

ANALISA SISTEM TURBOCHARGER MOTOR GRADER XCMG GR 135

Ferry Prasetyo¹, Supriyono², Amin Sulistyanto³

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

³Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan Kartasura 57102 Telp 0271 717417

Email : D200110096@student.ums.ac.id

Abstrak

Turbocharger adalah sebuah kompresor sentrifugal yang mendapat daya dari turbin yang sumber tenaganya berasal dari asap gas buang engine. Biasanya digunakan dalam pembakaran mesin untuk meningkatkan tenaga dan efisiensi mesin dengan meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin. Keuntungan dari turbocharger adalah memberi udara yang lebih sehingga menghasilkan peningkatan yang lumayan banyak dalam power atau tenaga mesin. Tujuan penelitian ini adalah menganalisa Sistem Turbocharger, pengaruh nilai end play yang besar, dan mengidentifikasi terjadinya trouble sebelum masa warranty pada unit Motor Grader GR 135. Prosedur pemeriksaan pada turbocharger yaitu pemeriksaan secara visual pada turbocharger sistem, dust indikator, dan engine. Selain itu, juga dilakukan pengukuran nilai end play pada turbin shaft untuk mengetahui standart besar nilai end play pada turbocharger yang mengalami trouble, dan pengukuran tekanan oli lubrication untuk mengetahui besar tekanan oli yang masuk ke sistem pelumasan turbocharger. Hasil dari analisa menunjukkan bahwa penyebab trouble pada turbocharger adalah tersumbatnya saluran oli pada sistem lubrication karena banyak kotoran yang masuk pada sistem pelumasan dan operator sering mengabaikan prosedur yang ada dalam unit.

Kata kunci : Turbocharger, Aftercooler, Bearing

Abstract

A turbocharger is a centrifugal compressor powered by a turbine powered by engine exhaust fumes. It is typically used in combustion engines to increase engine power and efficiency by increasing the air pressure entering the engine. The advantage of a turbocharger is that it provides more air, resulting in a significant increase in engine power. The purpose of this study is to analyze the Turbocharger System, the effect of large end play values, and identify trouble before the warranty period on the GR 135 Motor Grader unit. The inspection procedure for the turbocharger is a visual inspection of the turbocharger system, dust indicator, and engine. In addition, measurements of the end play value on the turbine shaft are also carried out to determine the standard end play value on the turbocharger experiencing trouble, and measurements of the lubrication oil pressure to determine the amount of oil pressure entering the turbocharger lubrication system. The results of the analysis indicate that the cause of trouble in the turbocharger is a blockage of the oil channel in the lubrication system because a lot of dirt enters the lubrication system and operators often ignore the procedures in the unit. Keywords: Turbocharger, Aftercooler, Bearing

Keywords: Turbocharger, Aftercooler, Bearing

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pada industri alat berat terus mengalami kemajuan signifikan, terutama dalam hal peningkatan performa mesin untuk mendukung produktivitas kerja di lapangan. Salah satu jenis alat berat yang memerlukan tenaga besar adalah motor grader, yakni alat yang berfungsi untuk meratakan serta memperlebar permukaan tanah pada proyek konstruksi. Pada unit *Motor Grader XCMG GR 135*, sistem tenaga mesin ditunjang dengan penggunaan turbocharger aftercooler guna menghasilkan daya yang lebih optimal (Prasetyo, 2014).

Sistem turbocharger bekerja dengan memanfaatkan energi gas buang untuk memutar turbin, yang kemudian menggerakkan kompresor sentrifugal guna memasukkan udara bertekanan lebih tinggi ke ruang bakar. Udara yang lebih padat mampu meningkatkan efisiensi pembakaran, sehingga tenaga mesin meningkat tanpa harus menambah konsumsi bahan bakar secara signifikan (Dhimas Blog, 2013; Niemann, 1994). Penerapan turbocharger aftercooler terbukti dapat menurunkan suhu udara masuk, meningkatkan densitas udara, serta menambah efisiensi bahan bakar hingga 7% pada beberapa jenis *engine rating* (Muhamad Bintang, 2012).

