

ANALISIS *OVER GENERATION SHEDDING* (OGS) PADA SUBSISTEM CIBINONG 150 KV DAN 70 KV

Mohamad Irfan Anshari^{*)}, Mochammad Facta, and Hermawan

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Diponegoro Semarang
Jl. Prof. Sudharto, SH. Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

^{*)}*Email : moh.irfananshari@gmail.com*

Abstrak

Stabilitas sistem tenaga telah menjadi perhatian utama dalam sebuah sistem operasi. Perhatian itu muncul dari fakta bahwa pada kondisi mantap kecepatan rata-rata generator harus sama dan kondisi tersebut dinamakan operasi sinkron. Dalam penyaluran tenaga listrik, perubahan sudut rotor dan daya listrik dapat menyebabkan ketidakstabilan akibat perubahan beban yang tidak teratur, juga gangguan dinamis maupun gangguan transien. Ketidaksabihan dapat merusak peralatan yang dicatu dan penggerak mula. Tugas akhir ini mempelajari tentang pengaruh pelepasan pembangkit terhadap stabilitas sudut rotor di subsistem Cibinong, Jawa Barat. Tugas akhir ini juga menyelidiki setting proteksi pada skema pelepasan pembangkit. Gangguan tiga fasa pada salah satu sirkuit transmisi disimulasikan dan studi kasus yang pertama mengamati pengaruh skema Over Generation Shedding (OGS) terhadap stabilitas sudut rotor. Studi kasus kedua mensimulasikan efek pelepasan beban dalam skema OGS terhadap stabilitas sudut rotor. Berdasarkan hasil perhitungan dan quasi eksperimen dari software simulasi, semakin besar generator yang lepas maka akan semakin jauh sudut rotor berayun. Sudut rotor dari masing-masing generator dapat kembali stabil setelah relay OGS bekerja pada keadaan pembangkitan berlebih akibat penurunan beban secara tiba-tiba, hal ini menyebabkan semakin banyaknya aliran daya ke sistem interkoneksi 500 kV Jawa Bali yang mengakibatkan saluran transmisi mendapat beban tambahan.

Kata kunci: stabilitas transien, sudut rotor, relay OGS.

Abstract

Stability of power systems always become major concern in operation system. It arises from the fact that steady state speed of all generators must remain the same anywhere in the system, and this condition is called synchronous operation. In the effort to distribute the electricity, a change in rotor angle and power may cause instability due to irregular change of loads, either in the form of dynamics or transient disturbance. Instability may damage supplied equipment and prime mover. This final assignment investigates the effect of generator shedding to rotor angle stability in Cibinong subsistem, West Java. It is also investigated the protection setting involved in generator shedding scheme. Three phase fault in one of transmission circuits was simulated and the first case to study the influence of Over Generation Shedding (OGS) scheme to rotor angle stability. The second case simulated the effect of load shedding in OGS to rotor angle stability. Based on results of calculation and quasi experimental by simulation software, if generator shedding is greater, then the angle of rotor swang in greater osilation. The angle of rotor of each generator can be stabilized as OGS was applied to work in excessive generation due to sudden light load so that most of power flow back to the major electric system in 500 kV Jawa Bali interconnection system and transmision line gave additional burden.

Keywords: transient stability, rotor angle, OGS.

1. Pendahuluan

Suatu sistem tenaga listrik merupakan kesatuan dari beberapa sistem yaitu sistem pembangkit tenaga listrik, sistem transmisi tenaga listrik, sistem distribusi tenaga listrik serta sistem proteksi yang terdapat pada sistem-sistem tersebut[1]. Dalam penyediaan energi listrik yang kontiniu maka harus didukung dengan pemakaian dan penyediaan daya listrik yang seimbang dan tentunya

keamanan dari sistem tenaga listrik perlu diperhatikan, baik keamanan dari sisi peralatan yang digunakan maupun keamanan dalam penyaluran energi listrik. Sistem yang andal berhubungan dengan kemampuan sistem menjaga tetap dalam keadaan stabil dan terjaga

kontinuitas penyaluran tenaga listriknya dari berbagai macam gangguan.

3. Hasil dan Analisis

Dalam tugas akhir ini dibahas tentang 2 skenario yang berbeda yakni :

Skenario I yang mengamati pengaruh stabilitas sudut rotor dan *setting* OGS ketika terjadi gangguan pada salah satu penghantar antara GI Cibinong-GI Sentul atau penghantar antara GI Sentul-GI Bogor Baru. Gangguan tersebut membuat penghantar yang tidak mengalami gangguan menjadi kelebihan beban, untuk mengatasi hal tersebut harus ada pembangkit yang dilepas agar penghantar tidak kelebihan beban.

