

ANALISA KINERJA MESIN TURBOCHARGER PADA CATERPILLAR 3516 SERIES

Juliatmaja Pradana¹, Rachmasari Pramita Wardhani²

^{1,2}Universitas Tridharma ;JL.A.W.Syahrani no.7

^{1,2}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tridharma, Balikpapan

Abstrak

Pada dunia industri zaman sekarang terlebih sektor oil & gas dan power plant adalah Industry-industry besar yang sedang beroperasi di dunia ini. Di kalangan internasional khususnya area Jazirah Arab atau Middle East memiliki banyak sumber daya alam yang melimpah seperti minyak bumi, gas bumi, petrochemical, nuclear power, saline water, dan produksi aluminium metal. Perusahaan WEIR Oil and Gas/Mineral merupakan perusahaan engineering untuk mensupport para pelaku perusahaan industry tersebut, dengan menyediakan Equipment- equipment dengan teknologi yang berkelas, diantaranya system pengeboran, wellhead, Rig, Hydraulic Machine Set, Machinery Pump/Kompresor dan Engine Diesel. Disini WEIR khususnya di Saudi Arabia telah berkolaborasi dengan perusahaan pemerintah Saudi yaitu Arabian Metals Company (AMCO) salah satu anak perusahaan dari Olayan group. WEIR telah banyak mensupport dan memfasilitasi Client nya di bidang engineering untk kelancaran operasi produksi. Dalam hal ini salah satu equipment yang sering di handle adalah diesel engine dan Steam turbin, kali ini pembahasan lebih spesifik dengan Diesel Engine Series 3516 Caterpillar pada system turbocharger itu sendiri, perlu diketahui bahwa turbocharger adalah additional part pada engine yang berfungsi meningkatkan kinerja operasi mesin diesel, tentunya adanya efisiensi bahan bakar serta jumlah udara yang terkompresi akan hasil ulang proses dari turbocharger. Hal ini membuat adanya keuntungan juga adanya kerugian pada mesin diesel itu sendiri.

Kata kunci – Kinerja, Turbocharger, Caterpillar, Mesin

Abstract

In today's industrial world, especially the oil & gas and power plant sectors are the major industries that are operating in this world. In the international community especially the Arabian Peninsula or Middle East region has many abundant natural resources such as petroleum, natural gas, petrochemical, nuclear power, saline water, and aluminum metal production. The WEIR Oil and Gas / Mineral company is an engineering company to support the players of the industrial companies, by providing equipment with classy technology, including drilling systems, wellheads, rigs, hydraulic machine sets, machinery pumps / compressors and diesel engines. Here WEIR especially in Saudi Arabia has collaborated with a Saudi government company, the Arabian Metals Company (AMCO), a subsidiary of the Olayan group. WEIR has supported and facilitated many of its clients in the field of engineering for the smooth operation of production. In this case one of the equipment that is often handled is diesel engine and Steam turbine. This time the discussion is more specific with the Diesel Engine Series 3516 Caterpillar, Diesel Engine Series 3516 Caterpillar on the turbocharger system itself, please note that the turbocharger is an additional part on the engine that has the function to improve the operating performance of the diesel engine, of course there is fuel efficiency as well as the amount of compressed air which results from the process of the turbocharger. This makes the benefits and also the disadvantages of the diesel engine itself.

Keywords – Performance, Turbocharger, Caterpillar, Engine

PENDAHULUAN

Pada dasarnya mesin diesel adalah alat transportasi kendaraan sekaligus sebagai sarana penyokong pada dunia industry dan pelayaran perkapalan serta sebagai sarana pendukung mobilitas tetapi tidak sepenuhnya memberi harapan yang positif. Dibalik penggunaan alat dalam bentuk mesin tersebut tersimpan berbagai masalah atau dapat kita sebut ancaman bagi pengguna dan lingkungan. Ancaman yang ditimbulkan alat mesin tersebut cukup beragam dan yang paling menakutkan dan berkepanjangan adalah emisi gas buang dari exhaust hasil pembakaran pada setiap kinerja mesinnya. Mengingat hal tersebut kepedulian dan antisipasi yang ditemukan oleh para pemuka engineer terdahulu serta cendekiawan permesinan di dunia eropa khususnya dan telah mengestimasi dampak dari kinerja mesin diesel tersebut.

