

Operasi Ekonomis pada Sistem Pembangkit Thermal Sumatera Barat dengan Menggunakan Metode Iterasi Lambda

Septian Riswandi¹, Rakhmad Syafutra Lubis², Mahdi Syukri³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro dan Komputer, Universitas Syiah Kuala
Jl. Tgk. Syech Abdurrauf No.7. Darussalam, Banda Aceh, 23111, Aceh, Indonesia

¹septian97@mhs.unsyiah.ac.id

²rakhmadslubis@unsyiah.ac.id

³mahdisyukri@unsyiah.ac.id

Abstrak— Sistem tenaga listrik pada dasarnya terdiri dari unit-unit pembangkit yang bertujuan melayani beban. Pada pembangkit thermal, umumnya biaya bahan bakar adalah biaya paling besar dari seluruh biaya pembangkitan sehingga tidak ekonomis jika beban yang disuplai tidak sesuai dengan besarnya pembangkitan. Agar diperoleh pembangkitan yang ekonomis maka perlu ditentukan berapa besar daya yang perlu dibangkitkan oleh setiap unitnya pembangkit thermal yang tersedia. Pada penelitian ini digunakan metode Genetic Algorithm (GA) untuk melakukan pengoperasian ekonomis pada unit thermal yang terdapat pada sistem Sumatera Barat dengan asumsi pembangkit thermal yang digunakan pada sistem Sumatera Barat adalah PLTU Ombilin dan PLTU Teluk sirih dimana masing-masing memiliki dua unit. Iterasi Lambda merupakan salah satu metode yang efektif untuk menyelesaikan masalah Operasi ekonomis, Sedangkan *economic dispatch* merupakan pembagian pembebanan pada unit pembangkit. Perhitungan Iterasi Lambda diselesaikan dengan bantuan *software* MATLAB karena mudah digunakan dan cepat dalam menyelesaikan masalah *economic dispatch*. Dari hasil tugas akhir ini total biaya yang dikeluarkan dalam menanggung beban sistem adalah selama 24 jam dengan metode Iterasi Lambda adalah 3.202.356.408,10883 jika dibandingkan dengan pembangkitan total biaya metode riil adalah Rp.3.307.483.474,16, dan penghematan yang dapat dilakukan dengan metode Iterasi Lambda adalah sebesar Rp. 105.127.066,0511 dalam satu hari dan dalam satu tahun adalah Rp. 38.371.379.108,6.

Kata Kunci— Penjadwalan, Pembebanan, Economic Dispatch, biaya bahan bakar, Algoritma Genetika, Sistem Sumatera barat, Operasi Ekonomis.

I. PENDAHULUAN

Sistem tenaga listrik pada dasarnya terdiri dari unit-unit pembangkit tenaga listrik yang bertujuan untuk melayani kebutuhan beban [1]. Besar beban yang harus dilayani tidak konstan tetapi selalu berubah dari waktu ke waktu dimana perubahan besar kecilnya beban bergantung pada kebutuhan konsumen energi listrik [2].

Besar beban yang disuplai dan daya yang dihasilkan atau diproduksi oleh pembangkit harus seimbang sehingga pembangkit tersebut dapat dioperasikan secara optimal dengan biaya operasi seminimal mungkin [3].

Pengoperasian pembangkit tenaga listrik secara optimal dan ekonomis dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu karakteristik pembangkit, limit daya output pembangkit, biaya bahan bakar dan pengaturan unit pembangkit yang tepat. Pada umumnya biaya bahan bakar merupakan komponen dengan biaya yang paling besar, kira-kira sebesar 60% dari seluruh biaya pengoperasian pembangkit. Sehingga pengoptimalan biaya pembangkit ini sangat penting, dimana pengoptimalan biaya pembangkit sekitar 1% saja akan menghasilkan penghematan dalam orde milyaran rupiah pertahun pada sistem yang berskala besar [4]. Untuk pengoptimalan biaya pembangkit salah satunya dapat dilakukan dengan pengaturan pembangkit yang tepat. Pengaturan pembangkit sendiri adalah agar daya *output* pada setiap pusat pembangkit yang terdapat dalam sistem atau daya *output* pada setiap unit pembangkit yang terdapat dalam pusat pembangkit yang bertujuan untuk melayani kebutuhan beban dapat berjalan dengan lancar sehingga menghasilkan biaya seekonomis mungkin dengan tidak mengabaikan beberapa kendala [1].

