

## Operation optimization of PLTMG SUMBAGUT 2 peaker 250 MW with homer

### Optimasi operasi PLTMG SUMBAGUT 2 peaker 250 MW dengan software homer energi

Mahlil<sup>1</sup>, Andik Bintoro<sup>2</sup>, Asran<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Electrical Engineering Departement, Malikussaleh University, Indonesia.

\*Corresponding Author: [andik@unimal.ac.id](mailto:andik@unimal.ac.id)

#### ABSTRACT

PLTMG SUMBAGUT 2 peaker 250 MW has 13 generator units in parallel so that it is able to provide power of 239 MW, the generating power capacity per engine unit is 18,407 KW, due to the power usage in the load always changing, the P3B must be able to regulate generator operations automatically, economically, every generator operation requires a large amount of financing, especially fuel usage, fuel usage is one of the things that needs special attention because around 60% of the total operating costs incurred are fuel costs, therefore this research aims to Optimizing load and fuel bearing generators in annual plant operations using Lagrange multiplier methodology is simulated in HOMER ENERGI software, the results of this research are a gas engine system consisting of 13 gas engine generators with a capacity of 18407 kW, obtaining optimal generator results at NPC prices (Net Present Cost) is the lowest, HOMER ENERGI software makes simulation calculations easier, the most optimal system design is based on the lowest total NPC of IDR 5,125,319,000,000.00 from 13 generators, only 6 optimal generator units can produce energy of 117,510,454 KWH per year with a Levelized Cost of Energy (Rp/kWh) of 2,040 and consuming 31,274,527 m<sup>3</sup>/year of fuel.

Keywords: Energy, Optimization, Software Homer, PLTMG, Power.

#### ABSTRAK

PLTMG SUMBAGUT 2 peaker 250 MW mempunyai 13 unit generator yang di paralel kan sehingga mampu menyediakan daya sebesar 239 MW, kapasitas daya pembangkit per-unit engine sebesar 18.407 KW, akibat pemakaian daya di beban selalu terjadi perubahan maka P3B harus mampu mengatur operasional pembangkit secara otomatis, secara ekonomis setiap operasional pembangkit membutuhkan pembiayaan yang besar khususnya penggunaan bahan bakar, pemakaian bahan bakar menjadi salah satu hal yang perlu mendapat perhatian khusus karena sekitar 60% dari total biaya operasi yang dikeluarkan adalah merupakan biaya bahan bakar, oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk pengoptimalan generator pemikul beban dan bahan bakar dalam pengoperasian pembangkit pertahun menggunakan metodologi lagrange multiplier di simulasikan di software HOMER ENERGI, hasil penelitian ini adalah sistem mesin gas terdiri dari 13 generator mesin gas dengan kapasitas 18407 kw, mendapatkan hasil generator yang optimal dengan harga NPC (Net Present Cost) paling rendah, software HOMER ENERGI mempermudah pada perhitungan simulasi, desain sistem yang paling optimal berdasarkan pada total NPC terendah sebesar Rp5.125.319.000.000,00 dari 13 generator hanya 6 unit generator optimal yang dapat menghasilkan energi sebesar 117.510.454 KWH per tahun dengan Levelized Cost of Energy (Rp/kWh) 2.040 dan menghabiskan bahan bakar sebanyak 31.274.527 m<sup>3</sup>/tahun.

Kata kunci: Daya, Energi, Optimasi, Software Homer, PLTMG

## 1. INTRODUCTION

PLTMG SUMBAGUT 2 PEAKER 250 MW mempunyai 13 unit generator yang diparalelkan yang mampu menyediakan energi sebesar 239 MW, permintaan daya konsumen yang selalu naik turun membuat P3B menyesuaikan, P3B meminta untuk penaikan daya pada unit pembangkit yang sudah on line saat ini masih dilakukan dengan cara manual. Untuk mendapatkan suplai energi yang maksimum, dengan biaya operasi yang minimum sangat penting untuk menghitung pembagian beban antar unit pembangkit [1].