Untuk menyikapi hal ini maka dibutuhkan kepedulian konsumen maupun produsen mesin diesel untuk meminimalisir akan adanya ancaman yang ditimbulkan tersebut. Emisi gas buang dari hasil pembakaran setiap mesin pembakaran dalam *Internal Combustion Engine* khususnya mesin diesel mempunyai kadar opasitas yang tinggi. Dalam menyikapi hal ini produsen kendaraan berupaya untuk menyempurnakan konstruksi dan menambahkan sistem penyaringan gas buang hasil pembakaran pada setiap kendaraan atau biasa disebut *catalytic converter*. Selain itu produsen mesin diesel juga memanfaatkan energi atau suplai pemasukan udara saat langkah hisap. Sistem ini dapat disebut sistem induksi paksa atau biasa disebut turbocharger. Selain mempunyai ancaman yang berbahaya disisi lain gas buang hasil dari pembakaran juga dapat dimanfaatkan untuk menambah tenaga mesin diesel. Pada sistem ini tekanan gas buang dari hasil pembakaran dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin yang berada pada saluran pembuangan.

Penelitian ini mengenai Mesin Diesel Generator digunakan untuk kelancaran proses memback up power energy supply listrik di sebagian besar di workshop area. Mesin diesel

ini dilengkapi dengan system turbocharger guna membantu kelancaran produktifitas kinerja mesin diesel tersebut. Tentunya dari sisi lain kinerja turbocharger tentunya ada efisiensi serta parameter mesin yang berubah. Hal ini membuat kinerja mesin diesel diatas kemampuan rata-rata nya dalam menghasilkan tenaga /power. Saat ini dalam proses pengoperasian mesin utama diesel sudah berjalan sesuai standard kebutuhan.

METODE PENELITIAN

Objek penelitian adalah tentang kinerja penggunaan sistem turbocharger pada mesin diesel 3516 series caterpillar, dimana turbocharger tersebut adalah item yang penting untuk menunjang produktifitas kerja mesin selama beroperasi. Tentunya ada parameter-parameter yang harus diperhatikan dalam penggunaan turbocharger tersebut. Jenis penelitian yang digunakan penelitian deskriptif.

Pada Mesin Diesel CAT 3516 sistem turbochager dilengkapi oleh instrument dan sistem keamanan safety devices, seperti blow off valve, relief valve, wastegate, air shutoff valve, throttle valve dan temperature safety device. Semua sistem pendukung ini akan dikonvert dalam bentuk panel digital control pada engine room. Agar menjadi satu acuan dalam parameter-parameter selama mesin diesel beroperasi (running).



Gambar 1 posisi turbocharger pada engine di kiri/kanan atas.

Sumber: CAT 3516 Overview, 2011

Penulis mengumpulkan data yang bersumber dari :

- 1) Data Primer yang diperoleh dari Manual Book Vendor Manufaktur, Record Material list oleh perusahaan dan divisi Maintenance, data yang akurat.
- 2) Data Sekunder yang diperoleh dari pihak internal team Mechanical, seperti condition Monitoring data track record serta pengalaman pribadi dalam mengerjakan alat yang bersangkutan, serta data dari para senior teknisi yang valid.
- 3) Data pendukung lainnya seperti manual drawing material.

Turbocharger adalah sistem pendukung pengoperasian pada mesin diesel (mesin utama) yang bertujuan sebagai penyokong tenaga daya output yang dihasilkan oleh gas buang dari mesin utama itu sendiri. Mesin Diesel CAT 3516 Series ini adalah salah satu equipment penting di area kami untuk memback up power supply listrik sekaligus sebagai equipment emergency yang harus ready stand by 24 jam non stop, sehingga jika ada sesuatu masalah yang terjadi dari segi maintenance harus cepat tanggap untuk menanganinya. Pengumpulan data ini bersifat terbuka, yang artinya melalui interview langsung terhadap para senior teknisi dan memperoleh data-data OEM dari system computer yang ada serta pengalaman pribadi dilapangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Turbocharger merupakan sebuah unit mesin kecil untuk menambah asupan udara yang masuk kedalam silinder dengan memanfaatkan energi gas buang hasil dari pembakaran. Jika sebelumnya udara yang akan dimasukkan kedalam silinder hanya mengandalkan kevakuman yang dibentuk dari pergerakan piston saat bergerak dari TMA ke TMB atau saat langkah hisap, maka dengan turbocharger udara ditekan masuk kedalam silinder menggunakan kompresor yang diputar oleh turbin yang digerakkan oleh tenaga dari gas buang hasil pembakaran. Untuk menghasilkan pembakaran yang sempurna, maka diperlukan tambahan udara yang dialirkan kedalam silinder

