

Evaluasi Kerja Pembangkit Listrik Tenaga *Diesel Gas Dual Fuel* PT Indonesia Power Up Bali

Wiwi Rahmayanti^{1,*}, Bambang Puguh M¹, Indriyani¹

¹Politeknik Negeri Bandung

Jalan Gegerkalong Hilir, Desa Ciwaruga, Bandung, 40012, Kotak Pos 1234,

E-mail: wiwi.rahmayanti.tken21@polban.ac.id*

Abstract

Gas Diesel Power Plant (PLTDG) is a power plant that can operate with various fuels. In PLTDG PT Indonesia Power UP Bali, there are two modes of operation: diesel mode with single HSD fuel and gas mode with dual fuel (LNG and HSD as pilot fuel). This study evaluates the performance of the Dual Fuel PLTDG at PT Indonesia Power UP Bali. The plant uses a combination of diesel and natural gas. The research methodology involved analyzing operational data during annual performance tests, including fuel consumption, electrical energy generated, engine speed, and fuel heating value. The results show that the use of dual fuel increases the efficiency of the plant compared to the use of a single fuel (diesel). The efficiency of dual fuel use is more linear with respect to load, while that of single fuel use constantly increases with load. The specific fuel consumption in dual fuel use is 16.7% more efficient for the same load than single fuel use. This affects the economic value of generation, where the use of dual fuel with LNG saves 40% compared to the use of single fuel with HSD. In addition, the use of dual fuel with LNG has a positive impact on the environment because it produces more complete combustion. In conclusion, the implementation of a dual fuel system not only improves operational efficiency but also provides environmental benefits by reducing greenhouse gas emissions.

Keywords: single fuel, dual fuel, LNG, HSD, PLTDG

Abstrak

Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas (PLTDG) adalah pembangkit listrik yang dapat beroperasi dengan bahan bakar yang bervariasi. Di PLTDG PT Indonesia Power UP Bali, terdapat dua mode operasi: mode diesel dengan bahan bakar HSD tunggal dan mode gas dengan bahan bakar ganda (LNG dan HSD sebagai pilot fuel). Penelitian ini mengevaluasi kinerja PLTDG Dual Fuel di PT Indonesia Power UP Bali. PLTDG menggunakan kombinasi solar dan gas alam. Metodologi penelitian melibatkan analisis data operasional saat uji performa tahunan, termasuk konsumsi bahan bakar, energi listrik yang dihasilkan, putaran mesin, dan nilai kalor bahan bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan dual fuel meningkatkan efisiensi pembangkit dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar tunggal (solar). Efisiensi penggunaan dual fuel lebih linear terhadap beban, sedangkan penggunaan single fuel konstan meningkat seiring bertambahnya beban. Konsumsi bahan bakar spesifik pada penggunaan dual fuel lebih hemat 16,7% untuk beban yang sama dibandingkan penggunaan single fuel. Hal ini mempengaruhi nilai ekonomi pembangkitan, di mana penggunaan dual fuel dengan LNG menghemat 40% dibandingkan penggunaan single fuel dengan HSD. Selain itu, penggunaan dual fuel dengan LNG memberikan dampak positif bagi lingkungan karena menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna. Kesimpulannya, implementasi sistem dual fuel tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memberikan manfaat lingkungan dengan mengurangi emisi gas rumah kaca.

Kata Kunci: single fuel, dual fuel, LNG, HSD, PLTDG

1. Pendahuluan

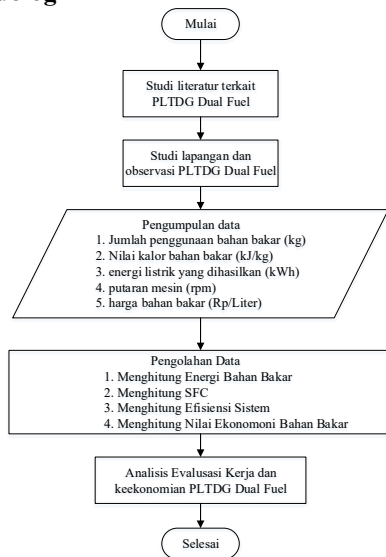
PLTDG Bali, menggunakan mesin diesel dual fuel yang dapat bekerja dengan High Speed Diesel (HSD), Light Fuel Oil (LFO), dan Liquefied Natural Gas (LNG). Penggunaan bahan bakar gas lebih diutamakan karena efisiensinya lebih baik dan biayanya lebih rendah dibandingkan dengan diesel. Mesin dual fuel menghasilkan efisiensi optimal dengan sistem single fuel HSD dan dual fuel LNG-diesel. Evaluasi kinerja mesin dual fuel diperlukan untuk menentukan efisiensi bahan bakar. Menurut Choirah, penggunaan mesin diesel dengan sistem dual fuel menunjukkan kinerja lebih baik dibandingkan dengan penggunaan biodiesel 100%.

