

PENENTUAN JUMLAH UNIT DAN KAPASITAS PEMBANGKIT SESUAI POLA BEBAN PADA PLTD FAOBATA DI KABUPATEN NGADA

Wellem F. Galla, Frans J. Likadja, Marselinus Nono

*Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Sains Dan Teknik, Universitas Nusa Cendana
Jl. Adisucipto Penfui-Kupang-NTT Telp (0380) 881557
Email: wfridzg@yahoo.co.id, frankylikadja@yahoo.com, cessen705@gmail.com*

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah unit dan kapasitas pembangkit sesuai pola beban pada PLTD Faobata di Kabupaten Ngada. Penelitian ini bersifat deskriptif yakni menentukan jumlah unit dan kapasitas pembangkit pada PLTD Faobata Kabupaten Ngada, berdasarkan pola pembebanan dengan mempertimbangkan *Plant Capacity Factor* (PCF) dan *Plant Use Factor* (PUF). Data penelitian yang dikumpulkan antara lain kapasitas terpasang dan daya mampu Pembangkit Listrik Tenaga Diesel, pengoperasian pembangkit listrik, data beban listrik berdasarkan pencatatan beban harian pada PLTD Faobata dan data perencanaan yang diperoleh dari PLN Wilayah NTT. Dari hasil penelitian pada kondisi existing tahun 2015 diperoleh nilai PCF 0,391105 artinya kapasitas cadangan sekitar 61%, dan nilai PUF rata-rata adalah 0,879123. Untuk memperbaiki pengoperasian unit existing dilakukan penjadwalan ulang dan memperoleh nilai PCF yaitu 0,391105 dan nilai PUF rata-rata 0,913834 lebih baik dari pengoperasian unit existing karena lebih mendekati 1.

Kata kunci : *Jumlah Unit Pembangkit Listrik, Kapasitas Pembangkit Listrik, Pola beban Listrik*

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di berbagai daerah dari waktu ke waktu selalu berbeda bergantung pada pemakaian listrik di daerah tersebut, sehingga penyediaan tenaga listrik dan alokasi kapasitas pembangkit listrik yang digunakan juga berbeda antara satu daerah dengan daerah lainnya.

Di Kabupaten Ngada, Tenaga listrik dibangkitkan dari Pembangkit Listrik Tenaga Diesel (PLTD) Faobata dengan Jumlah pembangkit listrik sebanyak 19 unit pembangkit yang terdiri dari 10 Unit pembangkit listrik rental (sewa) dengan kapasitas total 4 MW dan 9 Unit pembangkit listrik milik PLN dengan kapasitas total 2,6 MW.

Dengan demikian dilakukan pengaturan jadwal operasi serta pembagian jam kerja/ pemerataan jam kerja dari unit-unit pembangkit yang ada, sehingga pembangkit listrik bekerja optimal saat pengoperasiannya dan mampu mensuplai daya listrik sesuai dengan kebutuhan beban di suatu daerah.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini bersifat deskriptif untuk menentukan jumlah dan kapasitas pembangkit sesuai pola beban pada PLTD Faobata di Kabupaten Ngada. Data yang digunakan dalam penyusunan penelitian ini berupa data beban yaitu kurva beban harian kemudian menentukan

jumlah unit dan kapasitas pembangkit serta menentukan jadwal operasi yang sesuai dengan pola beban yang ada.

Pengolahan data data yang dilakukan yaitu pengolahan data manual menggunakan software microsoft excel untuk menghitung PCF dan PUF dari unit-unit yang beroperasi. Pengolahan data tersebut berdasarkan PCF dan PUF dimana dari hasil perhitungan tersebut untuk mengetahui unit-unit pembangkit yang beroperasi serta jadwal operasi dari unit-unit yang ada. untuk PCF yang baik yaitu nilainya dibawah 1 atau mendekati 0 yaitu kapasitas cadangan sangat besar apabila nilainya mendekati 1 atau sama dengan 1 maka kapasitas cadangan sedikit. Untuk PUF yang baik yaitu nilainya mendekati 1 atau sama dengan 1 artinya jumlah jam operasi dari unit pembangkit tersebut merata apabila nilainya melebihi 1 atau dibawah 1 atau mendekati 0 maka jumlah jam operasinya tidak merata artinya ada yang bekerja dan ada yang tidak bekerja.