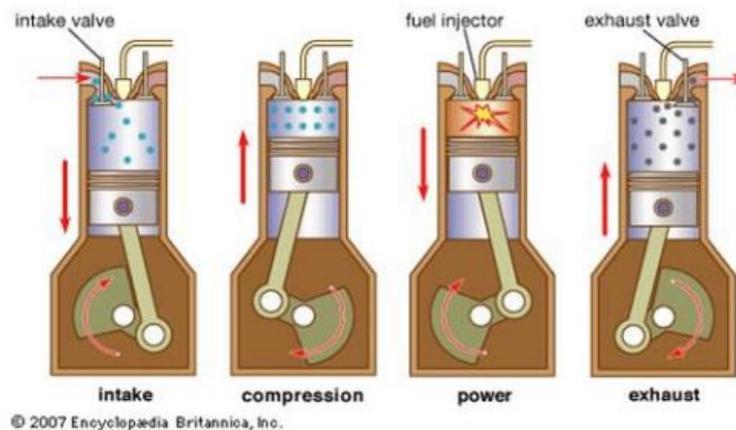
Dengan mengetahui pembagian antar unit pembangkit dapat diperoleh pengoperasian pembangkit yang optimal [2]. Untuk dapat menghasilkan pembagian beban agar dapat beroperasi secara optimum bagi sistem pembangkit dalam artian tercapainya biaya bahan bakar yang minimum [3], untuk memecahkan persoalan dapat ditinjau dengan menggunakan metode Larange Multiplier.

Penelitian ini menggunakan software HOMER sebagai software untuk membandingkan sistem PLTMG dan mengoptimasinya berdasarkan aspek ekonomi, seperti biaya awal, biaya operasional dan perawatan (O&M) dan biaya bersih sekarang (NPC)[4]. Berdasarkan yang telah diuraikan, generator dari setiap unit pembangkit seharusnya tidak melebihi nilai maksimumnya serta tidak boleh dioperasikan untuk membangkitkan daya di bawah nilai minimumnya, maka diperlukan suatu optimasi pengoperasian yang diperlukan agar tetap ekonomis [5].

## 2. RESEARCH METHOD

### A. Pembangkit Listrik Tenaga Mesin Gas

Mesin Gas Generator adalah mesin pembangkit tenaga yang berfungsi merubah energi ekspansi gas menjadi energi listrik. Secara umum bagianbagian gas Generator terdiri dari Heat Recovery – Heat Exchanger, Engine, Control Panel, dan Generator [6].



Gambar 1, Proses pembakaran PLTMG

### B. Optimasi Software Homer

Dalam proses optimasi, HOMER mensimulasikan berbagai konfigurasi system yang berbeda untuk mencari konfigurasi system terbaik dengan operasional terendah. Sistem dikatakan optimal, apabila salah satu konfigurasi system menunjukkan NPC terendah untuk jangka waktu yang telah ditentukan [7].

### C. Net Present Coast (NPC)

Net Present Cost yaitu biaya total yang akan digunakan selama masa pemasangan ataupun pengoperasian komponen sepanjang proyek berjalan. Untuk mengetahui nilai NPC (Net Present Cost) [8].

$$NPC = Capital\ costs + Replacement\ costs + O\&M\ costs + Fuel\ costs - \quad (1)$$

Keterangan :

Capital costs	:Biaya modal komponen (Rp).
Replacement costs	:Biaya pergantian komponen (Rp).
O&M costs	:Biaya operasional dan perawatan (Rp).
Fuel cost	:Biaya bahan bakar (Rp).
Salvage	:Biaya yang tersisa pada komponen(Rp).

### 3. RESULTS AND DISCUSSION

Setelah membuat beberapa skenario pada HOMER, akan mendapatkan hasil berupa nilai-nilai yang diperlukan. Output dari perangkat lunak HOMER kemudian dapat di analisa dan diketahui nilai yang dapat meng-optimalkan pembangkit listrik. Analisa data merupakan upaya untuk dapat mengolah data menjadi informasi sehingga data tersebut bisa dipahami dan bermanfaat untuk solusi permasalahan, terutama masalah yang berkaitan dengan Pengoptimalan dan bahan bakar.

