

ANALISIS PENJADWALAN EKONOMIS PEMBANGKIT LISTRIK DI PUSAT LISTRIK SAMBAS

Ikon Prawika

Program Studi Teknik Elektro Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura
email : prawika18@gmail.com

Abstrak - Pembangkitan dan penyaluran daya listrik dari pusat pembangkit melalui saluran transmisi sampai ke pusat beban harus berlangsung dengan baik, dapat menghindari dan mengatasi segala yang dapat menjadikan sistem tenaga listrik beroperasi pada kondisi abnormal. Permasalahan yang menyangkut penjadwalan terdiri dari dua masalah yang saling berhubungan yaitu economic dispatch digunakan untuk membagi daya yang harus dibangkitkan oleh masing-masing pembangkit dari sejumlah pembangkit yang ada untuk memenuhi kebutuhan beban sistem yang bertujuan untuk mendapatkan total biaya bahan bakar yang minimum. Berdasarkan hasil penjadwalan unit pembangkit Pusat Listrik Sambas pada beban puncak sebesar 4.150 kW, total biaya bahan bakar minimum pada kombinasi unit pembangkit yaitu : SWD 1 - SWD 2 - SWD 3 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - VOLVO PENTA sebesar Rp.9.282.564,31 per jam. Hasil perhitungan operasi ekonomis dari penjadwalan unit pembangkit Pusat Listrik Sambas dalam waktu 1 hari (24 jam) sebesar Rp.122.830.658,69. Adapun biaya pembangkit dari penjadwalan PT. PLN (Persero) sebesar Rp.128.344.241,20 sehingga dengan demikian ada penghematan sebesar Rp.5.513.582,50.

Kata Kunci : *economic dispatch, penjadwalan (schedule) kombinasi unit pembangkit, total biaya bahan bakar minimum*

1. Pendahuluan

Dalam jaringan sistem tenaga listrik, daya listrik dibangkitkan oleh pembangkit dari pusat-pusat pembangkit tenaga listrik, kemudian dialirkan melalui jaringan transmisi tenaga listrik dan didistribusikan ke berbagai beban listrik. Selama beban-beban listrik tersebut mengkonsumsi daya listrik, selama itu pula daya listrik terus dibangkitkan. Unit - unit pembangkit tidak berada dalam jarak yang sama dari pusat beban dan biaya pembangkitan tiap-tiap pembangkit pun berbeda. Pada kondisi operasi normal sekalipun, kapasitas pembangkitan harus lebih besar dari jumlah beban dan rugi - rugi daya pada sistem. Oleh karena itu, perlu dilakukan suatu pengaturan terhadap pembangkitan. Pembangkitan dan penyaluran daya listrik dari pusat pembangkit melalui saluran distribusi sampai ke pusat beban harus berlangsung dengan baik, dapat menghindari

dan mengatasi segala yang dapat menjadikan sistem tenaga listrik beroperasi pada kondisi abnormal. Pusat Listrik Sambas terdiri dari 11 unit pembangkit untuk melayani beban di Kabupaten Sambas. Berdasarkan data PT. PLN (Persero) Rayon Sambas beban rata-rata di Pusat Listrik Sambas sebesar 11.461 kW dengan beban puncak sebesar 14.900 kW. PLTD Sambas sendiri memiliki daya mampu 5.050 kW beroperasi secara koordinasi dengan pembangkit rental untuk melayani beban, sehingga penjadwalan operasi bervariasi disesuaikan dengan beban yang akan dipikul PLTD Sambas.

2. Dasar Teori

2.1. Karakteristik Masukan-Keluaran^[10]

Karakteristik masukan-keluaran adalah hubungan yang ada antara masukan (input) ke unit mesin atau pusat pembangkit sebagai fungsi dari keluaran (output) yang dihasilkan oleh unit mesin pembangkit tersebut. Pada umumnya digunakan sebagai satuan keluaran suatu unit mesin atau pembangkit adalah satuan daya listrik [MW], sedangkan sebagai satuan masukannya adalah banyaknya kalori bahan bakar atau air, atau banyaknya biaya yang diperlukan persatuan waktu.

