual *Cylinder Head*

Gambar di bawah menunjukkan kondisi aktual saat *cylinder head* dilepas dari *cylinder block*. Tampak pada *cylinder head* nomor 5 terdapat kerusakan pada valve. Terdapat satu valve exhaust yang patah dan masuk ke dalam liner.



Gambar 4. Permukaan *Cylinder Head*

Sumber : Dokumentasi Pribadi

Hasil Pengukuran *Cylinder Head*

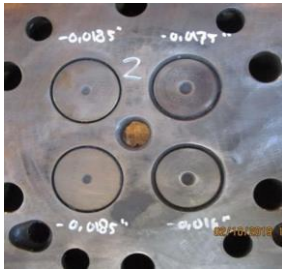
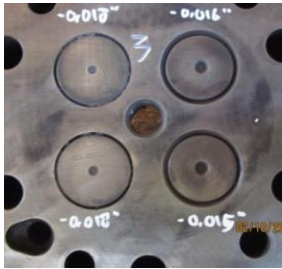
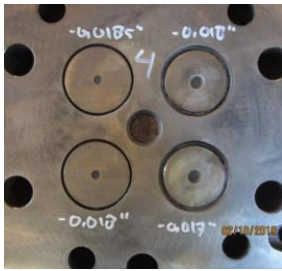
a. Pengukuran Dimensi

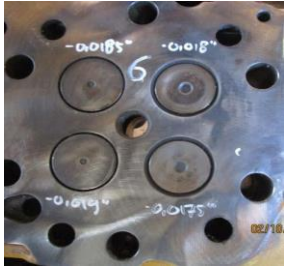
Tabel 1. Pengukuran Dimensi

Dimensi <i>Cylinder Head</i>		
		
	Aktual	Spesifikasi
Panjang	1.118.0 mm (44.0 inch)	1 118.0 mm (44.0 inch)
Lebar	368.0 mm (14.5 inch)	368.0 mm (14.5 inch)
Ketebalan	113,792 mm (4.48 inch)	114.0 mm (4,5 inch)

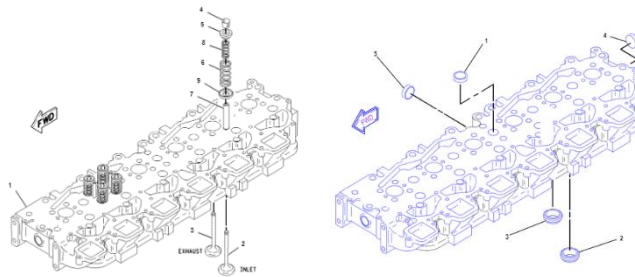
b. Pengukuran Kerataan Permukaan

Tabel 2. Pengukuran Kerataan

No	Gambar	Hasil Aktual	Spesifikasi
1		Sisi intake valve: - 0,020 inch - 0,018 inch Sisi exhaust valve: - 0,017 inch - 0,0175 inch (out of specification)	Flatness keseluruhan tidak boleh lebih dari 0.13 mm (0,005 inch). Untuk setiap 150 mm kerataan yang ditoleransi adalah 0.05 mm (0.002 inch). Data spesifikasi ini bersumber dari <i>Reuse and Salvage for Cylinder Head Assemblies</i> SEBF8162-57
2		Sisi intake valve: - 0,0185 inch - 0,0185 inch Sisi exhaust valve: - 0,0175 inch - 0,018 inch (out of specification)	
3		Sisi intake valve: - 0,018 inch - 0,018 inch Sisi exhaust valve: - 0,016 inch - 0,015 inch (out of specification)	
4		Sisi intake valve: - 0,0185 inch - 0,018 inch Sisi exhaust valve: - 0,018 inch - 0,017 inch (out of specification)	Flatness keseluruhan tidak boleh lebih dari 0.13 mm (0,005 inch). Untuk setiap 150 mm kerataan yang ditoleransi adalah 0.05 mm (0.002 inch).
5		Sisi intake valve: - 0,018 inch - 0,017 inch Sisi exhaust valve: - 0,018 inch - 0,019 inch (out of specification)	

