

PENGUJIAN DAN PERHITUNGAN PERFORMA MESIN KOMATSU SA12V140-1 SETELAH PROSES *REMANUFACTURING*

Hendro Purwono^{1*} dan Thomas Djunaedi²

¹Jurusan D3 Perawatan Alat Berat, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jalan Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta Pusat, Indonesia

²Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jakarta
Jalan Cempaka Putih Tengah 27, Jakarta Pusat, Indonesia

*email : hendro.purwono2013@gmail.com

ABSTRAK

Preventive maintenance adalah suatu perawatan terencana yang dilakukan untuk menjaga performance mesin sedangkan *Corrective Maintenance* adalah suatu proses perawatan berupa perbaikan jika terjadinya kerusakan. Salah satu aspek dalam *preventive maintenance* adalah melakukan *schedule overhaul*. *Overhaul* adalah suatu proses peremajaan alat atau komponen sebagai upaya untuk mengembalikan kondisi performa alat atau komponen seperti kondisi semula sesuai standar pabrik. *Overhaul* mesin adalah proses *remanufacturing*, dimana terdiri dari beberapa sub-sub pekerjaan utama seperti inspeksi, pembongkaran, pengukuran, perakitan, dan pengetesan. Tujuan penelitian yang dilakukan di PT Universal Tekno Reksajaya Jakarta ini adalah menganalisa performa mesin komatsu SA12V140-1 yang meliputi *power* dan torsi dan besarnya biaya setelah dilakukan proses *remanufacturing* atau *overhaul maintenance*. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen berupa pengambilan data dari hasil pengujian mesin. Hasil pengujian mesin menunjukkan bahwa sebelum dilakukan *remanufacturing* terjadinya penurunan sebesar 15% dari *power* standar dan 12,89% sementara setelah dilakukannya *remanufacturing* terjadi penyimpangan naik mencapai 3,24% dari *power* standar dan 0,12% dari torsi standar serta biaya yang timbul setelah dilakukannya *overhaul* masuk dalam kategori normal dan cenderung ekonomis, yaitu: 31% dari harga mesin baru.

Kata Kunci: Mesin Komatsu SA12V140-1, *Preventive Maintenance*, *Remanufacturing*.

1. PENDAHULUAN

Proses *Maintenance* (Perawatan) diklasifikasikan menjadi 2 bagian, yaitu *Preventive Maintenance* dan *Corrective Maintenance*. *Preventive Maintenance* adalah suatu perawatan terencana yang dilakukan untuk menjaga performa mesin itu sendiri sedangkan *Corrective Maintenance* adalah suatu proses perawatan yang dilakukan setelah terjadinya kerusakan dengan cara memperbaikinya.

Salah satu aspek dalam *Preventive Maintenance* adalah melakukan *schedule overhaul*. *Overhaul* adalah suatu proses peremajaan alat atau komponen sebagai upaya untuk mengembalikan kondisi

performa alat atau komponen seperti kondisi semula sesuai standar pabrik.

Salah satu komponen dan termasuk ke dalam major komponen (*Big Component*) dan sering dilakukan proses *overhaul* (*remanufacture*) adalah mesin. *Remanufacture* terdiri dari beberapa sub-sub pekerjaan utama seperti inspeksi, pembongkaran, pengukuran, perakitan, dan pengetesan. Mulai dari proses inspeksi hingga pengetesan tidak selalu berjalan mulus. Seringkali dalam proses pengetesan mesin, hasil yang didapatkan masih belum mencapai performa standar sehingga akan dilakukan pembahasan proses *remanufacture* dan proses pengujian sekaligus memastikan apakah *remanufacture* adalah langkah *maintenance* yang ekonomis.

Penelitian yang dilakukan di PT Universal Tekno Reksajaya Jakarta ini akan menganalisa performa mesin dan besarnya biaya setelah dilakukan proses *remanufacturing* atau *overhaul maintenance*.

2. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang digunakan adalah metode eksperimen, pengambilan data berdasarkan hasil pengujian mesin sebelum dan sesudah dilakukan proses *remanufacture* dengan bantuan *check sheet overhaul*. Parameter unjuk kerja yang diamati adalah torsi dan *power* pada mesin Komatsu SA12V140-1.

Alat dan bahan yang digunakan pada pengujian ini berupa mesin Komatsu SA12V140-1, tes mesin dynamometer Taylor DX38, alat ukur temperatur, kelembaban dan tekanan atmosfer.