Teknik analisis data pada penelitian ini yaitu menghitung nilai PCF dan nilai PUF. Jika hasil perhitungan tersebut nilai PCF dan PUF belum mendekati standar, maka dilakukan penjadwal ulang unit unit operasi pembangkit listrik *existing* di PLTD Faobata untuk memperbaiki nilai PCF dan PUF.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

- 4.1. **Sistem Kelistrikan di Kabupaten Ngada**
- 4.1.1. **Pembangkit Tenaga Listrik di Kabupaten Ngada**

Jumlah pembangkit listrik yang digunakan untuk melayani beban di Kabupaten Ngada terdiri dari beberapa pembangkit yaitu :

- PLTD Faobata
- PLTP Mataloko
- PLTMH Barata

Pada PLTD Faobata memiliki 20 unit pembangkit dan 10 unit pembangkit sewa yang masing-masing dapat dilihat pada tabel 4.1 dan tabel 4.2.

Tabel 4.1 Data Mesin Pembangkit Listrik Milik PLTD Faobata

NO	MERK MESIN	DTP (kW)	DM (kW)	Ket pmbkt
1	DEUTZ 1	300	200	P1
2	DEUTZ 2	300	-	P2
3	RUSTON	433	150	P3
4	DEUTZ	308	100	P4
5	MAN 1	429	240	P5
6	DAIHATZU	1397	750	P6
7	DAIHATZU	250	150	P7
8	MWM	576	300	P8
9	KOMATSU	750	400	P9
10	MAN 6	576	360	P10

Tabel 4.2 Data Mesin Pembangkit Sewa/ Rental Pada PLTD Faobata

NO	MERK MESIN	DTP (kW)	DM (kW)	Ket PMBKT
1	DOSAN	520	400	1
2	DOSAN	520	400	2
3	DOSAN	520	400	3
4	DOSAN	520	400	4
5	DOSAN	520	400	5
6	DOSAN	550	400	6
7	DOSAN	550	400	7
8	DOSAN	550	400	8
9	DOSAN	560	400	9
10	MAN	576	400	10

4.1.2. Distribusi Tenaga Listrik

Penyaluran daya listrik di Kabupaten Ngada menggunakan Jaringan Distribusi Tegangan Menengah 20 kV melalui 4 (empat) Penyulang yakni Penyulang Kota, Penyulang So'a, Penyulang Golewa dan Penyulang Express (Boawae).

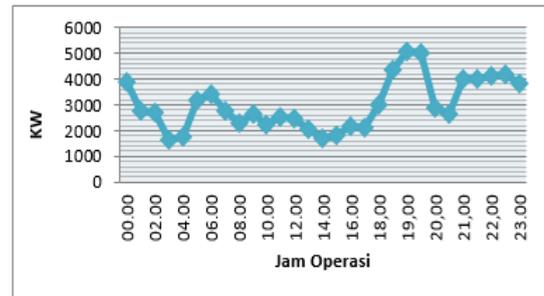
4.1.3. Beban Tenaga Listrik di Kabupaten Ngada

Beban listrik di Kabupaten Ngada di dominansi oleh beban rumah tangga, ini terlihat pada pola pemakaian beban puncak terjadi pada pukul 18.30 sampai pukul 21.00.

4.2. Operasi Pembangkit PLTD Faobata Tahun 2015

4.2.1. Operasi Unit-Unit Existing Tanggal 16 s.d. 22 November 2015

Pengoperasian unit pembangkit existing berdasarkan pencatatan beban harian tanggal 16-22 November 2015 dengan kurva beban harian seperti pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Kurva Beban harian tanggal 16 November 2015

Plant capacity factor (PCF) dan plant use factor (PUF) untuk tanggal 16 November 2015 adalah sebagai berikut :

$$PCF = \frac{\text{Energi yang diproduksi total semua pembangkit}}{\text{Total daya mampu} \times 24 \text{ jam}}$$

$$PCF = \frac{67977,5}{6650 \times 24} = 0,425924$$

$$PUF = \frac{\sum \text{Energi yang diproduksi semua Unit pembangkit}}{\sum (\text{daya mampu} \times \text{Jam Operasi})}$$

$$PUF = \frac{67977,5}{80065} = 0,849028$$

4.2.2. Jadwal Ulang Operasi Unit-Unit Pembangkit Existing Tahun 2015.

Pengaturan jadwal ulang unit unit pembangkit existing ini agar tetap mempertahankan pengoptimalan pengoperasian pembangkit. Pengoperasian ini menghasilkan plant capacity factor (PCF) dan plant use

