

ANALISIS PENGARUH PENGOPERASIAN PLTA WLINGI TERHADAP PROFIL TEGANGAN PADA BUS WLINGI JARINGAN 150 KV DENGAN METODE *FAST VOLTAGE STABILITY INDEX (FVSI)* SUB SISTEM GRATI PAITON REGION 4

Ajeng Bening Kusumaningtyas, Mohammad Noor Hidayat, Sigi Syah Wibowo
D4 Sistem Kelistrikan – Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang
Ajeng_bening@yahoo.com, moh.noor@polinema.ac.id, sigi.wibowo@polinema.ac.id

Abstrak

Dari data yang diperoleh dari PT.PLN Area Pengatur Beban (APB), di sub sistem 150 kV Grati-Paiton pada tanggal 2 September 2015 pukul 14.00 tegangan di Bus wlingi 132 kV mengalami drop tegangan melebihi ketentuan yang telah diijinkan (>10%) yaitu sebesar 12%. Pada tanggal 21 Januari 2016 pukul 14.00 tegangan di bus Wlingi 139.2 KV. Perbedaan drop tegangan pada tanggal 2 September 2015 dan 21 Januari 2016 ini disebabkan oleh daya reaktif yang dibangkitkan generator. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pengoperasian PLTA Wlingi terhadap profil tegangan yang ditunjukkan dengan nilai drop tegangan dan stabilitas tegangan di bus Wlingi

Analisa stabilitas tegangan menggunakan metode FVSI untuk menentukan bus yang mengalami kondisi stabil atau tidak stabil. Setelah menghitung index FVSI nya maka dapat menganalisa pengaruh antara pengoperasian generator saat musim hujan dan musim kemarau dengan kestabilan tegangan.

Dari hasil analisa pada musim kemarau bus wlingi dalam kondisi yang tidak stabil dengan nilai index nya 0.096 sedangkan pada musim hujan bus wlingi dalam kondisi tidak stabil pada pukul 10.00 dengan nilai index FVSI nya 0.057. Saat generator tidak beroperasi maka nilai FVSI juga semakin besar. Untuk memperbaiki drop tegangan dan kestabilan tegangan maka terdapat beberapa alternatif, dari ketiga alternatif solusi maka dengan pemasangan kapasitor dapat menaikkan tegangan dari 135.1KV menjadi 142.2KV sehingga bus juga dapat menjadi lebih stabil.

Kata kunci: pengoperasian generator, index FVSI, profil tegangan.

1. Pendahuluan

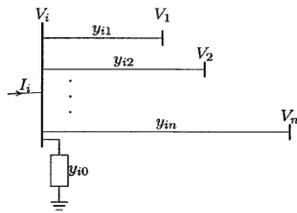
Daya output yang dibangkitkan dari generator sangat mempengaruhi nilai tegangan pada bus Wlingi. Saat musim kemarau generator tidak dapat menghasilkan daya output sedangkan pada musim hujan generator menghasilkan daya output sebesar 15 MW dan 4 Mvar. Analisa menggunakan metode Fast Voltage Stability Index (FVSI). Metode FVSI ini dapat digunakan sebagai referensi nilai index pada bus dan pada saluran. Secara umum persamaan ini dimulai dengan persamaan arus yang membentuk persamaan kuadrat dari daya atau tegangan. jika nilai index mendekati 1 maka menindikasikan batas dari ketidakstabilan tegangan.metode ini. Pada Penelitian ini metode FVSI digunakan untuk mengetahui profil tegangan khususnya di bus wlingi dengan menggunakan nilai indeks kestabilan FVSI berdasarkan pengoperasian PLTA Wlingi. Berdasarkan dari data yang diperoleh dari APB region IV bahwa pada tanggal 2 September 2015 pukul 14.00 tegangan di bus Wlingi 132 KV. Pada tanggal 21 Januari 2016 pukul 14.00 tegangan di bus wlingi 139.2 KV. Adanya perbedaan drop tegangan ini disebabkan oleh daya reaktif yang di bangkitkan dari generator. Drop tegangan ini juga mempengaruhi nilai kestabilan tegangan. Semakin besar nilai drop