sejumlah aliran bahan bakar tertentu. Bila kepekatan udara bertambah sebelum ditambahkan kedalam silinder, seluruh bahan bakar terbakar dan daya mesin akan bertambah. Untuk itu mesin diesel yang dilengkapi dengan turbocharger bertujuan untuk memadatkan udara masuk kedalam silinder mesin. Sehingga daya mesin lebih besar dibandingkan mesin dimensi yang sama.

Pendapat lain mengatakan bahwa prinsip kerja turbocharger adalah proses pembuangan gas buang didalam silinder motor dilakukan oleh piston yang mendorong gas buang hasil pembakaran sehingga gas buang didalam ruang bakar terdorong keluar melalui katup buang menuju saluran exhaust manifold. Gas buang menekan kesuatu roda turbin sehingga menghasilkan putaran. Blower yang dipasang seporos dengan roda turbin menghasilkan putaran akibat terdorong oleh gas sisa hasil pembakaran yang keluar melalui cerobong mesin, sehingga menghasilkan tekanan udara, hembusan udara yang mengakibatkan terjadinya pemadatan udara masuk dengan tekanan diatas satu atmosfer kedalam silinder. Selanjutnya udara yang bertekanan disalurkan ke suction manifold, kemudian masuk kedalam silinder melalui katup masuk.

Prinsip Kerja

Prinsip kerja turbocharger yaitu, pada saat mesin diesel dihidupkan, gas buang yang mengalir keluar melalui exhaust manifold juga akan melalui rotor turbin sebelum ke udara luar atmosfer. Gas buang yang keluar akan memutar turbin sekaligus kompresor karena terhubung dengan satu shaft penghubung. Dengan demikian kompresor menghisap udara luar lewat saringan udara dan menekannya secara paksa ke intake manifold. Peningkatan tekanan udara dalam intake manifold akan diikuti oleh kenaikan temperaturnya, sehingga untuk dapat menambah jumlah (volume) udara yang masuk, dilakukan penurunan temperature udara. Penurunan temperature akan diikuti oleh turunnya tekanan, sehingga kompresor dapat menambah jumlah udara yang masuk kedalam silinder. Penurunan temperature udara dilakukan dengan menggunakan pendingin yang disebut dengan intercooler atau aftercooler tergantung aplikasinya, dalam hal ini menggunakan Aftercooler sebagai media

pendinginya karena kategori pemakaian mesin heavy industry.



Gambar 2. Turbocharger pada 3516 CAT series.

Sumber: CAT Catalogue engine brochure, 2011

Tabel 1 Spesifikasi Turbocharger CAT 3516 series

No. Item	Turbocharger Specification	Description / Value
1	Configuration	Single
2	Design Placed	Parallel
3	Compressor Material	Ceramic
4	Turbine Material	Aluminium
5	Bearing Type	Anti Friction / Radial-Thrust
6	Sealing Type	Deflector
7	Lube Cycle	Recirculation
8	Cooling System	Aftercooler
9	Suction air Compressor	14.5 - 29 Psi / 50 - 100 %
10	Temp Expand Gas Turbine	2200DegC
11	Turbo Model	Cartridge G3516 LE
12	Rated Speed	80.000 - 120.000 Rpm
13	Casing Type	Volutes
14	Limit Turbine Heat Strength	3100DegC
15	Limit Compressor Heat Strength	500 Deg C
16	Rotation End	Clockwise

Sumber: CAT 3516 Overview, 2011

Cara Pengoperasian Turbocharger

1. Turbocharger Dua Tingkat

Jenis ini digunakan untuk meningkatkan batas torsi mesin dan tekanan efektif rata-rata. Beberapa jenis mesin tipe V dan Inline menggunakan dua atau empat turbocharger dan aftercooler (masing-masing satu untuk pipa manifold buang).