Sistem kelistrikan sumatera barat (SUMBAR) merupakan salah satu sistem kelistrikan di Indonesia yang perlu dilakukan pengoperasian ekonomis dari waktu ke waktu mengingat kemungkinan adanya perubahan permintaan beban dan pengurangan atau penambahan misi operasi pembangkit. Penelitian sebelumnya terkait pengoperasian ekonomis pembangkit listrik pada sistem sumatera barat adalah penelitian yang pernah dilakukan oleh Syafii dan Kartika Ika Putri pada tahun 2018 terkait Analisa Operasi Ekonomis Pembangkit Termal untuk Melayani Beban Puncak Sistem Kelistrikan SUMBAR [5].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya maka peneliti melakukan pengembangan dari penelitian tersebut, dimana pada penelitian ini akan dilakukan penelitian tentang “Operasi Ekonomis Pada Pembangkit Listrik Thermal Sistem Sumatera Barat Menggunakan Metode Iterasi Lambda”.

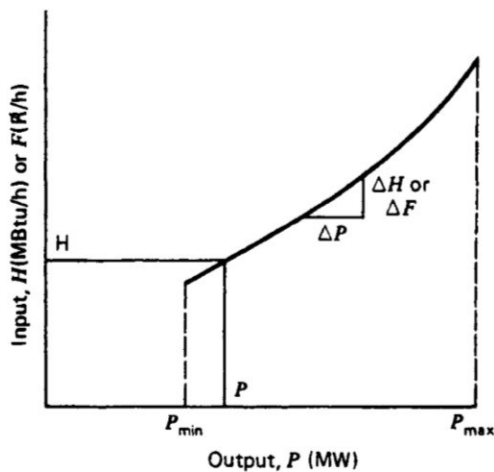
Metode Iterasi Lambda adalah konvensional yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah penjadwalan ekonomis pembangkit dan metode ini telah banyak digunakan

untuk menyelesaikan masalah penjadwalan ekonomis [6]. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan penjadwalan ekonomis untuk unit pembangkit thermal pada sistem SUMBAR dengan menggunakan metode Iterasi Lambda. Hasil perhitungan dengan metode Iterasi Lambda akan dibandingkan dengan menggunakan metode rill.

II. DASAR TEORI

A. Karakteristik Input-Output Pembangkit

Suatu pembangkit memiliki karakteristik *input-output* dimana karakteristik tersebut merupakan suatu hal yang signifikan dalam menganalisis permasalahan operasi sistem tenaga listrik, khususnya pada permasalahan operasi ekonomis. Karakteristik ini akan menunjukkan hubungan antara *input* yaitu bahan bakar (liter/jam) dengan *output* yaitu daya yang dibangkitkan (MW) pada unit pembangkit thermal. Gambar 2.1 memperlihatkan gambaran karakteristik *input-output* suatu unit thermal [7] :



Gambar 1 Karakteristik Input – Output unit pembangkit thermal

Kurva karakteristik *input-output* diatas diberi pendekatan dengan persamaan *polynomial* orde kedua berikut [7]:

$$H_i = \alpha_i + \beta_i P_i + \gamma_i P_i^2 \tag{1}$$

Hasil persamaan karakteristik tersebut digunakan untuk menentukan persamaan fungsi biaya bahan bakar pembangkit dengan mengalikan harga bahan bakar dengan dengan karakteristik *input-output* pembangkit. Persamaan biaya bahan bakar dapat dihitung menggunakan persamaan berikut [4]:

$$F_i = \text{Biaya bahan bakar (Rp/MBtu)} \times H_i \tag{2}$$

B. Optimalisasi Unit Pembangkit Thermal

Optimalisasi adalah Optimalisasi adalah suatu proses untuk menghasilkan solusi yang terbaik sehingga optimalisasi unit

pembangkit thermal adalah proses menghasilkan solusi yang terbaik pada unit pembangkit thermal untuk menyesuaikan beban yang berubah setiap waktunya dengan unit pembangkit yang beroperasi [4].