Berdasarkan desainnya, turbocharger aftercooler terbagi menjadi tiga tipe utama, yaitu *Air to Air Aftercooler (AATAC)*, *Water Jacket Aftercooler (WJAC)*, dan *Separate Circuit Aftercooler (SCAC)*. Pada *Motor Grader XCMG GR 135*, digunakan sistem pendinginan tipe WJAC yang mampu menjaga kerapatan udara agar lebih stabil sebelum masuk ke intake manifold (Prasetyo, 2014).

Meskipun turbocharger memberikan banyak keuntungan, komponen ini juga memiliki potensi kerusakan yang cukup tinggi akibat putaran kerja yang ekstrem, mencapai 50.000 hingga 150.000 rpm. Faktor kerusakan yang umum terjadi antara lain kurangnya pelumasan, kontaminasi oli, temperatur gas buang yang tinggi, serta masuknya material asing ke dalam sistem (Team Pengembang Vokasi, 2013). Jika tidak ditangani secara tepat, kerusakan turbocharger dapat mengakibatkan penurunan performa mesin dan meningkatkan *down time* operasional.

1.2 Perumusan Masalah

Penelitian ini berfokus pada analisis sistem turbocharger pada *Motor Grader XCMG GR 135*, dengan perhatian khusus terhadap:

1. Karakteristik sistem turbocharger dan cara kerjanya.
2. Identifikasi potensi kerusakan serta faktor penyebabnya.
3. Evaluasi nilai *end play* dan kondisi komponen utama turbocharger.
4. Strategi perawatan yang tepat guna memperpanjang umur pakai turbocharger.

1.3 Tujuan Penelitian

- a. Menjelaskan sistem turbocharger pada *Motor Grader XCMG GR 135*.
- b. Menguraikan cara kerja turbocharger beserta sistem pemasukan udaranya.
- c. Mengidentifikasi kerusakan yang sering terjadi serta penyebab utamanya.
- d. Memberikan rekomendasi langkah perawatan dan pencegahan agar kerusakan turbocharger dapat diminimalisasi.

2. METODE

2.1 Objek Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada sistem turbocharger yang digunakan pada unit *Motor Grader XCMG GR 135* dengan spesifikasi mesin *Cummins 6BT 5.9-C135*, memiliki daya 100 kW pada putaran 2200 rpm, enam silinder, dan kapasitas silinder 5900 cc (Prasetyo, 2014). Unit ini telah dilengkapi dengan turbocharger *aftercooler* tipe *Water Jacket Aftercooler (WJAC)* untuk meningkatkan densitas udara

sebelum masuk ke *intake manifold*.

2.2 Prosedur Pemeriksaan

Metode penelitian menggunakan pendekatan studi kasus analisis kerusakan turbocharger melalui serangkaian tahapan pemeriksaan, pengukuran, serta evaluasi terhadap kondisi komponen. Tahapan yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Pemeriksaan Visual

Pemeriksaan awal dilakukan secara visual pada sistem turbocharger, *dust indicator*, dan mesin. Gejala kerusakan diidentifikasi melalui tanda-tanda seperti asap buang berwarna kebiruan (indikasi oli terbakar), suara bising dari turbocharger, serta penurunan tenaga mesin. Kondisi ini menjadi indikasi adanya gangguan pada komponen turbocharger (Team Pengembang Vokasi, 2013).

2. Pengukuran Nilai End Play

Untuk memastikan kelayakan komponen, dilakukan pengukuran end play poros turbin dengan menggunakan *dial indicator*. Pengukuran dilakukan setelah turbocharger dilepas dari unit untuk memperoleh hasil yang akurat. Nilai standar end play axial menurut pabrikan adalah 0,06–0,11 mm dengan batas *repair limit* 0,18 mm, sedangkan nilai standar end play radial adalah 0,20–0,40 mm dengan batas *repair limit* 0,60 mm (Prasetyo, 2014; Suga & Sularso, 1997).

3. Visual Inspection Setelah Disassembly

Setelah dilakukan pembongkaran (*disassembly*), turbocharger diperiksa untuk mengetahui kondisi aktual komponen internal, seperti *bearing* dan saluran oli. Prosedur ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan yang terjadi, meskipun pada unit XCMG GR 135 penggantian komponen turbocharger biasanya dilakukan secara *assembly* (Prasetyo, 2014).

