

# Analisis Peningkatan Kemampuan Pembebanan Sistem JTM 20 kV Akibat Integrasi Pembangkit PLTMG di PT. PLN (Persero) Maumere

M. Nurjansyah Dwi Laksono  
NIM. 1312030  
jansyahdwi@gmail.com

Dr. Eng. Ir I Made Wartana, MT  
Dosen Pembimbing 1

Ir. Choirul Saleh, MT  
Dosen Pembimbing 2

**Abstrak**—Integrasi pembangkit baru merupakan solusi peningkatan kemampuan pembebanan sistem, untuk itu perlu dilakukan studi peningkatan kemampuan pembebanan dengan mengetahui berapa besar kemampuan pembebanan pada sistem. Salah satu metode untuk mengetahui kemampuan pembebanan sistem yaitu dengan menggunakan metode Continuation Power Flow, metode ini menggunakan Step Predictor dan Step Corrector Method untuk memperoleh besar nilai  $\lambda$  pada sistem. Pada penelitian ini dilakukan 2 case. case 1 pada kondisi dengan daya pada beban tetap dan daya pembangkitan tetap, case 2 daya pada pembangkit meningkat dan daya beban tetap. Simulasi dilakukan dengan menggunakan software PSAT. Pada case 1 diperoleh besar nilai  $\lambda$  1.12 p.u dengan 3 bus terlemah pada bus 184, 185, 186. Pada case 2 diperoleh peningkatan besar nilai  $\lambda$  sebesar 1.1398 p.u dengan 3 bus terlemah pada bus 184, 185, 186. Setelah melakukan analisis diperoleh hasil integrasi pembangkit baru dapat meningkatkan kemampuan pembebanan hal ini dibuktikan pada hasil analisis case 2 dimana besar nilai  $\lambda$  meningkat sebesar 0.0198 p.u dan diperoleh titik jatuh tegangan pada masing-masing bus beban.

**Kata kunci**—Kemampuan pembebanan, bus – bus terlemah, titik jatuh tegangan.

## I. PENDAHULUAN

saat tertentu terjadi lonjakan atau penurunan beban yang tidak terduga, maka perubahan ini sudah dapat dikategorikan ke dalam gangguan pada sistem tenaga listrik yakni kondisi tidak seimbang antara pasokan listrik dan permintaan energi listrik akibat adanya gangguan baik pada pembangkit ataupun pada sistem distribusi sehingga mengakibatkan kerja dari pembangkit yang lain menjadi lebih berat. Untuk itu diperlukan satu penelaahan kestabilan agar pembangkit yang terganggu tidak terlepas dari sistem[2].

Saat ini kebanyakan sistem tenaga listrik sudah merupakan sistem interkoneksi antara satu pusat pembangkit dengan pembangkit lainnya dengan harapan apabila salah satu dari pusat pembangkit mengalami gangguan maka pasokan tenaga listrik tetap dapat berjalan. Di sisi lain, interkoneksi sistem tenaga listrik juga mempunyai beberapa kelemahan. Salah satu kelemahannya adalah apabila terjadi gangguan pada salah satu sistem karena adanya beban lebih dan ketidakstabilan tegangan, akan berpengaruh ke sistem yang lain. Gangguan yang pada awalnya bersifat sementara dan terjadi pada bagian sistem yang mengalami gangguan, jika tidak ada tindakan perbaikan untuk mengatasi gangguan tersebut maka gangguan akan tetap berlangsung dan terjadi pelepasan bertingkat yang pada akhirnya akan mengakibatkan pemadaman total. Oleh karena itu perlu

adanya upaya untuk mencegah terjadinya gangguan tersebut, salah satunya dengan tetap menjaga kestabilan daya di setiap bus beban dalam sistem dengan cara mengetahui kemampuan pembebanan maksimum (*maximum loadability*). Contohnya yaitu dengan mengetahui batas daya maksimum dari bus beban yang terdapat dalam sistem distribusi di Maumere yang terinterkoneksi dengan pembangkit baru[1].

Dengan mengetahui dan menjaga batas daya maksimum dari setiap bus beban dalam sistem distribusi di Maumere yang interkoneksi dengan pembangkit baru, maka diharapkan dapat mengantisipasi terjadinya tegangan jatuh dari bus tersebut, sehingga meminimalisir rugi – rugi daya yang terjadi dan kestabilan daya pada sistem dapat tetap terjaga. Dalam operasi sistem tenaga listrik, selain upaya untuk meminimalisir rugi-rugi daya, faktor penting lainnya adalah menjaga keamanan sistem (*security system*) dalam operasinya. Keamanan sistem meliputi kegiatan yang direncanakan untuk mempertahankan operasi sistem apabila terjadi kegagalan komponen sistem. Sistem tenaga listrik mempunyai variasi beban yang sangat dinamis dimana setiap detik akan berubah-ubah, dengan adanya perubahan ini pasokan daya listrik tetap dan harus disuplai dengan besaran daya yang sesuai.