Operasi ekonomis pada suatu pembangkit *thermal* adalah proses pembagian atau penjadwalan total beban yang terdapat dalam sistem terhadap masing-masing pembangkit yang diatur sedemikian rupa agar biaya pengoperasian dapat dibuat seekonomis mungkin [6].

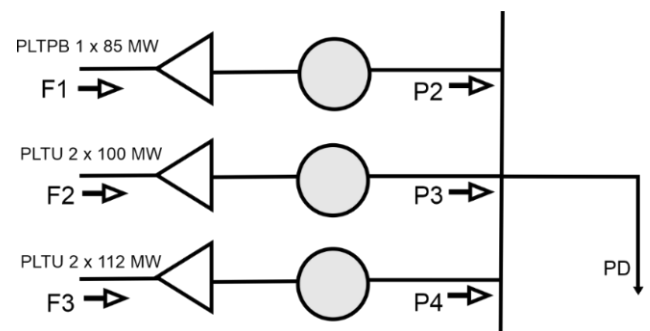
Pengoperasian unit pembangkit yang optimal dan menghasilkan biaya seekonomis mungkin dapat dicapai dengan adanya pengontrolan pada pusat-pusat pembangkit secara terus menerus dalam periode waktu tertentu [7]

C. Sistem Kelistrikan SUMBAR

Sistem kelistrikan SUMBAR berasal dari sistem interkoneksi 150 kV Sumatera Bagian Tengah (Jambi-Sumbar-Riau) diluar sistem kepulauan mentawai. Sistem ini melalui 17 gardu induk dengan kapasitas 1,114 MVA dengan beban puncak tertinggi terjadi bulan Agustus 2018 sebesar 580 MW [8]. Pembangkit thermal yang digunakan untuk memenuhi permintaan beban pada sistem SUMBAR yaitu [5]:

- PLTPB Muara Labuh 1 unit
- PLTU Ombilin 2 unit
- PLTU Teluk Sirih 2 unit

Ketiga jenis unit pembangkitan thermal dengan batas daya mampu generator dan tidak memperhitungkan rugi-rugi transmisi dapat digambarkan seperti berikut [5]:



Gambar 2 Unit Pembangkit Thermal Pada Sistem Kelistrikan SUMBAR

D. Economic Dispatch Unit Pembangkit Thermal

Perhitungan *Economic Dispatch* berfungsi untuk menentukan pembagian daya yang paling baik dan optimal diantara pembangkit yang tersedia dalam melayani kebutuhan beban dengan pertimbangan batasannya adalah [3]:

- 1) *Batas Keseimbangan Daya* : yaitu total daya yang dibangkitkan oleh pembangkit dengan total beban yang harus disuplai yang ada pada sistem dengan tidak memperhitungkan rugi-rugi transmisi harus sama.

$$\sum_{i=1}^n P_i - P_D^t = 0 \tag{3}$$

2) *Batas Daya Output Maksimum dan Minimum* : daya *output* pada tiap-tiap unit pembangkit harus berada diantara batas maksimal dan minimalnya yang sudah ditetapkan.

$$P_{i,min} \leq P_i \leq P_{i,max} \tag{4}$$

Dengan total biaya pembangkitan untuk mensuplai beban yang dituju [9]:

$$F_T = \sum_{i=1}^N F_i(P_i) \tag{5}$$

E. Iterasi Lambda

Metode iterasi lamda adalah salah satu metode konvensional yang dapat digunakan dalam menyelesaikan masalah penjadwalan ekonomis pembangkit, dimana metode ini melakukan pendekatan dengan menurunkan persamaan karakteristik pembangkit. Pada metode ini, nilai awal lamda (λ) akan ditentukan dahulu, lalu dengan menggunakan syarat optimum akan dihitung nilai P_i (Output dari tiap pembangkit yang tersedia). Dengan memperhitungkan batasan pembangkit akan dicek apakah total daya *output* tiap pembangkit sama dengan daya yang dibutuhkan untuk melayani beban, jika belum maka harga lamda ditentukan kembali dan iterasi diulangi Kembali [6]. Untuk menentukan nilai lambda awal dapat digunakan rumus berikut [5]:

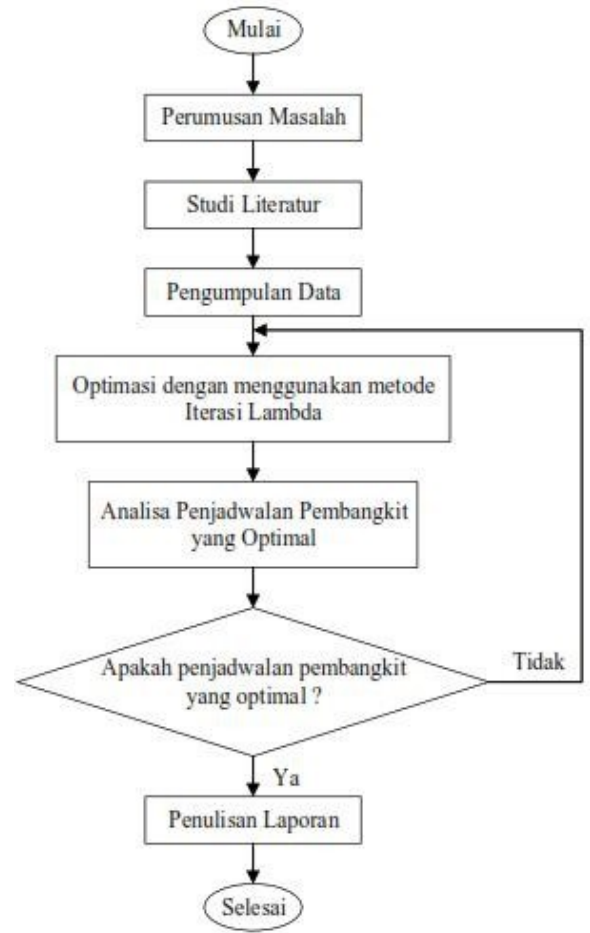
$$\lambda = \frac{P_D + \sum \frac{P_i}{2\gamma_i}}{\sum \frac{1}{2\gamma_i}} \tag{6}$$

Persamaan untuk nilai pembangkitan setiap unitnya adalah :

$$P_i^{(k)} = \frac{\lambda^{(k)} - \beta_i}{2\gamma_i} \tag{7}$$

III. METODE

Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan, dimana setiap tahapan dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

A. Data

Data pada pembangkit listrik tenaga panas bumi (PLTPB) Muara labuh tidak didapatkan, maka diasumsikan memberikan daya yang optimal. Sehingga Total beban dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

TABLE 1

BEBAN TANGGAL 21 AGUSTUS 2020 YANG AKAN DILAKUKAN OPTIMASI

Jam	Total Beban (MW)	PLTPB Muara Labuh diasumsikan maksimum (MW)	Beban yang akan dilakukan Optimasi
01:00	434,4	85	349,4
02:00	412	85	327
03:00	410,3	85	325,3
04:00	410,9	85	325,9
05:00	410,6	85	325,6
06:00	410,6	85	325,6
07:00	410,2	85	325,2
08:00	410,4	85	325,4
09:00	396,3	85	311,3
10:00	396,3	85	311,3
11:00	396,3	85	311,3
12:00	396,3	85	311,3
13:00	396,3	85	311,3
14:00	396,3	85	311,3
15:00	396,3	85	311,3
16:00	396,3	85	311,3
17:00	406,7	85	321,7
18:00	427,77	85	342,77
19:00	427,09	85	342,09
20:00	427,05	85	342,05
21:00	427,34	85	342,34
22:00	427,31	85	342,31
23:00	436	85	351
24:00	435,4	85	350,4

Berdasarkan harga industri, diketahui bahwa harga batu bara pada tanggal 21 Agustus 2020 adalah sebesar 50,34 USD/Ton atau setara dengan 744.007,08 Rp/Ton. Dari nilai ini maka dapat diketahui nilai biaya pembangkitan. Pembebanan riil pada tanggal 21 Agustus 2020 dapat dilihat pada tabel 3 berikut:

TABLE 2

MODEL PEMBEBANAN RIIL PADA TANGGAL 21 AGUSTUS 2020

Jam	PLTU Teluk Sirih Unit 1 (MW)	PLTU Teluk Sirih Unit 2 (MW)	PLTU Ombilin Unit 1 (MW)	PLTU Ombilin Unit 2 (MW)	Total Beban (MW)	Total Biaya (Rp/Jam)
01:00	98,60	97,80	76,00	77,00	349,4	144.893.890,82
02:00	87,00	87,00	76,00	77,00	327	135.192.038,49
03:00	86,30	86,00	76,00	77,00	325,3	135.072.997,36
04:00	86,80	86,10	76,00	77,00	325,9	135.296.199,48
05:00	86,50	86,10	76,00	77,00	325,6	135.445.000,90
06:00	86,60	86,00	76,00	77,00	325,6	135.519.401,61
07:00	86,40	85,80	76,00	77,00	325,2	135.519.401,61
08:00	86,40	86,00	76,00	77,00	325,4	135.519.401,61
09:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
10:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
11:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
12:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
13:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
14:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
15:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
16:00	88,20	88,10	67,50	67,50	311,3	130.227.279,25
17:00	89,00	87,70	80,00	65,00	321,7	133.973.354,90
18:00	99,00	98,77	80,00	65,00	342,77	148.124.369,56
19:00	99,00	98,09	80,00	65,00	342,09	150.579.592,92
20:00	99,00	98,05	80,00	65,00	342,05	150.014.147,54
21:00	99,00	98,34	80,00	65,00	342,34	150.021.587,61
22:00	99,00	98,31	80,00	65,00	342,31	150.185.269,17
23:00	100,00	98,00	76,00	77,00	351	144.745.089,40
24:00	99,20	98,20	76,00	77,00	350,4	145.489.096,48

Dari tabel diatas dapat dilihat perbedaan mulai terjadi pada jam 17:00 sampai jam 01:00, dimana rentang jam ini terjadi beban puncak. Lebih mudah dapat dilihat dalam bentuk grafik seperti yang terlihat pada gambar 4 berikut:



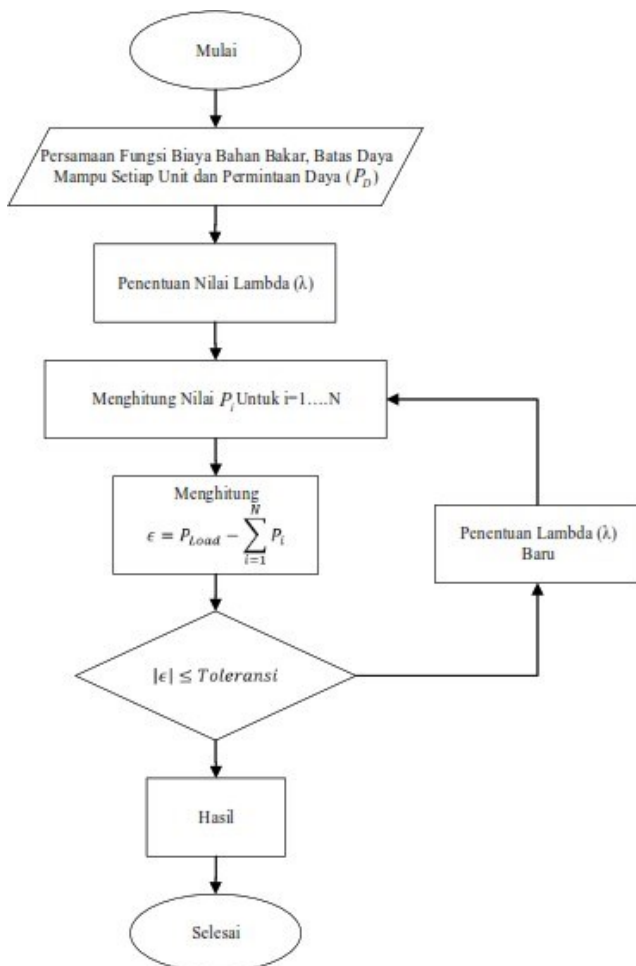
Gambar 4 Grafik Model Pembebanan Riil Pada Tanggal 21 Agustus 2020

Dari grafik dapat dilihat bahwa pada jam 18:00-01:00 terjadi beban puncak melebihi 340 MW dan setelah periode jam tersebut baru beban kembali turun.