tegangan maka semakin besar juga nilai FVSI nya yang menunjukkan ketidakstabilan suatu bus. Sehingga diperlukan analisa untuk dapat mengetahui drop tegangan dan ketidakstabilan yang terjadi di bus Wlingi, dan analisa pengaruh pengoperasian generator terhadap kestabilan tegangan di bus Wlingi. Sehingga dapat mengetahui dan menganalisa solusi yang tepat untuk memperbaiki drop tegangan dan ketidakstabilan tegangan di bus Wlingi. Beberapa solusi yang dapat digunakan antara lain pemasangan kapasitor dan penambahan daya output reactive generator berdasarkan kurva capability generator. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengoperasian PLTA wlingi terhadap kestabilan tegangan di bus Wlingi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1 Studi Aliran Daya

Metode aliran daya yang akan digunakan untuk pengerjaan skripsi ini adalah metode Newton Raphson menggunakan software ETAP 12.6. Sebelum membahas tentang metode Newton Raphson terdapat persamaan umum untuk aliran daya, berikut ini adalah pembahasannya:



Gambar 1. Typical bus secara umum

Dari gambar tersebut maka didapatkan persamaan untuk menghitung daya reaktif dan daya aktif seperti berikut ini

$$P_i + jQ_i = V_i I_i^* \tag{1}$$

$$I_i = \frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} \tag{2}$$

$$I_i = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j \tag{3}$$

Dengan mensubstitusi persamaan 2 dan 3 maka di dapatkan persamaan berikut ini:

$$\frac{P_i - jQ_i}{V_i^*} = V_i \sum_{j=0}^n y_{ij} - \sum_{j=1}^n y_{ij} V_j \tag{4}$$

Di dalam studi aliran daya penting untuk dapat memecahkan variable atau nilai yang tidak diketahui misalnya seperti nilai tegangan, sehingga persamaan menjadi [1]

$$V_i^{(k+1)} = \frac{\frac{P_i^{sch} - jQ_i^{sch}}{V_i^{*(k)}} + \sum y_{ij} V_j^{(k)}}{\sum y_{ij}} \tag{5}$$

2.2 Metode Newton Raphson

Matriks Jacobian terdiri dari turunan parsial P dan Q terhadap masing-masing variabel dalam persamaan di atas. Dapat dituliskan sebagai berikut [1] :

$$\begin{bmatrix} \Delta P \\ \Delta Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} \\ J_{21} & J_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta \\ \Delta V \end{bmatrix} \tag{6}$$

Submatrik J₁, J₂, J₃, J₄ menunjukkan turunan parsial dari persamaan di atas terhadap δ dan V yang bersesuaian, dan secara matematis dapat dituliskan sebagai berikut :

Nilai untuk elemen J1 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j \neq i} |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \tag{7}$$

Nilai untuk elemen J2 adalah :

$$\frac{\partial P_i}{\partial |V_i|} = 2|V_i| |Y_{ii}| \cos \theta_{ii} + \sum_{j \neq i} |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \tag{8}$$

Nilai untuk elemen J3 adalah :

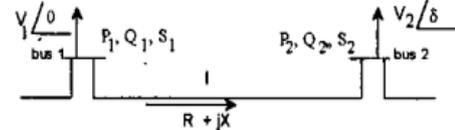
$$\frac{\partial Q_i}{\partial \delta_i} = \sum_{j \neq i} |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \cos(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \tag{9}$$

Nilai untuk elemen J4 adalah :

$$\frac{\partial Q_i}{\partial |V_i|} = -2|V_i| |Y_{ii}| \sin \theta_{ii} + \sum_{j \neq i} |V_i| |V_j| |Y_{ij}| \sin(\theta_{ij} - \delta_i + \delta_j) \tag{10}$$

2.3 Metode Fast Voltage Stability Index

Fast Voltage Stability Index (FVSI) merupakan salah satu indeks kestabilan tegangan berdasarkan saluran dimana berawal dari persamaan arus untuk membuat persamaan kuadrat daya atau tegangan. Apabila indeks saluran yang didapat bernilai mendekati 1 maka mengindikasikan batas dari ketidakstabilan tegangan Pratikto, Haryo (2014)



