

Pengaruh Perawatan *Charge Air Cooler* Terhadap Performa Mesin PLTDG 200 MW Di. PT Indonesia Power Up Bali

I.G.N Arya Wibawa, I Gusti Ketut Sukadana, Wayan Nata Septiadi
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas (PLTDG) merupakan pembangkit bermesin diesel yang dapat menggunakan 3 jenis bahan bakar yaitu LNG (Liquified Natural Gas), HSD (High Speed Diesel) dan MFO (Merine Fuel Oil). Mesin ini menggunakan 18 Piston, 2 Turbocharger dan 2 Charge Air Cooler dan memiliki daya terpasang sebesar 17.1 Megawatt. Salah satu komponen yang menjadi perhatian pada mesin ini yaitu pada Charge Air Cooler. Dimana Charge Air Cooler ini berfungsi sebagai pendingin udara masuk yang telah dikompresikan oleh Kompresor Turbocharger sebelum memasuki ruang bakar, pendingin udara ini sangatlah penting karena apabila udara yang memasuki ruang bakar suhunya terlalu panas maka dapat menyebabkan mesin mengalami knocking dan pembakaran yang tidak sempurna. Penelitian pengaruh perawatan charge air cooler terhadap performa mesin PLTDG 200 MW dilakukan selama 1 jam pada 3 kondisi yang berbeda yaitu pada saat commissioning gas, masa operasi 3964 jam dan setelah pemeliharaan masa operasi 3964 jam. Dari masing – masing kondisi penelitian ini akan di ambil data performa mesin sebagai bahan perbandingan. Dari data penelitian yang diambil, performa mesin pada saat kondisi commissioning gas sangatlah baik. Terbukti pada daya yang dihasilkan dapat mencapai set point yang ditentukan. Pada saat kondisi masa operasi 3964 jam mesin mengalami penurunan performa ini terlihat dari daya bangkitan yang tidak mencapai set point yang ditentukan. Sedangkan pada saat kondisi setelah pemeliharaan masa operasi 3964 jam mesin mengalami peningkatan performa yang signifikan namun tetap tidak bisa mencapai daya yang dihasilkan saat commissioning gas.

Kata Kunci : Pendingin Aliran Udara, Performa mesin

Abstract

Diesel Gas Power Plant (PLTDG) is a diesel engine that can use 3 types of fuel, namely LNG (Liquified Natural Gas), HSD (High Speed Diesel) and MFO (Marine Fuel Oil). This machine uses 18 Piston, 2 Turbochargers and 2 Charge Air Coolers and has installed power of 17.1 Megawatts. One component that is of concern to this machine is the Charge Air Cooler. Where the Charge Air Cooler functions as an incoming air conditioner that has been compressed by the Compressor Turbocharger before entering the combustion chamber, this air conditioner is very important because if the air entering the combustion chamber is too hot it can cause the engine to experience knocking and incomplete combustion. The research on the effect of charge air cooler treatment on the engine performance of 200 MW PLTDG was carried out for 1 hour at 3 different conditions, namely during the gas commissioning, operating period of 3964 hours and after maintenance the operating period is 3964 hours, From each of the conditions of this research will be taken engine performance data as a comparison. From the data, the condition of engine on gas commissioning conditions is very good. Proven on the power generated can reach the specified set point. Then conditions operating period of 3964 hours the engine has decreased performance is seen from power generation which does not reach the specified set point. Whereas when conditions after maintenance the operating period is 3964 hours the engine experiences a significant increase in performance but still cannot reach the power produced during gas commissioning.

Keywords : Air Cooler Charge, Engine Performance

1. Pendahuluan

Energi listrik merupakan energi penting dalam kehidupan manusia modern, karena semakin majunya ilmu teknologi dan industri maka semakin besar juga permintaan akan kebutuhan energi listrik. Hal ini menimbulkan tantangan kepada produsen listrik untuk bisa lebih kompetitif dan efisien dalam memproduksi energi listrik. PT. Indonesia Power UP Bali merupakan salah satu perusahaan yang memproduksi energi listrik terbesar di pulau Bali.

