

ANALISA PERFORMANSI *ENGINE* CATERPILLAR MODEL 3176 SETELAH PROSES *OVERHOULE*

Rendi Septian Meru¹, Puji Saksono²

Abstraksi

Dalam memenuhi target produksi di perusahaan yang menggunakan unit alat berat, maka unit tersebut harus selalu dalam kondisi yang baik. Oleh karena itu perawatan *engine* sangat di perlukan agar performansi unit selalu terjaga maksimal. Penelitian dilakukan di PT Trakindo Utama Samarinda yang merupakan perusahaan yang bergerak dibidang sales dealer dan service merk Caterpillar. Adapun peralatan uji *engine* menggunakan *Dynotest* dan peralatan instrumen tambahan. Berdasarkan analisa hasil pengujian performansi *engine* Caterpillar model 3176 setelah dilakukan proses *overhoule* pada pemakaian 20.000 jam, didapatkan nilai torsi maksimal sebesar 688 Lb.ft, daya sebesar 265,39 PS serta nilai tekanan efektif rata-rata (BMEP) sebesar 11,6 kg/cm² pada putaran mesin 1.998 rpm.

Kata Kunci : BMEP, Daya, *Overhoule*, Putaran *Engine*, Torsi

PENDAHULUAN

Saat ini banyak perusahaan yang menawarkan produk alat berat dengan berbagai macam tipe. Salah satu perusahaan penyalur (*dealer*) produk alat berat merk Caterpillar yaitu PT Trakindo Utama. Berbagai macam produk Caterpillar yang ditawarkan kepada konsumen salah satunya adalah *motor grader*. Unit alat berat ini sering di gunakan di areal pertambangan untuk meratakan permukaan tanah yang dilintasi truk muatan hasil tambang, perkebunan serta berbagai sektor lainnya.

Caterpillar memproduksi *motor grader* dengan beberapa jenis seperti 16M, 14M, 14H. Tipe 14H paling sering digunakan karena menggunakan sistem semi elektronik, sehingga lebih mudah untuk melakukan perawatan. *Motor Grader* tipe 14H menggunakan *engine* Caterpillar model 3176 dengan desain 6 silinder dan spesifikasi daya sebesar 257 HP. *Engine* tersebut memiliki konstruksi yang kecil tetapi memiliki daya yang cukup besar.

Untuk memenuhi target produksi, setiap unit harus selalu dalam kondisi siap pakai. Oleh karena itu perawatan *engine* sangat di perlukan agar unit selalu dalam performansi yang baik ketika digunakan serta dapat bekerja secara maksimal.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul Analisa Performansi *Engine* Caterpillar Model 3176 Setelah Proses *Overhoule*.

Adapun perumusan masalah dalam penelitian ini adalah seberapa besar performansi *engine* Caterpillar 3176 setelah dilakukan proses *overhoule* pada pemakaian 20.000 jam.

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa seberapa besar performansi (torsi, daya dan BMEP) dari *engine* Caterpillar 3176 akibat dari perubahan putaran *engine* setelah dilakukan proses *overhoule* pada pemakaian 20.000 jam.

¹ Alumni Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

² Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan.

KAJIAN PUSTAKA

Definisi *Overhaul*

Proses memulihkan dan memelihara peralatan, *engine*, atau sistem dalam kondisi siap pakai. *Overhaul* melibatkan pembongkaran sebagian atau keseluruhan, pemeriksaan untuk mendeteksi rusak, cacat, atau bagian aus, memperbaiki atau mengganti bagian tersebut dan merakit kembali, pengujian, dan untuk mengembalikan performansi ke tingkat operasi penuh.

Perhitungan Kemampuan Daya *Engine*

Tenaga *engine* ditandai dengan adanya gaya dan *speed*. Tenaga *engine* dapat diuraikan dengan persamaan :

Tenaga *engine* = Gaya Putar x Kecepatan Putar

Gaya putar = Torsi (Lb.ft) x Putaran *engine* (rpm).