Untuk menentukan kemampuan pembebanan maximum dari masing-masing bus beban solusinya dengan menggunakan metode CPF (*Continuation Power Flow*) adalah teknik yang sering digunakan untuk menghitung batas kemampuan pembebanan dengan memproduksi PV kurva, yaitu kurva yang menunjukkan tegangan kritis sebagai fungsi dari permintaan beban dalam sistem atau konsumsi daya pada bus beban. kurva tersebut biasanya dibatasi untuk konsumsi dari daya aktif. Dua jenis metode yang dapat digunakan untuk menghitung titik kemampuan pembebanan maksimum the continuation method and the direct methods. Metode CPF ini terdapat pada software PSAT dimana dari beberapa penelitian antara lain adalah EIFadil Zakaria, Kamal Ramadan, Dalia Eltigani melakukan penelitian tentang metode penentuan kemampuan pembebanan maksimum menggunakan CPF (*continuation power flow*) yang melakukan reset di sudan.dimana hasilnya adalah dapat melihat bus terlemah dengan cara mengetahui pembebanan maksimumnya, kestabilan tegangan dan kemampuan pembebanan pada suatu sistem beberapa penelitian telah dilakukan misalnya L. C. P. Da Silva, et al, membahas tentang penggunaan power flows untuk penilaian titik kritis dan batas maksimum pembebanan, dan A. Semlyn, et al, membahas tentang mengidentifikasi batas pembebanan ekstrim pada 39 Bus sistem baru di Inggris menggunakan

Newton Raphson dan variasi sudut rotor dengan peningkatan beban[3,4].

Maka dari itu, penelitian ini akan membahas tentang peningkatan kemampuan pembebanan sistem JTM 20 kV akibat peningkatan pembebanan system dan kenaikan pembangkitan di PT.PLN (Persero) Maumere.

## II. METODOLOGI

### A. Kemampuan Pembebanan Maksimum dan Kurva PV.

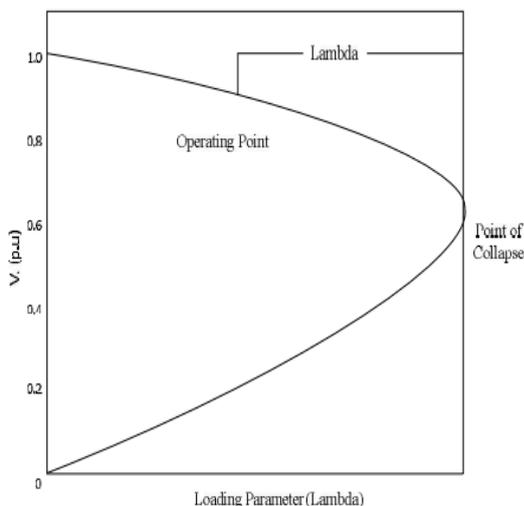
*Maximum loadability* dapat dirumuskan sebagai masalah optimasi nonlinier statis. Tujuannya masalah ini adalah untuk menentukan kenaikan beban maksimum dalam sistem tenaga (baik total sistem beban, atau beban pada area tertentu dari sistem, atau beban pada bus tertentu atau set bus), saat sistem memadai dan terbatasnya peralatan. Masalah ini dapat dirumuskan secara matematis sebagai berikut[2].

$$\begin{aligned} \max \lambda \\ g(x, \lambda) = gx + \lambda D \\ l \leq h(x) \leq u \end{aligned} \quad (1)$$

di mana  $\lambda$  merupakan parameter peningkat beban (*load increment parameter*),  $g(x, \lambda)$  merupakan ketidaksetaraan kendala (*inequality constraints*),  $gx$  merupakan persamaan aliran daya,  $h(x)$  merupakan ketidaksetaraan fungsi (*functional inequalities*) pada sistem tenaga,  $l$  dan  $u$  merupakan batas atas (*upper*) dan batas bawah (*lower*) dalam ketidaksetaraan, dan  $D$  merupakan vektor untuk meningkatkan beban[2].

Parameter yang digunakan untuk mengkarakterisasi *maximum loadability* adalah *margin*  $\lambda_{\max}$  *loadability*, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1 dibawah ini. *Margin* ini memodifikasi hasil dan daya beban seperti dalam persamaan berikut:

$$\begin{aligned} P_{G1} &= P_{G0} + \lambda P_S \\ P_{L1} &= P_{L0} + \lambda P_D \end{aligned} \quad (2)$$



Gambar 1. *Maximum Loadability Parameter*  $\Lambda_{\max} = \Lambda + 1$ .<sup>(2)</sup>

Dimana  $P_{G1}$  merupakan daya maksimum pada pembangkit, merupakan daya normal pada pembangkit,  $P_{G0}$  merupakan nilai sumber daya,  $P_{L0}$  merupakan daya maksimum pada beban,  $P_{L1}$  merupakan daya normal pada suatu beban, dan  $P_D$  merupakan daya yang dibutuhkan[3].

