

MINIMALISASI PELEPASAN BEBAN PADA PT. FMC AGRICULTURAL MANUFACTURING YANG DISEBABKAN GANGGUAN HUBUNG SINGKAT UNTUK MEMPERBAIKI STABILITAS TRANSIEN MENGGUNAKAN METODE SENSITIVITAS BUS

Rozy Muchlis Misbachudin, Istiyo Winarno, Daeng Rahmatullah, Iradiratu Diah P.K

Prodi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan

Universitas Hang Tuah Surabaya, Indonesia

Jl. Arif Rahman Hakim, Keputih, Kec. Sukolilo, Kota Surabaya, Jawa Timur 60111

e-mail : rozymuchlism@gmail.com

ABSTRACT

Pada penelitian ini membahas tentang meminimalkan pelepasan beban untuk memperbaiki stabilitas transien pada PT. FMC *Agricultural Manufacturing* yang disebabkan gangguan hubung singkat serta lepas sinkron nya generator. Pada pengujian dilakukan dengan menggunakan *software electric transient analysis program* (ETAP). Dengan memodelkan *single line* dengan menambahkan generator *mode swing*, serta menerapkan metode sensitivitas bus, pada masing masing bus pada sistem, untuk mendapatkan hasil stabilitas transien optimal saat terjadi gangguan, agar generator dapat kembali ke sinkron dan kondisi bus tidak mengalami *under voltage*. Skema pengujian dan analisa dilakukan pada kondisi pelepasan beban 50% sampai dengan 10%. Dan pada pada skema pelepasan beban 10% mendapatkan hasil yang optimal untuk meminimalisasi yakni dapat kembali ke dalam sistem dengan kondisi awal $t = 0.0s$ sebesar 7.7pu dan pada kondisi setelah terjadi gangguan $t = 1s$ sebesar 7.7pu. jadi dengan skema pelepasan beban 10% dapat meminimalkan pelepasan beban saat terjadi gangguan berupa *short circuit, undervoltage* pada bus, dan lepas sinkronnya generator, untuk mencapai kondisi sistem kelistrikan yang optimal serta mencapai kondisi kestabilan baru.

Keywords : Pelepasan beban, stabilitas transien, sensitivitas bus, hubung singkat.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan listrik di indonesia semakin meningkat termasuk kebutuhan listrik di sektor industri, sehingga kualitas

energi listrik harus dipenuhi dengan baik. Perubahan beban yang bervariasi dapat berdampak pada kestabilan sistem dan kualitas energi listrik. Jika terjadi

peristiwa beban berlebih atau gangguan hubung singkat pada beban maka harus dilakukan pelepasan beban dan identifikasi gangguan hubung singkat agar sistem tetap stabil. Peristiwa alih hubung beban pada rangkaian listrik dapat menyebabkan adanya sentakan tegangan dan arus yang di sebut dengan transien. Apabila nilai dari tegangan dan frekuensi telah melewati standar yang telah ditentukan PLN, maka sistem yang ada pada industri sudah dapat dikatakan tidak baik untuk mengoperasikan suatu peralatan yang ada di industri tersebut. Karena apabila peralatan tetap dioperasikan dalam suatu sistem yang kurang baik maka peralatan dapat rusak dan mengakibatkan kerugian pada suatu industri. Dalam peristiwa beban lebih yang terjadi di sektor industri maka dilakukan minimalisasi terjadinya pelepasan beban menggunakan *software Electrical Transient Analysis Program* 12.6 dengan menggunakan metode sensitivitas bus yang mana dalam metode ini menganalisa under *frequency load shedding* agar dapat meminimalkan pelepasan beban yang di sebabkan gangguan hubung singkat.

Pelepasan beban merupakan salah satu fenomena yang sering terjadi terutama di sektor ketenagalistrikan industri, pelepasan beban mengijinkan

adanya beberapa beban keluar atau lepas dari sistem sehingga menghasilkan kestabilan sistem tenaga listrik. Hal ini biasanya disebabkan oleh beban lebih pada sistem, sehingga untuk dapat mengembalikan kondisi sistem seperti sediakala diperlukan pelepasan beberapa beban tertentu.

Stabilitas transien sendiri merupakan kemampuan dari sistem tenaga untuk mempertahankan sinkronisme ketika terjadi gangguan transien yang besar, hilangnya sinkronisasi merupakan ketidakseimbangan antara daya pembangkit atau generator dengan beban sehingga menimbulkan suatu keadaan transien.

