PENEMPATAN DG PADA JARINGAN SISTEM DISTRIBUSI UNTUK MENINGKATKAN STABILITAS TEGANGAN

Efrita Arfah Z
Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Email:. efrita.zuliari@gmail.com

ABSTRACT

The stability of the voltage on the distribution system is a basic problem that must be faced and found a solution. Voltage drop becomes a threat to the security and reliability of the network. This is detrimental to consumers because of damage electrical equipment. Voltage instability will be up to the blackout. To keep the voltage remains within the limits of operation of the used analysis of voltage stability in planning and monitoring online system distribution network. In this study will use an evaluation method using the power system stability resulting eigenvalue of Jacobian matrix. hereinafter to voltage profile analysis and index critical loading is done with continuation power flow.

Keywords: Stability, electrical equipment, monitoring, continuation power flow.

ABSTRAK

Stabilitas tegangan pada sistem distribusi adalah masalah dasar yang harus dihadapi dan ditemukan solusinya. Drop tegangan menjadi ancaman untuk keamananan dan keandalan jaringan. Hal tersebut merugikan konsumen karena merusak peralatan listrik. Ketidakstabilan tegangan akan sampai pada pemadaman. Untuk menjaga tegangan tetap dalam batas pengoperasian maka digunakan analisa stabilitas tegangan dalam perencanaan dan monitoring secara online pada sistem jaringan distribusi. Dalam penelitian ini akan menggunakan metode evaluasi kestabilan sistem tenaga dengan menggunakan eigenvalue yang dihasilkan dari matrik jacobian. yang selanjutnya untuk analisa profil tegangan dan indeks pembebanan kritis dilakukan dengan *continuation power flow*.

Kata Kunci : Stabilitas, peralatan listrik, monitoring, *continuation power flow.*

PENDAHULUAN

Tegangan adalah faktor yang paling penting untuk jaringan distribusi yang sangat berkembang saat ini. Stabilitas tegangan adalah kemampuan sistem tenaga untuk mempertahankan tegangan tetap stabil dan normal di semua bus. Ketidakstabilan terjadi karena adanya dinamika perubahan beban, yaitu konsumsi daya yang melebihi kemampuan sistem. Masalah stabilitas tegangan pada sistem distribusi terjadi pada sisi pelanggan (beban). Masalah stabilitas tegangan terutama tergantung pada variasi daya reaktif. Oleh karena itu dibutuhkan kontrol daya reaktif untuk menghasilkan daya reaktif dan meningkatkan stabilitas tegangan. Sedangakan untuk deteksi masalah stabilitas tegangan dapat menggunakan analisa aliran daya[1 , 2].

Karena stabilitas tegangan pada sistem distribusi adalah pada sisi beban maka kontrol daya reaktif harus langsung terhubung beban. Kontrol daya yang dimaksud adalah dengan injek DG. Keuntungan menggunakan DG adalah meningkatkan profil tegangan, mengurangi kerugian daya, meningkatkan keandalan sistem dan efisiensi [1 , 2].

Ada banyak metode yang saat ini digunakan dalam analisis stabilitas tegangan, metode analisis Modal, Indeks stabilitas tegangan steady state, power flow, metode L-Index, nilai Singular dekomposisi, indeks stabilitas, *continuation power flow*. Teknik analisa aliran daya banyak digunakan untuk analisis stabilitas tegangan [3]. Metode analisis modal adalah metode terbaik untuk analisis stabilitas tegangan dibandingkan dengan metode analisis stabilitas L-index [4] .

Dalam penelitian ini metode analisis modal dan *continuation power flow* yang digunakan untuk menemukan analisis stabilitas tegangan. Analisis tersebut akan digunakan untuk menentukan lokasi optimal dari DG. Metode analisis modal digunakan untuk mengidentifikasi bus paling lemah dengan menghitung faktor partisipasi, faktor QV-sensitivitas dan stabilitas marjin [3]. *continuation power flow*

digunakan untuk menemukan nilai kritis, yaitu bus yang lemah diidentifikasi berdasarkan profil tegangan yang dihasilkan.

TINJAUAN PUSTAKA

Identifikasi dan Analisa Stabilitas Tegangan

Identifikasi stabilitas tegangan terjadi di sisi beban dari jaringan sistem tenaga. Dalam stabilitas tegangan masalahnya adalah kekurangan daya reaktif, hal tersebut mempengaruhi profil tegangan. Untuk menghilangkan kekurangan daya reaktif maka di injeksikan DG(5).