Setelah data terkumpul kemudian di-input pada perangkat lunak HOMER untuk melakukan simulasi yang kemudian akan menghasilkan hasil yang paling optimal untuk sistem pembangkit.

Komponen utama dalam penelitian ini terdiri dari 13 set generator yang berkapasitas per unit nya 18.407 Kw per unit nya. Pada penelitian ini memiliki satu skenario. Skenario menggunakan komponen 13 set generator sistem mesin gas yang mampu di masukkan kedalam software. terdapat pada gambar 3.1.

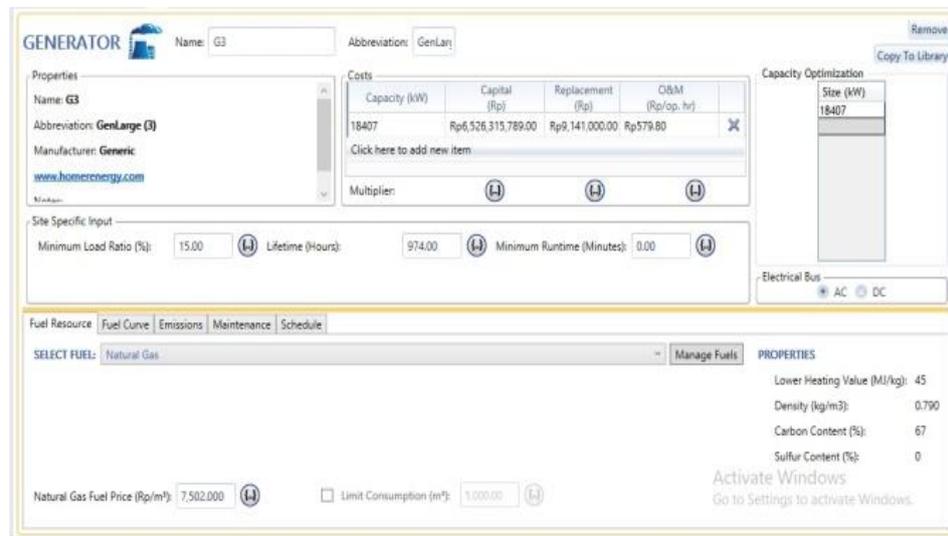


Gambar 2. Skema Skenario

#### A. Pengaturan Generator Mesin Gas Pada HOMER

PLTMG SUMBAGUT 2 PEAKER PLANT 250 MW menggunakan 13 unit generator dengan kapasitas masing masing 18.407 KW kemudian data dari 13 generator tersebut digunakan untuk mengatur generator sistem mesin gas yang digunakan saat perancangan menggunakan perangkat lunak HOMER. Life time dari generator sistem mesin gas berbeda dari generator pertama sampai generator 13. Biaya modal dari generator sebesar Rp. 6.526.315.789,-. Biaya penggantian dari generator juga berbeda-beda tergantung generator terjadi penggantian apa saja, sering terjadi penggantian pada oli generator dan penggantian filter generator setiap 8.000/jam, dapat di lihat pada table 1. contoh pengaturan dapat dilihat pada Gambar 2 dan biaya