PT. Indonesia Power UP Bali memberikan kontribusi pasokan listrik sebesar 44.7% dari Total Daya Sub Sistem Bali 1302 MW. PT. Indonesia

Power UP Bali memiliki 2 jenis pembangkit listrik yaitu Pembangkit Listrik Tenaga Gas (PLTG) sebanyak 4 unit dan Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas (PLTDG) sebanyak 12 unit. PLTDG milik UP Bali merupakan pembangkit diesel gas terbesar di Indonesia dengan kapasitas total 200 MW dengan tipe mesin “ WARTSILA 18V50DF” Mesin ini dapat beroperasi dengan menggunakan 3 jenis bahan bakar yaitu LNG (*Liquified Natural Gas*), HSD (*High Speed Diesel*) dan MFO (*Marine Fuel Oil*). Satu mesin PLTDG memiliki daya terpasang sebesar 17,1 MW, dengan menggunakan 18 piston, 2 turbocharger dan 2 *charge air cooler* atau *intercooler* [1].

Salah satu komponen penting yang terdapat pada mesin PLTDG yaitu *Charge air cooler* (CAC) atau sering disebut juga dengan *intercooler*. *Charge air cooler* atau *intercooler* adalah suatu alat yang berfungsi untuk menurunkan temperatur udara yang telah di kompressikan oleh kompressor turbocharger sebelum memasuki ruang bakar. Agar kerapatan dan temperatur udara yang akan memasuki ruang bakar menjadi lebih baik dan sesuai dengan kebutuhan mesin. *Charge air cooler* yang digunakan pada mesin PLTDG pesanggaran yaitu charge air cooler dengan tipe *air to water* dengan aliran paralel. Untuk menjaga performa *charge air cooler* tetap bekerja optimal adalah dengan melakukan pemeliharaan berkala (*preventive maintenance*). Dengan pemeliharaan berkala kita dapat mencegah terjadinya kerusakan atau kegagalan fungsi kerja *charge air cooler*. Berdasarkan hal tersebut, maka dilakukanlah penelitian oleh penulis untuk membuat “ Pengaruh Perawatan *Charge Air Cooler* Terhadap Performa Mesin PLTDG 200 MW Di PT. INDONESIA POWER UP BALI ”.

2. Landasan Teori

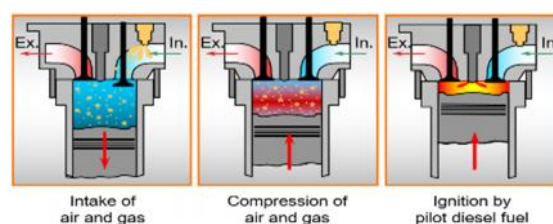
Mesin PLTDG tipe 18V50DF merupakan mesin pembangkit listrik tenaga diesel gas yang diproduksi oleh PT. WARTSILA Finlandia, kode 18V50DF itu mendandakan tipe mesin PLTDG dengan arti memiliki 18 silinder, dengan susunan silinder berbentuk V, diameter silinder 50 cm dan dapat beroperasi dengan menggunakan 2 jenis bahan bakar berbeda (DF/ *Dual Fuel*). Jenis bahan bakar yang dapat digunakan yaitu minyak (Diesel) dan bahan bakar gas (*Natural Gas*). Berikut table data spesifikasi teknis dari mesin PLTDG Pesanggaran [2].

Tabel 1. Spesifikasi Mesin Wartsila 18V50DF [2]

Wartsila 18V50DF Power Plant Engine	
VARIABEL	NOMINAL
<i>Cylinder bore</i>	500 mm
<i>Piston stroke</i>	580 mm
<i>Speed</i>	500 rpm
<i>Mean effective pressure</i>	20 bar
<i>Piston speed</i>	9,7 m/s
<i>Output/cylinder</i>	950 kW
<i>Fuel viscosity</i>	730 cSt / 50 °C
<i>Rated power output</i>	17100 kW
<i>Dry weight</i>	244 ton
<i>Dimension</i>	<i>length</i> = 14180 mm <i>wide</i> = 4730 mm <i>height</i> = 5900 mm