6		Sisi intake valve: - 0,0185 inch - 0,019 inch Sisi exhaust valve: - 0,018 inch - 0,0175 inch (out of specification)	Data spesifikasi ini bersumber dari <i>Reuse and Salvage for Cylinder Head Assemblies</i> SEBF8162-57.
---	---	---	--

c. Part Requisition List



Gambar 3. 1 Part Identification
 Sumber : <https://www.sis2.cat.com>

Tabel 3. Part Yang Diganti

No.	Part Number	Part Name	Jumlah
1	110 - 5099	Cylinder Head GP	1
2	122 - 0322	Valve-Inlet	12
3	122 - 0321	Valve-Exhaust	12
4	2A - 4429	Lock-Retainer	48
5	4W - 2474	Rotacoil AS	24
6	4W - 2471	Spring-Valve (Outer)	24
7	4W - 2472	Spring-Valve (Inner)	24
8	4W - 2473	Washer-Valve Spring Guide	24
9	122 - 7374	Guide-Valve (Standard)	24
10	3B - 0645	Plug-Cup (32.08-MM Od)	12
11	4N - 5893	Insert-Valve Seat (Inlet) (Standard)	12
12	1W - 5283	Insert-Valve Seat (Exhaust) (Standard)	12
13	2M - 6471	Plug-Cup	1
14	3B - 0623	Plug-Cup (25.73-MM Od)	10

4. KESIMPULAN

Dari hasil pemeriksaan dan pengukuran yang dilakukan, serta hasil membandingkan data aktual dengan GRPTS cylinder head, penulis menyimpulkan bahwa komponen cylinder head engine 3406 tidak bisa digunakan kembali dan harus diganti dengan cylinder head yang baru dikarenakan hasil pengukuran kerataan dan ketebalannya di luar spesifikasi (*out of specification*).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua penulis, dosen pembimbing, Politeknik Negeri Samarinda, PT Trakindo Utama Samarinda, dan seluruh pihak terkait yang telah memberi bantuan baik secara materi maupun doa dalam pelaksanaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suryanto Nasution, “Analisa Kegagalan *Cylinder Head* Mesin *Diesel* Komatsu Dengan Menggunakan Metode *Failure Mode and Effect Analysis* (FMEA) Di Megapower PLTD Bengkalis, 2019
- [2] Hojjat Ashouri, B. B. “*Analysis of Fatigue Cracks of Cylinder Heads in Diesel Engines*. *Journal of Theoretical and Applied Mechanics*, 2016
- [3] Ismail Ramli, A. A., “Analisa Kerusakan *Cylinder Head* Pada *Diesel Engine* QSK 50 MCRS Di Bengkel Sungai Sembilan Nunukan,” *Syntax Idea*, 2023
- [4] Lilin Hermawati, I. M., “Analisa Kegagalan Material Kepala Silinder Mesin Diesel 4 Tak. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2021
- [5] Nibaho, B. G., Chairunnisa, S., & Borges, A., “Retrieved from *Troubleshooting Crankshaft Patah Pada Mesin Cold Diesel Tipe 4D34*,” 2024
- [6] Caterpillar of Australia Pty Ltd., “*Fundamental Diesel Engine*. Tullamarine Victoria Australia 3043: Asia Pacific Learning, 2003
- [7] PT Trakindo Utama., “*Intermediate Engine System*. Bogor: Training Center PT Trakindo Utama. 2002
- [8] PT Trakindo Utama., “*Applied Failure Analysis 1*. Bogor: Training Center Dept. PT Trakindo Utama, 2009
- [9] PT Trakindo Utama., “*7 - Step Troubleshooting*. Balikpapan, Indonesia: PT Trakindo Utama, 2022
- [10] PT. Trakindo Utama., “*Applied Failure Analysis*. Bogor, Indonesia: Training Center Dept. PT Trakindo Utama, 2005
- [11] Caterpillar., “Retrieved from *Service Information System*: <https://sis2.cat.com>, 2024
- [12] Maulana, H., & Pranoto, H., “Analisis Ukuran Celah Katup Terhadap Kinerja Mesin Diesel. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 19(02), 145-156, 2024