

ANALISIS PERFORMANSI DAN *FUEL CONSUMPTION ENGINE SWD 9TM 410RR* DI PLTD GUNUNG MALANG BALIKPAPAN

Puji Saksono^{*}, Gunawan dan Dimas Setiawan

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Universitas Balikpapan

Jl. Pupuk Raya Balikpapan. Telp./Fax. 0542-764205

^{*}Email: saksono_puji@yahoo.co.id

Abstrak

Seiring perkembangan kebutuhan listrik di Kalimantan Timur dengan pertumbuhan pelanggan listrik sebesar 12% per tahun, maka semua Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) yang ada harus dimaksimalkan performansinya. Diesel Engine SWD 9TM 410RR adalah salah satu jenis engine yang digunakan dalam operasional PLTD Gunung Malang Balikpapan. Pengujian secara berkala terhadap kondisi engine sangatlah penting sehingga dapat dihindari dari kemungkinan efek kerusakan fatal. Obyek dari penelitian ini yaitu engine SWD 9TM 410RR., dan dengan menggunakan alat uji performansi yaitu Diesel Engine Analyzer HALIZA 8.4. Pemeriksaan utama indikator engine tersebut meliputi tekanan pembakaran ruang bakar, temperature gas buang dan parameter sistem lainnya. Hasil dari pengujian engine setelah dilakukan proses analisis ternyata terjadi penurunan tekanan pembakaran ruang bakar pada beberapa cylinder. Disamping itu perlu diadakan penyetelan pada posisi fuel rack sesuai spesifikasi standar yang telah ditentukan. Data pendukung lainnya seperti sistem pendingin, pelumasan oli, bahan bakar, turbo charger, tekanan dan temperatur gas bekas masih keadaan normal. Konsumsi bahan bakar pada saat pengujian selama 1 jam operasional yaitu 875 liter/jam, lebih boros 50 liter/jam atau 5,71 % dari standar PLTD yang hanya sebesar 825 liter/jam.

Kata kunci : Engine SWD 9TM410RR, pengujian performansi, fuel consumption.

1. PENDAHULUAN

Dari hasil pengukuran rutin tiap tahun di PLTD PT. Perusahaan Listrik Negara (PERSERO) Gunung Malang Balikpapan, ditemukan bahwa *Diesel engine SWD 9TM 410RR* selalu mengalami penurunan daya dan kenaikan konsumsi bahan bakar yang melebihi dari ketentuan yang telah ditetapkan oleh pabrik. Data pengujian diperlukan untuk memudahkan dalam pencarian gangguan yang terjadi pada *engine* dan juga untuk menghindari kegagalan *engine* dari efek fatal.

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana kondisi *engine SWD 9TM 410RR* yang dilihat dari nilai performansi dan *fuel consumption* dengan menggunakan alat uji *Diesel Engine Analyzer HALIZA 8.4*. Sedangkan tujuan yang ingin dicapai adalah mengembalikan daya dan konsumsi bahan bakar yang dihasilkan sesuai dengan yang seharusnya. Sehingga eksistensi operasional *Diesel engine SWD 9TM 410RR* secara maksimal bisa terpenuhi.

2. METODOLOGI

2.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di PLTD PT. Perusahaan Listrik Negara (PERSERO) yang beralamatkan di Jl. Mayjend Sutoyo No 1 RT. 08 Gunung Malang Balikpapan. Sedangkan waktu penelitian bulan Oktober 2017 sampai dengan April 2018.

2.2. Objek Penelitian

Objek penelitian ini adalah *Diesel Engine SWD 9TM 410RR* dengan spesifikasi (Van Den Berg, 1976):

- | | |
|----------------------------------|-------------------------------------|
| 1. Merk / tahun pembuatan | : SWD / 1976 |
| 2. Type | : 9TM 410RR |
| 3. Daya | : 3400 KW |
| 4. Putaran <i>engine</i> (RPM) | : 500 |
| 5. <i>Number Of Cylinder</i> | : 9 |
| 6. <i>Cylinder bore x stroke</i> | : 410 mm x 470 mm |
| 7. <i>Firing Order</i> | : 1 , 5 , 9 , 4 , 7 , 8 , 2 , 3 , 6 |
| 8. <i>Compression Ratio</i> | : 1 : 20,4 |



Gambar 1. Diesel engine SWD 9TM 410RR

2.3. Metode Penelitian:

1. Melakukan identifikasi bagian yang dapat menyebabkan terjadinya penurunan performansi *engine*.
2. Mengukur faktor-faktor penyebab penurunan performansi *engine*.