Persamaan ini biasa digunakan dalam *Continuation Power Flow* untuk slack bus tunggal. Didalam persamaan,  $P_{G0}$  dan  $P_{L0}$  adalah daya generator dan daya beban yang menentukan kondisi awal (*base*) dan parameter  $\lambda$  (*loading factor*) menjadi faktor pengali dari  $P_S$  dan  $P_D$ , yang disebut sebagai arah daya (*power directions*). Namun, jika arah daya berada diarah vector didefinisikan oleh  $P_{G0}$  dan  $P_{L0}$ , maka persamaan menjadi:

$$P_{G1} = \lambda_{\max} P_{G0} \quad (3)$$

$$P_{L1} = \lambda_{\max} P_{L0}$$

### B. Power System Analysis Toolbox (PSAT)<sup>[4]</sup>

PSAT telah dianggap sumber portabel dan terbuka. Saat ini tujuan PSAT telah dikembangkan menggunakan Matlab, yang berjalan pada sistem operasi yang paling umum, seperti Unix, Linux, Windows, dan Mac OS X. Namun demikian, PSAT tidak akan benar-benar open source jika hanya berjalan pada Matlab, yang merupakan milik perangkat lunak. Pada PSAT tujuan ini dapat berjalan juga pada GNU terbaru atau Octave rilis, yang pada dasarnya merupakan Matlab clone yang bersifat gratis. Dalam pengetahuan penulis, PSAT sebenarnya adalah perangkat lunak gratis pertama proyek di bidang analisis sistem tenaga. PSAT juga software pertama sistem tenaga yang berjalan pada GNU atau Octave platform.

Setelah aliran listrik telah diselesaikan, pengguna dapat melakukan lebih statis dan dinamis analisis. Ini adalah sebagai berikut.

1. Continuation Power Flow (CPF).
2. Optimal Power Flow (OPF).
3. Small-signal stability analysis.
4. Time-domain simulations.

PSAT sangat mengeksplorasi Matlab vektorialisasi perhitungan dan fungsi matriks jarang untuk mengoptimalkan kinerja. Selanjutnya, PSAT disediakan dengan set paling lengkap dari algoritma untuk analisis statis dan dinamis. PSAT juga berisi interface untuk UWFLOW yang sangat memperluas kemampuan PSAT untuk memecahkan masalah dengan metode CPF dan OPF.

### C. Metode Continuation Power Flow (CPF)<sup>[7]</sup>.

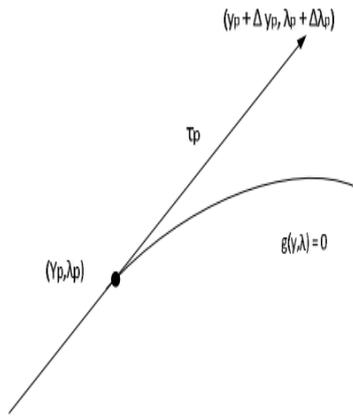
Fungsi CPF termasuk dalam PSAT adalah hal baru di kalangan paket berbasis Matlab tersedia untuk analisis sistem tenaga. Itu Algoritma CPF terdiri dalam langkah prediktor yang menghitung vektor singgung dinormalisasi dan langkah korektor yang dapat diperoleh baik dengan cara parametrization lokal atau persimpangan tegak lurus.

#### 1. Tahap Prediksi (Predictor Step)

Pada titik kesetimbangan, digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} g(y_p, \lambda_p) = 0 \Rightarrow \frac{dg}{d\lambda} \Big|_p &= 0 \\ &= \nabla_y g \Big|_p \frac{dy}{d\lambda} \Big|_p + \frac{\partial g}{\partial \lambda} \Big|_p \end{aligned} \quad (4)$$

Dimana  $g(y_p, \lambda_p)$  adalah persamaan aliran daya untuk *predictor step*,  $y$  merupakan titik kurva dari tegangan,  $p$  adalah keterangan *predictor*, dan  $\lambda$  merupakan titik kurva dari daya. Gambaran dari *predictor step* terlihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Continuation Power Flow: Predictor Step.<sup>[7]</sup>

Dan tangen vektor ( $\tau_p$ ) dapat dihitung dengan pendekatan berikut:

$$\tau_p = \frac{dy}{d\lambda} \Big|_p \approx \frac{\Delta y_p}{\Delta \lambda_p} \tag{5}$$

Pada titik kesetimbangan, digunakan persamaan :

$$\begin{aligned} \mathbf{g}(\mathbf{y}_p, \lambda_p) = 0 &\Rightarrow \frac{dg}{d\lambda} \Big|_p = 0 \\ &= \nabla_y \mathbf{g} \Big|_p \frac{dy}{d\lambda} \Big|_p + \frac{\partial \mathbf{g}}{\partial \lambda} \Big|_p \end{aligned} \tag{6}$$

Tangen vektor ( $\tau_p$ ) dapat dihitung dengan pendekatan berikut:

$$\tau_p = \frac{dy}{d\lambda} \Big|_p \approx \frac{\Delta y_p}{\Delta \lambda_p} \tag{7}$$

Dari persamaan diatas, maka :

$$\tau_p = -\nabla_y \mathbf{g} \Big|_p^{-1} \frac{\partial \mathbf{g}}{\partial \lambda} \Big|_p \tag{8}$$

$$\Delta \mathbf{y}_p = \tau_p \Delta \lambda_p$$

Langkah kontrol  $k$  telah dipilih untuk menentukan kenaikan  $\Delta y_p$  dan  $\Delta \lambda_p$ , dengan normalisasi untuk menghindari besarnya error ketika  $|\tau_p|$  sebesar :

$$\Delta \lambda_p = \frac{K}{|\tau_p|} \triangleq \Delta y_p = \frac{K \tau_p}{|\tau_p|} \tag{9}$$

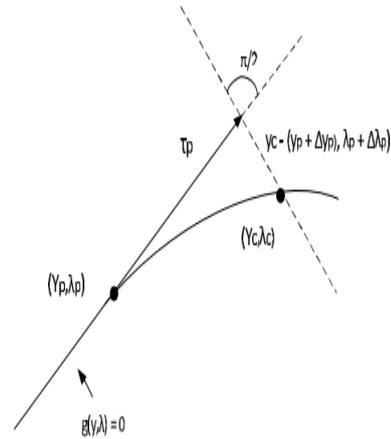
Dimana  $k = \pm 1$ , dan ini menentukan kenaikan atau penurunan pada  $\lambda$ .

