

**ANALISIS KEGAGALAN TURBOCHARGER SERI 7S1508 PADA
LOKOMOTIF**



ERIK SATRIO
NIM : 41323110001

UNIVERSITAS
MERCU BUANA

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MERCU BUANA
JAKARTA 2025

LAPORAN TUGAS AKHIR

ANALISIS KEGAGALAN TURBOCHARGER SERI 7S1508 PADA LOKOMOTIF



Disusun Oleh :

Nama : Erik Satrio
Nim : 41323110001
Program Studi : Teknik Mesin

**DIAJUKAN UNTUK MEMENUHI SYARAT KELULUSAN MATA KULIAH
TUGAS AKHIR PADA PROGRAM SARJANA STRATA SATU (S1)
JANUARI 2025**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Erik Satrio

NIM : 41323110001

Program Studi : Teknik Mesin

Judul Laporan Skripsi : Analisis Kegagalan Turbocharger Seri 7S1508 pada Lokomotif

Dosen Pembimbing : Dafit Feriyanto, M.Eng., Ph.D

Telah berhasil dipertahankan di sidang pada hadapan Dewan Penguji serta diterima menjadi bagian persyaratan yang diharapkan untuk memperoleh gelar Sarjana Strata I pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana.

Disahkan oleh :

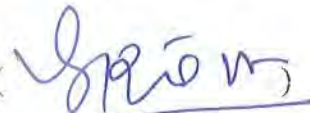
Ketua Penguji : Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D

NIDN : 0313037707

()

Penguji 1 : Haris Wahyudi, ST, M.Sc.

NIDN : 0329037803

()

Penguji 2 : Dafit Feriyanto, M.Eng., Ph.D

NIDN : 0310029004

()

Jakarta, 24 Januari 2025

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Kaprodi Teknik Mesin



Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T.

NIDN : 0307037202



Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T.

NIDN : 005087502

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Erik Satrio
NIM : 41323110001
Jurusan : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Tugas Akhir : Analisis Kegagalan Turbocharger Seri 7S1508 Pada Lokomotif

Dengan ini menyatakan bahwa saya melakukan Tugas Akhir dengan sesungguhnya dan hasil penulisan Laporan Tugas Akhir yang telah saya buat ini merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata di kemudian hari penulisan Laporan Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiat atau penjiplakan terhadap karya orang lain, maka saya bersedia mempertanggungjawabkan sekaligus bersedia menerima sanksi berdasarkan aturan di Universitas Mercu Buana.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan.

U N I V E R S I T A S
M E R C U B U A N A

Jakarta, 24 Januari 2025



10000
METERAI
TEMPEL
B2BBAMX146978795

Erik Satrio

PENGHARGAAN

Puji syukur selalu dan tidak lupa penulis panjatkan kepada kehadiran Tuhan yang Maha Esa yang telah memberikan kemudahan penulis sehingga bisa menuntaskan Tugas Akhir dengan tepat waktu.

Dalam proses melaksanakan kegiatan serta penyusunan Laporan Tugas Akhir, penulis menyadari begitu banyak bantuan serta dukungan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun langsung. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin memberikan ucapan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Andi Adriansyah, M.Eng., selaku Rektor Universitas Mercu Buana.
2. Ibu Dr. Zulfa Fitri Ikatrinasari, M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Mercu Buana.
3. Bapak Dr. Eng. Imam Hidayat, S.T., M.T., selaku Kepala Program Studi sekaligus Koordinator Tugas Akhir Teknik Mesin.
4. Bapak Nurato, S.T., M.T., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin
5. Bapak Dafit Feriyanto, M.Eng., Ph.D, selaku pembimbing tugas akhir yang telah meluangkan waktu dan memberikan arahan kepada saya.
6. Ibu Nur Indah S.ST., M.T., sebagai penguji sidang kemajuan tugas akhir.
7. Bapak Sagir Alva, S.Si., M.Sc., Ph.D dan Bapak Haris Wahyudi, ST. M.Sc. sebagai Dosen Penguji Sidang Tugas Akhir.
8. Seluruh jajaran dosen, staf dan karyawan Teknik Mesin Universitas Mercu Buana yang selalu membantu dalam hal penyusunan tugas akhir.
9. Kedua orang tua saya Bapak M.Arif dan Ibu Yusilawati yang telah membesarkan saya, serta memberikan pendidikan terbaik untuk saya dari masa kecil sampai saat ini.
10. Rekan-rekan saya di tempat kerja, yang tidak bisa saya sebutkan satu per satu, yang sering menjadi rekan untuk bertukar pikiran sehingga melancarkan penelitian saya

