



Optimasi Biaya Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Menggunakan Metode Pendekatan Simplex

Ahmad Jaya

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Teknologi Sumbawa. Jl Raya Olat Maras, Batu Alang, Moyo Hulu, Sumbawa, Indonesia 84371
Email Korespondensi: ahmad.jaya@uts.ac.id

Abstrak

Optimasi biaya bahan bakar pada pembangkit merupakan hal yang sangat penting untuk mengoptimalkan pemakaian sumber daya alam dan mengurangi dampak lingkungan. Fokus penelitian ini akan melakukan analisis biaya bahan bakar pada pembangkit listrik tenaga diesel di PT Sumber Rejeki Power menggunakan metode pendekatan simplex. Metode pendekatan simplex digunakan untuk mencari solusi optimal dalam hal pengaturan bahan bakar pada pembangkit yaitu dengan menganalisa data, serta perhitungan untuk mencapai hasil yang terukur dan menghasilkan sebuah pengambilan keputusan yang baik sehingga memiliki perkiraan perhitungan yang akurat untuk memperoleh minimum biaya. Hasil dari analisis ini yaitu metode simplex dapat diterapkan dalam optimasi pembangkit pada PT Sumber Rejeki Power dalam meminimasi penggunaan bahan bakar dari keterbatasan pembangkit yang dimiliki dan Excel's Solver dapat membantu proses perhitungan minimasi bahan bakar secara cepat dan akurat sehingga penggunaan minimal bahan bakar yang diperoleh peneliti yaitu sebesar 133.843 Liter, dengan penggunaan sebelumnya 137.875 Liter dan didapatkan selisih sebesar 4032 Liter/hari.

Kata kunci: Optimalisasi, Simplex, Solar, MFO.

Optimization of Fuel Costs for Diesel Power Generation Using the Simplex Approach Case

Abstract

Optimizing fuel costs in power plants is very important to optimize resource use and reduce environmental impact. The focus of this research will be to analyze the cost of fuel in a diesel power plant using the simplex approach. The Simplex approach method is used to find the optimal solution in terms of setting fuel at the plant, namely by analyzing data, as well as calculations to achieve measurable results, resulting in a good decision making so that it has an accurate calculation estimate to obtain a minimum cost. The results of this analysis the simplex model can be applied in optimizing generators at PT Sumber Rejeki Power in minimizing fuel use from the limitations of owned generators and Excel's Solver can help the calculation process of minimizing fuel in a fast and accurate cell so that the minimum use of fuel is obtained by the researcher, namely fuel cells. 133,843 Liters, with the use of cells 137,875 Liters and obtained a difference of 4032 Liters/day.

Keywords: Optimization, Simplex, Solar, MFO.

How to Cite: Jaya, A. (2021). Optimasi Biaya Bahan Bakar Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Menggunakan Metode Pendekatan Simplex. *Empiricism Journal*, 2(2), 112–118. <https://doi.org/10.36312/ej.v2i2.1713>



<https://doi.org/10.36312/ej.v2i2.1713>

Copyright©2021, Jaya

This is an open-access article under the CC-BY-SA License.



PENDAHULUAN

Anggaran belanja energi menempati posisi tiga besar dalam daftar belanja bulanan perusahaan industri, sehingga harus di jaga ketat fluktuasinya karena pengaruhnya sangat besar terhadap efisiensi biaya produksi. Selain itu, minimnya pemahaman dan penerapan manajemen energi yang baik juga sangat diperlukan untuk efektifitas konsumsi energi (Sa'id, 2011). Dari hasil studi pendahuluan yang dilakukan peneliti, dibagian pembangkit dan operasi, diperoleh monitoring BBM banyak memiliki kendala. Kendala yang sering dijumpai adalah para pengawas di kantor lebih berkonsentrasi bagaimana pembangkit dapat beroperasi, sedangkan monitoring konsumsi BBM secara detail tidak dilakukan, khususnya BBM yang melalui Flowmeter (Rumetna et al, 2020). Hal ini berakibat pembangkit yang diawasinya tidak efisien dalam penggunaan BBM sehingga kedepannya akan mengganggu keuangan