NO	Tgl/Bln / Thn	Enrgi Diprdks i	DM	DM * Jam Operas i	PCF	PUF
1	16/11/15	67977,5	6650	79045	0,425924	0,849028
2	17/11/15	71615,5	6650	89735	0,448718	0,788847
3	18/11/15	84177,5	6650	77595	0,527427	1,068039
4	19/11/15	66925,5	6650	76425	0,419332	0,864503
5	20/11/15	64219	6650	74610	0,402374	0,849795
6	21/11/15	62420,5	6650	70745	0,391105	0,866530
7	22/11/15	65784,5	6650	75445	0,412183	0,867125

factor (PUF) untuk tanggal 16 November 2015 adalah sebagai berikut :

$$PCF = \frac{\text{Energi yang diproduksi total semua pembangkit}}{\text{Total daya mampu} \times 24 \text{ jam}}$$

$$PCF = \frac{67977,5}{6650 \times 24} = 0,425924$$

$$PUF = \frac{\sum \text{Energi yang diproduksi semua Unit pembangkit}}{\sum (\text{daya mampu} \times \text{Jam Operasi})}$$

$$PUF = \frac{67977,5}{73460} = 0,925368$$

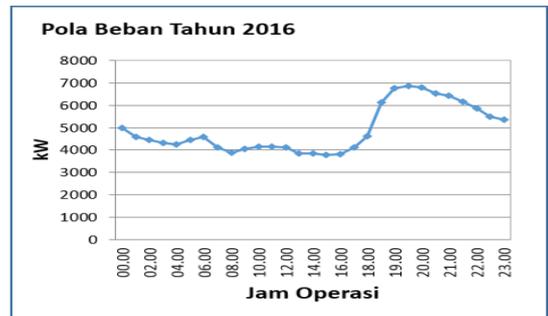
Selanjutnya data hasil perhitungan PCF dan PUF pembangkit existing yang dijadwal ulang dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Perhitungan PCF dan PUF Pembangkit Existing Yang Dijadwal ulang

NO	Tg/bh/Th	Enrgi dprdksi	DM	DM* Jm Oprsi	PCF	PUF
1	16/11/15	67977,5	6650	73460	0,425924	0,925368
2	17/11/15	71615,5	6650	79400	0,448718	0,901958
3	18/11/15	84177,5	6650	76400	0,527427	1,092647
4	19/11/15	66925,5	6650	76980	0,419332	0,869388
5	20/11/15	64219	6650	70320	0,402374	0,913239
6	21/11/15	62420,5	6650	74280	0,391105	0,840340
7	22/11/15	65784,5	6650	77040	0,412183	0,853900

4.3.1. Operasi Unit Existing dan Penambahan Unit Pembangkit

Berikut grafik pola beban kabupaten Ngada untuk Tahun 2016. Pola beban tahun 2016 berdasarkan rerata beban bulan November 2015 yaitu mulai tanggal 01-30 dan penambahan daya 2 MW berdasarkan data pertumbuhan beban dari PLN (persero) Wilayah NTT.



Gambar 4.4 Grafik Pola Beban Tahun 2016

Perhitungan PCF dan PUF untuk tahun 2016 yaitu unit pembangkit existing ditambah unit pembangkit baru yaitu 4 MW.

$$PCF = \frac{\text{Energi yang diproduksi total semua pembangkit}}{\text{Total daya mampu} \times 24 \text{ jam}}$$

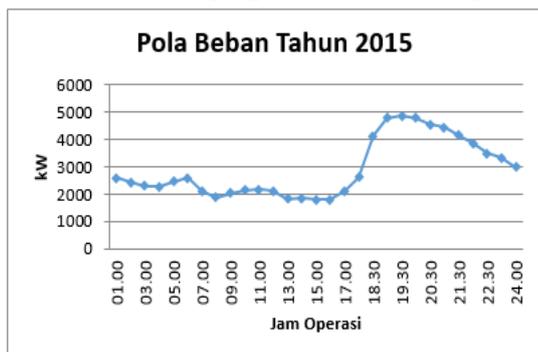
$$PCF = \frac{116434}{10650 \times 24} = 0,455532$$

$$PUF = \frac{\sum \text{Energi yang diproduksi semua Unit pembangkit}}{\sum (\text{daya mampu} \times \text{Jam Operasi})}$$

$$PUF = \frac{116434}{115400} = 1,00896$$

4.2.3. Pola Beban

Pola beban atau pola operasi pembangkit listrik pada PLTD Faobata di Kabupaten Ngada di peroleh pada bulan November 2015 yaitu mulai tanggal 01 s.d 30 November 2015 yang diperlihatkan pada gambar 4.3.