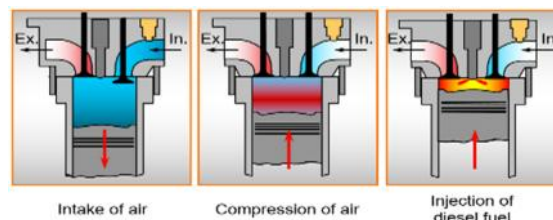
Pada PT. Indonesia Power UP Bali Unit Pesanggaran telah terpasang 12 mesin PLTDG yang terbagi dalam 4 blok dengan kapasitas total 200 MW. Mesin ini juga dapat beroperasi dengan menggunakan 3 mode oprasi yaitu *Gas Mode*, *Diesel Mode* dan *Backup Mode*. Adapun jenis – jenis mode operasi yang dipergunakan pada mesin PLTDG 200 MW Pesanggaran [2] yaitu :

1. *Gas Mode* atau mode bahan bakar gas merupakan mode utama dalam pengoprasian mesin PLTDG, dalam operasi gas mode komposisi bahan bakar yang digunakan yaitu 99% LNG (*Liquefied Natural Gas*) yang dikeluarkan melalui SOGAV (*Solenoid Gas Admission Valve*) dan 1% LFO (*Light Fuel Oil*) yang dikeluarkan melalui *Pilot Fuel Injector*. *Gas Mode* menggunakan prinsip kerja Siklus Otto dalam pengoprasiaannya [3].



Gambar 1 Engine operating principle. Gas mode

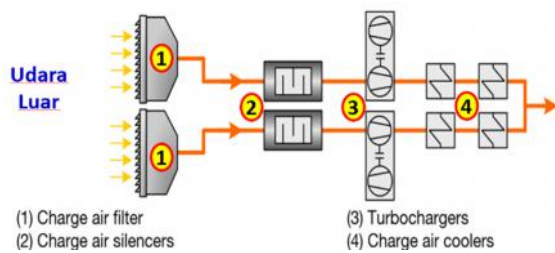
2. *Diesel Mode* atau mode bahan bakar LFO/HFO (*Heavy Fuel Oil*) merupakan mode kedua dalam pengoprasian mesin PLTDG, dalam operasi diesel mode bahan bakar yang digunakan yaitu 99% HFO/LFO yang dikeluarkan oleh main fuel injector dan 1% LFO yang dikeluarkan oleh *pilot fuel injector*. *diesel mode* menggunakan prinsip kerja siklus diesel dalam pengoprasiaannya. [3]



Gambar 2 Engine operating principle. Diesel mode

3. *Back Up Mode* merupakan mode terakhir apabila mesin PLTDG mengalami gangguan pada sistem *gas mode* dan *diesel mode*. Pada mode ini bahan bakar yang digunakan yaitu HFO/ LFO, mode ini memiliki siklus kerja yang sama seperti mode diesel, hanya saja pada mode ini *pilot fuel* tidak keluar dari ujung *nozzle injector*, maka dari itu metode ini sangat tidak dianjurkan untuk digunakan lebih dari 2 jam karena dapat menyebabkan kerusakan pada *nozzle pilot injector* [3].

Charge Air System merupakan suatu sistem yang berfungsi sebagai penyedia udara bersih, kering dan mempunyai temperatur yang sesuai dengan kebutuhan pada proses pembakaran di ruang bakar.



Gambar 4 Charge Air System

Prinsip kerja *charge air system* (sistem udara masuk) yaitu Udara dihisap menggunakan Turbocharger melalui sisi *compressor* dimana udara yang dihisap disaring terlebih dahulu dengan menggunakan *charge air filter*, selanjutnya udara masuk ke dalam *charge air silencer* untuk mengurangi *noise* pada sisi hisap *compressor*. Setelah itu udara masuk ke *compressor* dan ditekan menuju ruang bakar. Sebelum masuk ke ruang bakar udara didinginkan terlebih dahulu menggunakan *charge air cooler*. Adapun beberapa komponen yang bekerja pada *charge air system* (sistem udara masuk) yaitu :

1. *Charge Air Filter* berfungsi menyaring partikel (debu/ kotoran) dari udara masuk untuk mendapatkan kualitas udara yang diinginkan karena udara yang kotor dapat merusak turbocharger. Pada *charge air filter* terdapat dua jenis filter yaitu *oil wetted filter* (Filter yang dilumasi dengan oli) dan *dry type filter* (tipe filter yang kering) [4]