Penulis sangat menyadari masih terdapat banyak kekurangan pada laporan ini. Hal tersebut tidak lain sebab keterbatasan pengetahuan yang dimiliki penulis. Melalui

lembar penghargaan ini penulis menyampaikan permohonan maaf atas segala kekurangan dalam penyusunan laporan kerja Tugas Akhir ini. Semoga laporan Tugas Akhir ini bisa memberikan manfaat bagi semua pihak yang membaca.

Jakarta, 24 Januari 2025



Erik Satrio



ABSTRAK

Berdasarkan laporan kegagalan dari PT Kereta Api Indonesia mengungkap insiden di mana turbocharger seri 7S1508 pada lokomotif mengalami kegagalan yang menyebabkan lokomotif mati, Inspeksi menemukan adanya gesekan antara rotor turbocharger dan *air inlet blower casing* yang menyebabkan rotor turbocharger macet. Selama ini belum ada analisis yang dilakukan untuk mendeskripsikan kegagalan tersebut serta dampaknya terhadap lokomotif. Tujuan penelitian ini dilakukan adalah untuk mengidentifikasi kegagalan pada turbocharger seri 7S1508 yang terjadi pada lokomotif CC 206, menganalisis dampak kegagalan terhadap mesin serta memberikan usulan perbaikan. Analisis kegagalan turbocharger seri 7S1508 ini dilakukan dengan beberapa metode yaitu melakukan identifikasi inspeksi fisik turbocharger, faktor penyebab kegagalan, pengambilan data *self load*, penelitian terdahulu, jurnal, tinjauan pustaka dan dokumen manual dari pabrikan lokomotif. Hasil penelitian menunjukkan potongan karet *victaulic* yang menyumbat saluran pelumasan *bearing* turbocharger menyebabkan *bearing* turbocharger tidak terlumasi dengan baik dan *bearing* mengalami keausan yang membuat rotor turbocharger mengalami *unbalance* dan pada akhirnya membuat putaran rotor tidak seimbang kemudian *compressor wheel* bergesekan dengan *air inlet blower casing*, gesekan itu membuat *compressor wheel* mengalami pengkisan dan membuat *unbalance* pada rotor semakin besar dan menyebabkan *bearing turbine-end* mengalami keretakan dan pada akhirnya rotor turbocharger macet. rotor turbocharger macet dapat menyebabkan hilangnya *boost pressure* dan menyebabkan mesin lokomotif tidak dapat beroperasi. Kegagalan turbocharger terdeteksi melalui *FAM Code* 01-0121, yang mencatat kecepatan rotor di bawah 600 rpm selama 5 detik, mengaktifkan sistem perlindungan lokomotif untuk mencegah kerusakan lebih lanjut. Berdasarkan data *self load* lokomotif CC 206, terdapat korelasi signifikan antara densitas udara, *boost pressure*, torsi, dan rpm mesin dalam menentukan kinerja mesin. Pada *Notch* 1, densitas udara tercatat sebesar 0,93 kg/m³ dengan *boost pressure* 89632 Pa, menghasilkan daya 75 HP pada putaran mesin 450 rpm dan torsi 875,3 Lb-ft. Seiring dengan peningkatan *Notch*, densitas udara meningkat hingga mencapai 3,10 kg/m³ pada *Notch* 8 dengan *boost pressure* 303.369 Pa, menghasilkan daya maksimum 2250 HP pada 1050 rpm dengan torsi 11254 Lb-ft. Hasil ini menunjukkan bahwa *boost pressure* yang dihasilkan oleh turbocharger sangat mempengaruhi densitas udara yang masuk ke ruang bakar, yang memungkinkan pembakaran bahan bakar lebih efisien dan meningkatkan tenaga mesin. Temuan ini menegaskan pentingnya kondisi turbocharger yang optimal serta melakukan perawatan dan usulan perbaikan yang optimal untuk mempertahankan performa lokomotif.