Gambar 1. Mesin Komatsu SA12V140-1 Untuk Pengujian



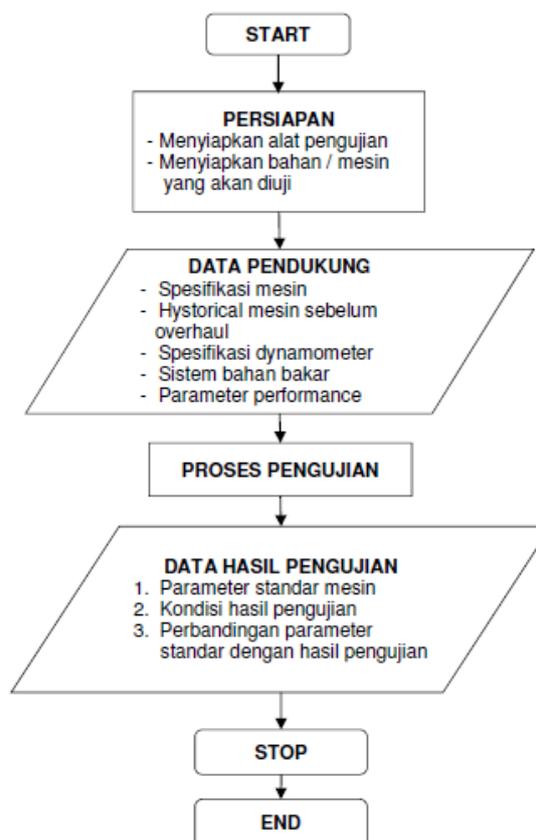
Gambar 2. Dynamometer Taylor DX38



Gambar 3. Thermometer, Hygrometer dan Barometer

Pengujian dilakukan di PT. Universal Tekno Reksajaya, plant Jakarta. Pengujian dilakukan pada tanggal 05 Juni 2011 dengan temperatur 32°C, kelembaban 52% dan tekanan atmosfer 760,9mmHg pada mesin Komatsu SA12V140-1 sebelum dilakukan *remanufacture* dan 16 November 2011 dengan temperatur 32°C, kelembaban 40% dan tekanan atmosfer 760,9mmHg pada mesin yang sama setelah dilakukan *remanufacturing*.

Diagram alir pengujian mesin sebelum dan setelah dilakukan *remanufacture* adalah sama, terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Diagram Alir Pengujian

Terdapat 4 langkah atau tahap yang harus dilakukan untuk pengujian mesin Komatsu SA12V140-1, yaitu:

1. Persiapan testing (*preparation*)
2. Pengetesan putaran mesin (*running test*)
3. Pengetesan dengan memberi beban pada mesin (*load test*)
4. Pemeriksaan setelah dilakukan pengetesan (*after test / final inspection*)

Persiapan yang dilakukan adalah menyiapkan benda yang akan diuji dan melakukan pemeriksaan sebelum menghidupkan mesin (*check before starting engine*).

Setelah dilakukan persiapan untuk pengujian mesin, maka dilanjutkan dengan pengetesan putaran mesin seperti terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Pemasangan Mesin Pada Dynamometer

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengetesan putaran mesin sebagai berikut :

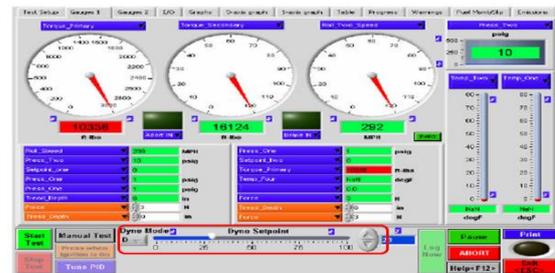
1. Menghidupkan mesin dalam kondisi *low idle* selama kurang lebih lima menit.
2. Memeriksa kebocoran oli, *fuel*, *coolant* dan udara selama mesin hidup secara visual.
3. Jika terjadi abnormal *noise*, maka pengujian dihentikan dan dilakukan *adjustment valve* atau dilakukan pemeriksaan sumber *noise*.
4. Selanjutnya dilakukan pembebanan secara bertahap dengan putaran mesin secara bertahap dalam waktu tertentu, seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Langkah Prosedur *Running Test*

Item	Procedure						
	1	2	3	4	5	6	
Running time	min.	5	15	5	5	20	10
Speed	rpm	660	1,000	1,250	1,550	1,800	2,000
Dynamometer load	N(g)	0(0)	568(58)	1,127(115)	2,254(230)	3,381(345)	4,508(460)
Output	KW[HP]	0(0)	43(57)	106(142)	263(352)	457(612)	677(907)