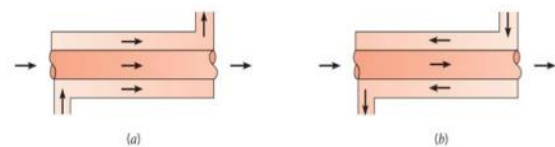
2. *Charge Air Silencer* berfungsi untuk meredam bunyi yang berada pada sisi hisap. Dipasang sesudah *charge air filter*. lancar. Jika aliran gas buang bermasalah, maka udara sisa pembakaran tidak dapat dibuang keluar dari ruang bakar, dan akan menimbulkan gangguan pada kinerja mesin. [4].

3. *Turbocharger* terdiri dari kompresor sentrifugal yang mendapatkan daya dari turbin, dimana turbin diputar oleh gas buang dari mesin. bertujuan untuk meningkatkan efisiensi mesin pada saat pembakaran dengan cara meningkatkan tekanan udara yang memasuki mesin sehingga jumlah udara yang masuk ke ruang bakar meningkat [4].

4. *Charge Air Cooler* berfungsi untuk meningkatkan efisiensi dari mesin maka udara yang sudah dikompresi didinginkan terlebih dahulu sebelum masuk ke ruang bakar dengan menggunakan *charge air cooler*. ini disebabkan karena udara dingin lebih berat di bandingkan dengan udara panas sehingga massa udara yang masuk ke ruang bakar menjadi lebih banyak karena adanya proses pendinginan. Semakin banyak oksigen yang masuk maka perbandingan bahan bakar yang masuk juga semakin banyak [4].

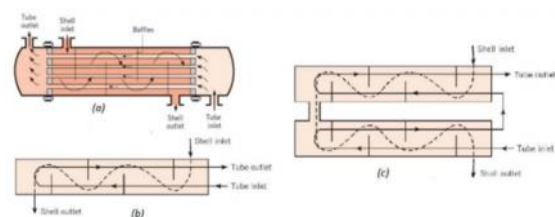
Proses pertukaran panas antara dua fluida yang berbeda temperatur dan dipisahkan oleh dinding solid dapat ditemukan dalam berbagai aplikasi *engineering*. Alat yang melakukan ini disebut sebagai penukar panas (*heat exchanger*).

Pengaplikasiannya dapat ditemukan pada berbagai seperti pemanas (*heater*), *air conditioning* (AC), *waste heat recovery*, *chemical processing*, *steam boiler*, dan lain sebagainya. *Heat exchangers* diklasifikasikan berdasarkan aliran fluidanya (*flow arrangement*) dan tipe konstruksinya. Berdasarkan *flow arrangement*, *heat exchanger* dibedakan menjadi *parallel-flow* dan *counter-flow*. *Parallel flow* menunjukkan aliran yang searah antara fluida panas dan fluida dinginnya. Sementara *counter-flow*, aliran fluida panas berlawanan arah terhadap fluida dinginnya. Perbedaan kedua jenis tipe flow ini dapat dilihat pada suatu *concentric tubular heat exchangers* seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 [5].



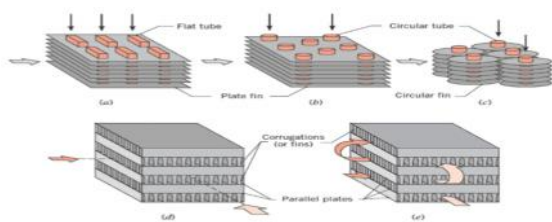
Gambar 5 Aliran flow heat exchangers (a) Parallel flow, (b) Counter flow

Berdasarkan tipe konstruksinya, ada berbagai jenis *heat exchanger* yang umum dikenal seperti *shell and tube heat exchanger* dan *compact heat exchanger*. Tipe *shell and tube* merupakan jenis *heat exchanger* yang sederhana yang terdiri dari tabung (*shell*) dan pipa-pipa (*tubes*) di sisi dalamnya. Ada beberapa jenis *shell and tube heat exchangers* tergantung pada jumlah *shell* dan *tube* yang dimiliki. Contohnya yaitu *one shell pass* dan *one tube pass*, *one shell pass* dan *two tubes passes*, *two shell passes* dan *four tube passes*, dan seterusnya. Jenis-jenis *shell and tube heat exchangers* ini dapat dilihat pada gambar 6 [6].