Evaluasi harus memperhatikan kondisi mesin, kualitas bahan bakar, dan faktor lingkungan untuk hasil yang akurat.

Mesin bahan bakar ganda merupakan mesin diesel yang mampu beroperasi dengan dua jenis bahan bakar, yaitu gas dan cair. Saat menggunakan gas, mesin ini mengikuti siklus Otto, di mana campuran udara dan gas yang tipis dimasukkan ke dalam silinder selama langkah hisap. Dalam mode diesel, mesin bekerja sesuai dengan siklus Diesel, di mana bahan bakar diesel disuntikkan ke dalam silinder pada akhir langkah kompresi. Mesin ini dirancang untuk

dioptimalkan dengan bahan bakar gas, dengan bahan bakar diesel sebagai cadangan.

2. Metodologi



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui pengujian evaluasi Dual Fuel yang dilakukan di PT PLN Indonesia Power UP Bali menggunakan mesin diesel Wäertsilä 18V50DF. Pada bab ini akan dibahas mengenai perhitungan evaluasi kerja melalui perbandingan nilai SFC dan mengevaluasi nilai ekonomi PLTDG dari hasil pengujian Evaluasi Dual Fuel dengan diagram alir pada gambar 1.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Hasil perhitungan Mode Diesel

Tabel 1. Hasil perhitungan Mode Diesel
Siklus PLTDG Mode Diesel

Beban (%)	ΣE_{bb} (kJ)	Energi listrik (kWh)	SFC (kg/kWh)	η_{sistem}
50	78175417,88	8232	0,243	37,909%
75	110824084,28	12224	0,232	39,708%
85	125515984,16	13813	0,233	39,619%
100	147100380,28	16198	0,233	39,643%

3.2. Hasil perhitungan Mode Gas

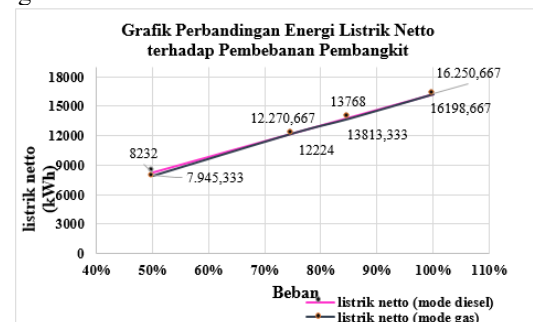
Tabel 2. Hasil perhitungan Mode Gas
Siklus PLTDG Mode Gas

Beban (%)	ΣE_{bb} (kJ)	Energi listrik (kWh)	SFC (kg/kWh)	η_{sistem}
50	93926491,84	7945	0,21	30,45%
75	122243424,18	12270	0,18	36,13%
85	131801404,73	13768	0,17	37,60%

Siklus PLTDG Mode Gas

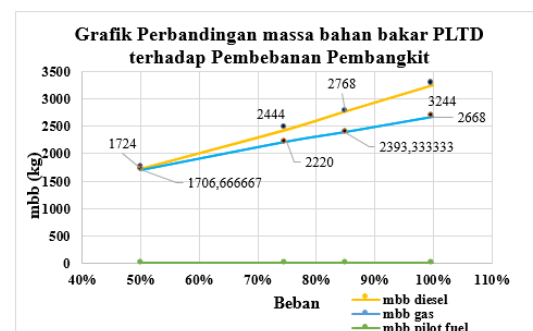
Beban (%)	ΣE_{bb} (kJ)	Energi listrik (kWh)	SFC (kg/kWh)	η_{sistem}
100	146904398,27	16250	0,16	39,82%

Nilai parameter yang dihasilkan setelah perhitungan ini untuk mengevaluasi kerja dari mesin diesel pada PLTDG di PT Indonesia Power UP Bali ini. Dengan variasi beban yang diberikan, maka hasil dari tiap bebannya pun mengalami perubahan secara signifikan.