Dalam sistem tenaga listrik terutama di sektor industri dibutuhkan keseimbangan antara daya pembangkit, generator serta beban dan sistem transmisi. Pengaruh ketidakstabilan sistem disebabkan oleh beberapa gangguan seperti hubung singkat, pelepasan beban yang mempengaruhi stabilitas transien. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini difokuskan untuk meminimalisasi pelepasan beban pada PT. FMC *Agricultural Manufacturing* yang disebabkan gangguan hubung singkat untuk memperbaiki stabilitas transien dengan mengaplikasikan metode sensitivitas bus menggunakan software

electrical transient analysis program, yang mana dengan meminimalkan pelepasan beban dapat memperbaiki kualitas sistem tenaga pada sektor industri dan juga mengurangi biaya rugi rugi saat terjadi kerusakan pada sistem.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pelepasan Beban

Pelepasan beban merupakan salah satu fenomena yang terjadi disuatu sistem tenaga listrik yang mengijinkan adanya beberapa beban keluar dari sistem sehingga menghasilkan kestabilan sistem tenaga listrik. Hal ini biasanya disebabkan oleh beban yang berlebih pada sistem, sehingga untuk dapat mengembalikan kondisi sistem seperti sediakala diperlukan pelepasan beban tertentu (Winarso, 2017).

B. Gangguan Hubung Singkat

Gangguan hubung singkat dapat terjadi satu fasa ke tanah, dua fasa ke tanah dan tiga fasa ke tanah. Gangguan hubung singkat dapat dibagi dua kelompok yaitu gangguan hubung singkat simetris dan gangguan hubung singkat asimetris. Gangguan hubung singkat tiga fasa merupakan gangguan hubung singkat simetris, gangguan ini dapat digunakan untuk menghitung ketahanan pada peralatan. Sedangkan gangguan yang lain merupakan gangguan hubung singkat asimetris. Gangguan asimetris dapat

menyebabkan arus tidak seimbang mengalir dalam sistem sehingga untuk menganalisis gangguan yang terjadi digunakan metode komponen simetri untuk menentukan arus maupun tegangan disemua bagian sistem setelah terjadi gangguan. (Rahmatullah, 2017).

C. Stabilitas *Transient*

Stabilitas *transient* berhubungan dengan gangguan besar secara tiba tiba seperti gangguan hubung singkat, kabel transmisi trip, serta pelepasan. Apabila terjadi gangguan tersebut dan gangguan tidak segera dihilangkan, maka percepatan atau perlambatan putaran rotor generator akan mengakibatkan hilangnya sinkronasi dalam sistem. Sebagai contoh generator trip, ketika terjadi generator trip, maka sudut rotor yang dibentuk oleh generator akan berubah menuju sudut rotor baru. Apabila setelah masa transien sudut rotor bisa mencapai kondisi kestabilan baru maka sistem dikatakan stabil. Apabila setelah masa transien rotor tetap berosilasi dan tidak mencapai sudut kestabilan baru maka sistem dikatakan tidak stabil (Rezky, 2016).

D. Sensitivitas Bus

Penelitian ini menggunakan *multiport network* model yang berfungsi untuk menentukan lokasi pelepasan beban yang paling efektif dalam sistem kelistrikan. Pelepasan beban menggunakan *multiport network* model

berguna untuk menyelesaikan dua permasalahan sebagai berikut dengan perhitungan yang lebih mudah. Menemukan lokasi yang paling efektif untuk menentukan pelepasan beban yang paling efektif, Mencari nilai partisipasi generator yang terkait dengan nilai pelepasan beban dengan tujuan untuk mencari nilai pelepasan generator pada tiap generator. Setelah mendapatkan *multiport network* model maka perubahan frekuensi yang terjadi setelah terjadi perubahan beban dalam sistem tenaga listrik dapat ditentukan. Perubahan dalam frekuensi generator didapatkan dari karakteristik droop masing-masing generator, sehingga akan mendapatkan nilai dari frequency of the the inertial centre dari sebuah sistem. Perubahan dari frekuensi dipengaruhi oleh karakteristik droop pada masing-masing generator, Setelah mendapatkan nilai beban yang harus dilepas dari sistem ketika terjadi gangguan pada sistem tenaga listrik maka kita dapat memperhitungkan nilai pelepasan beban pada masing-masing bus berdasarkan sensitivitas bus. (Rizki, dkk.).