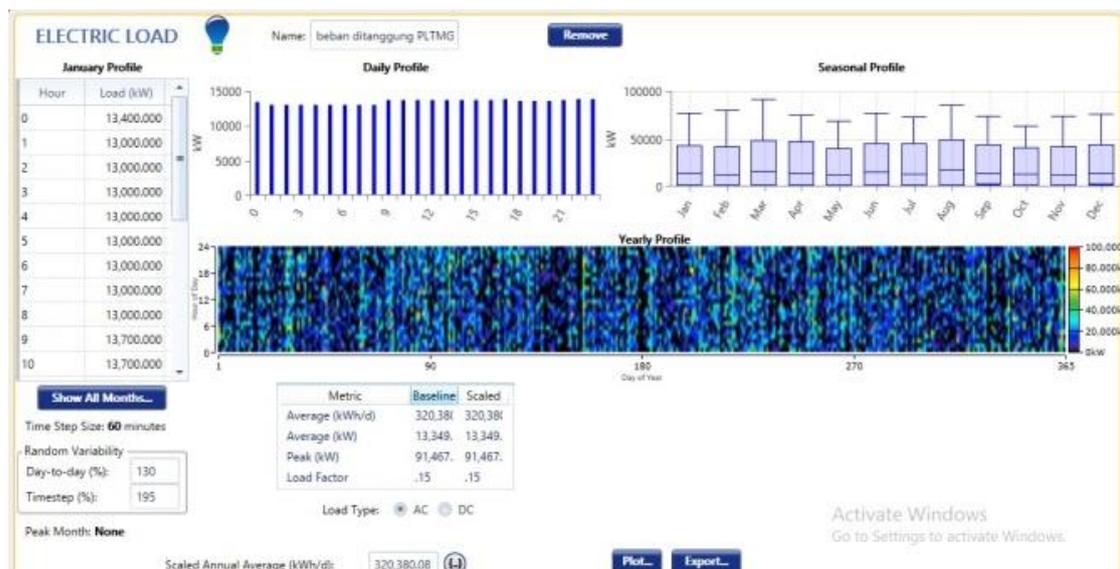
operasi dan perawatan senilai Rp. 579.8/jam untuk biaya bahan bakar dengan menggunakan bahan bakar natural gas dengan harga Rp. 7.502,88/m<sup>3</sup>.



Gambar 3, Pengaturan Generator 3

#### B. Data beban

Data beban PLTMG SUMBAGUT 2 PEAKER 250 MW di peroleh dari PT. SEWATAMA selaku perusahaan pengoperasi PLTMG tersebut. Data beban dalam penelitian ini merupakan beban yang di tanggung oleh generator yang beroperasi di PLTMG SUMBAGUT 2 PEAKER 250 MW dengan beban produksi 320.380,08 kWh/d. Setelah data beban yang di tanggung generator dimiliki, data beban diinput ke dalam software HOMER. Pada Gambar 3 memperlihatkan pengaturan beban yang akan digunakan kedalam perancangan HOMER.



Gambar 4, Pengaturan data beban.

Yearly Load Data

Hour	Weekdays						Weekends					
	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December
0	13,400.000	13,000.000	13,000.000	13,000.000	13,000.000	13,700.000	13,400.000	13,300.000	13,400.000	13,500.000	13,500.000	13,600.000
1	13,000.000	13,480.000	13,000.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
2	13,000.000	13,420.000	13,000.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
3	13,000.000	13,420.000	13,000.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
4	13,000.000	13,420.000	13,800.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
5	13,000.000	13,420.000	13,800.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
6	13,000.000	13,420.000	13,800.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
7	13,000.000	13,420.000	13,800.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
8	13,000.000	13,420.000	13,800.000	12,910.000	12,290.000	13,440.000	13,190.000	13,000.000	13,000.000	13,500.000	13,000.000	13,490.000
9	13,700.000	13,420.000	13,700.000	9,000.000	9,500.000	9,000.000	13,800.000	13,700.000	13,700.000	10,000.000	13,700.000	13,490.000
10	13,700.000	9,000.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,800.000	13,600.000	13,700.000	13,700.000	10,000.000	13,700.000
11	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,800.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000
12	13,700.000	13,700.000	13,700.000	7,500.000	7,500.000	7,500.000	13,800.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000
13	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,500.000	13,500.000	13,700.000	13,800.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000
14	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,500.000	13,500.000	13,700.000	13,800.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000
15	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,500.000	13,000.000	13,700.000	13,800.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000
16	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000
17	13,800.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,700.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000
18	13,600.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,800.000	13,800.000	13,600.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000
19	13,600.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,600.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,800.000
20	13,600.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,800.000	13,800.000	13,600.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,800.000
21	13,700.000	13,800.000	13,800.000	13,500.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,800.000
22	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,500.000	13,800.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,800.000	13,800.000	13,700.000	13,800.000
23	13,800.000	13,700.000	13,700.000	13,500.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,600.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000	13,700.000