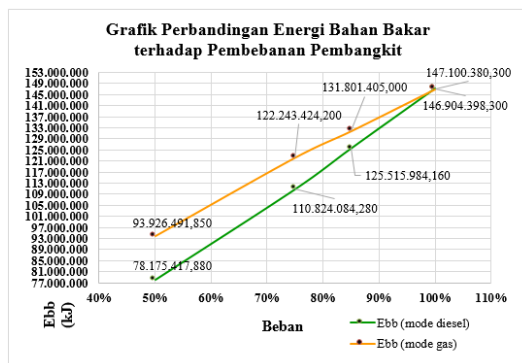
Gambar 2. Grafik Energi Listrik

Perbandingan antara mode diesel dan mode gas terkait energi listrik yang dihasilkan. Berdasarkan grafik tersebut pada saat penggunaan mode diesel nilai energi listrik yang dihasilkan lebih besar dari pada saat penggunaan mode gas. PLTDG mampu menghasilkan energi listrik hingga pembebanan 100%. Nilai pembebanan 100% ini adalah daya mampu dari generator.



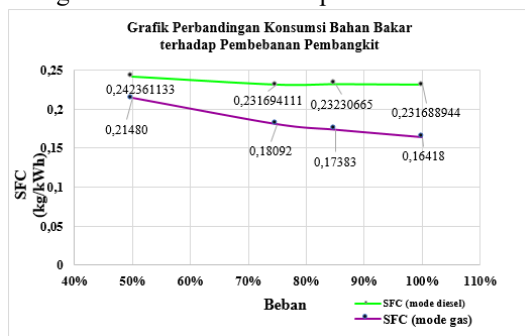
Gambar 3. Grafik massa bahan bakar

Kecepatan putaran mesin dipengaruhi oleh beban, dengan beban yang lebih besar menyebabkan penurunan kecepatan dan peningkatan kebutuhan daya. Massa bahan bakar yang digunakan untuk mencapai pembebanan 100% akan meningkat, karena lebih banyak energi dan daya diperlukan, yang terlihat pada grafik laju alir bahan bakar



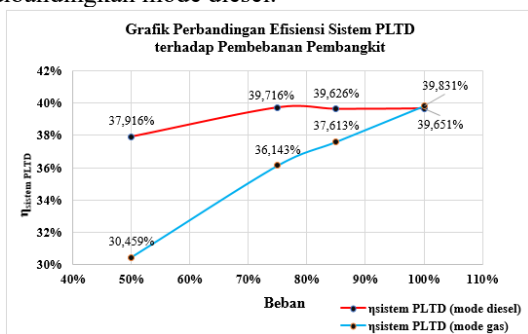
Gambar 4. Grafik Energi bahan bakar

Energi bahan yang dihasilkan merupakan hasil dari massa bahan bakar dikalikan dengan nilai kalor pada setiap bahan bakarnya. Pada mode diesel bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar solar (HSD), nilai kalor solar berdasarkan data referensi yang digunakan sebesar 4357 kJ/kg, sedangkan mode gas bahan bakar yang digunakan adalah bahan bakar gas (LNG) yang nilai kalornya lebih besar dari bahan bakar solar yaitu 55100,7 kJ/kg. Dengan nilai kalor yang tinggi maka nilai energi bahan bakar dengan mode gas akan lebih besar daripada mode diesel.



Gambar 5. Grafik SFC

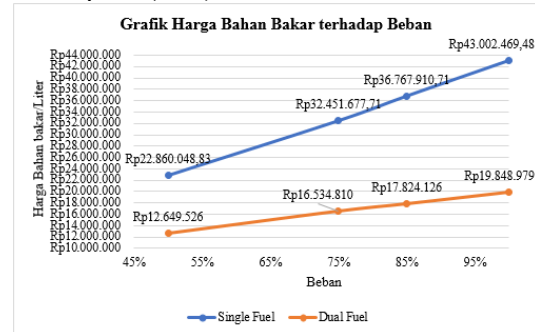
Penggunaan mode gas dengan LNG sebagai bahan bakar utama pada mesin diesel dual fuel menunjukkan efisiensi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan bahan bakar solar (HSD). Pada beban 50%, 75%, 85%, dan 100%, konsumsi bahan bakar spesifik masing-masing adalah 0,21 kg/kWh, 0,18 kg/kWh, 0,17 kg/kWh, dan 0,16 kg/kWh, pembebanan yang sama hingga 100% mode gas lebih sedikit konsumsi bahan bakarnya dibandingkan mode diesel.