2. Tahap Koreksi (Corrector Step).

Dalam tahap koreksi,  $i+1$  (iterasi berikutnya setelah predictor step) persamaan corrector step diselesaikan sebagai berikut:

$$\mathbf{g}(\mathbf{y}, \lambda) = \mathbf{0} \quad \mathbf{p}(\mathbf{y}, \lambda) = \mathbf{0} \tag{10}$$

Dimana solusi  $\mathbf{g}$  harus dalam bifurcation manifold dan  $\mathbf{p}$  persamaan untuk menjamin non-singular pada titik bifurkasi.



Gambar 3. Continuation Power Flow: Corrector Step Diperoleh Melalui Persimpangan Tegak Lurus.<sup>[7]</sup>

Didalam kasus persimpangan tegak lurus, pada gambar 4, persamaan  $\mathbf{p}$  menjadi:

$$\mathbf{p}(\mathbf{y}, \lambda) = \begin{bmatrix} \Delta y_p \\ \Delta \lambda_p \end{bmatrix}^T \begin{bmatrix} \mathbf{y}_c - (\mathbf{y}_c + \Delta \mathbf{y}_p) \\ \lambda_c - (\lambda_c + \Delta \lambda_p) \end{bmatrix} = \mathbf{0} \tag{11}$$

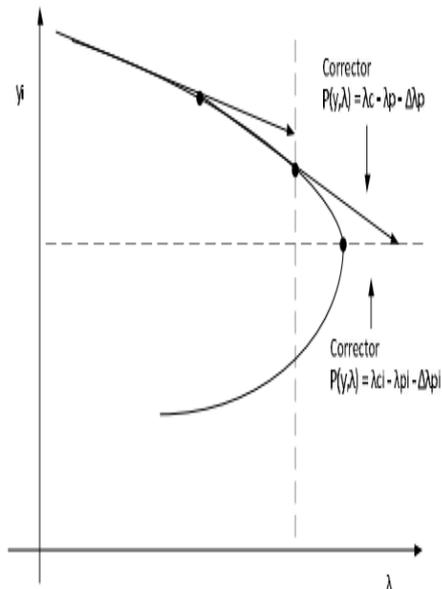
Sedangkan untuk parameter lokal, baik parameter  $\lambda$  atau variabel  $y_i$  ditekankan untuk menjadi nilai yang tetap:

$$\mathbf{p}(\mathbf{y}, \lambda) = \lambda_c - \lambda_p - \Delta \lambda_p \tag{12}$$

Atau

$$\mathbf{p}(\mathbf{y}, \lambda) = \lambda_{ci} - \lambda_{pi} - \Delta \lambda_{pi}$$

Pemilihan variabel untuk diperbaiki, tergantung dari nilai bifurcation manifold pada , terlihat pada gambar 4 dibawah ini.



Gambar 4. Continuation Power Flow: Tahap Koreksi<sup>[7]</sup>

III. SIMULASI SISTEM PT. PLN (PERSERO) MAUMERE

Dalam penelitian ini berisi data sistem, hasil pengujian dan analisa serta evaluasi terhadap penulisan tugas akhir dengan menggunakan perangkat lunak PSAT. 2.1.6 Untuk studi kasus yang dipilih yaitu pada sistem tenaga listrik distribusi PT. PLN (PERSERO) MAUMERE. Adapun yang dibahas pada tugas akhir ini yaitu mengenai kemampuan pembebanan pada sistem distribusi 20 kV sebelum integrasi pembangkit baru dan setelah integrasi pembangkit baru pada sistem distribusi 20 kV. Untuk analisa sistem tenaga listrik ini yang digunakan yaitu analisa continuitas aliran daya dengan menggunakan metode CPF (*Continuation Power Flow*) dalam sistem untuk mengetahui kemampuan pembebanan pada sistem.

A. Data Penelitian

PT. PLN (PERSERO) MAUMERE merupakan subjek penelitian. Penelitian ini dilakukan dengan mengambil data – data mengenai subjek penelitian yang dibutuhkan, Dan adapun data yang diambil yaitu:

TABEL 1.  
DATA GENERATOR

Generator	Daya Terpasang	Daya Mampu
	KW	KW
G 01	1200	1100
G 02	1200	1000
G 03	1250	1000
G 04	403	300
G 05	1034	960
G 06	1034	960
G 07	1034	960
G 08	1034	960
G 09	1000	850
G 10	1000	850
G 11	1000	850
G 12	1000	850
G 13	1000	850
G 14	500	300
G 15	1500	1200
G 16	1000	850
Total	14123	13840

Data generator tersebut didapatkan hasil perhitungan nilai total daya maksimum pada generator sebesar 14123 KW dan daya mampu pada generator sebesar 13840 KW , yang nantinya akan digunakan untuk menganalisis peningkatan kemampuan pembebanan.