3. METODE PENELITIAN

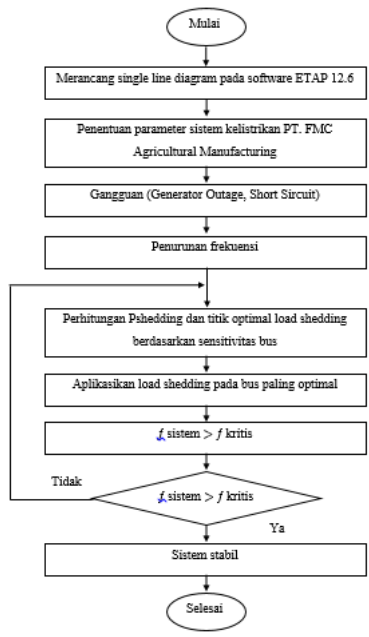
A. Proses Penelitian

Pada penelitian ini akan dilakukan penelitian untuk meminimalisasi pelepasan beban atau *Load Shedding* yang

disebabkan gangguan hubung singkat pada PT. FMC *Agricultural Manufacturing* untuk memperbaiki stabilitas transien dengan menggunakan metode sensitivitas bus. Sebagai pengolahan data dan hasil serta penerapan metode sensitivitas bus menggunakan *software Electric Transient Analysis Program* (ETAP).

Adapun uraian proses penelitian menggunakan *software* ETAP 12.6 antara lain. Membuat *single line diagram* sistem yang akan dibahas, dalam penelitian ini adalah sistem tenaga listrik PT. FMC *Agricultural Manufacturing*. Data generator, transformator, beban, kabel, pemangaman, bus, dapat dimasukkan ke dalam program setelah *single line diagram* dibuat, Menentukan gangguan pada simulasi ETAP 12.6 yaitu *Incoming Generator*, keseluruhan beban tanpa ada pelepasan beban dengan pelepasan beban serta memasukkan data studi gangguan, Jalankan simulasi program ETAP 12.6 dengan memilih *icon Run Transient Stability* pada *toolbar*, Menampilkan hasil program simulasi ETAP 12.6, Mengulang simulasi program pada skenario gangguan yang lain dengan fitur *Transient stability*, Menampilkan hasil program dengan mengklik *tool bar transient stability plot* disebelah kanan, Menganalisa hasil simulasi program dan

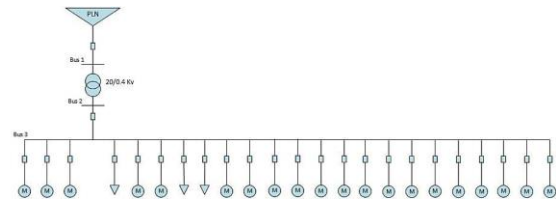
untuk melihatnya dengan mengklik tool bar disebelah kanan *report manager*.



Gambar 1. FlowChart Proses Penelitian

B. Single Line Diagram

Single line pada penelitian ini menggunakan plan *Single Line Diagram* sistem kelistrikan PT. FMC *Agricultural Manufacturing*. Sistem pendistribusian tenaga listrik yang digunakan adalah sistem distribusi radial. Tegangan listrik didistribusikan ke seluruh beban melalui satu unit *transformator step-down* 20/0.4 kV. Pemodelan dilakukan dengan cara membuat *single line diagram* pada *software electric transient analysis program* 12.6.0. Dalam memodelkan *single line diagram* dibutuhkan beberapa data parameter, yaitu data transformator, data saluran, data bus, dan data keseluruhan beban, parameter bus, parameter gangguan generator serta hubung singkat



Gambar 2. Single Line Diagram

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada hasil dan pembahasan menjelaskan tentang hasil dari pengujian sistem menggunakan *software Electrical Transient Analysis Program* (ETAP). untuk selanjutnya dipaparkan analisa mengenai minimalisasi pelepasan beban pada PT. FMC *Agricultural Manufacturing* yang disebabkan gangguan hubung singkat, untuk memperbaiki stabilitas transien dengan menggunakan metode sensitivitas bus. Pengujian sistem dilakukan dengan membuat *single line diagram* PT. FMC *Agricultural Manufacturing* yang meliputi generator, transformator, bus, serta beban. Untuk kemudian dilakukan pengujian saat kondisi *short circuit* serta *load flow* pada sistem. Penggunaan metode sensitivitas bus ditujukan untuk meminimalkan terjadinya pelepasan beban agar generator bisa kembali masuk kedalam sistem. Pada gambar 4.1 merupakan *single line* yang telah dibuat dengan menggunakan *software* ETAP.

A. Skema Load Shedding dan Stabilitas Transien

Pada tabel dibawah ini merupakan sampel dari skema *load shedding*. Yakni skema load shedding 10% dan 15%.