Karakteristik masukan-keluaran dapat didekati dengan fungsi polynomial orde dua sebagai berikut :

$$H = H_0 + H_1P + H_2P^2 \dots\dots\dots (1)$$

dimana :

H = masukan bahan bakar (Kcal/Jam)

P = keluaran daya aktif (MW)

H₀ = konstanta (Kcal/Jam)

H₁ = konstanta (Kcal/MWJam)

H₂ = konstanta (Kcal/MW²Jam)

Jika masukan bahan bakar dinyatakan dalam Rp/Jam, maka karakteristik masukan-keluaran adalah :

$$F = F_0 + F_1P + F_2P^2 \dots\dots\dots (2)$$

Dimana

F = H × C

F = masukan bahan bakar (Rp/Jam)

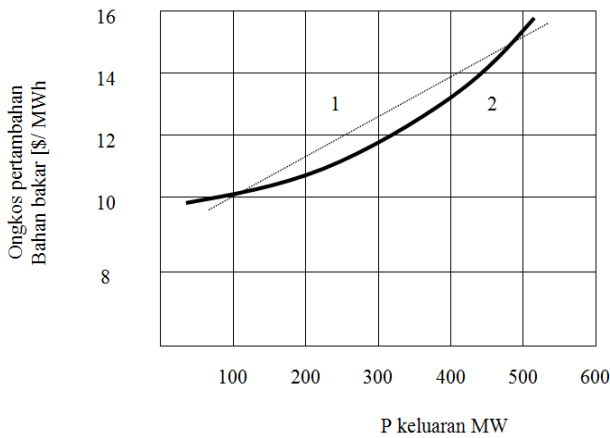
C = harga bahan bakar (Rp/Kcal atau Rp/Liter)

F₀ = konstanta (Rp/Jam)

F_1 = konstanta (Rp/MWJam)
 F_2 = konstanta (Rp/MW²Jam)

2.2. Pembagian Pembebanan dan Penjadwalan Unit Pembangkit ^[10]

Untuk menentukan distribusi ekonomis beban di antara unit-unit pembangkit yang bervariasi (terdiri dari turbin, generator, sumber uap) variabel laju operasi unit harus dinyatakan dalam besaran keluaran daya aktif (P) generator.



Keterangan : 1 = Pendekatan linier
 2 = Pertambahan laju sebenarnya
 Gambar 1. Karakteristik Masukan VS Keluaran ^[10]

Kurva masukan – keluaran unit *i* adalah merupakan fungsi kuadratik sebagai berikut :

$$C = \alpha + \beta P_{gi} + \gamma P_{gi}^2 \text{ [Rp/Jam]} \dots\dots\dots (3)$$

Laju pertambahan biaya bahan bakar (*incremental fuel cost*) yang di beri simbol λ_i yang didefinisikan sebagai berikut :

$$\lambda_i = \frac{\partial C}{\partial P_{gi}} = \beta_i + 2\gamma_i P_{gi} \text{ [Rp/MW.Jam]} \dots\dots\dots (4)$$

Persamaan koordinasi dipergunakan untuk menentukan daya keluaran unit generator dalam pembangkit dengan λ secara analitik sebagai berikut :

$$P_{gi} = \frac{\lambda - \beta_i}{2\gamma_i} \dots\dots\dots (5)$$

Untuk menentukan nilai λ dipergunakan persamaan seperti di bawah ini :

$$\lambda = \frac{P_D + \sum_{i=1}^{Ng} \frac{\beta_i}{2\gamma_i}}{\sum_{i=1}^{Ng} \frac{1}{2\gamma_i}} \dots\dots\dots (6)$$