B. Data Penyulang

Data beban pada tiap feeder yang digunakan pada penelitian ini diasumsikan pada waktu beban puncak (19.00 – 22.00) WITA.

TABEL 2  
DATA BEBAN PENYULANG

No.	Feeder	Daya (KW)
1.	Nangahure	841.415
2.	Nita	1624.5
3.	Lela	775.485
4.	Teka Iku	2306.03
5.	Perumnas	1598.28
6.	Eltari	741.95
7.	Kewapante	1925.65
	Total	9813.31

Dari tabel diatas diatas diketahui bahwa total beban pada sistem sebesar 9813.31 KW yang nantinya akan digunakan untuk perhitungan besar peningkatan kemampuan pembebanan setelah integrasi pembangkit .

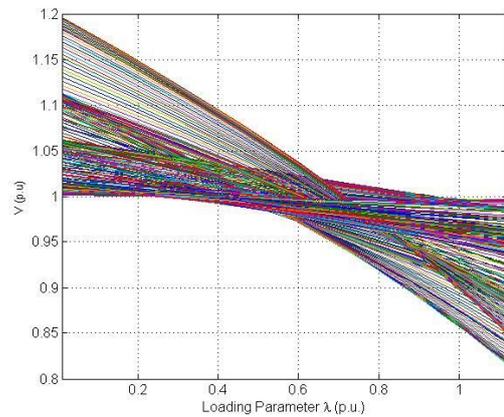
A. Penelitian yang Dilakukan

Dalam penelitian ini dilakukan dua case:

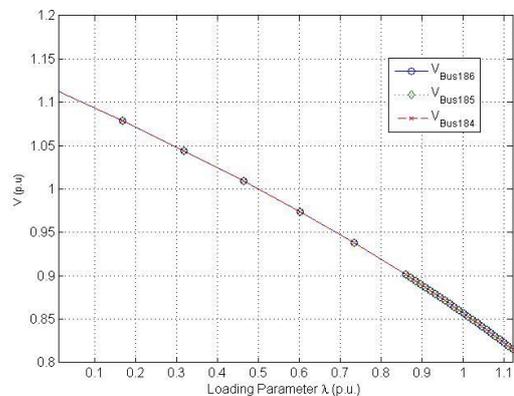
1. Case 1  
Daya pada pembangkit tetap dan daya pada beban tetap
2. Case 2  
Daya pada pada pembangkit naik dan daya pada beban tetap

C. Simulasi Sistem

1. Case 1  
Kondisi base case dimana daya pada beban tetap dan daya pada pembangkit juga tetap.



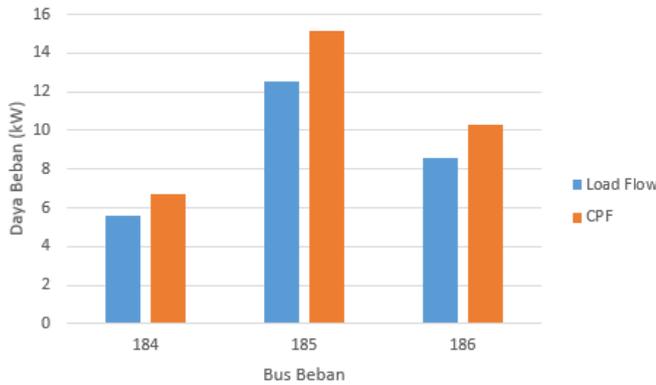
Gambar 5. Kurva Untuk Semua Tegangan Bus Beban Pada Case 1



Gambar 6. Kurva Untuk Tiga Tegangan Bus Beban Terlemah Pada Case 1.

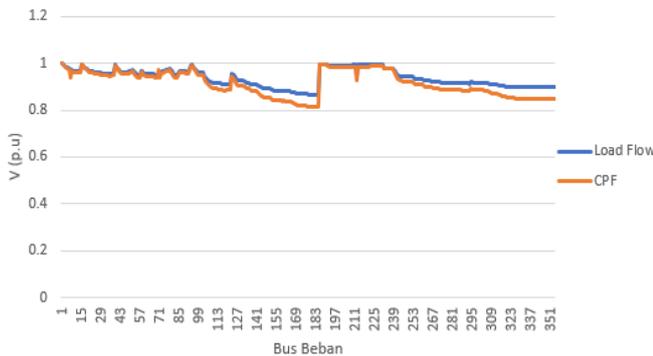
Dari hasil iterasi program yang dijalankan didapat nilai  $\lambda$  adalah sebesar 1.12 p.u dimana diperoleh 3 bus beban terlemah yaitu bus beban 184 memiliki nilai tegangan 0,815336 p.u dengan daya sebesar 6,7 kW, bus beban 185 nilai tegangannya 0,815204 p.u dengan daya sebesar 15,1 kW, bus beban 186 nilai tegangan 0,815143 p.u dengan daya sebesar 10,3 kW. bisa dilihat pada gambar 15 bahwa 3 bus terlemah tersebut rata-rata mengalami penurunan tegangan hingga mencapai 0,815 p.u setelah dijalankan program menggunakan CPF (*Continuation Power Flow*), jika dilakukan penambahan beban yang berlebihan pada bus 184, bus 185 dan bus 186 maka akan terjadi penurunan tegangan dibawah 0,815 p.u penurunan tegangan pada bus-bus tersebut diatas dikarenakan lokasinya yang jauh dari pusat pembangkit

sehingga terjadi penurunan tegangan yang diakibatkan oleh rugi-rugi tegangan pada saluran. Untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada grafik di bawah ini.