Cara kerja:

Udara mengalir dari saringan udara ke rumah kompresor tingkat pertama (low pressure turbocharger), kemudian keluar dari kompresor tingkat pertama dan masuk kompresor tingkat kedua. Setelah udara ditekan pada kompresor tingkat dua maka udara keluar melewati aftercooler menuju pipa hisap silinder. Pada keadaan ini tem peratur udara dikurangi sampai 223°F (106° C) dan tekanan berkisar 204,5 kpa. Gas buang hasil pembakaran memasuki pipa manifold tipe pulsa yang kemudian memasuki rumah turbin tingkat dua. Gas buang kemudian meninggalkan turbin tingkat dua dan memasuki turbin tingkat pertama yang akan menggerakkan roda turbin dengan sisa-sisa energy yang terkandung dalam gas buang. Kemudian gas ini dibuang melalui pipa saluran buang ke atmosfer. Dengan metode ini diperkirakan diperoleh daya tambahan dan torsiya meningkat sampai putaran 700 rpm.

2. Turbocharger Majemuk

Berdasarkan uji coba eksperimental, maka dengan metode ini efisiensi total mesin diesel dapat mencapai 46,5%. Sistem yang mencakup roda turbin dan porosnya dihubungkan ke sebuah kopling fluida. Kemudian turbin ini dihubungkan dengan roda gigi reduksi dan poros outputnya dihubungkan dengan crankshaft.

Cara kerja:

Gas buang menggerakkan roda turbin yang selanjutnya akan menggerakkan kopling fluida yang akan menyebabkan rotor turbin ikut berputar. Perputaran turbin akan menggerakkan roda gigi reduksi yang akan membantu pergerakan crankshaft. Gas buang yang meninggalkan rumah turbin diarahkan ke turbocharger yang akan menggerakkan turbin dan kompresor didalamnya. Akibat pergerakan kompresor maka udara atmosfer akan ditarik ke dalam kompresor dan ditekan melalui aftercooler masuk ke dalam ruang silinder sehingga suhunya senantiasa konstan.

3. Turbocharger Forced Induction

Forced induction adalah proses mengalirkan udara yang dikompresi kepada asupan (intake) mesin yang kemudian digunakan pada pembakaran bahan bakar di ruang bakar

(combustion chamber). Tipe turbocharger ini mampu mencapai kecepatan 90.000 Rpm.

Dalam prakteknya ada tiga metode pengoperasian turbocharger yang dipergunakan untuk memanfaatkan energi yang berguna pada gas buang, yaitu:

1) Turbocharger sistem tekanan konstan (constant pressure system).

Pada sistem turbocharger tekanan konstan ini adalah bertujuan untuk menjaga atau memelihara agar tekanan buang pada motor bakar dalam keadaan konstan dan tekanan yang dihasilkan lebih tinggi dari pada tekanan atmosfer sehingga turbin turbocharger dapat beroperasi secara maksimum. Tujuan pembuatan saluran gas buang yang besar dan lebar adalah untuk meyerap tekanan yang tidak konstan dan oleh karenanya energi kinetik didalam saluran gas buang harus dihilangkan.

2) Turbocharger sistem pulsa (pulse system)
Turbocharger sistem pulsa adalah bertujuan untuk menggunakan energy kinetik didalam proses pembuangan (blowdown) untuk menggerakkan turbin turbocharger, yang secara idealnya tidak ada terjadi peningkatan tekanan gas buang. Untuk mencapai tujuan tersebut saluran buang yang segaris haruslah lebih kecil, dan dikelompokkan untuk menerima gas buang dari silinder yang mana mengalir pada waktu yang berbeda. Perubahan kecepatan dan tekanan stagnasi dari pada turbin adalah tidak kondusif untuk turbin yang berefisiensi tinggi.

3) Turbocharger sistem converter pulsa (pulse-converter system)

Pada Turbocharger sistem converter pulsa ini bertujuan untuk mengubah energi kinetik didalam proses pembuangan menjadi peningkatan tekanan pada turbin dengan membuat satu atau lebih diffuser.