Gambar 4.3 Grafik Pola Beban Tahun 2015

Dari pengaturan jadwal operasi pembangkit dengan penambahan 4 unit pembangkit dan memperoleh nilai PCF 0,455532 artinya jumlah cadangannya sekitar 55 % dan nilai PUF rata rata 1,00896. Artinya jumlah jam operasi atau pembagian jam kerjanya hampir merata karena PUF hampir mendekati 1.

4.3. Operasi Pembangkit Untuk Tahun 2016

Untuk dapat mengalisa operasi pembangkit tahun 2016 maka dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- Pengoperasian melibatkan unit existing dan menambah kapasitas yang baru
- Merencanakan semua pembangkit baru dengan kapasitas yang disesuaikan dengan pola beban yang ada.

4.3.2. Merencanakan Pembangkit Baru Sesuai Pola Beban yaitu 6 Unit x 2 MW, 3 Unit x 0,25 MW dan 1 Unit x 0,5 MW

Menentukan jumlah dan kapasitas yang baru dengan tidak melibatkan unit-unit ekisting untuk tahun 2016. Sesuai dengan perencanaan yang sudah dilakukan oleh pihak PLN Wilayah, mengalami peningkatan kebutuhan daya listrik di Kabupaten Ngada pada tahun 2016 sebesar 2 MW. Untuk itu kita memilih 10 Unit Pembangkit yang masing-masing berkapasitas 2 MW sebanyak 6 unit, 250 kW sebanyak 3 Unit dan 1 unit pembangkit yang berkapasitas sebesar 500 kW.

Berikut hasil perhitungan PCF dan PUF untuk komposisi A

- Perhitungan untuk unit baru komposisi A (6 x 2 MW, 1 x 0,75 MW, 2 x 0,5 MW).

$$PCF = \frac{\text{Energi yang diproduksi total semua pembangkit}}{\text{Total daya mampu x 24 jam}}$$

$$PCF = \frac{116434}{13750 \times 24} = 0,35283$$

$$PUF = \frac{\sum \text{Energi yang diproduksi semua Unit pembangkit}}{\sum (\text{daya mampu x Jam Operasi})}$$

$$PUF = \frac{116434}{121000} = 0,962264$$

Untuk Penentuan kapasitas dan pengaturan pengoperasian unit unit pembangkit baru untuk komposisi B lihat pada lampiran VI. Pemilihan Perhitungan untuk unit baru komposisi B (6 x 2 MW, 3 x 0,25 MW, 1 x 0,5 MW)

$$PCF = \frac{\text{Energi yang diproduksi total semua pembangkit}}{\text{Total daya mampu x 24 jam}}$$

$$PCF = \frac{116434}{13250 \times 24} = 0,366145$$

$$PUF = \frac{\sum \text{Energi yg diproduksi semua Unit pmbgkit}}{\sum (\text{daya mampu x Jam Operasi})}$$

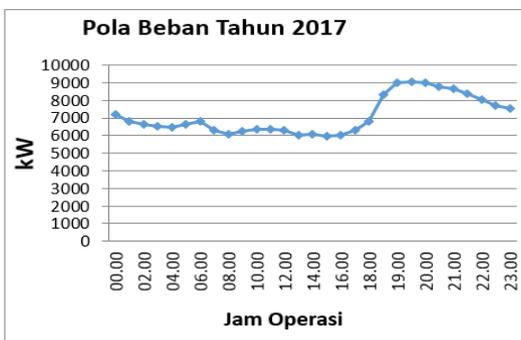
$$PUF = \frac{116434}{119500} = 0,974343$$

Dari 2 komposisi A dan B, kita memilih komposisi B karena hasil perhitungan PUF untuk komposisi B lebih mendekati 1

4.4. Pengoperasian Unit Pembangkit Tahun 2017

Pola beban untuk tahun 2017 mengalami kenaikan beban 2,2 MW sehingga diperoleh pola beban untuk tahun 2017 adalah sebagai berikut.