Gambar 2. Representasi model sistem tenaga listrik dua bus

Dengan simbol i menggantikan bus penerima dan j menggantikan bus pengirim, maka didapat fast voltage stability index (FVSI) seperti persamaan (2.11) berikut ini

$$FVSI_{ij} = \frac{4Z^2 Q_j}{V_i^2 X} \tag{11}$$

dengan:

Z = impedans saluran (ohm)

X = reaktans saluran (ohm)

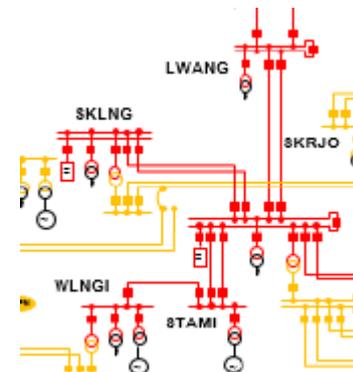
Q_j = daya reaktif pada sisi penerima (Var)

V_i = tegangan pada sisi pengirim (Volt)

3 Metodologi

3.1 Model Sistem PLTA Wlingi

Berikut ini adalah model sistem untuk pembangkitan Wlingi



Gambar 1. Single line Sub system Grati-Paiton (Sumber :PT. PLN Area Pengatur Beban (APB) Region 4, 2014)

Gambar tersebut merupakan potongan dari single line Grati Paiton. Terdapat 5 bus yang saling berhubungan yaitu bus Wlingi, Sutami, Lawang, Sengkaling, dan Kebonagung. Pada musim kemarau aliran daya di sistem tersebut berawal dari bus Lawang mensupply ke Kebonagung kemudian kebonagung ke Sengkaling, Kebonagung juga mensupply ke Sutami dan Sutami ke bus Wlingi.

Drop tegangan yang terjadi di bus Wlingi sudah melebihi standart yang diijinkan yaitu sebesar 12% pada musim kemarau pukul 14.00, tegangan di bus wlingi mencapai 132 KV dari

tegangan nominal bus 150 KV. Oleh karena itu di lakukan analisa agar dapat mengetahui bagaimana profil tegangan di bus wlingi kemudian menganalisa pengaruh pengoperasian PLTA wlingi terhadap profil tegangan bus wlingi dan untuk menemukan solusi yang tepat.

4 Pembahasan

4.1 Data dari pembangkitan dan pembebanan

Tabel 1.Data Pembebanan, tegangan, dan pembangkitan pada bus pada pukul 10.00 dan 14.00 (Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya)

Data pukul 10.00									
Nama Bus	Type Bus	Tegangan (KV)		Beban 150 kV		Total Beban		Generator	
		nominal	operasi	MW	MVAR	MVA	PF	MW	MVAR
LWANG	LOAD BUS	150	141	35	12	37	0.94	0	0
KBAGN	LOAD BUS	150	139	67	14	68.4	0.80	0	0
PAKIS	LOAD BUS	150	139	16	5	16.7	0.80	0	0
SKLNG	LOAD BUS	150	137	35	11	37.6	0.70	0	0
STAMI	PV BUS	150	137	0	0	0	0.90	20	15
WLNIG	PV BUS	150	134	14	5	14.8	0.85	0	0

Data pukul 14.00									
Nama bus	Type bus	Tegangan (KV)		Beban 150 KV		Total beban		Generator	
		nominal	operasi	MW	MVAR	MVA	PF	MW	MVAR
LWANG	LOAD BUS	150	139	35	13	37.33	0.93	0	0
KBAGN	LOAD BUS	150	137	56	14	57.73	0.85	0	0
PAKIS	LOAD BUS	150	138	36	10	37.36	0.96	0	0
SKLNG	LOAD BUS	150	135	36	11	37.6	0.90	0	0
STAMI	PV BUS	150	136	0	0	0	0.90	20	15
WLNIG	PV BUS	150	132	15	5	15.8	0.80	0	0

Data pada tabel 1 meliputi data pembangkitan, pembebanan, dan data tegangan dari 5 bus yaitu bus Lawang, Kebonagung, Pakis, Sengkaling, Sutami, dan Wlingi. Dari data tersebut diketahui bahwa pada saat musim kemarau PLTA Wlingi tidak membangkitkan daya aktif dan reaktif karena kurangnya level air yang ada untuk dapat memutar turbin. Tegangan di bus Wlingi pada pukul 10.00 mencapai 134 KV dan pukul 14.00 hanya 132 KV.