Langkah-langkah yang dilakukan selama pengetesan pemberian beban, yaitu:

1. Melakukan pembebanan dengan mengatur *dyno setpoint* seperti pada Gambar 6 dengan rpm awal kondisi high.



Gambar 6. Tampilan Pada Layar Komputer Dynamometer

2. Memperhatikan semua parameter sensor yang terpasang pada mesin, lalu bandingkan dengan spesifikasi *shop manual*. Segera matikan mesin bila parameter menunjukkan abnormal (di luar spesifikasi). Melakukan pengecekan pada sistem mesin sesuai bagian jika terjadi abnormal.
3. Melakukan pembebanan mesin secara bertahap mulai dari 25% sampai dengan 100%. Beban maksimal adalah sebesar *power* 1.030 hp pada 2100 rpm dengan torsi 420 kgm pada 1500 rpm. Jika pengujian pertama dilakukan dengan kondisi temperatur 32°C, kelembaban 52% dan tekanan atmosfer 760,9mmHg, maka P_g (nilai tekanan uap jenuh) adalah 35,99002 mmHg sehingga:

$$52\% = \left(\frac{P_w}{35,99002} \right) \times 100\%$$

$$P_w = 18,72 \text{ mmHg}$$

Jika $P_{ws} = 11,39 \text{ mmHg}$, $P_{as} = 759,97 \text{ mmHg}$, $\Theta_s = 20^\circ \text{ C}$, maka:

$$P_c = 1.030hp \times \frac{759,97 - 11,39}{760,9 - 18,72} \times \sqrt{\frac{273 + 32}{273 + 20}}$$

$$P_c = 1.030hp \times 1,0291$$

$$P_c = 1059,97hp$$

$$T_c = T \times 1,0291$$

$$T_c = 420kgm \times 1,0291$$

$$T_c = 432,22kgm$$

Sedangkan pada pengujian kedua juga dilakukan koreksi karena dilakukan pengujian pada kondisi temperatur 32°C, kelembaban 40% dan tekanan atmosfer 760,9mmHg, maka P_g (nilai tekanan uap jenuh) adalah 35,99002 mmHg sehingga:

$$40\% = \left(\frac{P_w}{35,99002}\right) \times 100\%$$

$$P_w = 14,396 \text{ mmHg}$$

Jika $P_{ws} = 11,39 \text{ mmHg}$, $P_{as} = 759,97 \text{ mmHg}$, $\Theta_s = 20^\circ \text{ C}$, maka:

$$P_c = 1.030hp \times \frac{759,97 - 11,39}{760,9 - 14,396} \times \sqrt{\frac{273 + 32}{273 + 20}}$$

$$P_c = 1.030hp \times 1,0228$$

$$P_c = 1053,484hp$$

$$T_c = T \times 1,0228$$

$$T_c = 420kgm \times 1,0228$$

$$T_c = 429,576kgm$$

Langkah-Langkah pemeriksaan setelah dilakukan pengetesan adalah:

1. Memeriksa mesin secara visual jika ada kebocoran
2. Memeriksa ulang kekencangan semua filter
3. Melengkapi aksesoris bagian luar mesin Komatsu SA12V140-1
4. Melakukan penyegelan untuk part FIP.
5. Bila seluruh pengecekan selesai dilakukan dan hasilnya baik, maka mesin dinyatakan lolos *testing*.

6. Menulis seluruh hasil pengetesan dan pengecekan ke dalam *form* sebagai *report* tertulis dari *testing*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil pengujian mesin Komatsu SA12V140-1 sebelum dilakukan *remanufacturing* dapat langsung dibaca dari hasil pengujian mesin dengan dynamometer. Parameter hasil pengujian yang akan diamati adalah *power* dan torsi. Parameter *power* dan torsi tersebut terekam langsung saat pengujian mesin berlangsung dengan menggunakan Dynamometer DX38 yang dapat ditampilkan pada tabel berikut ini.

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Mesin Sebelum Dilakukan Proses *Remanufacture*

Timestamp (seconds)	Engine_Speed (RPM)	Pwr_JIS (Hp_JIS)	Trq_JIS (kgm_JIS)
0.000	1664.972	46.503	20.176
1185.300	2393.276	87.861	26.664
1186.100	2389.943	88.064	26.677
1262.100	2301.604	375.537	118.113
1285.300	2214.965	719.935	235.936
1286.100	2204.947	729.567	239.131
1308.100	2098.274	877.549	302.666
1316.300	1946.630	886.513	329.794
1317.500	1923.281	890.980	336.377
1319.500	1906.664	892.873	339.440
1326.700	1780.000	877.631	356.762
1328.100	1749.933	877.703	362.751
1334.900	1659.955	862.607	375.379
1335.300	1654.927	858.792	376.496

Tabel 2 adalah parameter mesin hasil pengujian pada setiap waktu dalam detik. Nilai power terbesar terdapat pada *engine speed* 1906 rpm, yaitu: 892,873 Hp dan torsi terbesar pada *engine speed* 1654 rpm, yaitu: 376,496 kgm.