Pada umumnya satuan daya *engine* adalah HP (*Horse Power*) atau PS (*Pferde Starke*).

Istilah Pada Tenaga Keluaran *Engine*

Torque (momen puntir atau torsi) adalah gaya puntir. *Crankshaft* membuat *torque* menjadi gaya di *flywheel*, *torque converter* atau bagian mekanis lainnya untuk berputar. *Torque* juga merupakan ukuran kapasitas pembebanan dari *engine*.

Rumusan dari torsi adalah :

$$Torsi = \frac{5252 \cdot Daya}{Putaran Engine}$$

Keterangan :

Torsi = *Torque* (Lb.ft)

Daya = *Horse power* (HP)

Putaran *engine* = *Engine Speed* (rpm)

Horsepower adalah satuan tenaga yang dihasilkan oleh *engine* per satuan waktu atau kemampuan melakukan kerja. Untuk menghitung *horse power* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Daya = \frac{Torsi \cdot Putaran Engine}{5252}$$

Keterangan :

Daya = *Horse power* (HP)

Torsi = *Torque* (Lb.ft)

Putaran *engine* = *Engine Speed* (rpm)

Tekanan efektif rata-rata (*Brake mean effective pressure*) atau sering di singkat BMEP didefinisikan sebagai tekanan teoritis (konstan), yang apabila mendorong torak sepanjang langkah kerja dari motor dapat menghasilkan tenaga (tenaga poros).

$$BMEP = \frac{Kerja per siklus}{Volume langkah piston} = \frac{W per siklus}{V_L}$$

Keterangan :

BMEP : Tekanan Efektif rata-rata (kg/cm²)

V_L : Volume Langkah Torak (cm³)

W : Kerja, sehingga :

Kerja per siklus = tekanan rata-rata x V_L.

Dengan demikian daya yang dihasilkan oleh motor bakar torak dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$N = \frac{BMEP \cdot V_L \cdot Z \cdot n \cdot a}{450000}$$

$$BMEP = \frac{450000 \cdot N}{V_L \cdot Z \cdot n \cdot a}$$

Dimana :

N = Daya motor (P)

BMEP = Tekanan efektif rata-rata (kg/cm²)

- V_L =Luas langkah *piston* (cm²)
- Z =Jumlah silinder
- N =Jumlah putaran poros engkol per menit (rpm)
- A =Jumlah siklus per putaran
- 1 =Untuk motor bakar 2 langkah
- 1/2 =Untuk motor bakar 4 langkah
- d =Luas penampang *piston* (cm²)
- L =Langkah *piston* (cm)

METODOLOGI

Tempat dan Waktu Penelitian

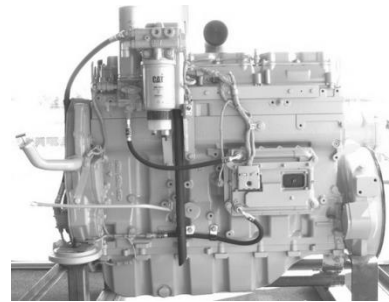
Penelitian dilakukan di *workshop engine section* PT Trakindo Utama Samarinda. Waktu penelitian pada bulan Januari s/d Juni 2012.

Bahan dan alat

1. *Engine* yang digunakan adalah *engine* Caterpillar model 3176.

Tabel 1. Spesifikasi *Engine*

| | |
|---|--------------------|
| <i>Corr Full Load Power</i> | 257 HP |
| <i>Bore Diameter For Cylinder Liner</i> | 125,037 ± 0.037 mm |
| <i>Full Load Speed</i> | 2.000 rpm |
| <i>High Idle Speed</i> | 2.100 rpm |
| <i>Low Idle Speed</i> | 800 rpm |
| <i>Boost Pressure</i> | 20,5 Psi |
| <i>Inlet Fuel Temperature</i> | 30° C |
| <i>Fuel Pressure</i> | 97 Psi |
| <i>Corrected Fuel Rate</i> | 13,3 Galon/Hour |
| <i>Temperature Jacket Water</i> | 88° C |
| <i>Oil Pressure</i> | 47,3 Psi |
| <i>Oil Pressure Low Idle</i> | 20,6 Psi |
| <i>Compression Ratio</i> | 16,0 : 1 |
| <i>Number of Cylinder</i> | 6 |



Gambar 1. *Engine* Caterpillar model 3176

2. *Dinamometer* atau *dynotest*, adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur torsi dan daya yang dihasilkan dari suatu mesin atau alat yang berputar. *Dinamometer* memberikan data yang terbaca dalam satuan daya kuda atau *horsepower*.