B. Optimasi dengan Metode Iterasi Lambda

Pada tahap ini perlu ditentukan terlebih dahulu karakteristik *input-output* dari setiap unit pembangkit dengan *least square method* menggunakan MATLAB sehingga didapatkan seperti persamaan 1. Hasil persamaan karakteristik tersebut juga digunakan untuk menentukan fungsi biaya bahan bakar pembangkit sehingga diperoleh seperti persamaan 2.

Untuk dapat pengoperasian ekonomis atau biaya paling minimum tiap jam dengan menggunakan metode Iterasi Lambda adalah dengan menginputkan persamaan fungsi biaya bahan bakar setiap unit generator pembangkit serta batas daya mampunya pada MATLAB. Selain itu juga menginputkan nilai permintaan dayanya (P_D) sebagai suatu batasan dalam perhitungan Iterasi Lambda. Berikut diagram alir perhitungan iterasi lambda.



Gambar 5 Diagram Alir Iterasi Lambda

Perhitungan dengan metode Iterasi Lambda dimulai dengan menginputkan persamaan fungsi biaya, batas daya mampu setiap unit dan permintaan daya yang akan disuplai. Kemudian akan dilakukan penentuan nilai awal lambda (λ) dan dilanjutkan dengan perhitungan nilai daya *output* (P_i) dari setiap pembangkit yang tersedia. Daya total ($P_1 + P_2 + P_3 + P_4$) pembangkitan akan dibandingkan dengan nilai daya yang dibutuhkan untuk mensuplai beban (P_D). Jika daya total pembangkitan lebih kecil atau lebih besar dari pada P_D maka akan dilakukan penentuan nilai lambda (λ) kembali. Hal ini akan diulangi sampai ditemukan daya total yang dibangkitkan sama dengan daya total yang dibutuhkan untuk mensuplai beban.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Input-Output Pembangkit

Karakteristik setiap unit pembangkit thermal dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

TABLE 3
KARAKTERISTIK INPUT-OUTPUT PEMBANGKIT THERMAL

No	Unit Pembangkit	Persamaan Karakteristik <i>input-output</i> Pembangkit
1	PLTU Teluk Sirih Unit 1	$H(P) = 737,3441 - 15,3211PT_1 + 0,0862PT_1^2$
2	PLTU Teluk Sirih Unit 2	$H(P) = 644,5535 - 13,2967PT_2 + 0,0753PT_2^2$
3	PLTU Ombilin Unit 1	$H(P) = 574,6447 - 15,4061PT_3 + 0,1089PT_3^2$
4	PLTU Ombilin Unit 2	$H(P) = 171,8667 - 4,2776PT_4 + 0,0322PT_4^2$

Dengan batas daya mampu maksimum dan batas daya mampu minimumnya adalah sebagai berikut:

TABLE 4
BATAS DAYA MAMPU PEMBANGKIT

No	Unit Pembangkit	P_{min}	P_{max}
1	PLTU Teluk Sirih Unit 1	70	112
2	PLTU Teluk Sirih Unit 2	70	112
3	PLTU Ombilin Unit 1	50	97
4	PLTU Ombilin Unit 2	50	97

B. Pengoperasian Ekonomis

Berikut hasil perhitungan pengoperasian ekonomis dengan metode iterasi lambda:

TABLE 5
HASIL PERHITUNGAN (24 JAM) DENGAN METODE ITERASI LAMBDA

Jam	PLTU Teluk Sirih Unit 1 (MW)	PLTU Teluk Sirih Unit 2 (MW)	PLTU Ombilin Unit 1 (MW)	PLTU Ombilin Unit 2 (MW)	Total Beban (MW)
01:00	95,119	95,446	75,682	83,153	349,4
02:00	91,129	90,878	72,523	72,47	327
03:00	90,826	90,531	72,284	71,66	325,3
04:00	90,933	90,653	72,368	71,946	325,9
05:00	90,879	90,592	72,326	71,803	325,6
06:00	90,879	90,592	72,326	71,803	325,6
07:00	90,808	90,511	72,27	71,612	325,2
08:00	90,844	90,551	72,298	71,707	325,4
09:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
10:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
11:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
12:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
13:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
14:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
15:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
16:00	88,332	87,676	70,309	64,983	311,3
17:00	90,184	89,797	71,776	69,943	321,7
18:00	93,938	94,094	74,747	79,991	342,77
19:00	93,817	93,955	74,651	79,667	342,09
20:00	93,817	93,955	74,651	79,667	342,05
21:00	93,861	94,006	74,686	79,786	342,34
22:00	93,856	94	74,682	79,772	342,31
23:00	95,404	95,772	75,908	83,916	351
24:00	95,297	95,65	75,823	83,63	350,4
Total	2.188,247	2.182,391	1.741,473	1.742,390	7854,46
Rata-rata	91,177	90,933	72,561	72,600	