Gambar 6 Tipe shell and tube, (a) One shell and one tube passes, (b) One shell and two tubes passes, (c) two shells and four tubes passes.

Sementara *compact heat exchanger* merupakan *heat exchanger* dengan konstruksi yang lebih kompleks yang bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan konveksi per satuan volume (*heat transfer area per unit volume*). Contoh *compact heat exchanger* yaitu seperti *fin-tube* (*with flat tubes or circular tubes and plate fins or circular fins*) dan *plate-fin* (*single pass or multipass*) yang dapat dilihat pada gambar 7 [6].



Gambar 7 Tipe compact heat exchangers, (a) Fin tube (Flat tubes, Continous plate fins), (b) Fin tube (Circular tubes, Continous plate fins), (c) Fin tube (Circular tubes, Circular fins), (d) Plate fin (Singlepass), (e) Plate fin (Multi passes).

Pemeliharaan merupakan suatu kegiatan atau usaha yang dilakukan guna menjaga kondisi dan performa peralatan agar selalu dapat berkerja dengan aman, handal, efisien, memiliki unjuk kerja yang baik dan bisa mencapai umur yang telah ditentukan. Standar pemeliharaan bertujuan untuk memberikan pedoman dan petunjuk umum tentang pelaksanaan kegiatan pemeliharaan, agar pembangkit yang dipelihara tersebut dapat beroperasi dengan keandalan yang tinggi serta mutu listrik yang baik, efisien dan daya yang optimum. Sehingga tercapai umur teknis yang diharapkan dan biaya pemeliharaan yang optimum. Aktifitas pemeliharaan pada unit pembangkit bertujuan untuk: 1. Mengembalikan *performance* mesin. 2. Memperbaiki efisiensi. 3. Meningkatkan kesiapan operasi pembangkit (*Availability Improvement*) dan Meningkatkan keandalan (*Reliability Improvement*) [7].

Pemeliharaan pada mesin PLTDG ini dibagi menjadi beberapa kategori pemeliharaan yaitu :

1. *Preventive Maintenance* merupakan pemeliharaan yang dilakukan secara terjadwal, Umumnya secara periodic dimana sejumlah tugas pemeliharaan seperti inspeksi, perbaikan, pergantian, pembersihan, pelumasan dan penyesuaian dilaksanakan. Namun biasanya periode operasi diantara pemeliharaan yang direncanakan berdasarkan waktu tersebut susah ditentukan secara tepat, karena terdapat perbedaan diantara perencanaan tersebut dan variasi kondisi operasi mesin [7].
2. *Predictive Maintenance* merupakan perawatan yang bersifat prediksi, dalam hal ini merupakan evaluasi dari kegiatan perawatan berkala (*Preventive Maintenance*). Pendeteksian ini dapat di evaluasi dari indikator – indikator yang terpasang pada instalasi suatu alat dan juga dapat melakukan pengecekan vibrasi dan alignment untuk

menambah data dan tindakan perbaikan selanjutnya. [7]

3. *Breakdown Maintenance* merupakan perbaikan yang dilakukan tanpa adanya rencana terlebih dahulu. Dimana kerusakan terjadi secara mendadak pada suatu alat/produk yang sedang beroperasi, yang mengakibatkan kerusakan bahkan hingga alat tidak dapat beroperasi.[7]

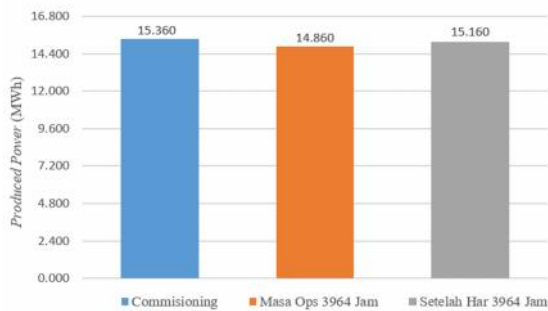
3. Metoda Penelitian

Adapun berbagai alat dan bahan yang digunakan dalam proses pengujian alat pengering, yaitu sebagai berikut: Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas Type 18V50DF (4-Stroke) Berkapasitas 17.1 Megawatt, Peralatan monitoring parameter operasi mesin pembangkit (*WOIS – Wartsila Operating Interface System*), *Ultra Sonic Cleaner* sebagai alat pembersih *Charge Air Cooler*, *Charge Air Cooler* bertipe *shell and tube* dengan aliran *parallel flow* [8].

Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah mesin PLTDG 18V50DF dengan kapasitas daya terpasang 17.1 MW milik PT. Indonesia Power UP Bali – Pesanggaran. Adapun bagian dari peralatan mesin PLTDG 18V50DF yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut : Mesin Diesel / Gas tipe W18V50DF, Peralatan bantu (*Auxiliary*) PLTDG. 3. Pemeriksaan kesiapan (*Lub Oil Sistem*), Pemeriksaan kesiapan (*HT dan LT Cooling Sistem*), Pemeriksaan kesiapan (*Fuel Oil System*), Pemeriksaan kesiapan sistem udara start, udara kontrol dan governor, Unit siap oprasi (*Proses start up*), Melakukan pengujian performant test PLTDG 200 MW [8].

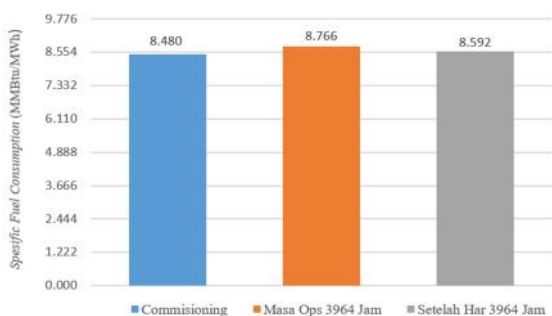
4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini, penulis berkoordinasi dengan PT. Indonesia Power UP Bali untuk dapat melakukan pengujian performa mesin PLTDG 200 MW unit 1. Penelitian ini dilakukan pada beban maksimal selama 1 jam penuh dalam mode operasi gas dengan menggunakan bahan bakar LNG (*liquffed Natural Gas*). Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui data secara detail performa mesin yang dihasilkan pada 3 kondisi yang berbeda (Kondisi commisioning, kondisi masa operasi 3964 jam dan kondisi setelah pemeliharaan masa operasi 3964 jam). Hasil perbandingan performa mesin ini akan dievaluasi agar dapat lebih meningkatkan kualitas pemeliharaan dan performa mesin PLTDG lainnya. Adapun data - data yang digunakan sebagai bahan perbandingan performa mesin PLTDG yaitu : Net Produced Power (MWh), Net Spesifik Fuel Consumption (MMBtu/MWh), Net Heat Rate (Mcal/MWh), Net Efisiensi Thermal (%) [9].



Gambar 8. Grafik Perbandingan Produced Power.

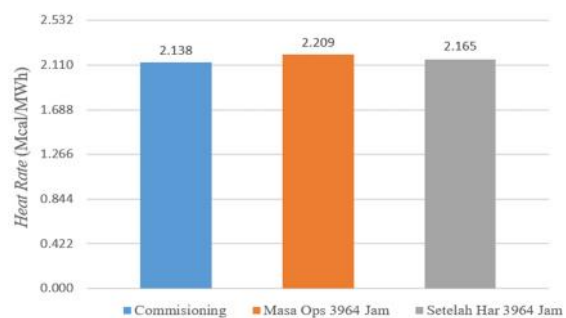
Hasil *Produced Power* dari mesin PLTDG Unit 1 Pesanggaran setelah beroperasi selama 3964 jam mengalami penurunan *Produced Power* sebesar 1.500 MWh jika dibandingkan dengan *Produced Power* pada saat kondisi *Commissioning*. Hal ini disebabkan oleh beberapa factor penurunan fungsi peralatan, salah satunya yaitu meningkatnya temperatur udara pembakaran sehingga menyebabkan pembakaran di dalam ruang bakar menjadi tidak sempurna. Setelah dilakukan pemeliharaan pada masa operasi 3964 jam yang meliputi pemeliharaan pada sistem pendinginan udara masuk (*Charge Air Cooler*), menghasilkan dampak yang cukup signifikan pada kenaikan *Produced Power* mesin sebesar 0,300 MWh dari kondisi masa operasi 3964 jam, namun peningkatan *Produced Power* ini tetap tidak bisa mencapai *Produced Power* pada kondisi *Commissioning*. hal ini dikarena kan adanya penurunan *Konduktifitas Thermal* pada material *Charge Air Cooler* yang mengakibatkan *Charge Air Cooler* tidak dapat menyerap panas udara hasil kompresi *Turbocharger* dengan maksimal.