Gambar 2. *Taylor Dynamometer*

Sensor yang dipasang pada *engine*, meliputi: *Oil pressure and temperature*, *Fuel pressure and temperature*, *Fuel restriction*, *Coolant pressure and temperature*, *Air inlet restriction and temperature*, *Intake manifold pressure*, dan *Exhaust temperature and restriction*.

Instrumen yang dipasang pada ruang *Dynotest*, meliputi : *Oil pressure gauge* (mengukur tekanan oli pada *engine*), *Coolant temperature gauge* (mengukur suhu air pendingin pada *engine*), *Coolant flow meter* (mengukur debit air pendingin yang masuk ke *engine*).

Langkah-langkah Penelitian

1. Pemasangan *engine* ke *stand* khusus *Dynamometer Test Bench*.
2. Permasangan semua instrumen tambahan yang ada di *Dynamometer*.
3. Pengujian *engine* dengan pembebanan sesuai *standard operating prosedur* (SOP).

Variabel dalam penelitian

1. Variabel bebas, meliputi : putaran *engine* (rpm).
2. Variabel terikat, meliputi :
 - Daya *engine* (HP)
 - Torsi *engine* (Lb.ft)
 - BMEP (kg/cm²)
3. Variabel kontrol, meliputi : suhu air pendingin radiator (87° C)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa dan Pembahasan Data Penelitian

Berdasarkan tabel data hasil rekaman *dynotest* di atas pada test performansi *engine* Caterpillar model 3176, menunjukkan bahwa saat *engine* berjalan dari 0 detik hingga 8.867 detik, *dynotest* membaca dan merekam performansi mesin Caterpillar model 3176 terkait dengan putaran mesin dalam satuan rpm dan torsi dalam satuan Lb.ft. Dari hasil pembacaan pada *monitor control* alat *dynotest* bahwa dari 0 detik sampai dengan 8867 detik, putaran *engine* (rpm) mempengaruhi kenaikan torsi untuk tiap rentang detik pada saat di lakukan pengujian. Dari tabel tersebut diamati, bahwa pada saat mesin beroperasi di detik ke 7940 putaran mesin mengalami penurunan dari putaran mesin 2099 rpm menjadi 1997 rpm, hal ini

menunjukkan bahwa putaran *engine* telah mencapai *Full Load* rpm, dimana mesin menghasilkan daya yang maksimal sehingga terjadi penurunan rpm pada nilai yang telah ditetapkan pada spesifikasi *engine* tersebut.