Gambar 7. Grafik Beban Kondisi Base Case

Pada grafik beban kondisi *case 1* setelah integrasi pembangkit baru pada sistem dengan kapasitas pembangkit sebesar 10 MW diatas dimana ketiga bus tersebut merupakan bus terlemah dari jumlah bus yang ada yaitu bus 184, 185 dan 186. Beban normal pada bus 184 sebesar 5,57 kW, bus 185 sebesar 12,54 kW dan bus 186 sebesar 8,54 kW mengalami kenaikan dengan beban maksimum pada masing-masing bus tersebut. Beban maksimum pada bus 184 sebesar 6,72 kW, bus 185 sebesar 15,12 kW dan bus 186 sebesar 10,30 kW.

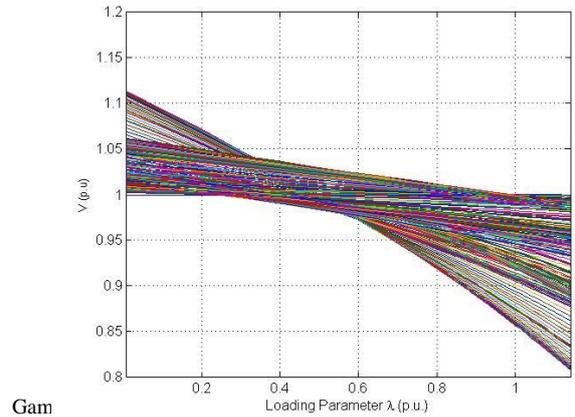


Gambar 8. Grafik Profil Tegangan pada Sistem Maumere Load Flow dan CPF (Continuation Power Flow) pada Case 1

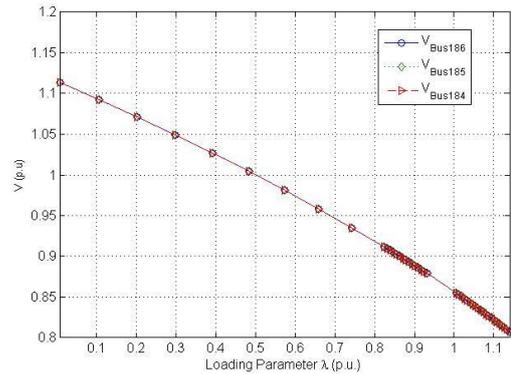
Dari grafik diatas kita bisa melihat adanya perbedaan besar tegangan pada saat load flow dan CPF dimana terjadi penurunan tegangan pada saat dilakukan CPF hal ini dikarenakan terjadi peningkatan daya pada beban sehingga terjadi penurunan tegangan pada tiap-tiap bus beban.

2. Case 2

Kondisi dimana daya beban tetap dan daya pada pembangkit ditingkatkan dengan adanya integrasi pembangkit baru kapasitas 10 MW pada bus 308 Penyulang Kewapante.

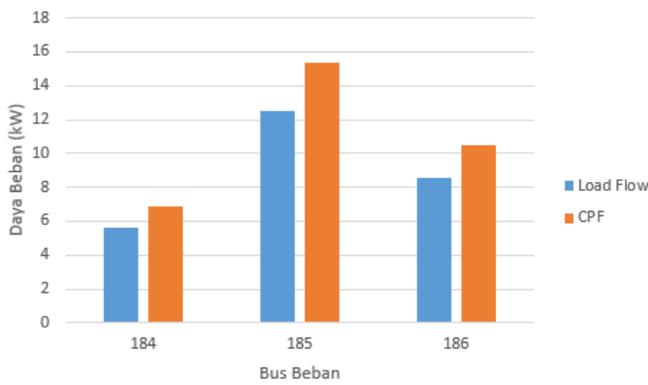


Gam



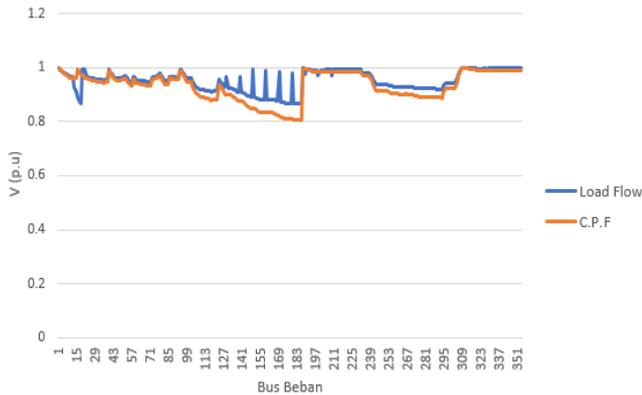
Gambar 10. Kurva untuk Tiga Tegangan Bus Beban Terlemah pada Case 2.