perusahaan dalam mengoperasikan pembangkit tersebut (Nur & Permani. 2015; Almuzani et al, 2018). Metode simpleks merupakan aspek penting dalam manajemen operasi sistem energi. Penelitian ini bertujuan melakukan analisa operasi ekonomis pembangkit termal dengan melakukan perhitungan untuk mendapatkan daya yang optimal serta biaya pembangkitan minimum (Sriwidadi & Agustina, 2013). Dalam permasalahan seperti ini peneliti menggunakan metode simplex karena terbukti sangat efisien dalam menyelesaikan permasalahan pemrograman linear (Zamista & Mawaddah, 2019). Hal ini bertujuan untuk menentukan nilai optimum daya yang dibangkitkan secara optimal sebagai acuan untuk biaya bahan bakar terendah (Rumetna & Lina, 2021).

Proyek *Engineering, Procurement, Construction, Commissioning (EPCC)* workshop kereta api di Banyuwangi memiliki luas 83 Ha, dan 30 Ha. Hasil penerapan metode simpleks dalam optimasi biaya penggunaan alat berat pada pekerjaan *cut and fill* untuk pekerjaan galian pada kombinasi 4 dengan *excavator* tipe 2 dengan jumlah 3 unit, *dumptruck* tipe 1 dengan jumlah 6 unit, dan *bulldozer* tipe 1 dengan jumlah 2 unit, dengan biaya total sejumlah Rp.4.955.077.432. Untuk alternatif alat yang optimal pada pekerjaan timbunan yaitu alternatif kombinasi 4 dengan menggunakan *excavator* tipe 2 jumlah 2 unit, *dumptruck* tipe 1 sejumlah 3 unit, *bulldozer* tipe 1 jumlah 1 unit, *vibro roller* jumlah 1 unit, dan *water tank truck* jumlah 1 unit, dengan biaya total sejumlah Rp.3.403.048.016 (Suparno, 2009).

Penelitian yang dilakukan Indra Susanto, dkk pada tahun 2019 dengan tema, "Analisis Pembangkit Tenaga Diesel Di Pulau Celagen" yang menganalisa Pembangkit Tenaga Diesel dengan cara Merancang model pengoperasian PLTD serta memasukkan Data beban pelanggan dan parameter lainnya di Pulau Celagen pada Aplikasi HOMER. melakukan evaluasi dari masing-masing skenario simulasi yang dilakukan serta melakukan analisis tehadap hasil simulasi yang didapatkan dari aplikasi. Hasil dari penelitian tersebut yaitu pemodelan sistem diesel generator menampilkan bahwa energi listrik yang diproduksi sebesar 497.215 kWh/tahun, Biaya Pokok Penyediaan (BPP) atau biaya produksi listrik/*Cost of Energy* (COE) sebesar Rp. 3.269/kWh. , dan menghabiskan bahan bakar minyak solar sebanyak 161.924 liter per tahun (Susanto et al, 2019).

METODE

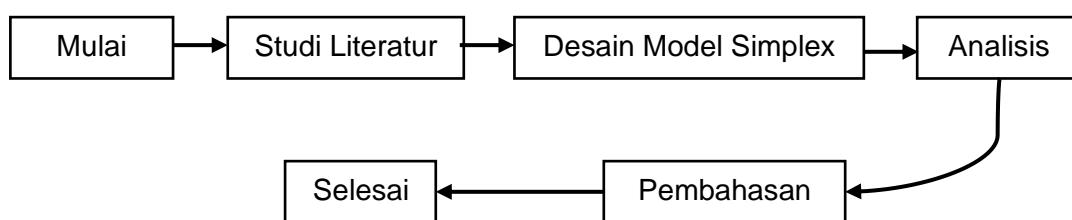
Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif dengan metode pendekatan simpleks, yaitu dengan menganalisa data, serta perhitungan untuk mencapai hasil yang terukur. Adapun parameter keberhasilan pada penelitian ini yaitu untuk memperoleh minimum biaya bahan bakar pada mesin pembangkit diesel dan untuk memperoleh keuntungan maksimal.