Sistem pelumasan pada turbocharger pada umumnya berasal dari mesin utamanya (engine) sendiri. Setelah oli pelumas (lube oil) melakukan pelumasan pada engine, oli pelumas menuju ke sistem turbocharger melalui tubing-tubing yang sudah didesign, kemudian mengalir ke area bearing (journal & thrust), setelah melakukan pelumasan di area

turbocharger kemudian oli pelumas akan menuju kembali ke return line bak oli.

Sistem pelumasan ini bersifat circulating dan crucial. Disamping sebagai pelumas, oli ini berfungsi sebagai pendingin, sealing, dan pencegah korosi pada bearing itu sendiri. Jenis pelumas atau oli pada turbocharger adalah sama dengan oli engine, yakni SAE 15 40W. Karena sama dengan oli mesin, agar turbocharger keawetannya bisa terjaga, oli mesin wajib diganti secara berkala sesuai panduan running hours nya. Penggunaan oli mesin pun diusahakan mempunyai SAE sesuai standar mesin dengan skala heavy industry dan temperature.

Pada umumnya proses pembakaran suatu mesin ialah murni tanpa turbocharger yaitu hanya memanfaatkan asupan udara dari atmosfer yang dihisap langsung oleh piston dan kemudian masuk ke ruang pembakaran bersamaan bahan bakar kemudian terbakar dan mengasilkan tenaga untuk memutar flywheel kemudian mesin pun beroperasi sebagaimana mestinya. Hanya saja tenaga yang dihasilkan tidak begitu besar, hal ini mendorong pemakaian sistem turbocharger di perlukan. Di dalam performa mesin diesel hal yang dicari bukanlah peningkatan kecepatan (Rpm) melainkan daya output yang dihasilkan yaitu Horse Power (HP) maka dari itu perlunya turbocharger untuk meningkatkan performa mesin. Tentu saja hal ini dapat mempengaruhi nilai BHP (Break Horse Power) pada mesin diesel. Berikut langkah siklus proses pembakaran pada mesin diesel:

1. Langkah Hisap (suction/intake stroke).

Pada langkah ini piston bergerak dari titik mati atas menuju titik mati bawah. Katup hisap terbuka sehingga akibat kevakuman yang terjadi dari ekspansi volume pada ruang bakar maka udara dari luar dapat masuk ke dalam ruang bakar melalui katup hisap yang terbuka. Pada mesin diesel ini yang dilengkapi dengan turbocharger maka udara yang masuk ke ruang bakar akan lebih banyak lagi dikarenakan adanya dorongan dari sisi tekan rotor kompresor pada turbocharger.

2. Langkah Kompresi (compression stroke).

Setelah piston mencapai titik mati bawah maka arah piston akan berbalik menuju kembali ke titik mati atas, hanya saja pada

langkah ini tidak ada katup yang membuka. Sebagai akibat dari mengecilnya volume ruang bakar maka udara yang ada di dalam ruang bakar menjadi terkompresi. Dengan maksimal kompresi rasio yang berkisar 13 : 5 maka pengkompresian udara pada ruang bakar akan menghasilkan panas kompresi (heat compression) yang tinggi (kurang lebih berkisar 1000 oF). Seiring dengan penambahan kapasitas serta volume udara yang di hasilkan turbocharger bertambah pula asupan bahan bakar yang akan di injeksikan ke dalam ruang pembakaran selama proses pembakaran berlangsung. Beberapa derajat sebelum piston mencapai titik mati atas bahan bakar solar di-injeksikan melalui nozle ke dalam ruang bakar, penginjeksiannya harus menggunakan tekanan yang tinggi sehingga solar yang di semprotkan ke dalam ruang bakar berubah menjadi butiran-butiran cairan solar yang sangat halus seperti kabut. Pada saat solar disemprotkan maka campuran antara solar dan udara di dalam ruang bakar mulai terbakar akibat terkena panas yang dihasilkan oleh heat compression.

3.Langkah Tenaga (power stroke)

Proses pembakaran campuran solar dan udara terus berlangsung sampai piston mencapai titik mati atas dan selanjutnya kembali berubah arah kembali menuju titik mati bawah. Beberapa derajat (+ 10o) setelah melewati titik mati atas maka pembakaran yang terjadi telah sempurna sehingga dihasilkan ledakan yang tekanan ekspansinya memaksa piston untuk terus bergerak menuju titik mati bawah.