Kata Kunci : Kegagalan turbocharger seri 7S1508, Rotor *unbalance*, Lokomotif, *Boost pressure*

FAILURE ANALYSIS OF 7S1508 SERIES TURBOCHARGER ON LOCOMOTIVE

ABSTRACT

Based on a failure report from PT Kereta Api Indonesia revealed an incident where the 7S1508 series turbocharger on a locomotive experienced a failure that caused the locomotive to shut down. The inspection found friction between the turbocharger rotor and the air inlet blower casing which caused the turbocharger rotor to jam. So far, no analysis has been carried out to describe the failure and its impact on the locomotive. The purpose of this research is to identify the failure of the 7S1508 series turbocharger that occurred on the CC 206 locomotive, analyze the impact of the failure on the engine and provide suggestions for improvement. Failure analysis of the 7S1508 series turbocharger is carried out by several methods, namely identifying the physical inspection of the turbocharger, factors causing failure, self load data collection, previous research, journals, literature reviews and manual Documents from locomotive manufacturers. The results showed that pieces of victaulic rubber that clogged the turbocharger bearing lubrication channel caused the turbocharger bearings to be poorly lubricated and the bearings experienced wear that made the turbocharger rotor experience unbalance and ultimately made the rotor rotation unbalanced then the compressor wheel rubbed against the air inlet blower casing, the friction made the compressor wheel experience pengkisan and made the unbalance on the rotor even greater and caused the turbine-end bearing to crack and eventually the turbocharger rotor stuck. The turbocharger failure was detected through FAM Code 01-0121, which recorded the rotor speed below 600 rpm for 5 seconds, activating the locomotive protection system to prevent further damage. Based on the CC 206 locomotive's self load data, there is a significant correlation between Air density, boost pressure, torque, and engine rpm in determining engine performance. At Notch 1, the Air density was recorded at 0,93 kg/m³ with a boost pressure of 89632 Pa, producing 75 HP of power at 450 rpm and 875,3 Lb-ft of torque. As the Notch increases, the Air density increases until it reaches 3,10 kg/m³ at Notch 8 with a boost pressure of 303369 Pa, producing a maximum power of 2250 HP at 1050 rpm with a torque of 11254 Lb-ft. These results show that the boost pressure generated by the turbocharger greatly affects the density of air entering the combustion chamber, which enables more efficient fuel combustion and increases engine power. This finding confirms the importance of optimal turbocharger conditions and optimal maintenance and repair plans to maintain locomotive performance.

Keywords: 7S1508 series turbocharger failure, Rotor unbalance, Locomotive, Boost pressure

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERNYATAAN	ii
PENGHARGAAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. LATAR BELAKANG	1
1.2. RUMUSAN MASALAH	2
1.3. TUJUAN PENELITIAN	3
1.4. MANFAAT PENELITIAN	3
1.5. RUANG LINGKUP PENELITIAN DAN BATASAN MASALAH	3
1.6. SISTEMATIKA PENULISAN	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. PENELITIAN TERDAHULU	5
2.2. MOTOR BAKAR DIESEL	8
2.3. TEORI PEMBAKARAN	8
2.3.1. Perhitungan Stoikometri Kebutuhan Udara	8
2.3.2. Perhitungan Non Stoikiometri	9
2.4. LOKOMOTIF	10