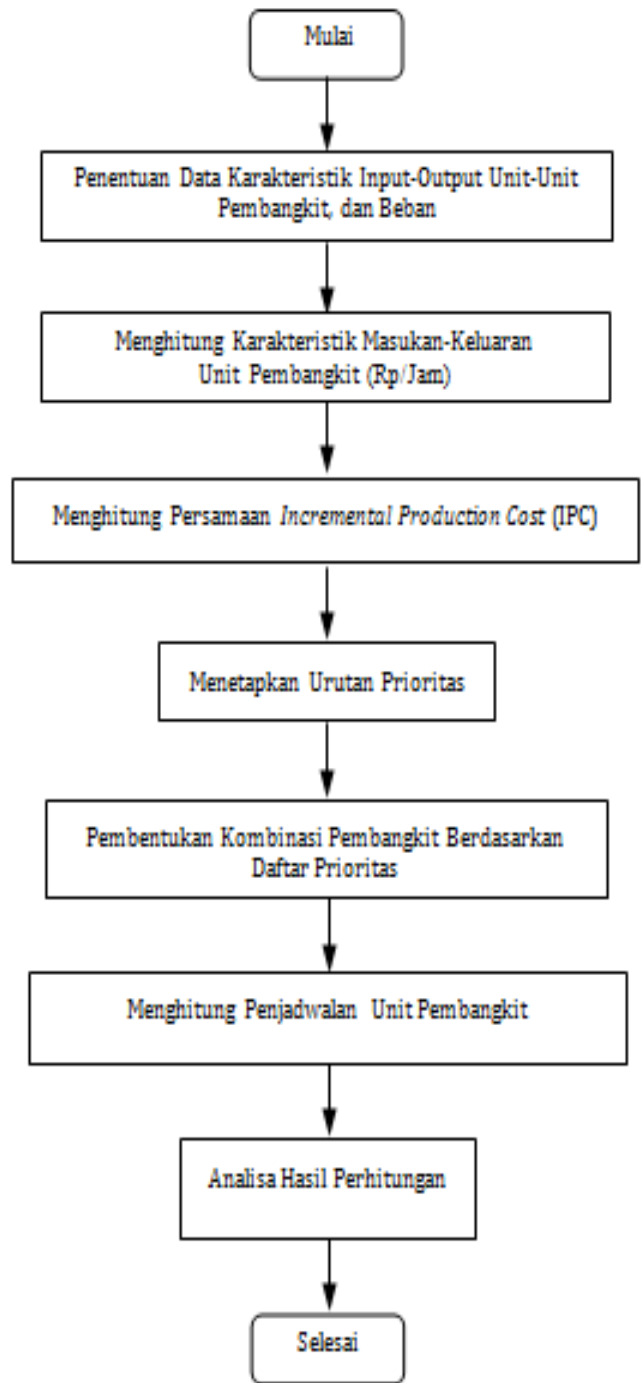
Nilai λ yang diperoleh tersebut di atas kemudian disubstitusikan kedalam persamaan koordinasi sehingga daya keluaran masing-masing unit generator dalam pembangkitan dapat ditentukan.

Daya keluaran setiap generator tidak akan melebihi kemampuan generator sehingga fungsi objektif menjadi minimum.

$$P_{gi(\min)} \leq P_{gi} \leq P_{gi(\max)} \quad i=1,2, 3 \dots Ng \dots\dots\dots (7)$$

2.3. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penjadwalan unit pembangkit Pusat Listrik Sambas dengan metode daftar prioritas diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Alir Penjadwalan Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Data Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

Pusat Listrik Sambas terdiri dari beberapa unit pembangkit yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

NO UNIT	UNIT PEMBANGKIT	D A Y A	
		TERPASANG (kW)	MAMPU (kW)
1	SWD 1	336	300
2	SWD 2	336	300
3	SWD 3	403	300
4	MWM 3	500	450
5	MTU 1	580	450
6	KHD 1	1.500	1.300
7	MTU 2	580	450
8	MTU 3	580	450
9	DEUTZ BF 1	420	350
10	VOLVO PENTA	376	200
11	DEUTZ BF 2	338	200
J U M L A H		6.189	5.050

Sumber : Pusat Listrik Sambas (2016)