4. Pengukuran Tekanan Oli Pelumas

Selain pengukuran end play, dilakukan pula pengukuran tekanan oli untuk memastikan kelancaran sistem pelumasan. Sistem pelumasan berperan penting karena turbocharger dapat berputar hingga 150.000 rpm, sehingga pelumasan yang tidak optimal dapat menyebabkan keausan *bearing* dan peningkatan nilai end play (Team Pengembang Vokasi, 2013).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Pemeriksaan Visual

Pemeriksaan visual pada unit *Motor Grader XCMG GR 135* menunjukkan adanya beberapa indikasi kerusakan pada turbocharger. Gejala yang ditemukan antara lain asap buang berwarna kebiruan yang menandakan adanya oli yang ikut terbakar di ruang bakar. Hal ini dapat disebabkan oleh kebocoran pada *valve intake*, *ring piston*, *liner*, maupun kebocoran pada turbocharger. Selain itu, terdengar suara bising dari turbocharger yang mengindikasikan nilai *end play* sudah melampaui batas standar pabrikan. Kondisi ini menyebabkan mesin tidak bertenaga serta menurunnya kinerja pada putaran tinggi (Team Pengembang Vokasi, 2013).

3.2 Hasil Pengukuran Nilai End Play

Pengukuran dilakukan menggunakan *dial indicator* pada poros turbin setelah turbocharger dilepas dari unit. Hasil pengukuran menunjukkan nilai *end play* axial sebesar 0,13 mm dan radial sebesar 0,95 mm. Nilai ini telah melebihi batas *repair limit* yang ditentukan, yaitu 0,18 mm untuk axial dan 0,60 mm untuk radial. Standar pabrikan menetapkan nilai normal *end play* axial 0,06–0,11 mm dan radial 0,20–0,40 mm (Prasetyo, 2014; Suga & Sularso, 1997). Dengan demikian, dapat dipastikan bahwa turbocharger sudah mengalami keausan serius pada bagian *bearing*.



3.3 Analisis Komponen Internal

Hasil *disassembly* dan pemeriksaan internal memperlihatkan adanya kerusakan pada *bearing* akibat pelumasan yang tidak optimal. Sistem pelumasan turbocharger pada unit ini terletak pada jalur atas mesin sehingga aliran oli menjadi yang terakhir. Kondisi ini menyebabkan risiko keterlambatan pelumasan ketika mesin dihidupkan dalam kondisi *low idle* terlalu lama, sehingga mempercepat keausan *bearing* (Team Pengembang Vokasi, 2013).

Berdasarkan perhitungan umur teoretis *bearing*, dengan kapasitas nominal dinamis 4320 kgf, kecepatan kerja rata-rata turbocharger 100.000 rpm, dan beban ekuivalen dinamis 100 kgf, umur pakai seharusnya mencapai 13.231 jam. Namun, pada kondisi kecepatan maksimal 150.000 rpm, umur pakai hanya sekitar 8.686 jam (Sularso, 1997). Hasil lapangan menunjukkan bahwa turbocharger telah rusak pada *hour meter* 2.168,6 jam. Perbedaan ini mengindikasikan adanya gangguan sistem pelumasan dan masuknya kotoran dalam aliran oli yang mempercepat keausan (Prasetyo, 2014).

3.4 Faktor Penyebab Kerusakan

Berdasarkan analisis, faktor utama penyebab kerusakan turbocharger pada unit *Motor Grader XCMG GR 135* meliputi:

1. Kualitas pelumasan yang buruk akibat oli kotor dan tersumbatnya saluran oli.
2. Kebiasaan operasional yang kurang tepat, seperti pengabaian prosedur pemanasan mesin dan *maintenance* oleh operator.
3. Putaran kerja tinggi yang mencapai 150.000 rpm sehingga meningkatkan beban pada *bearing*.
4. Kontaminasi material asing yang dapat masuk ke dalam sistem pemasukan udara dan pelumasan (Team Pengembang Vokasi, 2013; Dhimas Blog, 2013).