Skenario II yang mengamati tentang pengaruh stabilitas sudut rotor dan *setting* OGS ketika terjadi pelepasan beban pada beban yang tersebar disekitar pembangkit, daya yang dihasilkan generator menjadi tidak terserap sepenuhnya akibatnya daya yang dihasilkan akan mengalir pada penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor Baru sehingga memicu relai OGS aktif karena telah melewati settingan arus sebesar 1408 Ampere.

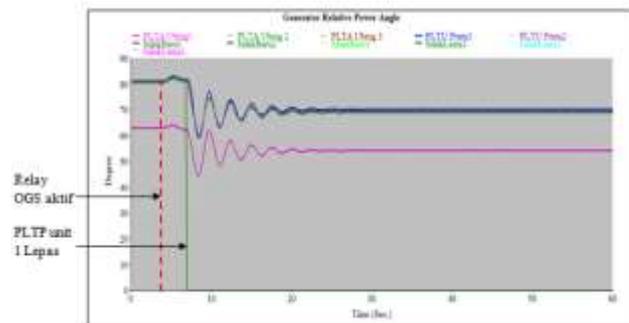
3.1 Skenario I

Simulasi lepasnya generator skenario I dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETAP dan validasi menggunakan program Digsilent. Pada skenario ini akan diamati 4 simulasi pengaruh OGS terhadap stabilitas sistem yaitu lepasnya :

1. PLTP Salak Baru unit 1 (61 MW)
2. PLTP Salak Lama unit 1 (53,7 MW)
3. PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 (300 MW)
4. PLTP Salak Lama unit 1 (53,7 MW) dan PLTP Salak Baru unit 1 (61 MW) yang lepas sekaligus.
5. Perhitungan sudut kestabilan menggunakan metode *Equal Area Criterion* (EAC) saat generator lepas permanen

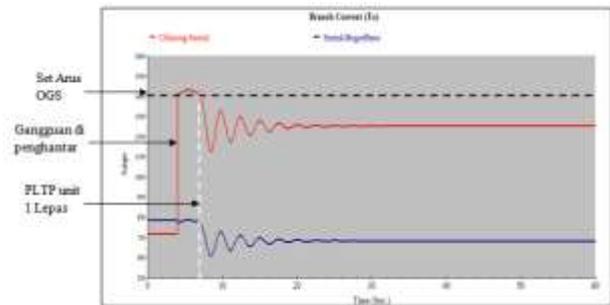
3.1.1 Generator PLTP Salak Baru unit 1 lepas

Pada skenario ini terdapat 1 unit generator lepas yaitu unit 1 PLTP Salak Baru.



Gambar 3 Perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah PLTP Salak Baru unit 1 lepas

Gambar 3 merupakan perubahan sudut rotor sebelum dan setelah PLTP Salak Baru unit 1 lepas. Sudut rotor sistem dapat kembali setelah beresilasi selama 17 detik. Setelah terjadi gangguan tiap generator akan mencapai titik kestabilan sudut rotor yang baru.

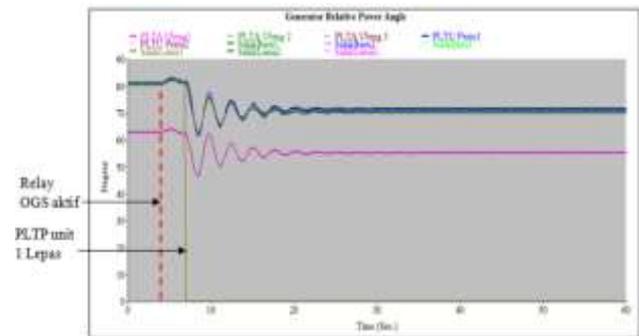


Gambar 4 Arus yang mengalir pada penghantar di GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor Baru sebelum dan sesudah PLTP Salak Baru unit 1 lepas

Gambar 4 adalah arus yang mengalir pada salah satu penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan penghantar GI Sentul-Bogor Baru. Terlihat bahwa arus penghantar telah melewati batas settingan relay *Over Generation Shedding* (OGS) sebesar 1408 Ampere selama 3 detik pada detik ke 4 sampai detik ke 7. Setelah PLTP Salak Baru unit 1 lepas, arus beban di penghantar turun dari 106 % saat gangguan ke 92,7 % saat 1 generator lepas.

3.1.2 Generator PLTP Salak Lama unit 1 lepas

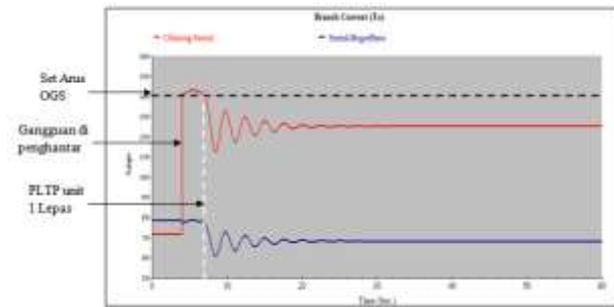
Pada skenario ini terdapat 1 unit generator lepas yaitu unit 1 PLTP Salak Baru.