3.2. Data Beban Pusat Listrik Sambas

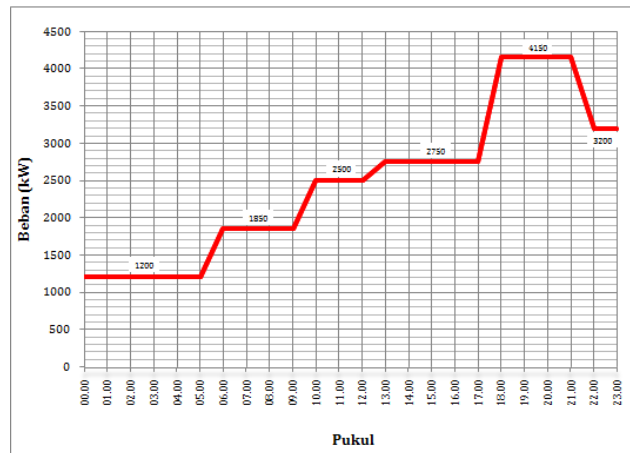
Pada penelitian ini menghitung pembangkitan ekonomis pada unit-unit pembangkit yang dimiliki PT.PLN (Persero) dalam melayani beban yang terjadi pada tanggal 13 Nopember 2016. Besarnya beban harian rata-rata yang terjadi ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Beban Harian Rata-Rata Pembangkit Pusat Listrik Sambas

Jam	Beban (kW)	Jam	Beban (kW)
0:00	1200	12:00	2500
1:00	1200	13:00	2750
2:00	1200	14:00	2750
3:00	1200	15:00	2750
4:00	1200	16:00	2750
5:00	1200	17:00	2750
6:00	1850	18:00	4150
7:00	1850	19:00	4150
8:00	1850	20:00	4150
9:00	1850	21:00	4150
10:00	2500	22:00	3200
11:00	2500	23:00	3200

Sumber : Pusat Listrik Sambas (2016)

Berdasarkan Tabel 2, grafik beban harian rata-rata Pembangkit Pusat Listrik Sambas ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Beban Harian Rata-Rata Pembangkit Pusat Listrik Sambas

3.3. Perhitungan Karakteristik Masukan-Keluaran Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

Perhitungan pembangkitan ekonomis pada pusat pembangkit diperlukan persamaan karakteristik masukan-keluaran setiap Unit pembangkit. Persamaan karakteristik masukan-keluaran dihitung dengan menggunakan metode kuadrat terkecil, dan untuk mencari nilai konstanta-konstanta H_0 , H_1 , dan H_2 digunakan pemecahan secara matrik yaitu dengan menggunakan metode *Cramer*.

Persamaan karakteristik masukan-keluaran unit-unit Unit pembangkit Pusat Listrik Sambas dalam Rp/Jam ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Masukan-Keluaran Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

No Unit	Unit Pembangkit	Karakteristik Masukan - Keluaran Unit Pembangkit (Rp/Jam)
1	SWD 1	$F = 18835,5390 + 1577,3564 P + 1,4130 P^2$
2	SWD 2	$F = 12369,7224 + 1668,9962 P + 1,2319 P^2$
3	SWD 3	$F = 51664,5255 + 1264,9992 P + 2,2046 P^2$
4	MWM 3	$F = 146871,5469 + 579,5028 P + 2,9429 P^2$
5	MTU 1	$F = 88991,7127 + 777,2099 P + 3,9917 P^2$
6	KHD 1	$F = 558450 + 641,75 P + 0,6375 P^2$
7	MTU 2	$F = 77021,2707 + 838,4945 P + 3,9213 P^2$
8	MTU 3	$F = 93241,7127 + 777,2099 P + 3,9917 P^2$
9	DEUTZ BF 1	$F = 73590,2763 + 1119,8398 P + 1,9557 P^2$
10	VOLVO PENTA	$F = 59416,5619 + 964,302 P + 3,8073 P^2$
11	DEUTZ BF 2	$F = 27961,2186 + 1438,7031 P + 2,4810 P^2$

Sumber : Pengolahan Data

3.4. Batas Pembangkitan Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

Batas daya aktif minimum dan maksimum suatu pembangkit ditentukan melalui karakteristik kebutuhan bahan bakar unit pembangkit yang kurvanya relatif datar. Dengan memplot kurva karakteristik kebutuhan bahan bakar tiap unit pembangkit, maka dapat diperkirakan batas pembangkitan setiap unit pembangkitan.