Tabel 2. Data Hasil Rekaman *Dynotest*

| No | Waktu (Detik) | Putaran <i>engine</i> (rpm) | Torsi (Lb.ft) |
|----|---------------|-----------------------------|---------------|
| 1 | 0 | 2099 | 0 |
| 2 | 3974 | 2098 | 8 |
| 3 | 4034 | 2100 | 21 |
| 4 | 6005 | 2099 | 15 |
| 5 | 6066 | 2096 | 79 |
| 6 | 6125 | 2101 | 95 |
| 7 | 6560 | 2099 | 124 |
| 8 | 6620 | 2094 | 130 |
| 9 | 6680 | 2101 | 153 |
| 10 | 6740 | 2096 | 156 |
| 11 | 6800 | 2102 | 159 |
| 12 | 6860 | 2101 | 147 |
| 13 | 6920 | 2099 | 192 |
| 14 | 6980 | 2099 | 198 |
| 15 | 7040 | 2096 | 262 |
| 16 | 7100 | 2099 | 315 |
| 17 | 7160 | 2100 | 318 |
| 18 | 7220 | 2101 | 319 |
| 19 | 7280 | 2101 | 329 |
| 20 | 7340 | 2099 | 398 |
| 21 | 7400 | 2097 | 427 |
| 22 | 7460 | 2099 | 480 |
| 23 | 7520 | 2100 | 486 |
| 24 | 7580 | 2096 | 482 |
| 25 | 7640 | 2101 | 495 |
| 26 | 7700 | 2099 | 492 |
| 27 | 7760 | 2098 | 494 |
| 28 | 7820 | 2101 | 489 |
| 29 | 7880 | 2099 | 562 |
| 30 | 7940 | 1997 | 641 |
| 31 | 8090 | 2005 | 686 |
| 32 | 8176 | 2005 | 672 |
| 33 | 8227 | 2002 | 680 |
| 34 | 8267 | 1992 | 676 |
| 35 | 8307 | 1998 | 688 |
| 36 | 8347 | 1997 | 679 |
| 37 | 8387 | 2002 | 683 |
| 38 | 8427 | 2000 | 678 |
| 39 | 8467 | 1998 | 679 |
| 40 | 8507 | 2002 | 674 |
| 41 | 8538 | 2001 | 665 |
| 42 | 8547 | 2002 | 668 |
| 43 | 8587 | 2003 | 664 |
| 44 | 8627 | 1998 | 674 |
| 45 | 8687 | 2002 | 670 |
| 46 | 8687 | 2002 | 671 |
| 47 | 8707 | 2002 | 683 |
| 48 | 8747 | 1997 | 675 |
| 49 | 8847 | 2111 | 400 |
| 50 | 8867 | 2104 | 94 |

Tabel 3. Hasil Perhitungan Daya, Torsi Dan Tekanan Efektif Rata-Rata (BMEP=Brake Mean Effective Pressure)

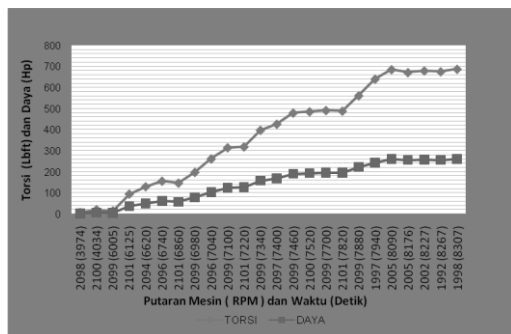
| No | Waktu (Detik) | Putaran engine (rpm) | Torsi (Lb.ft) | Daya (PS) | BMEP (Kg/cm ²) |
|----|---------------|----------------------|---------------|-----------|----------------------------|
| 1 | 3974 | 2098 | 8 | 3,24 | 0,13 |
| 2 | 4034 | 2100 | 21 | 8,52 | 0,35 |
| 3 | 6005 | 2100 | 15 | 6,08 | 0,25 |
| 4 | 6125 | 2101 | 95 | 38,53 | 1,60 |
| 5 | 6620 | 2094 | 130 | 52,56 | 2,19 |
| 6 | 6740 | 2096 | 156 | 63,13 | 2,63 |
| 7 | 6860 | 2101 | 147 | 59,63 | 2,48 |
| 8 | 6980 | 2099 | 198 | 80,24 | 3,34 |
| 9 | 7040 | 2096 | 262 | 106,02 | 4,42 |
| 10 | 7100 | 2099 | 315 | 127,65 | 5,31 |
| 11 | 7220 | 2101 | 319 | 129,40 | 5,38 |
| 12 | 7340 | 2099 | 398 | 161,29 | 6,71 |
| 13 | 7400 | 2097 | 427 | 172,88 | 7,20 |
| 14 | 7460 | 2099 | 480 | 194,53 | 8,09 |
| 15 | 7520 | 2100 | 486 | 197,05 | 8,19 |
| 16 | 7700 | 2099 | 492 | 199,38 | 8,29 |
| 17 | 7820 | 2101 | 489 | 198,36 | 8,24 |
| 18 | 7880 | 2099 | 562 | 227,75 | 9,47 |
| 19 | 7940 | 1997 | 641 | 247,14 | 10,81 |
| 20 | 8090 | 2005 | 686 | 265,56 | 11,57 |
| 21 | 8176 | 2005 | 672 | 260,13 | 11,33 |
| 22 | 8227 | 2002 | 680 | 262,84 | 11,46 |
| 23 | 8267 | 1992 | 676 | 259,99 | 11,40 |
| 24 | 8307 | 1998 | 688 | 265,39 | 11,60 |