Gambar 5 Perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah PLTP Salak Lama unit 1 lepas

Gambar 5 merupakan perubahan sudut rotor sebelum dan setelah PLTP Salak Lama unit 1 lepas. Sistem dapat kembali setelah beresilasi selama 18 detik. Setelah terjadi gangguan masing-masing generator akan mencapai titik kestabilan sudut rotor yang baru. Sistem dapat kembali setelah beresilasi selama 18 detik. Setelah terjadi

gangguan masing-masing generator akan mencapai titik kestabilan sudut rotor yang baru.

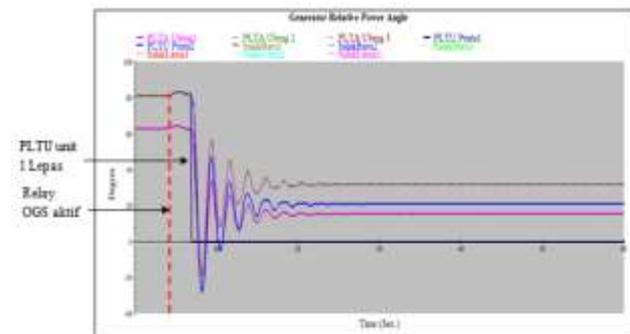


Gambar 6 Arus yang mengalir pada penghantar di GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor Baru sebelum dan sesudah PLTP Salak Baru unit 1 lepas

Gambar 6 adalah arus yang mengalir pada salah satu penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan penghantar GI Sentul-Bogor Baru. Terlihat bahwa arus penghantar telah melewati batas settingan relay *Over Generation Shedding* (OGS) sebesar 1408 Ampere selama 3 detik pada detik ke 4 sampai detik ke 7. Setelah PLTP Salak Baru unit 1 lepas, arus beban di penghantar turun dari 106 % saat gangguan ke 92,7 % saat 1 generator lepas.

3.1.3 Generator PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 lepas

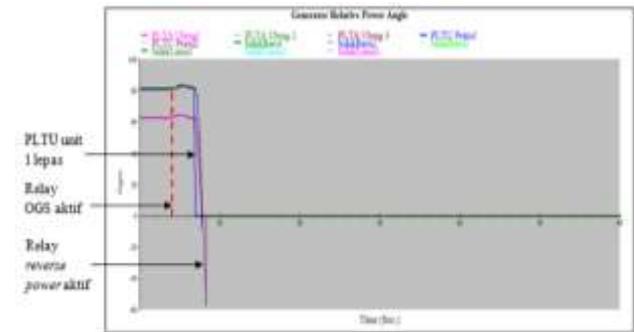
Pada skenario ini terdapat 1 generator lepas yaitu PLTU Pelabuhan Ratu unit 1.



Gambar 7 Perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 lepas

Gambar 7 respon perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 lepas. Pelepasan unit 1 PLTU Pelabuhan ratu ini berdampak besar pada sistem karena pembangkit yang lepas sebesar 300 MW yang mencapai 32 % dari total pembangkitan subsistem Cibinong. Pada simulasi terlihat bahwa ketika sudut rotor mencapai nilai negatif maka generator akan berubah menjadi motor selama 2 detik, walaupun sudut dapat kembali lagi pada sumbu positif hal ini tidak diperbolehkan karena akan merusak generator. Oleh

sebab itu diperlukan relay *reverse power* untuk mengatasi masalah tersebut.

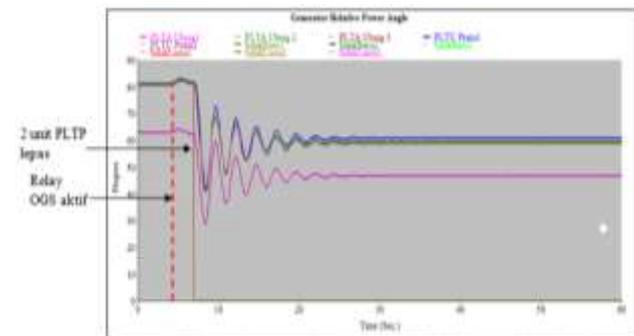


Gambar 8 Sudut rotor sebelum dan sesudah PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 lepas dan relay *reverse power* bekerja

Gambar 8 merupakan respon perubahan sudut rotor setelah relay *reverse power* aktif. Setelah detik ke 7 maka relay OGS akan memutuskan generator agar penghantar di GI Sentul – GI Bogor Baru tidak mengalami kelebihan beban. Ketika sudut generator mencapai negatif yang menandakan bahwa generator berubah menjadi motor maka *reverse power* relay akan memerintahkan CB Generator untuk terbuka dan seluruh generator pada sistem akan mati total pada detik ke 8. Hal ini sangat dihindari karena bila terjadi maka subsistem Cibinong akan mati total.