Batas pembangkitan untuk unit pembangkit Pusat Listrik Sambas dapat ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Batas Pembangkitan Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

No Unit	Unit Pembangkit	Daya (kW)	
		Minimum (Pmin)	Maksimum (Pmak)
1	SWD 1	70	300
2	SWD 2	70	300
3	SWD 3	70	300
4	MWM 3	70	450
5	MTU 1	80	450
6	KHD 1	310	1300
7	MTU 2	80	450
8	MTU 3	80	450
9	DEUTZ BF 1	70	350
10	VOLVO PENTA	50	200
11	DEUTZ BF 2	50	200

Sumber : Pengolahan Data

3.5. Penjadwalan Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

Berdasarkan beban harian rata-rata pembangkit Pusat Listrik Sambas pada Tabel 2, kombinasi unit pembangkit Pusat Listrik Sambas berdasarkan pada masing-masing beban dapat ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Kombinasi Unit Pembangkit Berdasarkan Beban

Beban (kW)	Komb	Unit Pembangkit On	Total Daya (kW)
1200	1	KHD 1	1300
	2	SWD 2 - MTU 2 - MTU 3	1200
	3	MWM 3 - MTU 1 - DEUTZ BF 1	1250
1850	4	SWD 1 - SWD 2 - KHD 1	1900
	5	KHD 1 - DEUTZ BF 1 - DEUTZ BF 2	1850
2500	6	KHD 1 - DEUTZ BF 1 - VOLVO PENTA	1850
	7	SWD 2 - SWD 3 - KHD 1 - MTU 2	2500
	8	SWD 1 - MWM 3 - KHD 1 - MTU 2	2500
2750	9	MWM 3 - KHD 1 - MTU 2 - DEUTZ BF 1	2550
	10	SWD 1 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - DEUTZ BF 1	2850
	11	KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - DEUTZ BF 1 - DEUTZ BF 2	2750
3200	12	MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - DEUTZ BF 1 - VOLVO PENTA	2750
	13	SWD 1 - SWD 2 - MWM 3 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3	3250
	14	MWM 3 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - DEUTZ BF 1 - VOLVO PENTA	3200
4150	15	MTU 1 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - DEUTZ BF 1 - DEUTZ BF 2	3200
	16	SWD 2 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - DEUTZ BF 1 - VOLVO PENTA - DEUTZ BF 2	4150
	17	SWD 1 - SWD 2 - SWD 3 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - DEUTZ BF 2	4200
	18	SWD 1 - SWD 2 - SWD 3 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - VOLVO PENTA	4200

Penjadwalan dan perhitungan total biaya bahan bakar pada masing-masing kombinasi unit pembangkit Pusat Listrik Sambas berdasarkan Tabel 4.10, diuraikan sebagai berikut :

Diketahui :

$$P_D = 1200 \text{ kW}$$

Karakteristik masukan - keluaran unit pembangkit (Rp/Jam) sebagai berikut :

$$C_6 = 558450 + 641,75P_6 + 0,6375P_6^2 \text{ Rp/Jam}$$

Dengan batas pembangkitan sebagai berikut :

$$310 \text{ kW} \leq P_6 \leq 1300 \text{ kW}$$

Solusi :

Laju pertambahan biaya bahan bakar (Rp/kW.Jam) :

$$\lambda = \frac{P_D + \sum_{i=1}^{Ng} \frac{\beta_i}{2\gamma_i}}{\sum_{i=1}^{Ng} \frac{1}{2\gamma_i}}$$

$$\sum_{i=1}^{Ng} \frac{1}{2\gamma_i} = \frac{1}{2(0,6375)} = 0,784$$

$$\sum_{i=1}^{Ng} \frac{\beta_i}{2\gamma_i} = \frac{641,75}{2(0,6375)} = 503,333$$

$$\lambda = \frac{1200 + 503,333}{0,784} = 2171,75 \text{ Rp/kW.Jam}$$

Jadi keluaran generator dalam pembangkitan adalah :

$$P_6 = \frac{\lambda - \beta_6}{2\gamma_6} = \frac{2171,75 - 641,75}{2(0,6375)} = 1200 \text{ kW}$$

Total biaya bahan bakar (Rp/Jam) :

$$C_6 = 558450 + 641,75P_6 + 0,6375P_6^2 \text{ Rp/Jam}$$

$$C_6 =$$

$$558450 + 641,75(1200) + 0,6375(1200)^2 \text{ Rp/Jam}$$

$$C_6 = 2.246.550,00 \text{ Rp/Jam}$$

$$C_T = 2.246.550,00 \text{ Rp/Jam}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, hasil penjadwalan dan total biaya bahan bakar pada masing-masing kombinasi unit pembangkit Pusat Listrik Sambas dapat ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil penjadwalan dan Total Biaya Bahan Bakar Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