3.5 Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerusakan turbocharger berhubungan erat dengan sistem pelumasan dan prosedur perawatan. Nilai *end play* yang melebihi batas standar membuktikan adanya keausan signifikan pada *bearing*. Kondisi ini memperkuat teori bahwa turbocharger memerlukan suplai pelumasan optimal untuk mengurangi gesekan pada poros turbin yang berputar sangat cepat (Niemann, 1994).

Selain itu, penerapan *aftercooler* tipe WJAC pada unit ini secara teori seharusnya mampu meningkatkan densitas udara masuk dan efisiensi pembakaran (Muhamad Bintang, 2012). Namun, tanpa perawatan yang memadai, keuntungan tersebut tidak dapat diperoleh secara optimal. Oleh karena itu, strategi *maintenance* yang tepat seperti penggantian oli secara berkala, penggunaan oli dengan kualitas sesuai spesifikasi, serta pemeriksaan sistem filtrasi udara menjadi sangat penting untuk memperpanjang umur pakai turbocharger.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis sistem turbocharger pada *Motor Grader XCMG GR 135*, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut::

1. Sistem turbocharger aftercooler yang digunakan pada unit ini adalah tipe Water Jacket Aftercooler (WJAC). Sistem ini dirancang untuk meningkatkan densitas udara sebelum masuk ke intake manifold, sehingga mampu menambah tenaga mesin sekaligus meningkatkan efisiensi pembakaran hingga 7% (Muhamad Bintang, 2012; Prasetyo, 2014).
2. Hasil pemeriksaan visual menunjukkan adanya indikasi kerusakan berupa asap buang kebiruan, suara bising dari turbocharger, serta penurunan performa mesin pada putaran tinggi. Gejala ini mengarah pada kerusakan komponen internal, khususnya bearing (Team Pengembang Vokasi, 2013).
3. Pengukuran nilai end play menunjukkan bahwa nilai axial sebesar 0,13 mm dan radial 0,95 mm telah melebihi batas repair limit standar pabrikan, yaitu 0,18 mm (axial) dan 0,60 mm (radial). Kondisi ini menegaskan terjadinya keausan serius pada bearing turbocharger (Suga & Sularso, 1997; Prasetyo, 2014).
4. Faktor utama penyebab kerusakan adalah sistem pelumasan yang tidak optimal, oli yang kotor sehingga menyumbat saluran pelumasan, serta kebiasaan operator yang mengabaikan prosedur pemanasan mesin dan perawatan rutin. Kondisi ini mempercepat keausan bearing dan menurunkan umur pakai turbocharger yang seharusnya dapat mencapai lebih dari 8.000 jam, namun mengalami kerusakan pada hour meter 2.168,6 jam (Prasetyo, 2014; Niemann, 1994).
5. Upaya pencegahan kerusakan dapat dilakukan dengan memperbaiki manajemen perawatan, antara lain melalui penggantian oli secara berkala, penggunaan pelumas sesuai spesifikasi, pemeriksaan sistem filtrasi udara, serta disiplin terhadap prosedur operasional mesin (Dhimas Blog, 2013; Team Pengembang Vokasi, 2013).

DAFTAR PUSTAKA

- Muhamad Bintang. (2012). *Sistem udara pada alat berat*. Diakses dari: <http://Campur%20Aduk%20%20Sistem%20Udara%20di%20Alat%20Berat.html>
- Dhimas Blog. (2013). *Tips merawat kendaraan dan sejarah singkat turbocharger*. Diakses dari: <http://boss-otomotif.blogspot.com/2013/12/turbo-charger.html>
- @admin.infotambang. (2013). *Sistem pembakaran mesin diesel*. Diakses dari: <http://Cara%20Kerja%20Mesin%20Diesel%20-%20Bagian%20I.htm>
- Niemann, G. (1994). *Elemen Mesin*. Jakarta: Erlangga.
- Suga, Kiyokatsu & Sularso, Ir. MSME. (1997). *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Team Pengembang Vokasi. (2013). *Basic Trouble Shooting*. Surakarta: Sekolah Vokasi.
- Team Pengembang Vokasi. (2013). *Engine*. Surakarta: Sekolah Vokasi.
- Team Pengembang Teknik Mesin. (2013). *Motor Bakar*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.