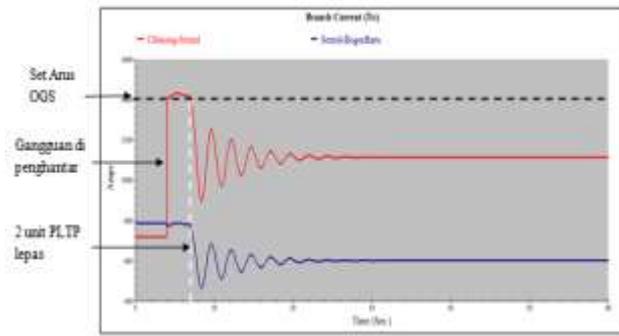
3.1.4 Generator PLTP Salak Baru 1 dan PLTP Salak Lama 1 lepas

Pada skenario ini terdapat 2 unit generator lepas yaitu unit 1 PLTP Salak Baru dan unit 1 PLTP Salak Lama.



Gambar 9 Perubahan sudut rotor sebelum dan setelah PLTP Salak Baru 1 dan Salak Lama 1 lepas

Gambar 9 merupakan perubahan sudut rotor sebelum dan setelah PLTP Salak Baru 1 dan Salak Lama 1 lepas. Sistem dapat kembali setelah beresilasi selama 19 detik. Setelah terjadi gangguan masing-masing generator akan mencapai titik kestabilan sudut rotor yang baru.



Gambar 10 Arus yang mengalir pada penghantar di GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor Baru sebelum dan sesudah PLTP Salak Baru unit 1 dan Salak Lama unit 1 lepas

Gambar 10 adalah arus yang mengalir pada salah satu penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan penghantar GI Sentul-Bogor Baru sebelum dan sesudah PLTP Salak Baru unit 1 dan PLTP Salak Lama unit 1 Lepas. Terlihat bahwa arus penghantar telah melewati batas settingan relay *Over Generation Shedding* (OGS) sebesar 1408 Ampere selama 3 detik pada detik ke 4 sampai detik ke 7. Lepasnya 2 generator akan menurunkan arus yang mengalir yang awalnya 106,5 % menjadi 82,5%

3.1.5 Perhitungan Sudut Pemutusan Generator Permanen

Pada skema ini jika terjadi gangguan di penghantar GI Sentul - GI Bogor Baru atau penghantar GI Cibinong-GI Sentul maka skema OGS akan memutuskan unit pembangkit secara permanen. Sehingga dampak pemutusan generator ini dirasakan oleh generator-generator lain. Pada skema ini reaktansi sebelum dan setelah gangguan berbeda karena setelah generator lepas, generator ini tidak mengimkan daya lagi ke sistem sehingga timbul reaktansi saluran baru setelah gangguan. Oleh karena itu terdapat dua kurva sudut daya yaitu kurva sebelum gangguan dan setelah gangguan pada masing-masing generator.

Tabel 2 merupakan hasil perhitungan sudut rotor masing-masing generator. Pembangkit yang lepas secara permanen menyebabkan sudut rotor generator-generator lain berayun, sehingga menyebabkan sudut pemutusan kritis dan sudut ayunan maksimal menjadi lebih besar dibandingkan dengan pemutusan generator secara sementara. Hal ini disebabkan karena berkurangnya pasokan daya yang besar secara tiba-tiba, lamanya waktu osilasi sistem bergantung pada besarnya inersia dan pengaturan governor pada sistem.

Tabel 1 Perhitungan sudut rotor awal, sudut ayunan maksimal dan sudut pemutusan kritis saat PLTP Salak Baru unit 1 lepas permanen

No	Pembangkit	Tegangan (kV)	Sudut awal (δ_0) ^o		Sudut Ayunan Maksimal (δ_{max}) ^o	Sudut Pemutusan Kritis (δ_c) ^o
			ETAP	Matahari		
1	PLTU Pelabuhan Ratu 1 (300 MW)	150	81,40	79,83	121,01	84,21
	PLTU Pelabuhan Ratu 2 (300 MW)					
	PLTU Pelabuhan Ratu 3 (300 MW)					
4	PLTP Salak Baru 1 (61 MW)	Tidak Aktif				
Generator Lepas Permanen						
5	PLTP Salak Baru 2 (61 MW)	150	81,30	81,29	120,61	87,05
6	PLTP Salak Baru 3 (61 MW)	150	81,30	81,29	120,61	87,05
7	PLTP Salak Lama 1 (33,7 MW)	150	80,80	81,92	120,52	87,57
8	PLTP Salak Lama 2 (33,7 MW)	150	80,80	81,92	120,52	87,57
9	PLTP Salak Lama 3 (33,7 MW)	150	80,80	81,92	120,52	87,57