Gambar 9 Grafik Perbandingan Specific Fuel Consumption.

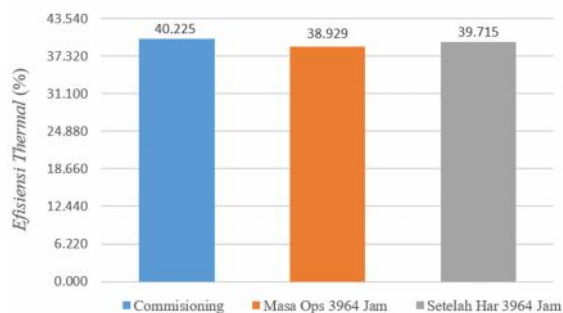
Hasil *Specific Fuel Consumption* dari mesin PLTDG Unit 1 Pesanggaran setelah beroperasi selama 3964 Jam mengalami peningkatan *Specific Fuel Consumption* sebesar 0.286 MMBtu/MWh jika dibandingkan dengan pemakaian *Specific Fuel Consumption* pada saat kondisi *Commissioning*. Hal ini dikarenakan menurunnya *Produced Power* bangkitan mesin PLTDG yang disebabkan oleh beberapa factor penurunan fungsi peralatan, salah satunya yaitu meningkatnya temperatur udara pembakaran sehingga menyebabkan pembakaran di

dalam ruang bakar menjadi tidak sempurna. Setelah dilakukan pemeliharaan pada masa operasi 3964 jam yang meliputi pemeliharaan pada sistem pendinginan udara masuk (*Charge Air Cooler*), menghasilkan dampak pada penurunan *Specific Fuel Consumption* sebesar 0.174 MMBtu/MWh dari kondisi masa operasi 3964 jam namun penurunan *Specific Fuel Consumption* ini tetap tidak bisa seperti *Specific Fuel Consumption* pada kondisi *Commissioning*. hal ini dikarena kan *Produced Power* yang dihasilkan tidak sama dengan kondisi *Commissioning*, adapun penurunan *Konduktifitas Thermal* pada material *Charge Air Cooler* yang mengakibatkan *Charge Air Cooler* tidak dapat menyerap panas udara hasil kompresi *Turbocharger* dengan maksimal, sehingga menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna.



Gambar 10. Grafik Perbandingan Heat Rate.

Hasil perbandingan *Heat Rate* dari mesin PLTDG Unit 1 Pesanggaran setelah beroperasi selama 3964 jam mengalami peningkatan sebesar 0.071 Mcal/MWh jika dibandingkan dengan *Heat Rate* pada saat kondisi *Commissioning*. Hal ini dikarenakan menurunnya *Produced Power* bangkitan mesin PLTDG yang disebabkan oleh beberapa factor penurunan fungsi peralatan, salah satunya yaitu meningkatnya temperatur udara pembakaran sehingga menyebabkan pembakaran di dalam ruang bakar menjadi tidak sempurna. Setelah dilakukan pemeliharaan pada masa operasi 3964 jam yang meliputi pemeliharaan pada sistem pendinginan udara masuk (*Charge Air Cooler*), menghasilkan dampak pada penurunan *Heat Rate* sebesar 0.043 Mcal/MWh. dari kondisi masa operasi 3964 jam namun penurunan *Heat Rate* ini tetap tidak bisa seperti *Heat Rate* pada kondisi *Commissioning*. hal ini dikarena kan *Produced Power* yang dihasilkan tidak sama dengan kondisi *Commissioning*, adapun penurunan *Konduktifitas Thermal* pada material *Charge Air Cooler* yang mengakibatkan *Charge Air Cooler* tidak dapat menyerap panas udara hasil kompresi *Turbocharger* dengan maksimal, sehingga menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Efisiensi Thermal