Tabel tersebut merupakan data dari APB Region 4 saat musim kemarau pada pukul 10.00 dan 14.00. Terdapat sedikit perbedaan antara data dari APB dan hasil simulasi load flow.

4.2 Analisis Aliran Daya saat beban minimal (musim kemarau)

Analisa aliran daya tersebut dilakukan dengan menggunakan software ETAP 12.6 dengan persamaan metode Newton Raphson dari persamaan (1) sampai persamaan (10). Hasil analisa aliran daya saat musim kemarau adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Data Pembebanan, tegangan, dan pembangkitan pada bus pada pukul 10.00 dan 14.00 (Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya)

Data Pukul 10.00									
Nama Bus	Type Bus	Tegangan (KV)		Beban 150 kV		Total Beban		Generator	
		NOM	OPRSI	MW	MVAR	MVA	PF	MW	Mvar
LWANG	LOAD BUS	150	140.9	35	12	37	0.94	0	0
KBAGN	LOAD BUS	150	139.8	54.7	41.06	68.4	0.80	0	0
SKLNG	LOAD BUS	150	139	26.35	26.8	37.6	0.70	0	0
STAMI	PV BUS	150	138.9	0	0	0	0.90	20	15
WLNIG	PV BUS	150	135.1	12.63	7.8	14.8	0.85	0	0

Data Pukul 14.00									
Nama Bus	Type Bus	Tegangan (KV)		Beban 150 kV		Total Beban		Generator	
		NOM	OPRSI	MW	MVAR	MVA	PF	MW	Mvar
LWANG	LOAD BUS	150	139.6	35	13	37.33	0.93	0	0
KBAGN	LOAD BUS	150	138.5	49.06	30.4	57.73	0.85	0	0
SKLNG	LOAD BUS	150	137.9	33.8	16.4	37.6	0.90	0	0
STAMI	PV BUS	150	137.4	0	0	0	0.90	20	15
WLNIG	PV BUS	150	132.9	12.6	9.4	15.8	0.80	0	0

Tabel tersebut merupakan hasil dari load flow dengan software ETAP. Pada pukul 10.00 tegangan di bus wlingi mencapai 135 KV sedangkan pukul 14.00 tegangan bus wlingi semakin drop mencapai 132 KV. Dari data hasil load flow tersebut terdapat sedikit perbedaan dengan data dari APB namun error nya tidak lebih dari 3% sehingga hasil load flow mendekati data asli dari APB.

4.3 Analisa Aliran Daya Pada Saat Beban Maksimal (Saat Musim Hujan)

Dengan menggunakan metode Newton Raphson dari persamaan 1 sampai persamaan 10 maka berikut ini adalah hasil analisa loadflow saat musim hujan

Tabel 3.Data Pembebanan, tegangan, dan pembangkitan pada bus pada pukul 10.00 dan 14.00 (Sumber : Hasil Simulasi Aliran Daya)

Data Pukul 10.00									
Nama Bus	Type Bus	Tegangan (KV)		Beban 150 kV		Total Beban		Generator	
		NOM	OPRSI	MW	MVAR	MVA	PF	MW	Mvar
LWANG	LOAD BUS	150	141.2	36	12	37.94	0.948	0	0
KBAGN	LOAD BUS	150	140.7	54	18	56.9	0.94	0	0
SKLNG	LOAD BUS	150	140.4	16	10	18.8	0.848	0	0
STAMI	PV BUS	150	140.3	0	0	0	0.90	21	10
WLNIG	PV BUS	150	138	16	6	17.08	0.93	15	4