Gambar 4.5 Grafik Pola Beban Tahun 2017
Prkiraan atau perencanaan yang telah dilakukan



untuk tahun 2016 kemudian dilanjutkan untuk tahun 2017 dengan pemilihan komposisi B yaitu 6 x 2 MW, 3 x 0,25 MW dan 1 x 0,5 MW. Sesuai pertumbuhan beban untuk kabupaten Ngada untuk tahun 2017 bertambah 2,2 MW.

$$PCF = \frac{\text{Energi yang diproduksi total semua pembangkit}}{\text{Total daya mampu x 24 jam}}$$

$$PCF = \frac{169234}{13250 \times 24} = 0,532182$$

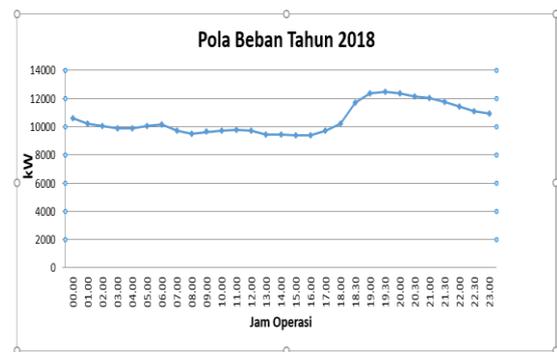
$$PUF = \frac{\sum \text{Energi yang diproduksi semua Unit pembangkit}}{\sum (\text{daya mampu x Jam Operasi})}$$

$$PUF = \frac{169234}{172000} = 0,983919$$

Sesuai dengan hasil perhitungan diatas dimana untuk PCF = 0,532182 artinya jumlah kapasitas cadangannya sekitar 47 % sedangkan untuk PUF = 0,983919 artinya pada perhitungan sesuai dengan jadwal operasi untuk tahun 2017 semua unit-unit beroperasi dan jumlah jam pengoperasiannya seimbang.

4.5. Pengoperasian Unit Pembangkit Tahun 2018

Pengoperasian unit unit pembangkit untuk komposisi B dilanjutkan untuk tahun 2018 dimana sesuai pertumbuhan beban di Kabupaten Ngada berdasarkan data perencanaan dari PLN Wilayah NTT yaitu sebesar 3,4 MW. pengaturan pengoperasian ini dengan memperhatikan *Plant Capacity Factor* dan *Plant Use Factor*. Berikut pola beban di Kabupaten Ngada pada tahun 2018 dengan penambahan kapasitas sebesar 3,4 MW.



Gambar 4.6 Grafik Pola Beban Tahun 2018

Pola pengoperasian unit pembangkit berdasarkan pola beban pada tahun 2018 dan pengaturan pengoperasian unit pembangkit. Berikut hasil perhitungan nilai PCF dan PUF untuk tahun 2018.

$$PCF = \frac{\text{Energi yang diproduksi total semua pembangkit}}{\text{Total daya mampu x 24 jam}}$$

$$PCF = \frac{250834}{13250 \times 24} = 0,788786$$

$$PUF = \frac{\sum \text{Energi yang diproduksi semua Unit pembangkit}}{\sum (\text{daya mampu x Jam Operasi})}$$

$$PUF = \frac{250834}{256000} = 0,97982$$

Pengaturan jadwal operasi unit-unit pembangkit berdasarkan perencanaan dengan komposisi yang telah ditentukan berdasarkan perhitungan nilai PCF dan PUF untuk tahun 2016 sampai tahun 2018. Untuk tahun selanjutnya harus menambah jumlah dan kapasitas unit

pembangkit karena total daya mampu semakin kecil sementara kebutuhan daya listrik semakin bertambah.

4.6. Analisis Operasi Pembangkit Untuk Tahun 2015 - 2018

Berdasarkan operasi pembangkit untuk tahun 2015 – 2018 diperoleh dapat dianalisis dengan tiga keadaan, yaitu untuk tahun 2015 adalah operasi unit pembangkit eksisting yang telah berlangsung dari tanggal 16 – 22 November 2015 dan penjadwalan ulang operasi pembangkit eksisting berdasarkan pola beban harian masing-masing dari tanggal 16 – 22 November 2015. Untuk tahun 2016 dengan asumsi pola beban 2015 dan ada kenaikan beban 2 MW, dianalisis untuk dua kondisi yaitu operasi unit pembangkit eksisting ditambah unit pembangkit baru dan operasi dengan unit pembangkit baru yang ditentukan berdasarkan pola beban 2016. Sedangkan untuk tahun 2017 dan 2018 analisis operasi unit pembangkit berdasarkan pola beban untuk masing-masing tahun dengan unit pembangkit yang sama dengan tahun 2016.