2.4. Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan utama yang digunakan adalah *Diesel Engine Analyzer HALIZA 8.4*. (PT. Daun Biru Engineering)



Gambar 2. Diesel Engine Analyzer HALIZA 8.4

Diesel Engine analyzer HALIZA 8.4 adalah produk elektronik yang digunakan untuk menganalisa performansi dari *diesel engine*. Parameter yang digunakan adalah mengukur tekanan pembakaran (*combustion pressure*) dari tiap silinder. Hasil keluaran dari HALIZA 8.4 lebih banyak berupa grafik, hal ini dimaksudkan untuk mempermudah dalam penganalisaannya. HALIZA 8.4 juga memiliki kemampuan untuk mendeteksi sudut rotasi poros engkol (*crankshaft*).

2.5. Prosedur Penelitian

Langkah-langkah yang dilakukan sebagai berikut:

2.5.1. Persiapan di *SoftHaliza* (PT. Daun Biru Engineering dan Rilly H, 2011)

1. Kumpulkan data *engine* yang diperlukan dalam pengujian.
2. Masukkan data ke *SoftHaliza*.
3. Buat rute atau urutan pengukuran (jika baru pertama kali dibuat)
4. Kirim rute yang telah dibuat ke *Haliza Analyzer*.
5. *Haliza Analyzer* siap digunakan dan proses pengambilan data sudah siap dimulai.

2.5.2. Persiapan di Lapangan (PT. Daun Biru Engineering dan Rilly H, 2011)

1. Gunakan alat pelindung diri yang sesuai (sumbat telinga, sarung tangan, helm *safety*, sepatu *safety*, dan sarung lengan jika diperlukan).
2. Pasang tanda posisi *Top Dead Center* (TDC) pada *fly wheel* atau lokasi lain yang mempunyai putaran yang sama dengan *fly wheel*.
3. Pasang sensor putaran, dan pastikan sinyal terdeteksi (ditandai berkedipnya lampu sinyal)

2.5.3. Pengambilan Data (PT. Daun Biru Engineering dan Rilly H, 2011)

1. Periksa kembali sensor putaran.
2. Pasang kabel *marker*, nyala LED pada unit *Haliza* menunjukkan *marker* tersambung.
3. Periksa posisi TDC (*Top Dead Center*) menggunakan *timing light*. *Haliza 8.4* dilengkapi dengan menu koreksi TDC. Lakukan koreksi jika belum sesuai.

4. Bersihkan dulu ruang bakar dengan cara *memblow up* udara ruang bakar sebelum dipasang sensor tekanan.
5. Pengambilan data tekanan dan vibrasi, sesuai urutan rute yang telah dibuat.

2.5.4. Data Proses (PT. Daun Biru Engineering dan Rilly H, 2011)

1. Catat data dan kondisi operasi lain, sehingga cukup untuk melakukan analisis.
2. Ambil data yang sudah tersimpan di *Haliza* ke komputer.

2.5.5. Analisis

Mengolah data yang didapat berupa tekanan, putaran, vibrasi dan kondisi operasi yang lain. Melakukan analisis dengan mendiagnosa kondisi dan performansi suatu *engine*, sehingga tindakan-tindakan yang diperlukan dapat disusun dengan baik dan terarah.

2.6. Variabel Penelitian

2.6.1. Variabel bebas

- Sudut engkol (derajat)
- *Cylinder* ruang bakar (1 s/d 9).

2.6.2. Variabel Terikat

- Tekanan pembakaran (bar)
- Daya *engine* (KW)
- Tekanan gas buang (bar)
- Temperatur gas buang ($^{\circ}\text{C}$)
- Konsumsi bahan bakar/*Fuel Consumption* (liter/jam)

2.6.3. Variabel kontrol

- Putaran *engine* pada 500 rpm
- Beban *engine* pada 3000 KW.