Beban (kW)	Komb	No Unit	Daya Output (kW)	Total Biaya Bahan Bakar (Rp/Jam)	
1200	1	6	1.200,00	2.246.550,00	
		2	300,00	3.123.652,05	
		7	450,00		
	3	8	450,00	2.747.240,19	
		4	450,00		
		5	400,00		
	4	6	9	350,00	3.594.066,79
			1	273,49	
			2	276,51	
1850	5	6	1.300,00	3.590.149,29	
		9	350,00		
		11	200,00		
	6	6	1.300,00	3.579.776,42	
		9	350,00		
		10	200,00		
2500	7	2	300,00	5.409.792,29	
		3	450,00		
	6	7	450,00		
		7	1.300,00		

Lanjutan Tabel 6.

Beban (kW)	Komb	No Unit	Daya Output (kW)	Total Biaya Bahan Bakar (Rp/Jam)	
2500	8	1	300,00	5.341.304,56	
		4	450,00		
		6	1.300,00		
		7	450,00		
	9	4	450,00	5.218.619,58	
		6	1.300,00		
		7	400,00		
		9	350,00		
		10	300,00		
	2750	10	1	300,00	5.648.003,40
			4	450,00	
5			350,00		
6			1.300,00		
9		6	350,00	6.089.861,76	
		11	1.300,00		
		7	450,00		
		8	450,00		
9		9	350,00	5.830.416,89	
		11	200,00		
		12	450,00		
	5	450,00			
	6	1.300,00			
3200	13	1	300,00	7.003.060,01	
		2	300,00		
		4	450,00		
		6	1.300,00		
	14	7	424,91	7.083.073,94	
		8	425,09		
		4	450,00		
		6	1.300,00		
		7	450,00		
	3200	14	8	450,00	9.369.010,78
			9	350,00	
10			200,00		
15			5	450,00	
6		1.300,00			
7		450,00			
8		450,00			
15		9	350,00	9.292.937,19	
		11	200,00		
		16	2		300,00
		4	450,00		
	5	450,00			
4150	16	6	1.300,00	9.369.010,78	
		7	450,00		
		8	450,00		
		9	350,00		
	17	10	200,00	9.292.937,19	
		11	200,00		
		1	300,00		
		2	300,00		
		3	300,00		
		4	450,00		
		5	433,34		
6	1.300,00				
7	433,31				
8	433,34				
11	200,00				

Lanjutan Tabel 6.

Beban (kW)	Komb	No Unit	Daya Output (kW)	Total Biaya Bahan Bakar (Rp/Jam)
	18	1	300,00	9.282.564,31
		2	300,00	
		3	300,00	
		4	450,00	
		5	433,34	
		6	1.300,00	
		7	433,31	
		8	433,34	
		10	200,00	

Berdasarkan Tabel 6, hasil perhitungan total biaya bahan bakar minimum ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Penjadwalan Unit Pembangkit Pusat Listrik Sambas

Beban (kW)	Unit Pembangkit Yang Beroperasi	Biaya Bahan Bakar (Rp/Jam)	Durasi (Jam)	Total Biaya Bahan Bakar (Rp)
1200	KHD 1	2.246.550,00	6	13.479.300,00
1850	KHD 1	3.579.776,42	4	14.319.105,67
	DEUTZ BF 1			
	VOLVO PENTA			
2500	MWM 3	5.218.619,58	3	15.655.858,75
	KHD 1			
	MTU 2			
	DEUTZ BF 1			
2750	SWD 1	5.648.003,40	5	28.240.017,00
	MWM 3			
	MTU 1			
	KHD 1			
	DEUTZ BF 1			
3200	SWD 1	7.003.060,01	2	14.006.120,02
	SWD 2			
	MWM 3			
	KHD 1			
	MTU 2			
	MTU 3			
4150	SWD 1	9.282.564,31	4	37.130.257,25
	SWD 2			
	SWD 3			
	MWM 3			
	MTU 1			
	KHD 1			
	MTU 2			
	MTU 3			
	VOLVO PENTA			
TOTAL			24	122.830.658,69