3.2 Skenario II

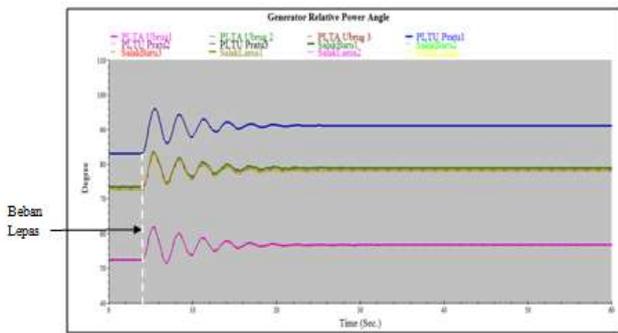
Skenario ini merupakan simulasi keadaan saat seluruh pembangkit di subsistem Cibinong aktif. Ketika terjadi pelepasan beban pada beban yang tersebar disekitar pembangkit, daya yang dihasilkan generator menjadi tidak terserap sepenuhnya akibatnya daya yang dihasilkan akan mengalir pada penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor Baru sehingga memicu relay OGS. Relay OGS ini memiliki waktu tunda selama 3 detik sebelum generator lepas.

Pada skenario ini akan diamati 3 simulasi pengaruh pelepasan beban terhadap proteksi OGS yaitu :

1. Pelepasan beban sebesar 55 MW yang belum memicu aktifnya relay OGS.
2. Pelepasan beban sebesar 103,5 MW yang memicu aktifnya relay OGS.
3. Pelepasan beban sebesar 145,8 MW yang melewati batas relay OGS dan memicu aktifnya relay OCR.
4. Perhitungan sudut kestabilan menggunakan metode *Equal Area Criterion* (EAC) saat generator lepas permanen.

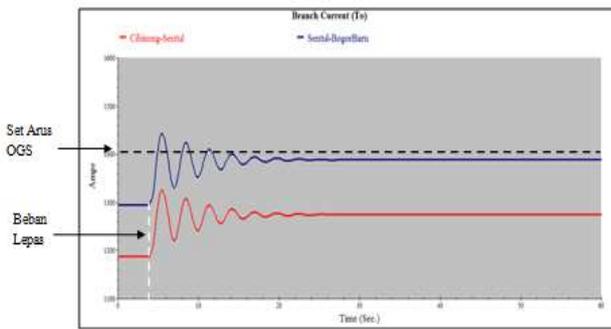
3.2.1 Pelepasan Beban disekitar pembangkit sebesar 55 MVA

Pada skenario ini terjadi pelepasan beban disekitar pembangkit sebesar 55 MVA. Yaitu lepasnya 1 Trafo Beban pada GI Lembursitu.



Gambar 11 Perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah pelepasan beban sebesar 55 MVA

Gambar 11 merupakan simulasi *transient stability analysis*, 4 detik pertama merupakan sistem sebelum pelepasan beban terjadi. Pada hasil simulasi lepasnya beban sebesar 55 MVA belum memicu relay OGS untuk aktif karena sebelum 3 detik arus di penghantar sudah turun dibawah setting relay OGS. Sistem dapat kembali setelah beresilasi selama 13 detik. Lamanya waktu osilasi sistem bergantung pada besarnya inersia, sistem eksitasi dan pengaturan governor pada sistem.



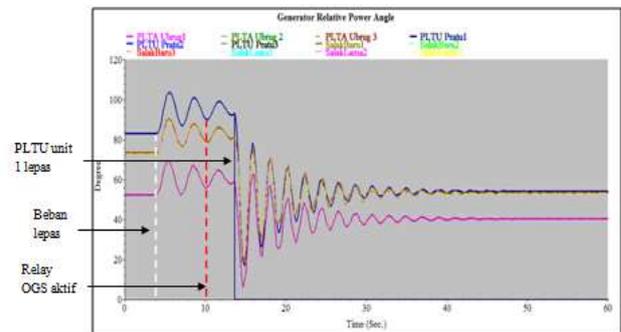
Gambar 12 Arus yang mengalir pada penghantar di GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor saat beban lepas sebesar 55 MVA

Gambar 12 adalah arus yang mengalir pada penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan penghantar GI Sentul-Bogor Baru. Terlihat bahwa arus penghantar telah melewati batas settingan relay *Over Generation Shedding* (OGS) sebesar 1408 Ampere, tetapi hanya terjadi selama 2,6 detik dan tidak memicu aktifnya relay OGS. Pada simulasi terlihat juga bahwa arus pada penghantar turun dan stabil di arus 1388 Ampere.