Analisis stabilitas tegangan adalah pendekatan terbaik untuk analisis stabilitas tegangan. Dalam metode analisis modal dapat menemukan karakteristik ketidakstabilan secara efektif.

Modal analisis

Metode analisis modal yang digunakan untuk mengidentifikasi bus paling lemah dengan menghitung faktor partisipasi dan faktor sensitivitas. analisis modal $\frac{\Delta V}{\Delta Q}$ adalah teknik yang *robust* untuk memprediksi tegangan colaps dan menentukan marjin stabilitas sistem tenaga. Dengan penyelesain persamaan aliran daya dalam bentuk matrik ΔP dan ΔQ (3.4)

$$\begin{bmatrix}\Delta P\\ \Delta Q\end{bmatrix} = \begin{bmatrix}J_{P\theta} & J_{PV}\\ J_{P\theta} & J_{QV}\end{bmatrix}\begin{bmatrix}\Delta\theta\\ \Delta V\end{bmatrix} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(1)$$

Dimana:

ΔP =perubahan incremental daya real bus

ΔQ= perubahan incremental daya reaktif bus

ΔV= perubahan incremental remagnitude tegangan bus

$\Delta\theta$= perubahan incremental sudut tegangan bus

Didapat:

$$J_R = \left[J_{QV} - J_{QO}\,{J_{PO}}^{-1}\,J_{PV}\right] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(2)$$

Dan

$$\Delta Q = J_R \Delta V$$

$$\Delta V = {J_R}^{-1}\Delta Q$$

Didapat:

$$J_R = \varepsilon\Lambda\eta \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(3)$$

Dimana

ε= vektor reight eigen dari J_R

Λ= vektordiagonal eigen dari J_R

η= vektor left eigen dari J_R

Persamaan diatas dapat ditulis kembali sebagai berikut:

$${J_R}^{-1} = \varepsilon\Lambda^{-1}\eta$$

$${J_R}^{-1} = \varepsilon\Lambda^{-1}\eta\,\Delta Q$$

$$\eta\,\Delta v = \Lambda^{-1}\eta\,\Delta Q$$

$$v = \Lambda^{-1}q \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots...(4)$$

Menulis kembali persamaan pertama diatas menajadi bentuk berikut:

$$V_i = \frac{1}{\lambda_i q_i} \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

Batasan:

$\lambda_i = 0$ Tegangan sistem kolaps

$\lambda_i \geq 0$ Tegangan sistem stabil

$\lambda_i \leq 0$ Tegangan sistem tidak stabil

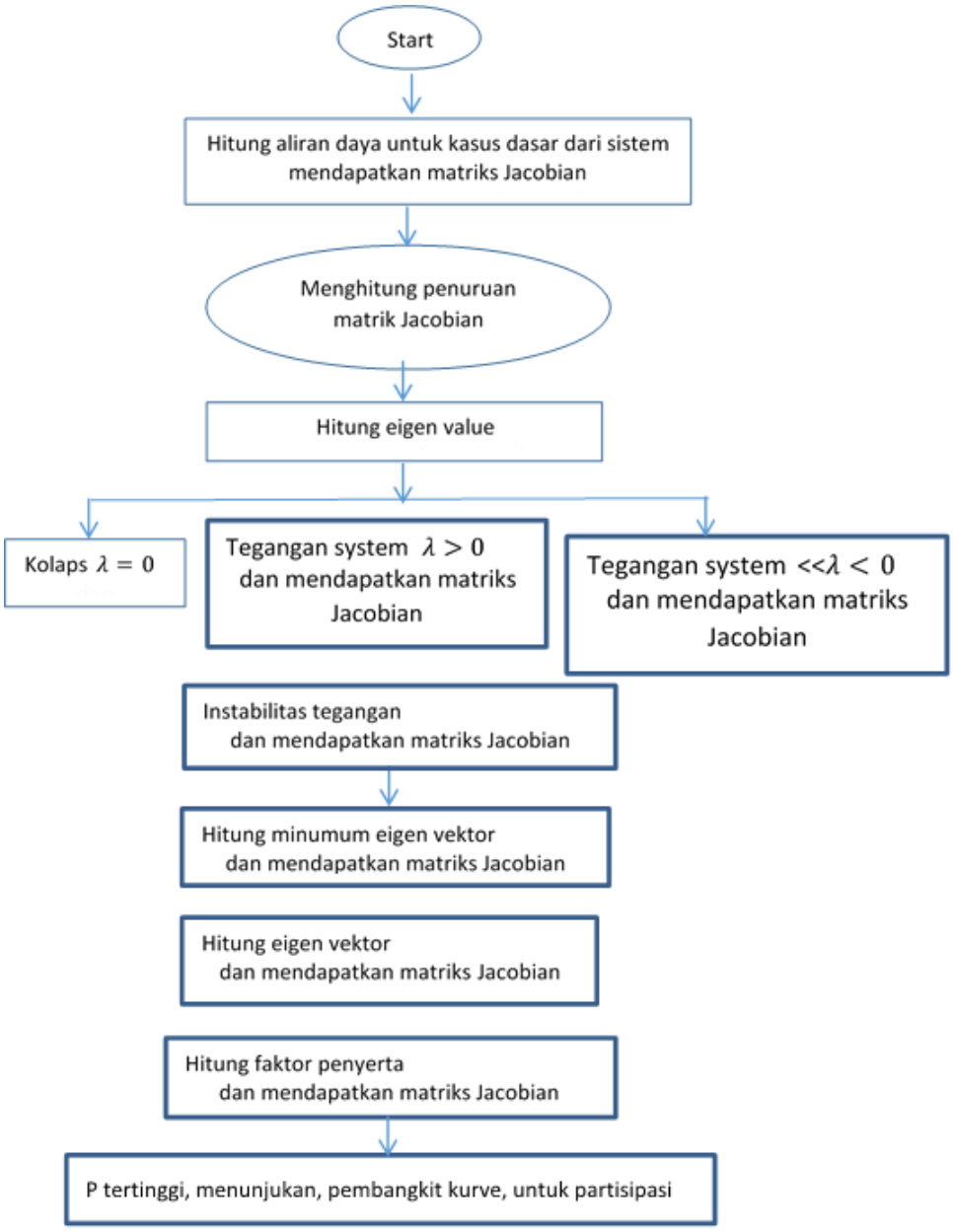
Faktor Partisipasi

Mengidentifikasi bus yang paling penting, biasanya besarnya lebih besar dari faktor partisipasi pada sistem normal.

$P_{ki} = \in_{ki} \delta_{ki}$……...(6)

$\in_{ki}$= eigen kanan vektor dari elemen k

δ_{ki}= eigen kiri vektor dari elemen k



Gambar

Continuation Power Flow

Continuation Power Flow untuk identifikasi batas maksimum kesanggupan beban dalam analisis stabilitas tegangan. dengan menemukan profil tegangan sampai ke titik drop tegangan. profil tegangan dan kondisi pembebanan kritis diidentifikasi berdasarkan profil teganganan. ada istilah prediktor dan

korektor, prediktor menghitung vektor tangen, korektor dapat diperoleh dari parameter lokal persamaan aliran. dinyatakan sebagai

$F(\theta, V) = \lambda K$……(7)

Dimana λ menyatakan parameter beban; θ adalah vektor sudut tegangan bus; V adalah vektor magnitude tegangan dan K merupakan prosentasi perubahan beban pada setiap bus. Variasi parameter beban $0 \leq \lambda \leq \lambda_{critical}$

Dimana:

$\lambda = 0$, kondisi beban dasar

$\lambda = \lambda_{critical}$, kondisi pembebanan kritis

Mengatur ulang persamaan aliran daya

$F = (Q, V, \lambda) = 0$……(8)

Prediktor dan Korektor

$$\begin{bmatrix} \theta \\ V \\ \lambda \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \theta_0 \\ V_0 \\ \lambda_0 \end{bmatrix} + \sigma \begin{bmatrix} d\theta \\ dV \\ d\lambda \end{bmatrix}$$

Dimana

θ, V, λ Menunjukan prenyelesaian prediksi

ε= koefesien pembobotan

ALOKASI DISTRIBUTED GENERATION (DG)

DG untuk membangkitkan listrik dari sisi beban. DG bisa *stand alone* dan bisa terhubung dalam jaringan sistem tenaga. pada sistem distribusi dengan teknologi tinggi penggunaan DG untuk stabilitas tegangan bukan hal yang baru. namun penempatan DG harus tepat. keuntungan DG adalah untuk meningkatkan kehandalan, keamanan, efisiensi dan kualitas dari sistem tenaga(6).

Dalam penelitian ini, continuation power flow digunakan untuk menentukan batas stabilitas tegangan berdasarkan margin stabilitas. kemudian titik colaps akan diketahui, sedangkan analisis modal digunakan untuk menentukan bus kritis pada jaringan distribusi. Tegangan kolaps dan bus kritis adalah kandidat penempatan DG.