V. Kesimpulan Dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Pengoperasian unit pembangkit listrik existing tahun 2015 memperoleh nilai PCF terbesar yaitu 0,527427 artinya kapasitas cadangan sekitar 48% dan nilai terkecilnya yaitu 0,391105 artinya kapasitas cadangan sekitar 61% sedangkan nilai PUF rata-rata 0,879124 artinya jam kerja tidak merata, unit yang berkapasitas besar yang banyak beroperasi.
2. Penjadwalan ulang unit pembangkit listrik existing memperoleh nilai PCF terkecil yaitu 0,391106 dan nilai PCF terbesar 0,527428 sedangkan nilai PUF rata-rata 0,913834 artinya jam kerja hampir merata karena nilai PUF hampir mendekati 1.
3. Untuk mengantisipasi kenaikan beban di Kabupaten Ngada untuk tahun 2016 berdasarkan data perencanaan dari PLN Wilayah Nusa Tenggara Timur dengan kenaikan beban sebesar 2 MW dilakukan suatu penjadwalan ulang unit unit existing dan ditambah 4 MW yaitu 4 unit masing masing 1 MW dengan PCF 0,455532 artinya kapasitas cadangan sekitar 55% dan PUF 1,00896 artinya jam kerja hampir merata karena lebih mendekati 1.
4. Pengoperasian pembangkit untuk Tahun 2016 - 2018. Untuk Tahun 2016 nilai PCF sebesar 0,366145 artinya kapasitas cadangan sekitar 64% dan nilai PUF 0,974343 artinya jam kerja hampir merata karena hampir mendekati 1. Untuk tahun 2017 nilai PCF 0,532182 artinya kapasitas cadangan yang tersedia sekitar 47% dan PUF 0,983919 artinya jam kerja hampir merata. Sedangkan untuk tahun 2018 nilai PCF 0,788786 artinya kapasitas cadangan yang tersedia 22% dan nilai PUF 0,97982 artinya jam kerja hampir merata karena lebih mendekati 1.
5. Sesuai pertumbuhan beban di Kabupaten Ngada untuk tahun 2016-2018 dilakukan suatu perencanaan pembangkit dengan memilih 10 unit pembangkit baru

tanpa melibatkan unit unit existing yaitu 6 x 2 MW, 3 x 0,25 MW dan 1 x 0,5 MW

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik Kabupaten Ngada, 2015, *Ngada Dalam Angka 2015*, BPS Kabupaten Ngada.
- [2] Harun, 2011, *Perencanaan Pembangkit Tenaga Listrik*, Universitas Hasanudin.
- [3] Jakarta Kompas, 2015, *Memantapkan Perekonomian Indonesia 2016, Kondisi Cadangan Listrik Nasional*.
- [4] Januwarsono, 2010, *Perencanaan Pembangunan Sistem Kelistrikan Sebagai Upaya Pemenuhan Kebutuhan Energi Listrik di Provinsi NTT*, Presentasi PLN Wilayah NTT.
- [5] M. V. Deshpande, 2001, *Elements Of Electrical Power Station Design, Third Edition*, Wheeler Publishing.
- [6] Marwan, S.T., 2015, *Bahan Ajar Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- [7] PT PLN (Persero) Area Flores Bagian Barat Rayon Bajawa, 2015, *Kondisi Kelistrikan Dan Sistem Kelistrikan Bajawa Kabupaten Ngada*.
- [8] PT PLN (Persero) Wilayah NTT, 2015, *Kondisi Kelistrikan Flores Khususnya Sistem Ruteng Dan Bajawa*.
- [9] Timotyus, J, Dkk, 2009, *Tugas Makalah Perencanaan Sistem Tenaga Listrik Studi Perkiraan Beban*, Universitas Negeri Medan.
- [10] Suswanto, D., 2010, *Sistem Distribusi Tenaga Listrik, Analisis Peramalan Beban Dan Kebutuhan Energi Listrik*.
- [11] Wikarsa, M. T, 2010, *Studi Analisis, Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- [12] www.google.co.id/maps/place/PLTD+Faobata (diakses tanggal 25 juni 2016)