Dari hasil iterasi program yang dijalankan didapat nilai  $\lambda$  adalah sebesar 1.1398 p.u dimana diperoleh 3 bus beban terlemah yaitu bus beban 184 memiliki nilai tegangan 0,807946 p.u dengan daya sebesar 6,84 kW, bus beban 185 nilai tegangannya 0,807814 p.u dengan daya sebesar 15,38 kW, bus beban 186 nilai tegangan 0,807675 p.u dengan daya sebesar 10,49 kW. bisa dilihat pada gambar 19 bahwa 3 bus terlemah tersebut rata-rata mengalami penurunan tegangan hingga mencapai 0,807 p.u setelah dijalankan program menggunakan CPF (Continuation Power Flow) terjadi peningkatan nilai  $\lambda$  yang awalnya sebesar 1,12 p.u pada kondisi base case setelah dilakukan integrasi pembangkit baru maka nilai  $\lambda$  mengalami peningkatan sebesar 0,0198 p.u menjadi 1,1398 p.u, jika dilakukan penambahan beban yang berlebihan pada bus 184, bus 185 dan bus 186 maka akan terjadi penurunan tegangan dibawah 0,807 p.u hal ini dapat mengganggu kinerja sistem dikarekan terjadinya penurunan tegangan yang dapat menyebabkan beban yang ada pada bus-bus tersebut bekerja kurang optimal. Penurunan tegangan pada bus-bus tersebut diatas dikarenakan lokasinya yang jauh dari pusat pembangkit sehingga terjadi penurunan tegangan yang diakibatkan oleh rugi-rugi tegangan pada saluran, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada grafik di bawah ini.



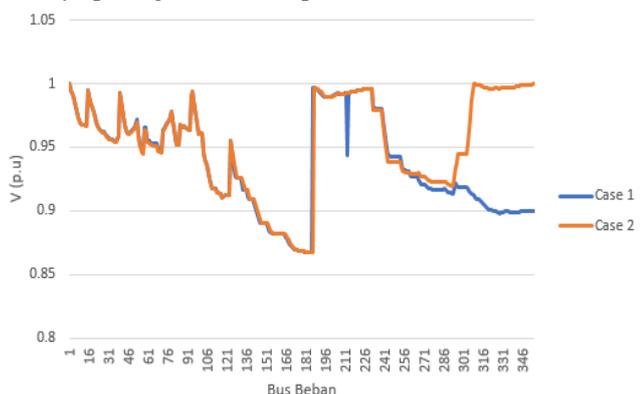
Gambar 11. Grafik Kondisi Integrasi Pembangkit Baru

Pada grafik beban kondisi *case 2* setelah integrasi pembangkit baru pada sistem dengan kapasitas pembangkit sebesar 10 MW diatas dimana ketiga bus tersebut merupakan bus terlemah dari jumlah bus yang ada yaitu bus 184,185 dan 186 . Beban normal pada bus 184 sebesar 5,57 kW, bus 185 sebesar 12,54 kW dan bus 186 sebesar 8,54 kW mengalami kenaikan dengan beban maksimum pada masing-masing bus tersebut. Beban maksimum pada bus 184 sebesar 6,84 kW, bus 185 sebesar 15,38 kW dan bus 186 sebesar 10,49 kW.

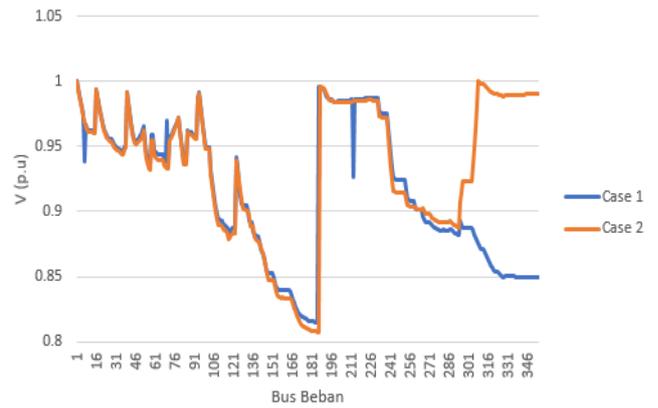


Gambar 12. Grafik Profil Tegangan pada Sistem Maumere pada Saat CPF (Continuation Power Flow) pada *Case 2*.

Dari grafik profil tegangan *case 2* diatas kita dapat melihat adanya perbedaan besar tegangan pada saat load flow dan CPF dimana grafik load flow terjadi peningkatan profil tegangan dikarenakan adanya integrasi pembangkit baru yang dapat memperbaiki profil tegangan sedangkan pada saat CPF dijalankan terjadi penurunan tegangan hal ini disebabkan adanya peningkatan beban pada bus beban.



Gambar 13. Grafik Profil Tegangan Pada Sistem Maumere Pada Saat Load Flow Pada *Case 1* dan *Case 2*.



Gambar 16. Grafik Profil Tegangan Pada Sistem Maumere Pada Saat Continuation Power Flow Pada *Case 1* dan *Case 2*

D. Tabel Hasil Pengujian.

Berikut ini adalah tabel hasil dari 2 pengujian yang dilakukan pada sistem maumere yaitu kondisi daya pembangkit tetap dan daya beban tetap dan kondisi daya pembangkit meningkat dengan integrasi pembangkit baru dan daya beban tetap.

TABEL 3  
PERBANDINGAN HASIL CPF (CONTINUATION POWER FLOW)  
NILAI  $\lambda$  CASE 1 DAN CASE 2.