Berdasarkan hasil pada table 5 diketahui bahwa selisih antara total daya yang dibangkitkan dengan total daya yang disuplai dengan metode iterasi lambda adalah sebesar 0,039 MW atau sekitar 0,000521%.

Untuk memperoleh biaya pembangkitan untuk setiap unit adalah dengan cara mensubsitusikan nilai pembangkitan tiap unit dengan fungsi biaya bahan bakar masing-masing unit pembangkit. Biaya masing-masing unit dan total biaya pembangkitan dapat dilihat pada table 6 berikut:

TABLE 6
BIAYA MASING-MASING UNIT DAN TOTAL BIAYA PEMBANGKITAN DENGAN METODE ITERASI LAMBDA

Jam	PLTU Teluk Sirih Unit 1 (MW)	PLTU Teluk Sirih Unit 2 (MW)	PLTU Ombilin Unit 1 (MW)	PLTU Ombilin Unit 2 (MW)	Total Biaya (Rp/Jam)
01:00	44.582.23 6,138510 2	45.693.141,3 774398	24.131.051,8 604298	28.879.156,2 796064	143.285.585, 655986
02:00	42.404.60 2,122621 7	43.200.285,4 415962	22.407.341,5 581672	23.049.589,4 322742	131.061.818, 554659
03:00	42.322.72 4,482276 7	43.106.555,6 595219	22.342.531,1 579081	22.830.401,4 630334	130.602.212, 76274
04:00	42.350.27 9,126885 3	43.138.098,9 578316	22.364.342,0 886891	22.904.165,7 602146	130.756.885, 933621
05:00	42.336.31 8,621021 7	43.122.117,6 085069	22.353.291,6 240076	22.866.793,2 258216	130.678.521, 079358
06:00	42.336.31 8,621021 7	43.122.117,6 085069	22.353.291,6 240076	22.866.793,2 258216	130.678.521, 079358
07:00	42.318.27 4,517610 4	43.101.461,5 432691	22.339.008,7 800042	22.818.488,8 246828	130.577.233, 665567
08:00	42.327.21 5,154400 8	43.111.696,3 758125	22.346.085,7 578766	22.842.423,0 760067	130.627.420, 364097
09:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
10:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
11:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
12:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
13:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
14:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
15:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
16:00	42.095.81 2,991609 5	42.846.797,7 514924	22.162.918,9 405605	22.222.955,1 733348	129.328.484, 856997
17:00	42.188.17 1,452585 5	42.952.525,4 982073	22.236.025,4 541088	22.470.200,4 947468	129.846.922, 89648
18:00	43.724.88 6,741024 4	44.711.686,9 553372	23.452.415,3 318384	26.584.015,9 632367	138.473.004, 991437
19:00	43.647.07 0,901004	44.622.606,9 367105	23.390.820,0 57268	26.375.701,5 091684	138.036.199, 404151
20:00	43.647.07 0,901004	44.622.606,9 367105	23.390.820,0 57268	26.375.701,5 091684	138.036.199, 404151
21:00	43.675.46 0,863132 6	44.655.106,4 683558	23.413.292,1 852037	26.451.701,9 669198	138.195.561, 483612
22:00	43.672.04 0,634216 2	44.651.191,1 465458	23.410.584,8 9657	26.442.545,9 503641	138.176.362, 627696
23:00	44.815.93 9,743987 7	45.960.674,5 882051	24.316.040,3 890339	29.504.785,1 872434	144.597.439, 90847
24:00	44.727.07 9,668205 0	45.858.951,6 330355	24.245.703,0 288674	29.266.905,1 08197	144.098.639, 438305
Total	1.027.842 .193,6223 8	1.048.405.20 6,74753	545.795.997, 375733	580.313.010, 363184	3.202.356.40 8,10883
Rata-rata	42.826.75 8,067599 3	43.683.550,2 811472	22.741.499,8 906555	24.179.708,7 651327	133.431.517, 0045350