Hasil *Efisiensi Thermal* dari mesin PLTDG Unit 1 Pesanggaran setelah beroperasi selama 3964 jam mengalami penurunan sebesar 1.296 % jika dibandingkan dengan *efisiensi termal* pada saat kondisi *Commissioning*. Hal ini disebabkan oleh beberapa factor penurunan fungsi peralatan, salah satunya yaitu meningkatnya temperatur udara pembakaran sehingga menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna. Setelah dilakukan pemeliharaan pada masa operasi 3964 jam yang meliputi pemeliharaan pada sistem pendinginan udara masuk (*Charge Air Cooler*), menghasilkan dampak pada peningkatan *Efisiensi Thermal* sebesar 0.786 % dari kondisi masa operasi 3964 jam namun peningkatan *Efisiensi Thermal* ini tetap tidak bisa seperti *Efisiensi Thermal* pada kondisi *Commissioning*. adapun penurunan *Konduktifitas Thermal* pada material *Charge Air Cooler* yang mengakibatkan *Charge Air Cooler* tidak dapat menyerap udara panas hasil kompresi turbocharger dengan menyerap panas udara hasil kompresi *Turbocharger* dengan maksimal, sehingga menyebabkan pembakaran menjadi tidak sempurna.

5. Kesimpulan

Pada kondisi *Commissioning* mesin PLTDG unit 1 Pesanggaran dapat menghasilkan *Produced Power* secara maksimal sesuai dengan *set point* yang diberikan, namun setelah beroperasi selama 3964 jam mesin mengalami penurunan *Produced Power* sebesar 1.500 MWh, peningkatan *Specific Fuel Consumption* sebesar 0.286 MMBtu/MWh, peningkatan *Heat Rate* sebesar 0.071 Mcal/MWh, dan penurunan *Efisiensi Thermal* sebesar 1.296 %. Setelah dilakukan perawatan pada masa operasi 3964 jam. Perawatan menghasilkan dampak yang signifikan yaitu peningkatan *Produced Power* sebesar 0.300 MWh, penurunan *Specific Fuel Consumption* sebesar 0.174 MMBtu/MWh, penurunan *Heat Rate* sebesar 0.043 Mcal/MWh dan peningkatan *Efisiensi Thermal* sebesar 0.786 % dari kondisi masa operasi 3964 jam.

Daftar Pustaka

- [1] Skripsi Sofwat Sanjaya, 2017, *Kajian Teknis Antara Penggunaan Bahan Bakar HSD Dan MFO Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti LNG Di PLTDG PT. Indonesia Power UPJP Bali*, Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- [2] Wartsila Corporation, 2015, *Main Data Specification Wartsila 50DF*, Wartsila Finland.
- [3] Wartsila Corporation, 2015, *Lean Burn Concept Wartsila DF Engine with Unic C3*, Wartsila Finland.
- [4] Har Mesin PLTDG Pesanggaran, 2016, *Dokumentasi Pemeliharaan 6000 Jam PLTDG Unit 1 Pesanggaran*, PT. Indonesia Power UP Bali.
- [5] Project Assignment Yosafat Try Fajar, 2017, *Perancangan Heat Exchanger Sebagai Preheater Engine PLTDG Dengan Sumber Kalor Waste Heat Exhaust Gas*, Program On Job Training Diklat Prajabatan Angkatan XXII.
- [6] Theodore L. Bergman, Adrienne S. Lavine, Frank P. Incropera, David P. Dewit, 2011, *Fundamentals Heat and Mass Transfer*.
- [7] Wartsila Corporation, 2015, *Maintenance Schedule 6000 Operating Hours*, Wartsila Finland.
- [8] Bengkel dan Tools PLTDG Pesanggaran 2016, *Instruksi Kerja Pembersihan Charge Air Cooler Dengan Menggunakan Ultrasonic Cleaner*, PT. Indonesia Power UP Bali.
- [9] Operator PLTDG Pesanggaran, 2016, *Instruksi Kerja Prosedur Pengujian Performant Test PLTDG Pesanggaran*, PT. Indonesia Power UP Bali.



I G N Arya Wibawa lahir di Denpasar pada tanggal 05-11 -1994. Menyelesaikan pendidikan S1 Teknik Mesin di Universitas Udayana pada 2018