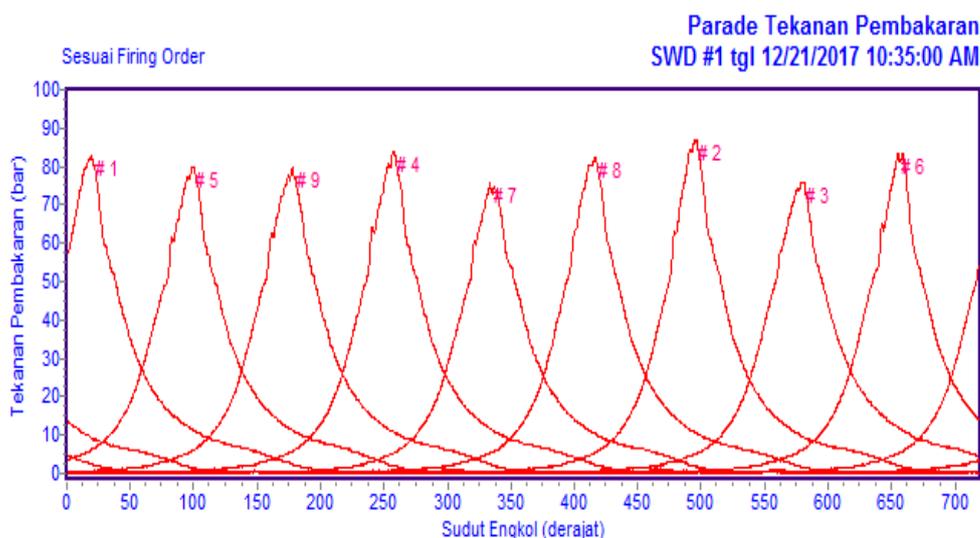
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian

Pengujian dan pengambilan data dilakukan pada *engine* SWD 9TM 410RR unit 1 yang dilaksanakan pada tanggal 21 Desember 2017 pukul 09.35-10.35 WITA menggunakan *Diesel Engine Analyzer HALIZA 8.4* dengan pembebanan di 3000 KW.

Tabel 1. Data Hasil Pengukuran *Engine* #1 tanggal 21 Desember 2017 (PT. Daun Biru Engineering)

| No. Cyl | Daya (KW) | Tekanan pada tiap-tiap sudut engkol (bar) | | | | | Kondisi proses (derajat) | | | | Pressure peak (bar) | | | Press. Exh. (bar) | Temp. Exh. ($^{\circ}\text{C}$) |
|---------|-----------|---|------|------|-----|-----|--------------------------|-------|-------|------|---------------------|-----------|------|-------------------|-----------------------------------|
| | | 180 | 340 | 400 | 540 | 0 | bb-in | nyala | delay | peak | min | Rata-rata | maks | | |
| 1 | 498,0 | 0,7 | 27,0 | 47,5 | 2,4 | 0,5 | -12,5 | -6,4 | 6,1 | 18,8 | 80,4 | 82,1 | 83,7 | 0,5 | 480 |
| 2 | 456,8 | 0,7 | 28,8 | 43,7 | 1,9 | 0,4 | -15,5 | -10,1 | 5,4 | 15,8 | 85,5 | 87,4 | 89,3 | 0,6 | 410 |
| 3 | 471,4 | 0,5 | 25,4 | 45,1 | 2,4 | 0,3 | -11,3 | -5,5 | 5,8 | 19,7 | 74,0 | 75,8 | 77,6 | 0,4 | 450 |
| 4 | 468,1 | 0,6 | 28,8 | 45,1 | 2,0 | 0,4 | -14,6 | -9,0 | 5,6 | 17,1 | 81,9 | 83,7 | 85,5 | 0,5 | 360 |
| 5 | 482,8 | 0,5 | 27,4 | 46,0 | 1,8 | 0,4 | -12,8 | -6,4 | 6,4 | 19,2 | 77,8 | 79,7 | 81,6 | 0,5 | 480 |
| 6 | 421,1 | 0,5 | 29,7 | 42,1 | 1,6 | 0,4 | -12,8 | -6,3 | 6,5 | 17,6 | 81,4 | 82,8 | 84,2 | 0,5 | 395 |
| 7 | 438,0 | 0,6 | 27,1 | 41,9 | 1,8 | 0,3 | -13,7 | -7,7 | 6,0 | 16,4 | 74,5 | 76,2 | 77,8 | 0,5 | 430 |
| 8 | 450,3 | 0,8 | 29,1 | 43,4 | 1,9 | 0,6 | -14,5 | -9,1 | 5,4 | 17,0 | 82,2 | 83,1 | 83,9 | 0,5 | 400 |
| 9 | 469,3 | 0,7 | 28,9 | 44,7 | 1,9 | 0,4 | -14,2 | -8,4 | 5,9 | 17,8 | 77,6 | 79,4 | 81,1 | 0,8 | 460 |