Metode Simplex

Metode simpleks merupakan prosedur algoritma yang digunakan untuk menghitung dan menyimpan banyak angka pada iterasi-iterasi dan untuk pengambilan keputusan pada iterasi berikutnya, untuk menyelesaikan masalah-masalah program linear yang meliputi banyak pertidaksamaan. Model program linear adalah semua kendala berupa persamaan dengan sisi kanan nonnegatif, fungsi tujuan dapat memaksimumkan dan meminimumkan.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir ini dibuat untuk mengetahui Gambaran umum dalam proses pelaksanaan penelitian. Berikut adalah diagram alir proses pelaksanaannya yang dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Desain Optimasi *Simplex*

Langkah selanjutnya yang dilakukan yaitu Desain Optimasi *Simplex* menggunakan Software Excel untuk meminimumkan biaya bahan bakar pada pembangkit di PT Sumber Rejeki Power, prosesnya dimulai dengan sebuah solusi awal yang memenuhi batasan-batasan yang diberikan. Kemudian, metode Simplex akan memperbarui solusi tersebut dengan menggerakkan titik sudut ruang solusi yang lebih baik secara bertahap melalui iterasi. Setiap iterasi melibatkan perhitungan terhadap fungsi tujuan dan mengubah satu variabel ke variabel lain untuk mendapatkan solusi.

Optimum Toleransi $\geq 0,01$

Untuk mengetahui efisiensi biaya penggunaan BBM optimal atau tidak. Kita menggunakan Toleransi $\geq 0,01$. jika hasil tidak sesuai maka peneliti akan terus mendesain hingga mencapai solusi optimal.

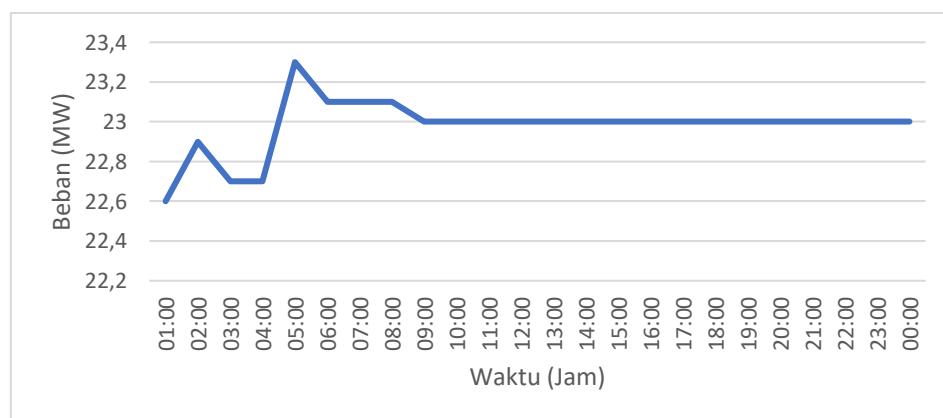
Analisa

Analisis Yaitu penguraian suatu masalah menjadi bagian-bagian yang sederhana untuk menemukan jawaban atau memahami fenomena yang terjadi dalam suatu disiplin ilmu secara logis. Dalam hal ini peneliti menganalisis biaya penggunaan bahan bakar pada mesin generator pembangkit di PT Sumber Rejeki Power. Adapun tahapan analisa dibagi menjadi 3 langkah pelaksanaan yang terdiri dari pengumpulan data, Analisis efisiensi biaya bahan bakar dan optimasi pemakaian bahan bakar pada mesin generator pembangkit di PT Sumber Rejeki Power.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Beban Sistem

Profil beban harian mesin pembangkit sistem PLTD Boak Sumbawa Besar pada tanggal 14 Mei 2023 dari jam 01.00 sampai 00.00 adalah sebagai berikut :