4.Langkah Pembuangan (exhaust stroke)

Setelah energi ledakan panas pada langkah power telah berubah bentuk menjadi energi mekanis maka sisa proses pembakaran yang ada harus dibuang. Proses ini terjadi ketika piston bergerak dari titik mati bawah menuju titik mati atas dengan kondisi katup buang membuka. Gas sisa hasil pembakaran di dorong keluar oleh piston melalui katup buang. Selanjutnya gas buang tadi di alirkan ke turbocharger kemudian dimanfaatkan untuk memutar sudu-sudu turbin pada rotor turbin.

Parameter perhitungan mesin diesel yang dilengkapi turbocharger

Total volume langkah piston pada cat 3516

$$VL = 3.14/4 \times D \times L \times N$$

$$VL = 3.14/4 \times 170 \times 190 \times 16 = 405,688 \text{ mm}^3$$

Keterangan:

VL = Volume Langkah Piston

3.14 = phi

D = Diameter lingkaran silinder (bore).

L = Panjang Langkah Piston (stroke).

N = Jumlah silinder pada mesin

Total konsumsi bahan bakar diesel pada titik Rated RPM 1500

Dalam pengoperasian mesin diesel generator memiliki prosedur operasi dengan jadwal tetap / planned schedule yaitu setiap seminggu dua kali (Rabu dan Minggu) mesin diesel harus di operasikan dan dibebankan pada titik RPM 1500. Dengan tujuan mengetahui kinerja performansi mesin diesel selama posisi standby (Emergency Only).

Berikut perhitungan dilapangan :

Jadwal tetap : Rabu dan Minggu jika sebulan maka menjadi delapan kali waktu pengoperasian dengan kurun waktu satu jam perhari nya.

1 hari = 1 jam = 7,2 gallon (us) = 26,64 liter per/jam

26,64 x 8 (Rabu & Minggu dalam sebulan) = 213,12 liter

Dengan adanya sistem turbocharger, maka konsumsi bahan bakar meningkat 10% pemakaian menjadi 29,30 liter.

29,30 x 8 = 234,43 liter

Disimpulkan efisiensi bahan bakar masih terbilang normal dan tidak boros.

3.Total volume udara terkompresi dengan sistem turbocharger

14.5 psi (dari turbocharger) x D x L = 14.5 x 170 x 190 = 468,360 mm³ per/silinder

468,360 x 16 = 7,493.76 mm³

Meningkatnya bahan bakar 10% karena turbocharger mengambil udara lebih untuk di kompresikan ke ruang pembakar kemudian dibakar dengan tujuan menaikkan output tenaga atau HP/BHP dan torsi pada mesin

diesel, karena semakin banyak supply udara masuk semakin banyak pula asupan bahan bakar diperlukan, jika salah satu tidak seimbang maka akan mengakibatkan mesin hunting, knocking serta beban generator yang tidak stabil.

4. Perhitungan jam operasional / Running Hours untuk pemeriksaan perawatan secara korektif / corrective maintenance.

Perlunya corrective maintenance untuk memeriksa serta mengganti komponen jika adanya komponen turbocharger yang abnormal. Running Hours dilihat dari berapa lama mesin diesel beroperasi. Dalam manual book maintenance untuk running hours harus 8000 jam operasional agar bisa melakukan corrective maintenance pada sistem turbocharger dan mesin utama / engine.

5. Besar HP (Horse Power) pada mesin diesel. HP horse power atau daya adalah tenaga yang dikeluarkan oleh mesin diesel / engine, untuk mesin diesel yang dilengkapi sistem turbocharger pasti mengalami kenaikan signifikan yang sangat menguntungkan operasional kinerja mesin.

$HP = (\text{Torque} \times \text{RPM}) / 5252$ (ketetapan konstanta)

$$HP = (4,745 \times 1500) / 5252 = 1,355 \text{ HP}$$

Minimum atau kondisi normal HP yang didapat oleh engine CAT 3516 ini adalah 1,355 HP dengan ditambahkan sistem turbocharger HP dapat meningkat hingga 2,095 HP pada titik 1,500 Rpm. Dalam hal ini Turbocharger tidak meningkatkan ratio kecepatan/speed pada engine.