Gambar 3. Grafik hubungan antara sudut engkol terhadap tekanan maksimal pembakaran (Sumber : *output data Software HALIZA 8.4*) (PT. Daun Biru Engineering)

Dalam pengujian ini diambil pula data pendukung guna memperkuat hasil analisis serta langkah apa yang sesuai dalam menindaklanjuti gangguan pada *engine*. Data pendukung Penelitian diambil secara manual dengan melihat indikator-indikator *real time* yang ada pada *engine*.

Dari pengukuran diperoleh data pendukung sebagai berikut:

Table 2. Data Monitoring Sistem Udara, Sistem Pendingin, Sistem Pelumasan dan Sistem Bahan Bakar pada *Engine #1* tanggal 21 Desember 2017 (PT. Daun Biru Engineering)

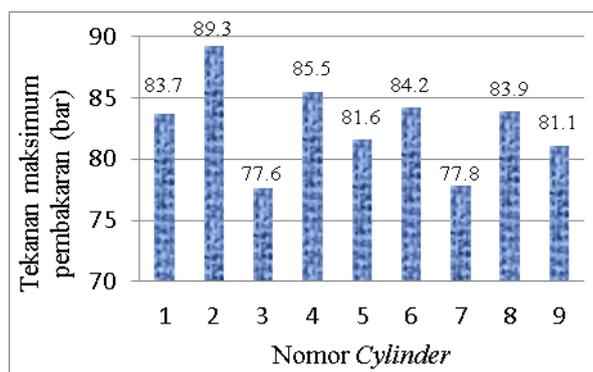
| Turbo Charger Pressure (bar) | Lube Oil System | | | Engine Water Jacket | | | Raw Water | | Fuel Oil System Pressure (bar) | Fuel Oil System (Liter) | Fuel Oil System (Liter) | Fuel Oil System Consump. (Liter) |
|---------------------------------------|-----------------|-----------------|-----|---------------------|-----------------|-----|------------|------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|----------------------------------|
| | Tek. (bar) | Temperatur (°C) | | Tek. (bar) | Temperatur (°C) | | Temp. (°C) | Temp. (°C) | | | | |
| | IN | IN | OUT | IN | IN | OUT | IN | OUT | IN | IN | OUT | (IN - OUT) |
| 1,13 | 5,45 | 52 | 66 | 1,7 | 72 | 83 | 48 | 52 | 2,0 | 2.450.289 | 2.449.432 | 875 |

Table 3. Data Monitoring Hubungan Posisi *Fuel Rack*, Daya *Engine* dan Temperatur Gas Buang pada *Engine #1* tanggal 21 Desember 2017 (PT. Daun Biru Engineering)

| No. Cyl. | Posisi <i>Fuel Rack</i> (mm) | Tekanan Maksimal Pembakaran (bar) | Daya <i>engine</i> tiap silinder (kW) | Temperatur Gas Buang (°C) |
|----------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------|
| 1 | 50 | 83,7 | 498,0 | 480 |
| 2 | 49 | 89,3 | 456,8 | 410 |
| 3 | 50 | 77,6 | 471,4 | 450 |
| 4 | 48 | 85,5 | 468,1 | 360 |
| 5 | 47 | 81,6 | 482,8 | 480 |
| 6 | 40 | 84,2 | 421,1 | 395 |
| 7 | 50 | 77,8 | 438,0 | 430 |
| 8 | 46 | 83,9 | 450,3 | 400 |
| 9 | 45 | 81,1 | 469,3 | 460 |

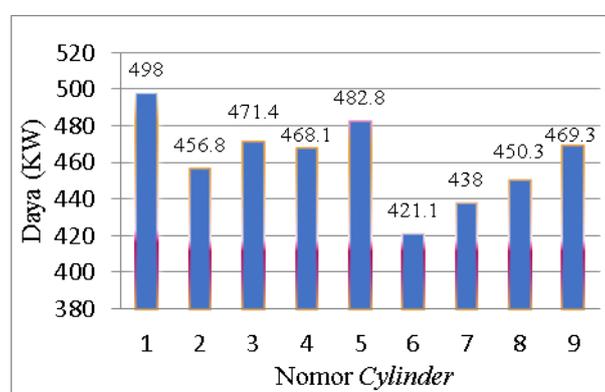
Daya *engine* tiap silinder merupakan hasil dari pengukuran yang telah dilakukan secara berkala dengan *Diesel Engine Analyzer HALIZA 8.4*.