Study Case	$\lambda$ (p.u)
Case 1	1.12
Case 2	1.1398

IV. PENUTUP

A. Kesimpulan

Dari hasil simulasi dan perhitungan yang dilakukan pada penelitian tersebut dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kondisi base case nilai  $\lambda$  pada sistem sebesar 1,12 p.u dengan 3 bus terlemah yaitu bus 184, 185 dan 186 dimana Beban normal pada bus 184 sebesar 5,57 kW, bus 185 sebesar 12,54 kW dan bus 186 sebesar 8,54 kW mengalami kenaikan dengan beban maksimum. Beban maksimum pada bus 184 sebesar 6,72 kW, bus 185 sebesar 15,12 kW dan bus 186 sebesar 10,30 kW.
2. Dengan adanya integrasi pembangkit baru diperoleh besar nilai  $\lambda$  pada sistem meningkat sebesar 1,3343 p.u dibandingkan pada kondisi base case yang besar nilai  $\lambda$  pada sistem hanya sebesar 1,12 p.u . Beban normal pada bus 184 sebesar 5,57 kW, bus 185 sebesar 12,54 kW dan bus 186 sebesar 8,54 kW mengalami kenaikan dengan beban maksimum. Beban maksimum pada bus 184 sebesar 6,84 kW, bus 185 sebesar 15,38 kW dan bus 186 sebesar 10,49 kW.
3. Dari hasil analisis diperoleh bahwa integrasi pembangkit baru mampu meningkatkan kemampuan pembeban pada sistem hal ini terbukti pada besar nilai  $\lambda$  yang diperoleh pada case 2 dimana mengalami sedikit peningkatan sebesar 0,0198. Nilai daya maksimum yang didapat dioperasikan oleh masing-masing bus pada sistem maumere dapat diketahui, sehingga dapat dilakukan pencegahan terjadinya jatuh tegangan dengan mengidentifikasi bus-bus terlemah yang mendekati titik daya maksimum yang diijinkan.

### B. Saran

Dari hasil simulasi dan perhitungan yang dilakukan pada penelitian tersebut penulis menyarankan sebagai berikut:

1. Melakukan rekonfigurasi jaringan agar kemampuan pembebanan pada sitem menjadi meningkat.
2. Melakukan pemasangan peralatan facts device untuk meningkatkan profil tegangan pada penyulang Nita dikarenakan banyak terjadinya tegangan yang jatuh.
3. Dilakukan sekenario yang lebih bervariasi seperti penambahan daya pada beban namun daya pembangkit juga ditambah dengan integrasi pembangkit baru.
4. Penggunaan metode – metode yang baru dalam study Peningkatan kemampuan pembebanan yang dapat menganalisis sistem dan menghitung kemampuan pembebanan yang lebih efektif.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asdian, Hakim Lukmanul, Komalasari Endah, Gusmedi Herri, “ *studi kemampuan pembebanan maksimum sistem interkoneksi sumbagsel,*” lampung
- [2] A.A. Mario and C.A. Carlos. *A Contingency Ranking Methode for Voltage Stability in Real Time Operation of Power System.* IEEE Bologna Powertech Conference. Italy. 2003
- [3] R.J. Mauricio and Rios A. Mario, *Characterization of the Maximum Loadability in Power Systems Due to Contingencies in the Operative Planning Scenari.* IEEE Paper 22.
- [4] F. Milano, “*An Open Source Power System Analysis Toolbox,*” *IEEE Transactions on Power Systems*, vol. 20, no. 3, pp. 1199–1206, Aug. 2005
- [5] Marsudi Djiteng. 2005. *Pembangkit Energi Listri.* Jakarta Erlangga.

- [6] R.K.Rajput. 2006. *Power System Engineering.* Daryagent New Delhi.
- [7] Eltigani Dalia, Ramadan kamal, Zakaria Elfadil, “*Method of Computing Maximum Loadability*”, Using Continuation Power , 2013
- [8] F. Milano. Power System Analysis Toolbox Documentation for PSAT version 1.3.4, July 14, 2005 [Online] Available at: <http://thunderbox.uwaterloo.ca/~fmlano>.

### BIOGRAFI PENULIS



Penulis lahir di Kabupaten Sikka, Nusa Tenggara Timur pada tanggal 23 Januari 1993 dari Bapak Suprio Laksono dan Ibu Siti Maimuna. Penulis memulai studi pendidikan.perguruan tinggi di Institut Teknologi Nasional Malang pada tahun 2013. Penulis memilih Program Studi Teknik Elektro S-1, Konsentrasi Teknik Energi Listrik, Fakultas Teknologi Industri dan diwisuda pada tanggal 30 September 2016, dengan judul skripsi “Analisis Peningkatan Kemampuan Pembebanan sistem JTM 20 kV Akibat Integrasi Pembangkit PLTMG di PT. PLN (Persero) Maumere”. Selama menjabat sebagai mahasiswa, penulis memiliki pengalaman

menjadi Asisten Laboratorium Konversi Energi Elektrik pada tahun 2014 hingga 2016 dan menjabat sebagai koordinator pada periode tahun 2015-2016. Pada awal tahun 2016 penulis melaksanakan kerja praktek di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA WLINGI pada Divisi *Electrical maintenance* dan membuat laporan berjudul “*Sistem Eksitasi di PT. PJB Unit Pembangkitan Brantas PLTA WLINGI*”