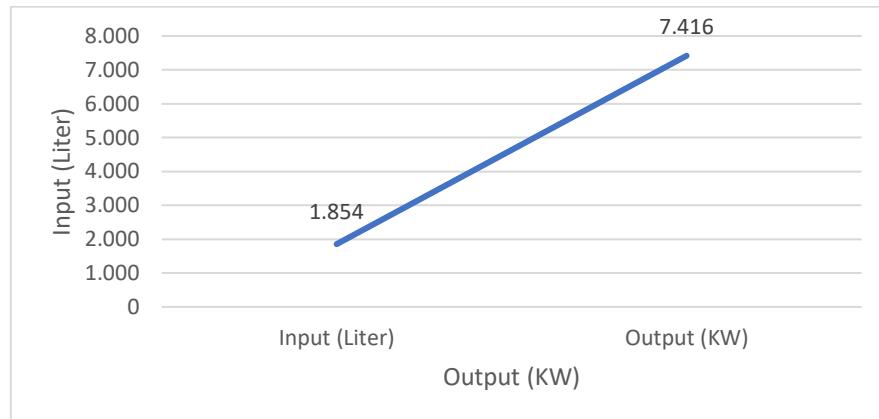
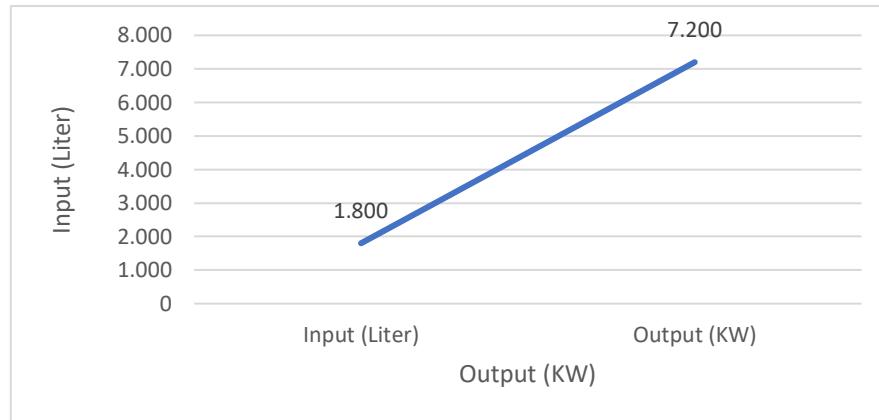
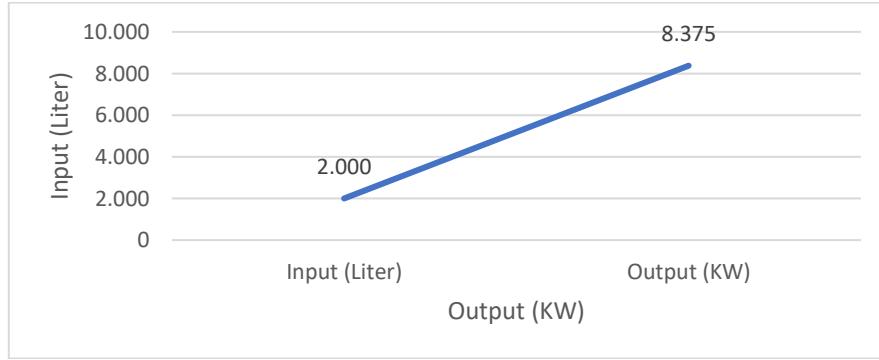


Gambar 2. Profil Beban Harian Mesin Pembangkit PLTD Boak

Dari hasil profil beban mesin pembangkit, maka dapat disimpulkan bahwa peningkatan beban terjadi pada pukul 04:00 sampai 05:30 dengan beban puncak sebesar 23,3 MW dan menghasilkan *output* keluaran sebesar 551.500 kW dengan menggunakan bahan bakar sebesar 137.875/liter.