Gambar 5, Pengaturan beban per jam

### 3. Result and Discussion

#### a. Hasil Optimasi Perangkat Lunak HOMER

Hasil optimasi didapatkan setelah proses simulasi dengan menggunakan perangkat lunak HOMER selesai dikerjakan. Tujuan dari proses simulasi ini adalah untuk menentukan variabel optimum pada masing-masing komponen utama yang terpasang pada saat operasi. Hasil simulasi komponen terdiri dari 13 generator mesin gas dengan kapasitas 18.047 Kw, dan mendapat kan hasil generator yang optimal dengan harga NPC (Net Present Cost) paling rendah dari semua optimization result sebesar Rp 5.125.319.000.000,00 dengan generator yang terpilih pada sensitivitas cases yaitu G1, G2, G6, G7, G10, G11.

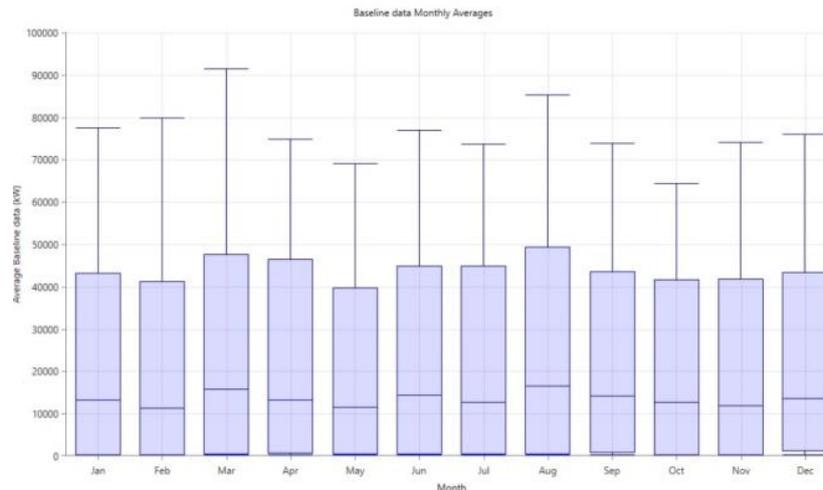
Cost				System			GenLarge (1)			
COE (Rp)	NPC (Rp)	Operating cost (Rp/yr)	Initial capital (Rp)	Ren Frac (%)	Total Fuel (L/yr)	Hours	Production (kWh)	Fuel (m <sup>3</sup> )	O&M Cost (Rp/yr)	Fuel Cost (Rp/yr)
Rp2,040	Rp5,125B	Rp235B	Rp84,8B	0	31,274,524	5,791	78,036,224	20,533,168	3,357,622	154,039,828,480

Gambar 6, Hasil simulasi pada perangkat lunak HOMER

Biaya yang di keluarkan sistem per kWh atau COE sebesar Rp. 2.040 dengan biaya operating and maintenance yang berbeda-beda setiap generator nya, dapat di lihat pada Gambar 4. dan dapat menghasilkan biaya bahan bakar yang optimal sebesar 31.274.527 m<sup>3</sup>/tahun.

#### b. Produksi energi tenaga listrik

Energi listrik yang dihasilkan generator tenaga gas perbulan tergantung pada permintaan konsumen setiap bulan nya. Gambar 7 Menunjukkan grafik listrik yang dihasilkan perbulan dari generator tenaga gas.



Gambar 7, Grafik energi listrik yang dihasilkan generator per bulan dalam setahun

Berdasarkan Gambar 7 Diatas dapat dijelaskan bahwa energi listrik yang dihasilkan generator tenaga gas pada bulan Maret merupakan yang tertinggi sedangkan yang terendah pada bulan Oktober. Rata-rata energi listrik yang dihasilkan perbulan dari yang terendah sampai yang tertinggi antara 12.609 Kw (bulan Oktober) – 15.568 kW (bulan Maret) dan maksimal energi listrik harian yang dihasilkan perbulan dalam setahun dari terendah sampai yang tertinggi antara 64.388 kW (bulan Oktober) – 91467 kW (bulan Maret).

### c. Nilai Ekonomi Sistem Pembangkit

Nilai ekonomis pembangkit sistem konvensional menggunakan generator dapat di perlihatkan pada Tabel 3.1.