2.5.	TURBOCHARGER	11
2.5.1.	Tujuan dari udara yang dikompresi pada turbocharger	13
2.5.2.	Komponen Penyusun Turbocharger	13
2.6.	SISTEM TURBOCHARGER	16
2.6.1.	Sistem Udara Bakar Lokomotif	16
2.6.2.	Sensor Sistem Udara Bakar	18
2.7.	SISTEM PELUMASAN	19
2.7.1.	Sistem Pelumasan pada Lokomotif	19
2.7.2.	Sensor Sistem Pelumasan	21
2.7.3.	<i>Victaulic Coupling</i>	22
2.7.4.	Sistem Pelumasan pada Turbocharger	22
2.8.	KEGAGALAN-KEGAGALAN TURBOCHARGER	23
2.9.	JENIS-JENIS <i>UNBALANCE</i>	24
2.10.	<i>BALANCING</i> ROTOR	25
2.11.	DASAR TEORI	26
2.11.1.	Efisiensi Volumetrik	26
2.11.2.	Daya Mesin	27
2.11.3.	Torsi	27
2.11.4.	Densitas Udara	28
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		29
3.1.	DIAGRAM ALIR	29
3.2.	PENJELASAN DIAGRAM ALIR	30
3.3.	IDENTIFIKASI	33
3.4.	BAHAN DAN PERALATAN	35
3.5.	METODE PEMECAHAN MASALAH	36

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	38
4.1. DETEKSI KEGAGALAN PADA TURBOCHARGER SERI 7S1508 DI LOKOMOTIF CC 206	38
4.2. ANALISIS KERUSAKAN TURBOCHARGER SERI 7S1508 PADA LOKOMOTIF MENGGUNAKAN DATA IDENTIFIKASI	39
4.2.1. Waktu Terjadinya Kegagalan	40
4.2.2. Analisis Kerusakan	40
4.3. HASIL PENGAMBILAN DATA SELF LOAD LOKOMOTIF CC 206 DALAM KONDISI NORMAL MILIK PT KERETA API INDONESIA	47
4.3.1. Perhitungan <i>Air density</i>	47
4.3.2. Perhitungan korelasi daya dan kecepatan putaran mesin	51
4.4. PENYELESAIAN DAN IMPLEMENTASI	53
BAB V PENUTUP	57
5.1. KESIMPULAN	57
5.2. SARAN	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN	62

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Lokomotif CC 206	11
Gambar 2. 2 Turbocharger <i>Layout</i>	12
Gambar 2. 3 Turbocharger Lokomotif	12
Gambar 2. 4 Komponen Turbocharger	13
Gambar 2. 4 Sistem udara bakar lokomotif	16
Gambar 2. 5 Sistem pelumasan pada lokomotif	19
Gambar 2. 6 Sistem pelumasan turbocharger	23
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian	30
Gambar 3. 2 Gesekan <i>air inlet blower casing</i> dengan <i>compressor wheel</i>	33
Gambar 3. 3 <i>compressor wheel</i> mengalami pengikisan	33
Gambar 3. 4 Kerusakan <i>victaulic</i>	34
Gambar 3. 5 Keretakan dan keausan <i>bearing turbine-end</i> turbocharger	34
Gambar 4. 1 Potongan karet <i>victaulic</i> yang menyumbat saluran pelumasan	42
Gambar 4. 2 Grafik Perbandingan <i>Boost pressure</i> dengan <i>Air density</i>	49
Gambar 4. 3 Grafik Perbandingan Rpm dengan Torsi	52
Gambar 4. 4 Pengecekan <i>turbine blade</i>	56

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	5
Tabel 3. 1 Spesifikasi Turbocharger seri 7S1508	35
Tabel 3. 2 Spesifikasi Mesin Diesel General Electric 7-FDL 8	35
Tabel 3. 3 Spesifikasi Karet <i>Victaulic</i>	36
Tabel 4. 1 Data Deteksi Kegagalan pada Turbocharger	38
Tabel 4. 2 Data Riwayat Perawatan	39
Tabel 4. 3 Riwayat Penggantian Komponen <i>Victaulic Coupling</i>	43
Tabel 4. 4 <i>Fault Analysis Manual Code 01-0121</i>	45
Tabel 4. 5 Tabel Hasil <i>Self load</i> Lokomotif CC 206	47
Tabel 4. 6 Tabel <i>Balance Grade Quality</i>	54