Karakteristik Input-Output

Persamaan karakteristik input-output setiap unit pembangkit dapat diperoleh dengan perbandingan input terhadap outputnya (liter/kWh). Data hubungan bahan bakar terhadap daya keluaran setiap unit pembangkit terlampir. Grafik perbandingan input-output setiap unit pembangkit sebagai berikut:

**Gambar 3.** Karateristik Input-Output Pembangkit 1 PLTD Boak**Gambar 4.** Karateristik Input-Output Pembangkit 2 PLTD Boak**Gambar 5.** Karateristik Input-Output Pembangkit 3 PLTD Boak

Fungsi biaya bahan bakar pada pembangkit diesel untuk grafik input-output linear didasarkan pada nilai Specific Fuel Consumption (SFC) yang diperoleh pada grafik input-output. Biaya tanpa beban untuk pembangkit diesel merupakan variabel biaya yang tetap dikeluarkan meskipun saat unit pembangkit tidak beroperasi sesuai dengan kontrak. Harga dasar bahan bakar setiap unit pembangkit dibagi berdasarkan jenis bahan bakar. Untuk bahan bakar jenis Marine Fuel Oil (MFO) sebesar Rp 8.172,00-. yang berlaku di wilayah 3 PT. Pertamina periode (1-14 April 2023).

Tabel 1. Parameter Fungsi Biaya Bahan Bakar Pembangkit Diesel

Unit	Jenis Bahan Bakar	SFC (1/kWh)	Harga Bahan Bakar
Pembangkit 1	MFO	0,25	Rp 8.172,00-
Pembangkit 2	MFO	0,25	Rp 8.172,00-
Pembangkit 3	MFO	0,23	Rp 8.172,00-

Fungsi Objektif, Batasan dan Variabel Keputusan

Fungsi objektif untuk model pertama adalah meminimalkan biaya bahan bakar dari setiap unit pembangkit yang dioperasikan selama priode waktu 24 jam. Batasan yang digunakan adalah keseimbangan daya, kapasitas maksimum dan minimum setiap unit pembangkit yang dioperasikan. Variable keputusan merupakan total daya yang dihasilkan setiap unit pembangkit saat beroperasi. Adapun persamaan Simplex model pertama adalah sebagai berikut:

Fungsi Objektif.

X1 = Keluaran Mesin Pembangkit 1

X1 = Keluaran Mesin Pembangkit 1

X2 = Keluaran Mesin Pembangkit 2
X3 = Keluaran Mesin Pembangkit 3

A, B, C = Variabel SFC Setiap Mesin.

Batasan.

- ### 1. Keseimbangan daya.

2. Kapasitas maksimum seluruh pembangkit.

$$p_{di} \ll p_{di,max} \dots \quad (3)$$

3. Kapasitas minimum seluruh pembangkit.

$$p_{di} \gg p_{di,min} \dots \quad (4)$$

Dimana Z merupakan total biaya, n jumlah pembangkit beroperasi, p_{di} merupakan daya yang dihasilkan unit pembangkit, $p_{di,max}$ daya maximum pembangkit dan $p_{di,min}$ daya minimum pembangkit.

Tabel 2. Hasil Perhitungan Optimasi Nilai Z Dalam 1 Hari

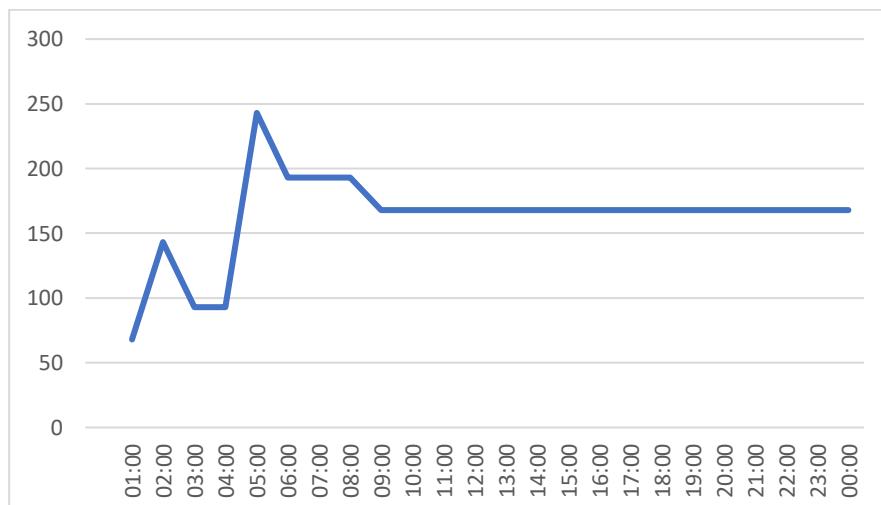
Tabel 2. Hasil Perhitungan Optimalisasi Nilai Z Dalam Tabel						
MIN Z	X1	X2	X3	Tanda	Nilai	RHS
Keseimbangan Daya	1	1	1	=	23000	551500
Daya Max. Semua Pembangkit	1	1	1	\leq	23000	24000
Daya Min. Semua Pembangkit	1	1	1	\geq	23000	10500
Daya Max. Pembangkit 1	1			\leq	7200	7500
Daya Max. Pembangkit 2		1		\leq	7400	7400
Daya Max. Pembangkit 3			1	\leq	8400	8400
Daya Min. Pembangkit 1	1			\geq	7200	3450
Daya Min. Pembangkit 2		1		\geq	7400	3620
Daya Min. Pembangkit 3			1	\geq	8400	3360
Koef F. Sasaran	0,25	0,25	0,23			
Nilai Variabel	7200	7400	8400			
Z						133,843,00