yang meningkat menghasilkan daya motor (PS) dengan nilai capaian bervariasi terhadap tekanan efektif rata-rata (BMEP), berdasarkan perhitungan untuk putaran dengan daya dan BMEP yang dihasilkan maksimal pada Torsi 688 Lb.ft dengan daya motor sebesar 265,39 PS pada tekanan efektif rata-rata (BMEP) sebesar 11,60 Kg/cm², menunjukkan nilai putaran engine yang bervariasi mempengaruhi nilai output performansi dari mesin model 3176 pada saat dilakukan pengujian menggunakan alat Taylor Dynamometer kapasitas 400 HP.

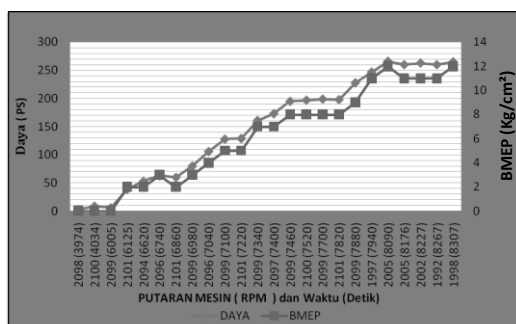
SIMPULAN

Berdasarkan analisa di atas didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Tiap perubahan putaran mesin yang terjadi pada saat uji performansi engine Caterpillar model 3176 dapat mempengaruhi nilai daya yang di hasilkan oleh mesin tersebut. Begitu juga sebaliknya apabila saat putaran engine diturunkan maka konsumsi bahan bakar menjadi rendah sehingga tekanan yang ada dalam ruang bakar pun menjadi rendah yang berakibat daya yang di hasilkan menjadi berkurang.
2. Pada pengujian performansi di dapatkan torsi maksimal sebesar 688 Lb.ft dengan nilai daya sebesar 265,39 PS serta nilai tekanan efektif rata-rata (BMEP) sebesar 11,6 kg/cm² pada putaran mesin 1998 rpm masih sesuai dengan nilai spesifikasi performansi engine hasil dari proses overhoule tersebut.



Gambar 3. Grafik Putaran Engine Dan Waktu Vs Torsi Dan Daya



Gambar 4. Grafik Putaran Engine Dan Waktu Vs Daya Dan BMEP

Sehubungan dengan tabel dan gambar di atas, didapatkan bahwa putaran engine

DAFTAR PUSTAKA

- Arismunandar, W. & Tsuda , Koichi, 2004, **Motor Diesel Putaran Tinggi**, PT.Pradnya Paranta, Jakarta.
- Arismunandar, W., 1994, **Penggerak Mula Motor Bakar Torak**, Ganesha ITB Bandung.
- Trakindo Utama. PT, 2012, **Caterpillar Service Information System**.
- Trakindo Utama. PT, 2013, **Dasar-Dasar Engine Diesel**, Training Centre, Jakarta.
- Trakindo Utama. PT, 2010, **Operation Maintenance And Manual Book Motor Grader 14H**, Book Company.
- Trakindo Utama. PT, 2010, **Part Book And Service Manual Caterpillar Engine 3176**, Book Company.
- Willard W. Pulkrabek, 2000, **Engineering Fundamentals Of The Internal Combustion Engine (Second Edition)**, Prentice Hall, New Jersey.