Berdasarkan table 2 dan table 6 dapat dilihat terjadi penghematan dengan menggunakan penjadwalan operasi ekonomis dengan metode iterasi lambda sehingga jika kapasitas dari suatu pembangkit dapat dioptimalkan maka biaya dari suatu pembangkit dapat dibuat seekonomis mungkin. Agar didapatkan hasil perhitungan yang akurat maka perlu adanya data yang *valid* sesuai dengan kondisi sebenarnya yang terjadi di lapangan.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan analisa dan pembahasan dengan menggunakan metode iterasi lambda pada pembangkit thermal dalam sistem SUMBAR maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Pembangkitan total metode riil adalah Rp.3.307.483.474,16 dalam satu hari dan metode iterasi

lambda 3.202.356.408,1 Sehingga terdapat selisih sebesar Rp.105.127.066,06 dalam satu hari

2. Biaya pembangkitan termurah diperoleh dari jam 09:00 sampai jam 16:00 sebesar 129.328.484,86 Rp/jam dan biaya pembangkitan termahal terjadi pada jam 23:00 dimana biaya pembangkitannya adalah 144.597.439,9 Rp/jam
3. Unit pembangkit yang memiliki biaya operasi termurah dalam satu hari adalah PLTU Ombilin Unit 1 dan termahal terjadi pada unit 2 PLTU Teluk Sirih.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada PLTU Teluk Sirih dan PLTU Ombilin yang telah menyediakan data spesifikasi generator, beban harian dan konsumsi bahan bakarnya untuk penelitian ini. Selanjutnya juga kepada kedua orang tua penulis yang telah memberikan dukungan dalam penelitian ini.

REFERENSI

- [1] M. Anshar, S. Abadi, Yuliana, and M. F. Azdima, "Optimasi Penjadwalan Pembangkit Listrik Untuk Sistem SULSELBAR Dengan Metode Dynamic Programming," *J. Sinergi Jur. Tek. Mesin*, vol. 16, no. 2, pp. 197–204, 2018.
- [2] A. Wahyu, Firdaus, and Nurhalim, "Optimasi Pembagian Beban Pada Sektor Pembangkitan Pekanbaru Pltd/G Teluk Lembu Pada Bus 20 Kv Dengan Metode Newton," *Jom FTEKNIK*, vol. 3, no. 2, pp. 1–9, 2016.
- [3] A. Nurdelia, "Economic Dispatch Menggunakan Artificial Bee Colony Dengan Sistem Ieee -24 Bus," Yogyakarta, 2018.
- [4] F. Ridha, "Optimasi Penjadwalan Operasi Pembangkit Listrik Tenaga Diesel Di CV. Sari Alam Dengan Metode Pemrograman Dinamik," Banda Aceh, 2012.
- [5] Syafii and K. I. Putri, "Analisa Operasi Ekonomis Pembangkit Termal untuk Melayani Beban Puncak Sistem Kelistrikan Sumbar," *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [6] Monice and Syafii, "Oerasi Ekonomis (Economic Dispatch) Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) Dan (PLTG) Dalam Melayani Beban Puncak Kelistrikan SUMBAR," *J. Tek. Elektro*, vol. 2, pp. 35–39, 2013.
- [7] Delima and Syafii, "Operasi Ekonomis dan Unit Commitment Pembangkit Thermal pada Sistem Kelistrikan Jambi," *Progr. Magister Tek. Elektro Univ. Andalas*, pp. 1–10, 2015.
- [8] PT. PLN (PERSERO), "RUPTL (Rencana usaha penyediaan tenaga listrik) PT.PLN (Persero) 2019 - 2028," 2019.
- [9] A. J. Wood and B. F. Wollenberg, *Power Generation, Operation, And Control*, Second Edi. United States of America: john wiley & sons, 1996.