Hasil perhitungan optimasi Nilai Z dalam 1 hari, sasaran yang didapat oleh peneliti yaitu sebesar 133,843 Liter, dengan penggunaan sebelumnya 137,875 Liter dan didapatkan selisih sebesar 4.032 Liter/hari.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Optimasi Nilai Z Per-Jam

Jam	Beban			P. Liter Sebelumnya	Liter Sesudah Optimasi	Selisih	Biaya
	X1	X2	X3				
01:00	7,4	7	8,2	5.650	5.482	68	Rp 555.696,00
02:00	7,5	7,2	8,2	5.725	5.557	143	Rp 1.168.596,00
03:00	7,5	7	8,2	5.675	5.507	93	Rp 759.996,00
04:00	7,5	7	8,2	5.675	5.507	93	Rp 759.996,00
05:00	7,5	7,4	8,4	5.825	5.657	243	Rp 1.985.796,00

Jam	Beban			P. Liter Sebelumnya	Liter Sesudah Optimasi	Selisih	Biaya
	X1	X2	X3				
06:00	7,5	7,4	8,2	5.775	5.607	193	Rp 1.577.196,00
07:00	7,5	7,4	8,2	5.775	5.607	193	Rp 1.577.196,00
08:00	7,5	7,4	8,2	5.775	5.607	193	Rp 1.577.196,00
09:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
10:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
11:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
12:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
13:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
14:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
15:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
16:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
17:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
18:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
19:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
20:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
21:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
22:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
23:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
00:00	7,4	7,4	8,2	5.750	5.582	168	Rp 1.372.896,00
Total	551,5	137.875		133.843		4.032	Rp 32.949.504,00



Gambar 6. Selisih Penggunaan Bahan Bakar MFO

Pada penyelesaian hasil optimasi solver dihasilkan bahwa, pembangkit BPSA Boak selalu beroperasi selama 24 jam. Dari proses komputasi menggunakan Excel's Solver diperoleh bahwa, total biaya bahan bakar pembangkit untuk tanggal 14 mei 2023 sebesar Rp. 1.093.764.996,00. dengan penggunaan sebelumnya Rp. 1.126.714.500,00. dan didapatkan selisih penggunaan sebanyak 4.032 Liter sehingga total biaya optimasi yang didapatkan adalah Rp. 32.949.504,00. Selama 1 hari. Biaya maksimum terjadi pada pukul 05.00 sebesar Rp. 1.985.796,00. Sedangkan untuk biaya minimum terjadi pada pukul 01.00 sebesar Rp. 555.696,00.

Dengan demikian, maka dipastikan bahwa hasil perhitungan dari pengujian menggunakan Excel's Solver dapat digunakan dalam menentukan keuntungan maksimal produksi dari penggunaan minimal bahan bakar. Hasil Analisa menunjukkan bahwa penerapan Linier Programming menggunakan Excel's Solver dalam minimasi pemakaian bahan bakar

pada pembangkit di PLTD Boak dapat membantu dalam menghitung pemakaian minim bahan bakar dengan cepat dan tepat dari keterbatasan pembangkit yang dimiliki.