ALISA DAN PEMBAHASAN

Dari tabel CPF (Continuation Power Flow) menunjukan bahwa tegangan terendah ada pada bus 14. maka bus tersebut adalah bus terlemah sehingga menjadi kandidat untuk penempatan DG. pertimbangan utama penempatan DG di bus 14 adalah bus 14 adalah bus kritis yang pertama akan colaps. selanjutnya dibuat prioritas antara bus lain yang akan colaps. yaitu bus 9 atau bus 10. ketika injek DG ke Bus 10 dilakukan perhitungan kembali dan menunjukan perbaikan profil tegangan, dan di identifikasi bus 9 adalah terendah. setelah pemasangan DG pada bus 9. profile tegangan semua bus ada pada range normal. kondisi demikian dinyatakan stabil.

KESIMPULAN

Analisa modal dan CPF digunakan untuk analisa stabilitas tegangan. identifikasi bus terlemah yaitu bus kritis digunakan untuk dasar penempatan DG pada bus tersebut. nilai kritis bus ditemukan dengan melihat profil tegangan yang dihasilkan CPF. Proses injek DG dilakukan bertahap. pertama adalah pada bus paling kritis. Kemudian dilakukan analisa daya ulang untuk mengetahui profil tegangan terbaru. pada penelitian ini menggunakan data IEEE 14 Bus. injek DG dilakukan dua kali yaitu bus 14 dan bus 9. penambahan DG pada bus 9.

Tabel 1. Analisa modal

No Bus	Voltage profile	Participation Factor	VQ sensitivity factor	Stability margin
1	1.06	-	-	-
2	1.04	-	-	-
3	1.01	-	-	-
4	1.0103	0.0093	0.042	-
5	1.0158	0.0047	0.043	-
6	1.07	-	-	-
7	1.0443	0.0695	0.077	-
8	1.08		-	-
9	1.0289	0.1916	0.101	2.22
10	1.0285	0.2321	0.14	1.86
11	1.0454	0.1093	0.13	-
12	1.0532	0.0223	0.141	-
13	1.0464	0.0349	0.087	-
14	1.0182	0.3264	0.2085	1.16

Tabel 2. hasil CPF

Bus	V [p.u.] λ max=2.5159	Phase [rad]]	P gen [p.u.]	Q gen [p.u.]	P load [p.u.]	Q load [p.u.]
01	1.03	0	13.14	3.290	0	0
02	1.000	-0.57	1.002	9.678	0.7680	0.465
03	0.92000	-1.44	0	4.657	3.3090	0.678
04	0.62804	-1.17	0	0	1.4550	0.145
05	0.62309	-1.00	0	0	0.2870	0.056
06	0.62255	-1.87	0	4.114	0.3780	0.267
07	0.62255	-1.64	0	0	0	0
08	0.92	-1.63	0	1.768	0	0
09	0.55643	-1.96	0	0	1.0560	0.589
10	0.5745	-1.99	0	0	0.3430	0.208
11	0.75967	-2.01	0	0	0.1228	0.0781
12	0.86501	-2.15	0	0	0.2410	0.065
13	0.81098	-2.03	0	0	0.467	0.208
14	0.54643	-2.17	0	0	0.534	0.167

REFERENSI

1. Selve *"Optimal Allocation of Distributed Generation to Minimize Loss in Distribution System*" International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering Vol. 3, Special Issue 4, May 2014.
2. A. Apparao, K. Bhashna. *Optimal Allocation of DG Considering Loss Minimization and Voltage Profile Using PSO*. Volume 4 Issue 9, September 2015 www.ijsr.net
3. S.P.Rajaram, V.Rajasekaran, V.Sivakumar. *Optimal Placement of Distributed Generation for Voltage Stability Improvement and Loss Reduction in Distribution Network*. Volume 3, Special Issue 3, March 2014 2014 International Conference on Innovations in Engineering and Technology (ICIET'14)

4. P.Kundur,"*Power system stability and control*,"New York:McGraw-Hill 199
5. Al-AbriRashid, *"Voltage stability Analysis with High Distributed Generation Penetration*," Electrical and Computer Engineering Waterloo, Ontario, Canada 2012.
6. M.Ettehadi, H.Ghasemi and S.Vaezzadeh, "*Voltage stability based DG placement in distribution network*," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 28, no. 1, Jan.2013