Data Pukul 14.00									
Nama Bus	Type Bus	Tegangan (KV)		Beban 150 kV		Total Beban		Generator	
		NOM	OPRSI	MW	MVAR	MVA	PF	MW	Mvar
LWANG	LOAD BUS	150	141.5	36	12	37.94	0.948	0	0
KBAGN	LOAD BUS	150	141.1	45.53	22.05	56.9	0.94	0	0
SKLNG	LOAD BUS	150	140.7	16	10	18.8	0.848	0	0
STAMI	PV BUS	150	140.9	0	0	0	0.90	21	10
WLNIG	PV BUS	150	139.2	15	5	17.08	0.93	15	4

Tabel 3 tersebut merupakan hasil analisa load flow pada musim hujan. Pada pukul 10.00 nilai tegangan di bus Wlingi 138 KV dan pukul 14.00 nilai tegangan naik menjadi 139.2 KV. Nilai tegangan pada bus wlingi saat musim hujan lebih baik daripada saat musim kemarau.

4.4 Menghitung Nilai Indeks Stabilitas Tegangan Saat Musim Kemarau

Dengan menggunakan rumus FVSI pada persamaan (11) maka dapat menghitung nilai indeks kestabilan pada kelima bus tersebut. Berikut ini

adalah hasil nilai indeks kestabilan tegangan saat musim kemarau.

Tabel 4. Data nilai FVSI pada saluran transmisi sub system Paiton – Grati pada musim kemarau (Sumber : Diolah)

No.	Nama Saluran	FVSI		
		10.00	14.00	19.00
1	LWANG-KBAGN 1	0.08367	0.070887	0.027688
2	LWANG-KBAGN 2	0.08367	0.070887	0.027688
3	KBAGN-SKLN 1	0.039085	0.024305	0.018064
4	KBAGN-SKLN 2	0.039085	0.024305	0.018064
5	KBAGN-STAMI 1	0.019614	0.028149	0.024658
6	KBAGN-STAMI 2	0.019614	0.028149	0.024658
7	STAMI-WLNGI	0.077527	0.096398	0.088768

Dari tabel tersebut diketahui nilai indeks kestabilan tegangan pada masing masing bus dengan nilai FVSI nya. Semakin besar nilai indeks nya maka saluran tersebut atau bus tersebut dalam kondisi yang tidak stabil.

4.5 Menghitung Nilai Indeks Stabilitas Tegangan Saat Musim Hujan

Setelah melakukan analisa dalam kondisi normal di sub system Grati Paiton maka dapat dilakukan perhitungan nilai indeks stabilitas dengan persamaan 11. Berikut ini adalah hasil dari nilai indeks FVSI.

Tabel 5. Data nilai FVSI pada saluran transmisi sub system Paiton – Grati pada musim kemarau. (Sumber : Diolah)

No.	Nama Saluran	FVSI		
		10.00	14.00	19.00
1	LWANG-KBAGN 1	0.041628	0.05643	0.075754
2	LWANG-KBAGN 2	0.041628	0.05643	0.075754
3	KBAGN-SKLN 1	0.014353	0.014272	0.019932
4	KBAGN-SKLN 2	0.014353	0.014272	0.019932
5	KBAGN-STAMI 1	0.037288	0.004522	0.065605
6	KBAGN-STAMI 2	0.037288	0.004522	0.065605
7	STAMI-WLNGI	0.057235	0.041812	0.047847

Dari tabel tersebut diketahui nilai indeks kestabilan tegangan pada masing masing bus dengan nilai FVSI nya. Semakin besar nilai indeks nya maka saluran tersebut atau bus tersebut dalam kondisi yang tidak stabil.

4.6 Analisis Pengaruh Pembangkitan PLTA Wlingi Terhadap Sistem

Setelah menghitung nilai FVSI pada tiap bus pada sub sistem Grati Paiton saat musim hujan dan musim kemarau, pada musim kemarau nilai FVSI nya lebih besar daripada nilai FVSI nya pada saat musim hujan

4.6.1 Analisis Pembangkitan PLTA Wlingi Saat Musim Hujan

Tabel 6. Data nilai FVSI dan pembangkitan generator saat musim hujan

Pukul	Tegangan (KV)	FVSI	Generator	
			MW	MVAR
10.00	138	0.057	15	4
14.00	139.2	0.0418	15	4

Tabel 7 Data nilai FVSI dan nilai daya reaktif pada bus

Pukul	Daya Reaktif (Mvar)	FVSI	Generator	
			MW	MVAR
10.00	22.564	0.057	15	4
14.00	16.625	0.0418	15	4

Saat musim hujan nilai tegangan pada bus wlingi lebih baik daripada saat musim kemarau. Semakin besar nilai tegangan maka semakin kecil nilai FVSI nya sehingga kondisi bus menjadi lebih stabil. Ketika musim hujan generator beroperasi menghasilkan daya MW dan Mvar sehingga nilai drop semakin kecil.