KESIMPULAN

Metode pendekatan *simplex* dapat diterapkan dalam optimasi pembangkit pada PLTD Boak dalam meminimasi penggunaan bahan bakar dari keterbatasan pembangkit yang dimiliki dan *Excel's Solver* dapat membantu proses perhitungan minimasi bahan bakar secara cepat dan akurat sehingga penggunaan minimal bahan bakar yang diperoleh peneliti yaitu sebesar 133.843/Liter dengan biaya Rp. 1.093.764.996,00. Dengan penggunaan sebelumnya 137.875/Liter dengan biaya Rp. 1.126.714.500,00. dan didapatkan selisih sebesar 4032 Liter/hari.

REKOMENDASI

Perlu dilakukan penelitian yang lebih mendalam, guna untuk memperoleh kemungkinan peluang penghematan bahan bakar yang lebih tinggi. Apabila akan dilakukan penelitian lanjutan, maka peneliti menyarankan untuk melakukan perbandingan analisis pada dua software atau lebih, *Excel's Solver* dan *POM-QM* sehingga dapat diperoleh perbandingan yang lebih baik dan dalam pengambilan data usahakan untuk melakukan tahap yang sistematis guna memperoleh data yang akurat dan hasil yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Almuzani, N., Wahyudi, B., & Fahcruddin, I. (2018). Analisis Konsumsi Bahan Bakar Kapal Niaga Berdasarkan *American Society for Testing Materials the Institute of Petroleum (ASTM-IP)*. *Dinamika Bahari*, 1(1), 21-26. <https://doi.org/10.46484/db.v1i1.181>
- Nur, M., & Permani, N. I. (2015). Optimasi Blending Komponen LGO, Heavy Kero dan ADO Pembentuk Solar dan Kerosene Sebagai Pertadex di PT. Pertamina di RU II Dumai. *Jurnal Teknik Industri*, 1(2), 126-131 DOI: <http://dx.doi.org/10.24014/jti.v1i2.6324>.
- Rumetna, M. S., Lina, T. N., Rustam, M. Y., Sitaniapessy, S. F., Soulisa, D. I., Sihombing, D. S., Kareth, S., & Kadiwaru, Y. (2020). Optimalisasi Penjualan Noken Kulit Kayu Menggunakan Metode Simpleks dan Software POM-QM. *Computer Based Information System Journal*, 8(2), 37–45. <https://doi.org/10.33884/cbis.v8i2.1954>
- Rumetna, M. S., & Lina, T. (2021). Maximization of Profit on Premium And Pertalite Businesses Using Simplex Methods And POM-QM. *Electro Luceat*, 7(1), 5-13. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v7i1.279>.
- Sa'id, S. D. (2011). Analisis Efisiensi Pemakainan Bahan Bakar Mesin Induk Kapal Purse Seiner di Pelabuhan Pendaratan Nusantara Pekalongan," *Gema Teknologi*, vol. 16, no. 2, pp. 99-105, Apr. 2011. <https://doi.org/10.14710/gt.v16i2.22135>
- Sriwidadi, T., & Agustina, E. (2013). Analisis Optimalisasi Produksi Dengan Linear Programming Melalui Metode Simpleks. 4(2), <https://doi.org/10.21512/bbr.v4i2.1386> .
- Suparno. (2009). Penyelesaian Program Linear Dengan Menggunakan Algoritma Titik Interior dan Metode Simpleks. Skripsi Universitas Sebelas Maret.
- Susanto, I., Sunanda, W., & Kurniawan, R. (2019). Analisis Pembangkit Tenaga Diesel Di Pulau Celagen, Proceedings of National Colloquium Research And Community Service, pp. 122–126. <https://doi.org/10.33019/snppm.v3i0.1329>
- Zamista, A. A., H. & Mawaddah, H. (2019). Optimasi Blending Premium Dan Pertalite Dengan Menggunakan Komponen Light Naphtha Dan Reformate Di Pt Xyz Dumai. *Industrial Engineering Journal of The University of Sarjanawiyata Tamansiswa*, 3(1), 27-33,