3.6. Analisa Hasil Perhitungan

Berdasarkan beban rata-rata Pusat Listrik Sambas tanggal 13 Nopember 2016, kombinasi penjadwal unit pembangkit dengan total biaya bahan bakar minimum ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kombinasi Penjadwal Unit Pembangkit Dengan Total Biaya Bahan Bakar Minimum

Beban (kW)	Komb	Unit Pembangkit On	Biaya Bahan Bakar (Rp/Jam)
1200	1	KHD 1	2.246.550,00
1850	6	KHD 1 - DEUTZ BF 1 - VOLVO PENTA	3.579.776,42

Lanjutan Tabel 8

Beban (kW)	Komb	Unit Pembangkit On	Biaya Bahan Bakar (Rp/Jam)
2500	9	MWM 3 - KHD 1 - MTU 2 - DEUTZ BF 1	5.218.619,58
2750	10	SWD 1 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - DEUTZ BF 1	5.648.003,40
3200	13	SWD 1 - SWD 2 - MWM 3 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3	7.003.060,01
4150	18	SWD 1 - SWD 2 - SWD 3 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - VOLVO PENTA	9.282.564,31

Rekapitulasi perhitungan biaya pembangkitan Pusat Listrik Sambas berdasarkan beban tanggal 13 Nopember 2016 ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Rekapitulasi Biaya Pembangkitan Pusat Listrik Sambas

Jam	Beban (kW)	Durasi (Jam)	Total Biaya Bahan Bakar (Rp)
00.00-05.00	1200	6	13.479.300,00
06.00-09.00	1850	4	14.319.105,67
10.00-12.00	2500	3	15.655.858,75
13.00-17.00	2750	5	28.240.017,00
18.00-21.00	4150	4	37.130.257,25
22.00-23.00	3200	2	14.006.120,02
TOTAL		24	122.830.658,69

Sedangkan total pemakaian bahan bakar dan total biaya pembangkitan dari Pusat Listrik Sambas pada tanggal 13 Nopember 2016 kondisi eksisting ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Total Biaya Pembangkitan Kondisi Eksisting

Unit	Unit Pembangkit	Pemakaian Bahan Bakar (Liter)	Total Biaya Bahan Bakar (Rp)
1	SWD 1	-	-
2	SWD 2	-	-
3	SWD 3	296,27	2.518.313,14
4	MWM 3	472,28	4.014.340,23
5	MTU 1	880,27	7.482.332,51
6	KHD 1	6.816,60	57.941.100,00
7	MTU 2	2.643,69	22.471.326,82
8	MTU 3	2.060,97	17.518.275,85
9	DEUTZ BF 1	1.119,16	9.512.847,67
10	VOLVO PENTA	614,82	5.225.937,63
11	DEUTZ BF 2	195,27	1.659.767,35
Total		15.099,32	128.344.241,20

Berdasarkan perbandingan total biaya bahan bakar Tabel 9 dan Tabel 10, hasil optimalisasi penjadwalan unit pembangkit pada Pusat Listrik Sambas sebesar Rp.122.830.658,69. Adapun biaya pembangkit dari penjadwalan PT. PLN (Persero) sebesar Rp.128.344.241,20 sehingga dengan demikian ada penghematan sebesar Rp. 5.513.582,50.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa perhitungan pembangkitan ekonomis pada unit mesin pembangkit Pusat Listrik Sambas, maka dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut :

- Urutan prioritas unit pembangkit yang dioperasikan terdahulu yaitu pembangkit yang biaya per-kWh paling murah. Daftar urutan prioritas unit pembangkit Pusat Listrik Sambas yaitu : KHD 1 – SWD 2 – SWD 1 – DEUTZ BF 2 – VOLVO PENTA - DEUTZ BF 1 – SWD 3 – MWM 3 – MTU 2 – MTU 1 – MTU 3.
- Pada beban 1200 kW, total biaya bahan bakar minimum pada kombinasi unit pembangkit yaitu : KHD 1 sebesar Rp.2.246.550,00 per jam.
- Pada beban 1850 kW, total biaya bahan bakar minimum pada kombinasi unit pembangkit yaitu : KHD 1 - DEUTZ BF 1 - VOLVO PENTA sebesar Rp.3.579.776,42 per jam.
- Pada beban 2500 kW, total biaya bahan bakar minimum pada kombinasi unit pembangkit yaitu : MWM 3 - KHD 1 - MTU 2 - DEUTZ BF 1 sebesar Rp.5.218.619,58 per jam.
- Pada beban 2750 kW, total biaya bahan bakar minimum pada kombinasi unit pembangkit yaitu : SWD 1 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - DEUTZ BF 1 sebesar Rp.5.648.003,40 per jam.
- Pada beban 3200 kW, total biaya bahan bakar minimum pada kombinasi unit pembangkit yaitu : SWD 1 - SWD 2 - MWM 3 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 sebesar Rp.7.003.060,01 per jam.
- Pada beban 4150 kW, total biaya bahan bakar minimum pada kombinasi unit pembangkit yaitu : SWD 1 - SWD 2 - SWD 3 - MWM 3 - MTU 1 - KHD 1 - MTU 2 - MTU 3 - VOLVO PENTA sebesar Rp. 9.282.564,31 per jam.
- Hasil perhitungan operasi ekonomis dari penjadwalan unit pembangkit Pusat Listrik Sambas dalam waktu 1 hari (24 jam) sebesar Rp. 122.830.658,69. Adapun biaya pembangkit dari penjadwalan PT. PLN (Persero) sebesar Rp.128.344.241,20 sehingga dengan demikian ada penghematan sebesar Rp. 5.513.582,50.

Referensi

- [1] Al Imran. 2009. Studi Operasi Ekonomis Antara Unit-Unit Pembangkit Tenaga Listrik di PT. PLN (Persero) Wilayah Sultanbatara Sektor Tello. Jurnal Media Elektrik, Volume 4 Nomor 2, Desember 2009.
- [2] Al Imran, 2008. Optimasi Penjadwalan Pembangkitan di Antara Unit-Unit Pembangkit Termal Berdasarkan Incremental Cost yang Sama. Makassar: Jurnal Media Elektrik Vol. 3, No. 2 Desember 2008, hal. 130 – 135.
- [3] A.J.Wood,B.F Wollenbarg.1996. Power Generation, Operational, and Control.second edition, Jhon Wiley and Sons, Inc .New York.
- [4] Delima, Syafii. 2016. Operasi Ekonomis Dan Unit Commitment Pembangkit Thermal Pada Sistem

Kelistrikan Jambi. Jurnal Nasional Teknik Elektro
Vol : 5, No. 3, November 2016.

- [5] El-Hawari, Mohamed E. Electric Power systems; design and analysis. Reston Publishing Company, Inc. A prentice Hall Company. Reston, Virginia. 1982.
- [6] Marsudi Djiteng . 2006. Operasi Sistem Tenaga Listrik. Jakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- [7] Mulyadi Yadi. 2012. Operasi Sistem Tenaga Listrik .Jurusan Pendidikan Teknik Elektro Fakultas Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan Universitas Pendidikan Indonesia. 2012.
- [8] Grainger, J. J. and W. D. Stevenson. 1994. Power System Analysis, Singapore : McGraw-Hill. Inc.
- [9] Saadat, Hadi. 1999. Power System Analysis. New York : McGraw-Hill Book Company.
- [10] Sirait, Bonar. 2015. *Diktat Kuliah Analisa Sistem Tenaga*. Pontianak : Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
- [11] Sofyan, dkk. 2010. *Studi Operasi Ekonomis pada Generator Pembangkit Sistem Sulawesi Selatan*. Jurnal Media Elektrik, Volume 5, Nomor 1, Juni 2010.

Biography



Ikon Prawika, lahir di Parit Baru pada tanggal 14 Nopember 1989. Menempuh Pendidikan Program Strata I (S1) di Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura sejak tahun 2011. Penelitian ini diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Elektro konsentrasi Teknik Tenaga Listrik Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.

Menyetujui :
Pembimbing Utama,

Ir. Junaidi, M.Sc
NIP. 195908281986021001

Pembimbing Pembantu,

Dr. Ir. M. Iqbal Arsyad, MT
NIP. 196609071992031002