3.2.2 Pelepasan Beban disekitar pembangkit sebesar 103,5 MVA

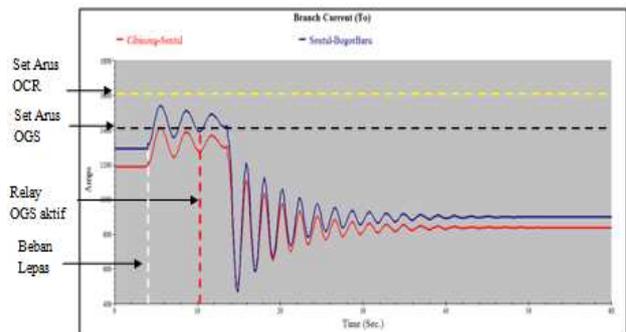
Pada skenario ini terjadi pelepasan beban disekitar pembangkit sebesar 103,5 MVA yaitu satu trafo beban di GI Lembursitu dan satu trafo beban di GI Ciawi. Pelepasan beban ini mengaktifkan relay OGS dan

menyebabkan 1 unit generator lepas yaitu unit 1 PLTU Pelabuhan Ratu.



Gambar 13 Perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah beban lepas sebesar 103,5 MVA yang menyebabkan lepasnya PLTU Pelabuhan Ratu unit 1

Gambar 13 merupakan perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah beban lepas sebesar 103,5 MVA yang menyebabkan lepasnya PLTU Pelabuhan Ratu unit 1. Ketika pelepasan terjadi penghantar GI Sentul – GI Bogor Baru mengalami kelebihan beban dan memicu aktifnya relay OGS. Sistem dapat kembali setelah beresilasi selama 39 detik dari mulai lepasnya beban hingga stabil.

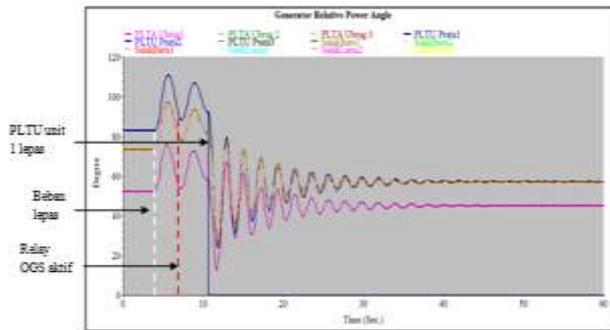


Gambar 14 Arus yang mengalir pada penghantar di GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor Baru sebelum dan sesudah beban lepas sebesar 103,5 MVA

Gambar 14 adalah arus yang mengalir pada penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan penghantar GI Sentul-Bogor Baru. Terlihat bahwa arus penghantar antara GI Sentul-Bogor Baru telah melewati batas settingan relay *Over Generation Shedding* (OGS) sebesar 1408 Ampere selama 3 detik pada detik 10,660 sampai detik 13,660. Pada simulasi terlihat juga bahwa arus pada penghantar belum melewati settingan *Over Current Relay* (garis putus-putus berwarna kuning) di arus 1620 Ampere. Sehingga arus pada penghantar dapat kembali stabil pada detik ke 46. Arus beban di penghantar turun dari 114 % saat pelepasan beban ke 66,5 % saat 1 generator PLTU Pelabuhan Ratu lepas. Terlihat bahwa semakin besar beban yang dilepas maka akan semakin cepat relay OGS ini aktif.

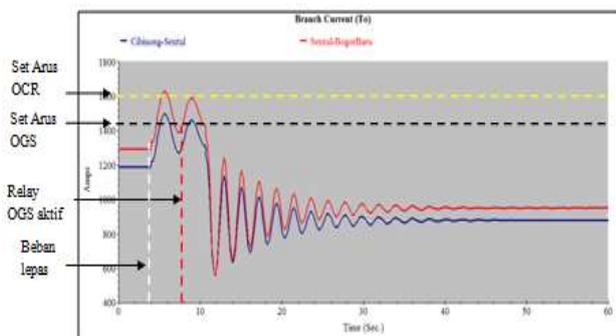
3.2.3 Pelepasan Beban disekitar pembangkit sebesar 145,8 MVA

Pada skenario ini terjadi pelepasan beban disekitar pembangkit sebesar 145,8 MVA. Terdiri dari 3 trafo beban satu di GI Lembursitu, satu di GI Ciawi dan satu di GI Bogor Baru. Pelepasan beban ini mengaktifkan relay OGS dan menyebabkan 1 unit generator lepas yaitu unit 1 PLTU Pelabuhan Ratu.



Gambar 15 Perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah beban lepas sebesar 145,8 MVA yang menyebabkan lepasnya PLTU Pelabuhan Ratu unit 1

Gambar 15 merupakan perubahan sudut rotor sebelum dan sesudah beban lepas sebesar 145,8 MVA yang menyebabkan lepasnya PLTU Pelabuhan Ratu unit 1. Sistem dapat kembali setelah beresilasi selama 45 detik. Setelah terjadi gangguan masing-masing generator akan mencapai titik kestabilan sudut rotor yang baru.