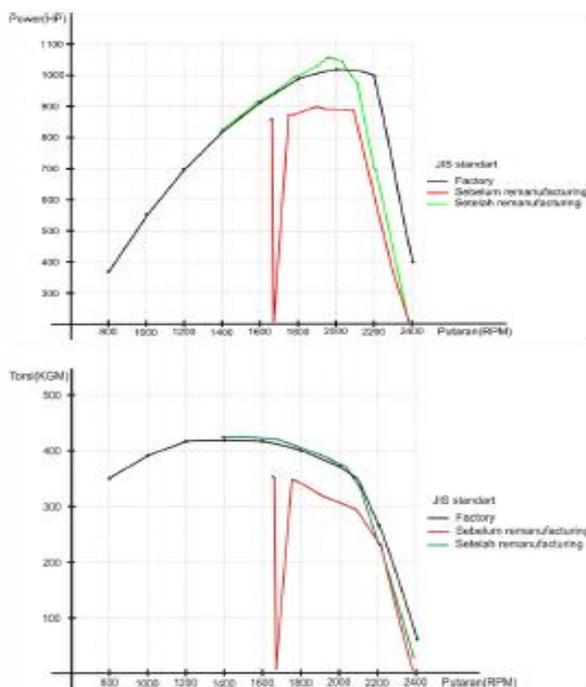
Jika dilakukan perbandingan terhadap nilai daya dan torsi dari pabrik (*factory*) yang telah dilakukan koreksi sesuai dengan kondisi pada pengujian kedua, yaitu temperatur 32°C, kelembaban 40% dan tekanan atmosfer 760,9 mmHg, maka akan terlihat perbedaannya seperti yang ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengujian Sebelum Remanufacturing Dengan Nilai Standar *Factory* Yang Telah Dikoreksi

Standar factory yang telah dikoreksi		Hasil pengujian sebelum overhaul	
Power(hp)	Torsi(kgm)	Power(hp)	Torsi(kgm)
(1)	(2)	(3)	(4)
1059,97	432,22	892,873	376,496

Penyimpangan yang terjadi pada mesin Komatsu SA12V140-1 sebelum dilakukan *remanufacture* dengan status *preventive maintenance* sebesar 15% pada *power* dan 12,89% pada torsi.

Jika dilakukan perbandingan dalam bentuk grafik *power* dan torsi mesin Komatsu SA12V140-1 dari nilai standar *factory* dengan hasil pengujian sebelum dilakukan overhaul seperti terlihat pada kurva warna merah dari gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan Grafik Standar *Factory* Dengan Hasil Pengujian Sebelum dan Sesudah *Remanufacturing*

Berdasarkan grafik pada gambar 7 perbedaan antara grafik *power* dan torsi dari standar *factory* dengan grafik *power* dan torsi dari hasil pengujian sebelum *remanufacturing* sangat signifikan dan tidak beraturan.

Data hasil pengujian mesin Komatsu SA12V140-1 setelah dilakukan *remanufacturing* menggunakan dynamometer DX38 terlihat pada tabel 4.

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Mesin Setelah Dilakukan Proses *Remanufacture*

Timestamp (seconds)	Engine Speed (RPM)	Pwr_JIS (Hp_JIS)	Trq_JIS (kgm_JIS)
0.000	2399.250	78.358	23.708
2.200	2393.276	77.200	23.373
55.600	2201.614	713.412	234.720
56.400	2199.957	732.768	241.085
80.000	2111.637	1001.258	344.457
85.800	2083.239	1028.141	357.993
88.400	2054.986	1050.713	370.303
93.000	2034.968	1068.115	380.731
95.400	1983.316	1083.339	395.229
96.400	1964.982	1087.609	400.137
97.200	1951.667	1084.937	402.587
100.000	1901.647	1059.013	404.021
107.000	1793.293	1017.673	411.006
107.200	1786.667	1015.622	411.702
111.800	1688.229	980.080	421.184
116.200	1585.000	938.081	427.800
121.600	1493.300	888.635	430.103
129.200	1400.000	830.402	429.705
129.800	1398.276	827.889	429.645

Tabel 4 adalah parameter mesin hasil pengujian pada setiap waktu dalam detik. Nilai *power* terbesar terdapat pada *engine speed* 1964,982 rpm, yaitu 1087,609 Hp dan torsi terbesar pada *engine speed* 1493,300 rpm, yaitu 430,103 kgm.