Tabel 1 Nilai ekonomis pembangkit

Kriteria Penilaian	Nilai
Total produksi energi (KWH/Tahun)	117.510.454
NPC (Rupiah)	5.125319.000.000,00
Cost of energi (Rupiah)	2,040

Total produksi energi dengan menggunakan sistem generator diesel adalah sebesar 117.510.454 kWh/tahun.

## 4. CONCLUSION

Pemodelan sistem PLTMG yang paling optimal dilihat berdasarkan pada total NPC terendah sebesar Rp5.125.319.000.000,00 dimana desain sistem pembangkit ini terdiri dari 13 generator berkapasitas masing-masing 18.407 kw, software HOMER mengoptimalkan pembangkitan PLTMG dengan membuat penjadwalan operasi kepada ke 13 generator, hasil simulasi yang beroperasi hanya 6 generator, yang dapat menghasilkan total energi sebesar 117.510.454 kwh pertahun dengan Cost of Energy Rp.2.040 per kwh, dimana tiap generator berbeda jam kerjanya hanya dioptimalkan di beberapa generator saja tidak disama ratakan, hal ini bertujuan untuk kehandalan sistem pembangkit, apabila salah satu generator bermasalah atau adanya pemeliharaan sistem tetap beroperasi normal untuk melayani beban tidak harus padam karna masih ada generator lain nya yang bisa dioperasikan.

Dari hasil simulasi dengan software HOMER pembangkit menghabiskan bahan bakar sebanyak  $31.274.527 \text{ m}^3/\text{tahun}$  atau sebanyak  $2.606.210 \text{ m}^3/\text{bulan}$ , sedangkan data aktual pembangkit dalam sebulan rata rata menghabiskan bahan bakar sebanyak  $3.647.680 \text{ m}^3$ , setelah dilakukan optimasi menggunakan software HOMER pembangkit dapat menghemat bahan bakar rata rata sebanyak  $1.041.469 \text{ m}^3/\text{bulan}$ .

## REFERENCES

- [1]. S. N. Edusainstek et al., "Analisis Konsumsi Bahan Bakar Pada Pembangkit Listrik Tenaga Uap Dengan menggunakan Metode Least Square," Isbn, vol. 4, pp. 280–288, 2018.
- [2]. D. Keumala, A. Bintoro, H. Salahuddin, and Y. Muharry, "Analisis Penggunaan Rele Diferensial Sebagai Proteksi Transformator 66 MVA di PLTMG Sumbagut 2 Peaker Power Plant 250 Mw," *Jurnal Enegi Elektrik*, vol. 10, no. 1, pp. 9–13, 2021.
- [3]. H. Suroso, P. Perdana, J. T. Elektro, F. Teknik, U. M. Gresik, and L. Multiplier, "Gas Dan Uap PT Petrokimia Gresik Dengan Metode Lagrange Multiplier," pp. 1–9.
- [4]. T. Di, P. Mandangin, and J. M. T. Haryono, "[2] : 1.," pp. 1–6, 1984.
- [5]. P. Beban and P. B. Tugas, "Makalah Seminar Tugas Akhir Mengoptimalkan Pembagian Beban Pada Unit Pembangkit PLTGU Tambak Lorok Dengan Metode Lagrange Multiplier".
- [6]. Z. Tamam, "Karakterisasi Unjuk Kerja Mesin Diesel Generator Set Sistem Dual Fuel Solar dan Syngas Batubara Zuhri," *Journal of Chemical Information and Modeling*, pp. 1–142, 2015.
- [7]. R. L. Imani et al., "Optimasi Energi Terbarukan Pada Microgrid di Pulau Rakit Indramayu Menggunakan Homer," *Conference on Innovation and Application of Science and Technology (CIASTECH 2018)*, no. September, pp. 634–642, 2018.
- [8]. I. Razak, "Studi Kelayakan Pemasangan Pembangkit Listrik Energi Terbarukan Tenaga Hybrid (Studi Kasus: Desa Gadingsari, Dusun Wonoroto, Bantul)," 2019.