Gambar 16 Arus yang mengalir pada penghantar di GI Cibinong-GI Sentul dan GI Sentul-GI Bogor sebelum dan sesudah pelepasan beban sebesar 145,8 MVA

Gambar 16 adalah arus yang mengalir pada penghantar GI Cibinong-GI Sentul dan penghantar GI Sentul-Bogor Baru. Terlihat bahwa arus penghantar telah jauh melewati batas settingan relay *Over Generation Shedding* (OGS) pada arus 1408 Ampere. Pada simulasi terlihat juga bahwa arus pada penghantar telah melewati settingan *Over Current Relay*, sehingga sebelum relay OGS bekerja relay OCR akan memutuskan CB pada penghantar GI Sentul-

GI Bogor Baru. Sehingga subsistem Cibinong akan terlepas dari sistem interkoneksi Jawa Bali. Dari hasil simulasi dapat disimpulkan bahwa terdapat batasan pelepasan beban pada subsistem Cibinong agar arus yang mengalir pada penghantar tidak melewati batasan setting OCR.

3.1.5 Perhitungan Sudut Pemutusan Generator Permanen

Pada skema ini jika terjadi gangguan di penghantar GI Sentul - GI Bogor Baru atau penghantar GI Cibinong-GI Sentul maka skema OGS akan memutuskan unit pembangkit secara permanen. Pada skema ini reaktansi sebelum dan setelah gangguan berbeda karena setelah generator lepas, generator ini tidak mengimkan daya lagi ke sistem sehingga timbul reaktansi saluran baru setelah gangguan. Oleh karena itu terdapat dua kurva sudut daya yaitu kurva sebelum gangguan dan setelah gangguan pada masing-masing generator.

Tabel 2 Perhitungan sudut rotor awal, sudut ayunan maksimal dan sudut pemutusan kritis saat pelepasan beban

No	Pembangkit	Tegangan (kV)	Sudut awal (δ_0) ^a		Sudut Ayunan Maksimal (δ_{max}) ^b	Sudut Pemutusan Kritis (δ_c) ^c
			ETAP	Malah		
1	PLTU Pelabuhan Ratu 1 (300 MW)	150	83,20	78,67	147,27	101,18
	PLTU Pelabuhan Ratu 2 (300 MW)					
2	PLTU Pelabuhan Ratu 3 (300 MW)	150	83,20	78,67	147,27	101,18
	PLTU Pelabuhan Ratu 1 (300 MW)					
3	PLTP Salak Baru 1 (61 MW)	150	73,50	77,75	146,63	100,01
	PLTP Salak Baru 2 (61 MW)					
4	PLTP Salak Baru 3 (61 MW)	150	73,50	77,75	146,63	100,01
	PLTP Salak Lama 1 (53,7 MW)					
5	PLTP Salak Lama 2 (53,7 MW)	150	72,90	78,10	146,57	100,13
	PLTP Salak Lama 3 (53,7 MW)					

Tabel 4 merupakan hasil perhitungan sudut rotor masing-masing generator. PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 yang lepas secara permanen menyebabkan generator-generator lain beresilasi, sehingga menyebabkan sudut pemutusan kritis dan sudut ayunan maksimal menjadi lebih besar. Hal ini disebabkan karena berkurangnya pasokan daya yang besar secara tiba-tiba dalam hal ini yaitu lepasnya PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 sebesar 300 MW. Sehingga generator-generator tersisa harus menanggung beban sistem. Generator besar yang lepas menyebabkan ayunan sudut rotor semakin besar.

4. Kesimpulan

Pemutusan Generator pada skema Over Generation Shedding (OGS) dapat mengembalikan penghantar yang mengalami kelebihan beban antara arus 1408 A sampai 1620 A menjadi kembali normal yakni arus 750 A sampai 1350 A. Dari simulasi terlihat bahwa semakin besar pembangkit yang terlepas maka akan semakin jauh sudut rotor berayun, sesuai dengan perhitungan sudut kestabilan rotor menggunakan metode *Equal Area Criterion* (EAC)

Pada skenario I, settingan relay Over Generation Shedding (OGS) tidak sesuai ketika PLTU Pelabuhan Ratu unit 3 tidak aktif, hal ini dikarenakan PLTU Pelabuhan Ratu unit 1 lepas, maka menyebabkan fenomena daya balik dan memicu aktifnya relay *reverse power* yang mengakibatkan subsistem Cibinong mengalami *black out*.