3.2. Pembahasan



Keterangan: Spesifikasi tekanan maksimum = 85 s/d 90 bar.

Gambar 4. Grafik Perbandingan No. Cylinder terhadap Tekanan Maksimum Pembakaran



Gambar 5. Grafik Perbandingan No. Cylinder terhadap Daya

Berdasarkan tabel dan gambar grafik di atas dapat dianalisa sebagai berikut:

Terjadi penurunan tekanan hasil pembakaran yang besar terutama pada *cylinder* 3 dan 7 yaitu sebesar 77,6 dan 77,8 bar, sedangkan spesifikasi standar normal sebesar 85-90 bar. Perlu diadakan *over houlev* pada semua *cylinder* yang di bawah standar normal karena telah terjadi kebocoran di dalam ruang bakar. Selain itu terjadi ketidaknormalan posisi *fuel rack* selain di *cylinder* 6 dan 9, sehingga perlu diadakan penyetelan ulang. Standar normal sebesar 40-45 mm (sesuai dengan beban).

Konsumsi bahan bakar pada saat dilakukan pengujian selama satu jam pada unit *Diesel engine* SWD 9TM 410RR yaitu 2.450.289 liter - 2.449.432 liter = 875 liter/jam. Adapun standar PLTD yaitu 825 liter/jam, hal ini berkaitan dengan cost yang dikeluarkan oleh PLN dalam pembangkitan energi listrik. Hasil pengujian membuktikan telah terjadi pemborosan pemakaian bahan bakar sebesar 50 liter/jam.

4. KESIMPULAN

Agar performansi *engine* SWD 9TM 410RR tetap maksimum, maka diperlukan pengambilan data tiap tahun secara berkala terhadap kondisi *engine* sehingga didapatkan data yang pasti mengenai kondisi *engine*. Data pengujian diperlukan untuk memudahkan dalam pencarian gangguan yang terjadi pada *engine* dan juga untuk menghindari kegagalan *engine* dari kemungkinan efek kerusakan fatal.

Pemeriksaan utama indikator *engine* tersebut meliputi tekanan pembakaran ruang bakar, temperature gas buang dan parameter sistem lainnya. Hasil dari pengujian *engine* setelah dilakukan proses analisis ternyata terjadi penurunan tekanan pembakaran ruang bakar pada beberapa *cylinder*. Disamping itu perlu diadakan penyetelan pada posisi *fuel rack* sesuai spesifikasi standar yang telah

ditentukan. Data pendukung lainnya seperti sistem pendingin, pelumasan oli, bahan bakar, *turbo charger*, tekanan dan temperatur gas bekas masih keadaan normal.

Konsumsi bahan bakar pada saat pengujian sebesar 875 liter/jam, lebih boros 50 liter/jam atau 5,71 % dari standar PLTD yang hanya sebesar 825 liter/jam. Perlu dilakukan proses *maintenance* yang baik apalagi usia *engine* sudah sekitar 42 tahun dan dioperasikan secara terus menerus sampai sekarang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih ditujukan kepada PT. Perusahaan Listrik Negara (PLN) Gunung Malang Balikpapan yang telah memberikan tempat dan fasilitas dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, *Panduan pemakaian HALIZA 8.4 dan analisa keluarannya*, PT. Daun Biru Engineering, Jakarta.
- Anonim, *Petunjuk penggunaan engine combustion pressure indicator TYPE HALIZA 8.4*, PT. Daun Biru Engineering, Jakarta.
- Anonim, *Motor Diesel dan Parameternya TYPE HALIZA 8.4*, PT. Daun Biru Engineering, Jakarta.
- Rilly H, 2011, *Diktat training penggunaan dan analisis HALIZA 8.4*. PT. Daun Biru Engineering, Jakarta.
- SWD. 1976. *Manual Book SWD*, Van Den Berg, JCR. *TM 410-In Line Service Training Course*. Belanda.