4.6.2 Analisis Pembangkitan PLTA Wlingi Saat musim kemarau

Tabel 8. Data nilai FVSI dan pembangkitan generator saat musim kemarau

Pukul	Daya Reaktif (Mvar)	FVSI	Generator	
			MW	MVAR
10.00	29.957	0.077572	0	0
14.00	36.449	0.0963	0	0

Tabel 9. Data nilai FVSI dan nilai daya reaktif pada bus

Pukul	Daya Reaktif (Mvar)	FVSI	Generator	
			MW	MVAR
10.00	29.957	0.077572	0	0
14.00	36.449	0.0963	0	0

Saat musim kemarau nilai tegangan di bus wlingi drop sampai 132 KV sehingga nilai FVSI nya semakin besar daripada nilai FVSI pada musim hujan sehingga saluran dalam kondisi tidak stabil. Di musim kemarau generator tidak beroperasi karena kurangnya debit air untuk dapat memutar turbin. Sehingga nilai drop tegangan di bus menjadi semakin besar dan bus dalam kondisi tidak stabil karena nilai FVSI nya yang semakin besar.

4.7 Alternatif Solusi

Berikut ini adalah pembahasan dari masing masing alternatif solusi yang memungkinkan untuk dapat memperbaiki drop tegangan dan nilai ketidakstabilan tegangan pada bus. Terdapat 3 alternatif solusi yaitu pengalihan aliran daya ke

IBT, pemasangan kapasitor, dan penambahan daya output reaktif pada generator sesuai dengan kurva capability generator.

4.7.1 Alternatif Solusi Stabilitas Tegangan Pengalihan aliran daya ke IBT150KV/70 KV

Analisa musim kemarau
Tabel 10. Perbandingan Nilai Daya Reaktif dan Nilai FVSI

Sebelum pengalihan ke IBT			Sedudah pengalihan ke IBT		
Pukul	Mvar	FVSI	Pukul	Mvar	FVSI
10.00	29.957	0.077	10.00	32.374	0.08451
14.00	36.449	0.096	14.00	39.416	0.105

Analisa musim hujan
Tabel 11. Perbandingan Nilai Daya Reaktif dan Nilai FVSI

Sebelum pengalihan ke IBT			Sedudah pengalihan ke IBT		
Pukul	Mvar	FVSI	Pukul	Mvar	FVSI
10.00	22.564	0.057	10.00	24.373	0.0621
14.00	16.625	0.041	14.00	17.799	0.044

Menggunakan solusi pengalihan aliran daya ke IBT tidak dapat memperbaiki profil tegangan yang ditunjukkan dengan drop tegangan dan indeks stabilitasnya. Dengan adanya pengalihan aliran daya ke IBT maka Mvar nya semakin besar sehingga nilai FVSI nya juga semakin besar. Nilai FVSI yang besar ini menyebabkan kondisi bus menjadi semakin tidak stabil.

4.7.2 Analisa Solusi stabilitas Tegangan dengan Pemasangan Kapasitor

Analisa musim kemarau
Tabel 12. Perbandingan Nilai Daya Reaktif dan Nilai FVSI

Sebelum pemasangan kapasitor			Sedudah pemasangan kapasitor		
Pukul	Mvar	FVSI	Pukul	Mvar	FVSI
10.00	29.957	0.077	10.00	7.252	0.017
14.00	36.449	0.096	14.00	14.648	0.035

Analisa musim hujan

Tabel 13. Perbandingan Nilai Daya Reaktif dan Nilai FVSI

Sebelum pemasangan kapasitor			Sedudah pemasangan kapasitor		
Pukul	Mvar	FVSI	Pukul	Mvar	FVSI
10.00	22.564	0.057	10.00	4.796	0.01
14.00	16.625	0.041	14.00	11.142	0.026

Dengan menggunakan pemasangan kapasitor di bus wlingi dapat memperbaiki nilai drop tegangan dan nilai indeks nya yang ditunjukkan dengan nilai FVSI nya semakin kecil sehingga sistem menjadi lebih stabil.