Jika dilakukan perbandingan terhadap nilai daya dan torsi dari *factory* yang telah dilakukan koreksi sesuai dengan kondisi pada pengujian kedua, yaitu temperatur 32°C, kelembaban 40% dan tekanan atmosfer 760,9mmHg maka akan terlihat hampir tidak adanya perbedaan seperti yang ditunjukkan pada tabel 5.

Tabel 5. Perbandingan Hasil Pengujian Setelah *Remanufacturing* Dengan Nilai Standar *Factory* Yang Telah Dikoreksi

Standar factory yang telah dikoreksi		Hasil pengujian setelah overhaul	
Power(hp)	Torsi(kgm)	Power(hp)	Torsi(kgm)
(1)	(2)	(3)	(4)
1053,484	429,576	1087,609	430,103

Penyimpangan yang terjadi pada mesin Komatsu SA12V140-1 setelah dilakukan proses *remanufacture* sebesar 3,24% pada *power* dan 0,12% pada torsi.

Jika dilakukan perbandingan dalam bentuk grafik *power* dan torsi mesin

Komatsu SA12V140-1 dari nilai standar *factory* dengan hasil pengujian setelah dilakukan proses *remanufacture* seperti terlihat kurva warna hijau pada gambar 3.1.

Berdasarkan grafik pada gambar 3.1 hampir tidak ada perbedaan antara grafik *power* dan torsi dari standar *factory* dengan grafik *power* dan torsi dari hasil pengujian setelah proses *remanufacture*. Jika skala grafik pada gambar 3.1 dibuat sama, maka grafik tersebut mendekati sama.

Total biaya penggantian *part* mesin sebesar: USD. 45.759

Komposisi pembentuk harga komponen *remanufacturing*:

Biaya suku cadang (*parts*) : USD. 39.353 (0,86 x total biaya suku cadang)

Biaya jasa : USD 6.240

Biaya *consumable good* : USD. 458 (1% x Total Parts Cost)

Estimasi fabrikasi : USD. 2.746 (6% x Total Parts Cost)

Total biaya : USD. 48.796

Harga jual : USD. 56.739 (Margin 16%)

Harga mesin baru : USD. 183.677

Perbandingan dengan harga baru : 31% dari harga baru

4. KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat ditarik dari analisa ini adalah hasil pengujian mesin Komatsu SA12V140-1 sebelum dilakukan

remanufacture terjadi penurunan mencapai 15% dari *power* standar dan 12,89% dari torsi standar. Hal ini wajar karena mesin tersebut dalam status jadwal *overhaul maintenance* sehingga pada saat dilakukan *remanufacture*, biaya yang timbul masuk dalam kategori normal dan cenderung ekonomis, yaitu 31% dari harga mesin baru. Setelah dilakukan *remanufacture* dan dilanjutkan pengujian, hasilnya terjadi penyimpangan naik mencapai 3,24% dari *power* standar dan 0,12% dari torsi standar. Tetapi penyimpangan ini masih dalam toleransi 5% dari standar pembuatan mesin Komatsu. Hal ini dapat terjadi jika *remanufacturing* dilakukan dengan benar, artinya semua standar nilai dari *factory* dan cara assembly harus diikuti sesuai dengan petunjuk.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Toyota Astra Motor, New Step 1, PT Toyota Astra Motor, Jakarta 1995
- [2] Komatsu, Shop Manual 12V140-1 Series Diesel Engine, Komatsu, Japan 2003
- [3] Komatsu, Shop Manual HD785-5 / HD985-5, Komatsu, Japan 2003
- [4] Komatsu, Unit Instruction Manual How to Select a Dynamometer, Komatsu, Japan
- [5] Komatsu, Unit Instruction Manual Engine Performance Analysis, Komatsu, Japan
- [6] Komatsu, Unit Instruction Manual Engine Basic Engine Components, Komatsu, Japan
- [7] Komatsu, Unit Instruction Manual Diesel and Gasoline Engine Fundamentals, Komatsu, Japan
- [8] Komatsu, Training Aid, Komatsu, Japan
- [9] M.A.Plint, B.Sc, Phd, Instructional Test and Experiment On Internal Combustion Engine