6. Rata-rata HP yang dihasilkan oleh engine dengan sistem turbocharger.

$$\text{Nilai} = (1,355 + 2,095) / 2 = 1,725 \text{ HP}$$

Keuntungan Pemakaian Turbocharger

- 1) Peningkatan kekuatan untuk rasio skala besar.
- 2) Mengurangi kebisingan mesin
- 3) Bahan Bakar Ekonomis.
- 4) Pengurangan Asap Buang.
- 5) Membantu dalam meredam gas buang
- 6) Efisiensi engine dapat dinaikkan.

- 7) Dapat bekerja ditempat yang mempunyai ketinggian.
- 8) Turbocharger tak menyerap tenaga dari shaft utama pada engine

KESIMPULAN

Pada series sistem (mesin) turbocharger ini, memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan series 3400, 3406, 3408 dan 3412. Keunggulannya yaitu, mampu mencapai rated speed hingga 120.000 Rpm pada torsi tertinggi engine atau titik maksimum HP di 1500 Rpm engine. Hasilnya dapat meningkatkan output power serta HP hingga 50% pada kinerja engine saat beroperasi.

Turbocharger adalah suatu unit tambahan yang dipasangkan pada engine (Mesin Diesel) yang bertujuan meningkatkan performance, acceleration, serta menambah daya output yang dikeluarkan kemudian diteruskan untuk load/beban. Sistem turbocharger adalah komponen mesin yang merupakan penyempurnaan teknologi untuk memperbaiki dari siklus pembakaran pada mesin pembakaran dalam. Dengan adanya sistem turbocharger ini dipastikan proses pembakaran mesin akan lebih sempurna, karena dengan ditambahkan sistem ini udara yang memasuki ruang bakar akan lebih banyak dibandingkan dengan mesin tanpa turbocharger.

Adanya penambahan kadar oksigen tersebut maka proses pembakaran akan lebih sempurna dan meningkatkan daya atau tenaga yang dihasilkan. Selain itu dengan adanya sistem turbocharger ini sisa bahan bakar yang tidak terbakar atau yang biasa disebut HC akan berkurang karena bahan bakar akan mudah untuk mencari oksigen saat pembakaran sehingga gas buang yang dihasilkan tidak banyak mengandung asap hitam.

Sistem turbocharger ini juga dapat mengurangi daya panas yang dihasilkan dari pembakaran karena sebagian panas yang dikeluarkan oleh mesin akan keluar melalui saluran pembuangan dan akan dimanfaatkan untuk menggerakkan turbin yang terhubung dengan

kompresor sehingga dapat pula meredam bunyi yang timbul akibat ledakan saat pembakaran. Sistem turbocharger pada engine memiliki beberapa komponen utama dan sistem pendukung untuk menunjang performansi kinerja turbocharger itu sendiri.

CAT 3516, 2011, Series Overview Design, United States.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada keluarga, rekan , dan mereka yang telah memberi dukungan terhadap penelitian ini. Kepada perusahaan , serta keluarga yang turut memberikan dukungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar,W, “Motor Bakar Torak”, Cetakan Ketiga, Penerbit ITB Bandung, 1988.
- Arismunandar,W, “Motor Diesel Putaran Tinggi”, Cetakan Kelima, Penerbit PY Pradnya Paramita, Jakarta, 1988.
- Petrovsky, N, “Marine Internal Combustion Engine”, Mir Publisher, Moscow, 1988.
- Edward F. Obert, “Internal Combustion Engines”, third edition, Scranton,1968
- Meherwan P Boyce, “Gas Turbin Engineering Hanbook, second edition”.
- Bernard Challen dan Rodica, ” Diesel Engine Reference Book”. 2nd edition, Jordan Hill, Oxford, 1999.
- Maleev.DR,A.M, 1995. *Operasi Dan Pemeliharaan Mesin Diesel*. Erlangga, Jakarta.
- Ganesan V, 1994, Internal Combustion Engine, Jakarta.
- Caterpillar 3516, 2004, Series Manual Book, United States.
- Caterpillar 3516 series, 2004, Specification Catalogue part, United States.