Gambar 6. Grafik Efisiensi sistem

Pada mode operasi mode gas, dua jenis bahan bakar digunakan: gas LNG sebagai bahan bakar

utama dan solar HSD sebagai bahan bakar pilot. LNG digunakan untuk mengatur pembebanan, sementara HSD tetap konstan. Udara yang masuk lebih banyak dari LNG. Proses pembakaran dalam mesin dual fuel lebih kompleks karena melibatkan dua bahan bakar, namun tujuan utamanya adalah meningkatkan efisiensi dan mengurangi nilai Specific Fuel Consumption (SFC).



Gambar 7. Harga bahan bakar

Untuk memudahkan evaluasi kerja mesin diesel PLTDG PT Indonesia Power UP Bali, Grafik menunjukkan bahwa meskipun volume LNG yang digunakan lebih besar daripada HSD, harga LNG lebih murah dibandingkan HSD. Penggunaan LNG dapat mengurangi biaya bahan bakar hingga 30% dibandingkan HSD. Penelitian Nurhadi Budi Santoso (2014) mendukung temuan ini, menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar ganda (Diesel dan LNG) pada mesin diesel dapat menghemat biaya sebesar 20-25% dibandingkan penggunaan solar saja.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan analisis Tugas Akhir yang berjudul “Evaluasi Kerja Pemabngkit Listrik Tenaga Diesel Gas Dual Fuel PT Indonesia Power UP Bali” yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan hasil perhitungan konsumsi bahan bakar spesifik pada kedua mode operasi, pada mode gas memiliki nilai konsumsi bahan bakar spesifik lebih kecil dibandingkan dengan mode diesel, hal ini disebabkan pada saat mode operasi gas menggunakan dua bahan bakar gas dan solar. Sehingga energi bahan bakar yang dihasilkan akan semakin besar untuk mampu membangkitkan energi listrik pada beban tinggi, hal ini dibuktikan dengan nilai SFC mode gas lebih kecil 16,7% dibandingkan dengan mode diesel. Hal ini mempengaruhi nilai efisiensi pada kedua mode operasi ketika beban optimum 100% efisiensi mode gas berhasil melampaui mode diesel. Hal ini sesuai dengan karakteristik mesin diesel dimana mesin diesel akan bekerja secara optimal beban 75% sedangkan pada mesin diesel dual fuel optimal pada beban tinggi.
2. Nilai ekonomi yang dihasilkan berdasarkan kerja dari kedua mode operasi tersebut sangat mempengaruhi terhadap penghematan bahan bakar yang dilakukan, berdasarkan hasil

perhitungan dan analisis, bahan bakar gas memiliki nilai penghematan biaya penggunaan bahan bakar yang sangat besar hingga mencapai 40% dari nilai bahan bakar solar.

3. Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas Dual Fuel PT Indonesia Power UP Bali memiliki 2 mode operasi kerja dengan penggunaan bahan bakar yang berbeda. Pada operasi mode diesel menggunakan bahan bakar solar sebagai bahan bakar utama, dan mode operasi gas menggunakan bahan bakar gas sebagai bahan bakar utamanya yang dibantu dengan pilot fuel pada proses pembakarannya. Pada saat hisap pada mode diesel yang masuk kedalam silinder hanya udara sedangkan mode gas yang masuk kedalam silinder adalah udara yang tercampur dengan bahan bakar gas.

Daftar Pustaka

- [1] Ariwanto, A., & Putra, A. B. (2021). Analisa Energi dan Eksergi Unjuk Kerja Mesin Dual Fuel Diesel - Syngas hasil Gasifikasi Woodchips dengan perubahan Fuel Air Ratio beban Daya. JURNAL TEKNIK ITS Vol 10 No 2 .
- [2] Choiroh, S. N. (2017). Karakterisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistem Dual Fuel Biodiesel Minyak Sawit dan Syngas Dengan Penambahan Preheating Sebagai Pemanas Bahan Bakar. TM 141585.
- [3] Engine, W. (2019). Wartsila 50DF Guide Product. Finland.
- [4] K G Trisna Upadana Putra, I. G. (2018). Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Gas dengan Minyak Solar PT Indonesia Power UP Bali. Jurnal METTEK Volume 4 , 31-36.
- [5] Kusnandar, V. B. (2022, 3 31). Data Publish. Retrieved from Databoks: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/03/31/ini-jenis-pembangkit-listrik-pln-paling-banyak-pada-2021>