4.7.3 Alternatif Solusi dengan Pengaturan kvar generator

Analisa musim kemarau
Pukul 19.00 ini kondisi awal generator dioperasikan pada PF 90% dan daya outputnya adalah 20 MW dan 7 Mvar dan tegangan pada bus wlingi adalah 138.6 KV , sehingga untuk menaikkan tegangan di bus Wlingi maka daya reaktif pada generator dinaikkan menjadi 12 MVAR daya aktif nya tetap 20 MW . Dengan menaikkan daya reaktif ini tegangan di bus Wlingi juga naik menjadi 140.2 KV

Analisa musim hujan

Tabel 14. Perbandingan Nilai Daya Reaktif dan Nilai FVSI

Sebelum penambahan VAR				
Pukul	MW	Mvar	KV	FVSI
10.00	15	4	138	0.057
14.00	15	4	139.2	0.041

Tabel 15 Perbandingan Nilai Daya Reaktif dan Nilai FVSI

Sedudah penambahan VAR				
Pukul	MW	Mvar	KV	FVSI
10.00	15	10	139.8	0.055
14.00	15	10	141.1	0.040

Dengan menambahkan nilai daya reaktif output generator sesuai dengan kurva capability generator dapat memperbaiki drop tegangan dan nilai indeks stabilitas tegangan nya. Hal ini ditunjukkan dengan semakin kecil nilai FVSI nya.

5 Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Saat musim kemarau nilai FVSI pukul 10.00 adalah 0.0775 pukul 14.00 FVSI nya 0.096 dan pukul 19.00 nilai FVSI 0.088 dari ketiga nilai tersebut FVSI paling besar adalah 0.096 yaitu pada saat pukul 14.00 sehingga di musim kemarau keadaan yang tidak stabil terjadi pukul 14.00. Musim hujan keadaan yang tidak stabil terjadi pukul 10.00 dengan nilai FVSI nya 0.057.
2. Pengoperasian PLTA Wlingi saat musim hujan dan musim kemarau berpengaruh pada profil tegangan di bus Wlingi yang ditunjukkan dengan indeks kestabilan tegangan dengan nilai FVSI nya.
3. Untuk memperbaiki profil tegangan di bus wlingi maka solusi yang tepat digunakan dari ketiga solusi tersebut adalah dengan memasang kapasitor pada bus wlingi.

5.2 Saran

Sebaiknya di PLTA Wlingi dipasang kapasitor atau pengaturan daya reaktif output generator berdasarkan curva capability agar dapat memperbaiki profil tegangan.

Daftar pustaka

- Ardianata,Pratikta,2015, *Analisis Stabilitas Tegangan menggunakan Q-V sensitivity di sub sistem 150 KV Grati – Paiton, Malang, Politeknik Negeri Malang.*
- Goharrizi , A Yazdanpanah , R , Asghari, 2007 , A Novel Line Stability Index (NLSI) for Voltage Stability Assessment of Power Systems , Tehran- Karaj , Iran
- Kundur, P., 1994, Power System Stability and Control Ch.14, New York, McGraw-Hill.
- Pratikto , Haryo , Sasongko Pramono Hadi, Lesnanto Multa Putranto , 2014 , Analisis Stabilitas Tegangan Sistem Tenaga Listrik 500 KV Jawa Bali Dengan Fast Voltage Stability Index (FSVI) , Yogyakarta, Universitas Gajah Mada .
- Saadat, H., 2004, Power System Analysis, 1st Edition, Singapore, McGraw-Hill
- Vadivelu,K.R, Dr.G.V.Marutheswar, Fast Voltage Stability Index based Optimal Reactive Power Planning Using Differential Evolution, India, ELELIJ