Pada skenario II, waktu setting OGS selama 3 detik diberikan agar arus yang beresilasi di penghantar dapat kembali normal dengan sendirinya tanpa adanya pelepasan pembangkit apabila beban yang dilepas tidak lebih dari 60 MVA. Terdapat batasan beban maksimum yang dilepas yakni 130 MVA sampai 140 MVA pada subsistem Cibinong agar tidak menyebabkan arus di penghantar antara GI Sentul-GI Bogor Baru atau penghantar antara GI Bogor Baru – GI Cibinong berayun dan melewati setting arus relay OCR. Terlihat bahwa semakin besar beban yang dilepas maka akan semakin cepat relay OGS bekerja hal ini terjadi karena arus yang mengalir pada penghantar juga akan semakin besar sehingga settingan arus 1408 A selama 3 detik akan semakin cepat terlampaui.

Referensi

- [1] Kundur, Prabha. 1994. *Power System Stability and Control*. USA: McGraw-Hill.
- [2] Dhana Raj Markandu, "Maximising Generator Connections in Electricity Networks Under Stability Constraints", The University of Edinburgh : 2011
- [3] P.S.R Murty, 2007. "Power System Analysis". BS Publications Hyderabad.
- [4] Taufiqur Rohman Bukhori, Hermawan, 2012 "Optimasi TCSC Untuk Peningkatan Stabilitas Trasiien Menggunakan Metode Particle Swarm Optimization" Teknik Elektro Universitas Diponegoro
- [5] S Padhi, B.P. Misha. "Solution of Swing equation for Transient Stability Analysis in Dual-machine System", International Organization of Scientific Research Journal of Engineering (IOSRJEN), ISSN: 2250-3021, Certified Journal, Volume 5, Issue 1, January 2015.
- [6] Saadat, Hadi. 1999. "Power System Analysis". Mc Graw Hill.
- [7] Devender Kumar, B Singh Surjan. "Transient Stability of a Multi Machine Power System", International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering (IJETA), ISSN: 2249-8958, Certified Journal, Volume 2, Issue 4, April 2013.
- [8] Kimbark, Edward W. 1995. "Power System Stability Volume I". IEEE Press
- [9] Goran Andersson. 2004. "Modelling and Analysis of Electric Power Systems". Power System Laboratory ETH Zurich.
- [10] Anderson, P.M., A.A. Fouad. *Power System Control and Stability*. Iowa State University. USA. Second Edition, 1997.
- [11] Kanika Gupta, Ankit Pandey. "Stabilization of Multi Machine System Connected to Infinite Bus", International Journal of Scientific and Technology Research, ISSN: 2277-8616, Certified Journal, Volume 2, Issue 8, Agustus 2013.
- [12] Chakrabarti, A., Sunita Halder. *Power System Analysis: Operation and Control*. Prentice-Hall. New Delhi, India. 2006.
- [13] Arthur R Bergen, Vijay Vittal. *Power System Analysis*, Second Edition. Prentice-Hall, 2000.
- [14] Friez Andrew Rotinsulu. "Analisa Stabilitas Transient STL Minahasa Menggunakan Metode Kriteria Luas Sama", E-journal Teknik Elektro dan Komputer, ISSN: 2301-8402, Tahun 2015.
- [15] Y.Hase, Handbook of Power System Engineering, Wiley, England, 2007.
- [16] Rafael Zarate Minano, Thierry Van Cutsem, Fedrico Milano. "Securing Transient Stability Using Time-Domain Simulations Within an Optimal Power Flow", IEEE Transactions on Power Systems, Vol-25, No 1, February 2010.
- [17] Kiran Mishra, S.V Umredkar, "Transient Stability of Multimachine System", International Journal of Engineering and Research (IJER), ISSN: 2319-7064.
- [18] Samita Padhi, "Numerical Method Based Single Machine Analysis for Transient Stability", International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering (IJETA), ISSN: 2250-2459 ISO 9001:2008 Certified Journal, Volume 4, Issue 2, February 2014.
- [19] Arismunandar, Artono. "Teknik Tegangan Tinggi, Jilid II : Saluran Transmisi", Pradnya Paramita, Jakarta. 1984.
- [20] PT PLN (PERSERO) P3B Cawang, "data teknis SUTT, Trafo, Relay dan Beban (2015)". DKI Banten dan Jabar.
- [21] Lukman Hakim, Junji Kubokawa, Yue Yuan, Tomohosi Mitani " A Study on the Effect of Generation Shedding to Total Transfer Capability by Means of Transient Stability Constrained Optimal Power Flow ", IEEE Transactions on Power System Volume 24, No 1, February 2009.
- [22] Ganiyu A Ajenikoko, Anthony A. Olaomi, "A Model For Assesment of Transient Stability of Electrical Power System", International Journal of Electrical and Engineering (IJECE), ISSN: 2088-8708 ISO 9001:2008 Certified Journal, Volume 4, No 4, August 2014.
- [23] Manual Help ETAP 12.6.0 dan Digsilent 15.1.
- [24] Multi-Functional Generator Protection Relay 7UM61, SIEMENS Products, Inc., Siprotec,v4.1, C53000-G1176-C127-4.