Tabel 1. Sampel skema *load shedding*

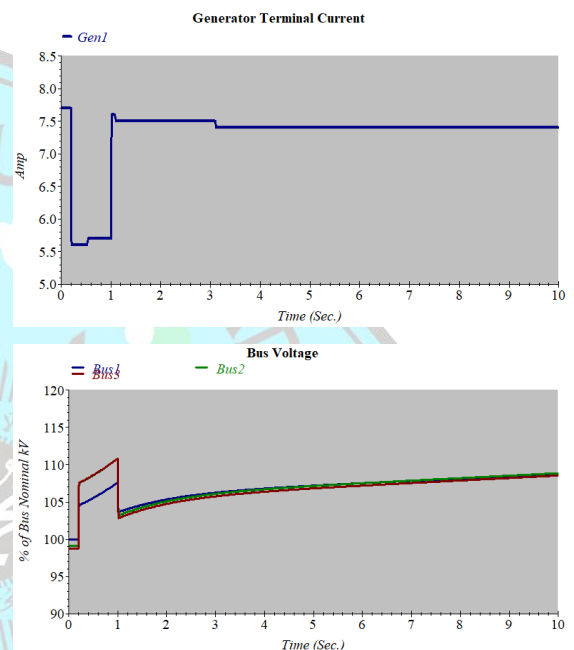
Kondisi	Nama Kasus	Keterangan Khusus
Load Shedding 10%	Motor 01 (CB1)	motor 1 trip pada t = 0.1 detik motor 1 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 10%
	Motor 02 (CB2)	motor 2 trip pada t = 0.1 detik motor 2 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 10%
	Motor 04 (CB5)	motor 4 trip pada t = 0.1 detik motor 4 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 10%
	Motor 05 (CB6)	motor 6 trip pada t = 0.1 detik motor 6 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 10%
	Motor 11 (CB14)	motor 14 trip pada t = 0.1 detik motor 14 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 10%
	Motor 12 (CB15)	motor 15 trip pada t = 0.1 detik motor 15 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 10%
	Motor 16 (CB19)	motor 16 trip pada t = 0.1 detik motor 16 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 10%
Load Shedding 15%	Motor 09 (CB12)	motor 9 trip pada t = 0.1 detik motor 9 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 15%
	Motor 10 (CB13)	motor 10 trip pada t = 0.1 detik motor 10 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 15%
	Motor 17 (CB20)	motor 17 trip pada t = 0.1 detik motor 17 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 15%
	Motor 18 (CB21)	motor 18 trip pada t = 0.1 detik motor 18 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 15%
	Motor 21 (CB24)	motor 21 trip pada t = 0.1 detik motor 21 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 15%
	Motor 22 (CB25)	motor 22 trip pada t = 0.1 detik motor 22 trip pada t = 0.1 detik dilakukan load shedding tahap 15%

Pada skema *load shedding* dan stabilitas transien dilakukan dengan beberapa skema. Skema 50% pelepasan beban, skema 40% pelepasan beban, skema 35% pelepasan beban, skema 30% pelepasan beban, skema 25% pelepasan beban, skema 20% pelepasan beban, skema 15% pelepasan beban, skema 10% pelepasan beban.

A. Skema 50% Pelepasan Beban

Pada tahapan pengujian ini, dilakukan skema pelepasan beban dengan total beban yang dilepas sebesar 50%

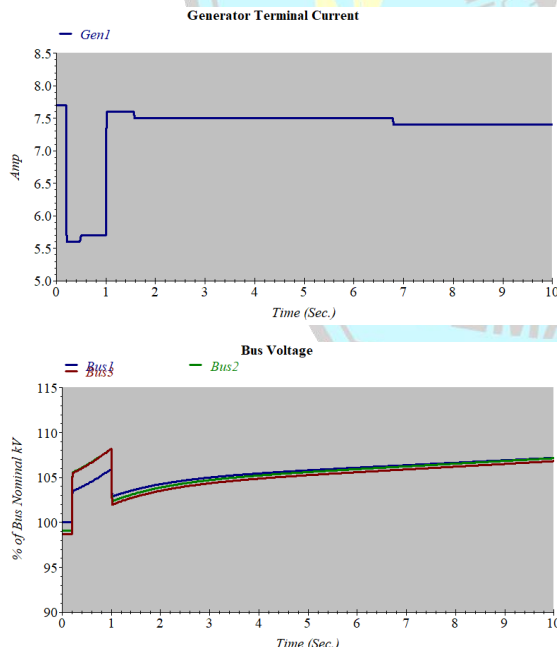
besar atau separuh dari total keseluruhan beban, pada skema ini dilakukan analisa serta pengujian pada kondisi generator saat terjadi pelepasan beban, serta kondisi pada bus 1, bus 2, serta bus 3. Pada gambar 4.58 merupakan kurva kondisi generator saat terjadi skema 50% pelepasan beban.



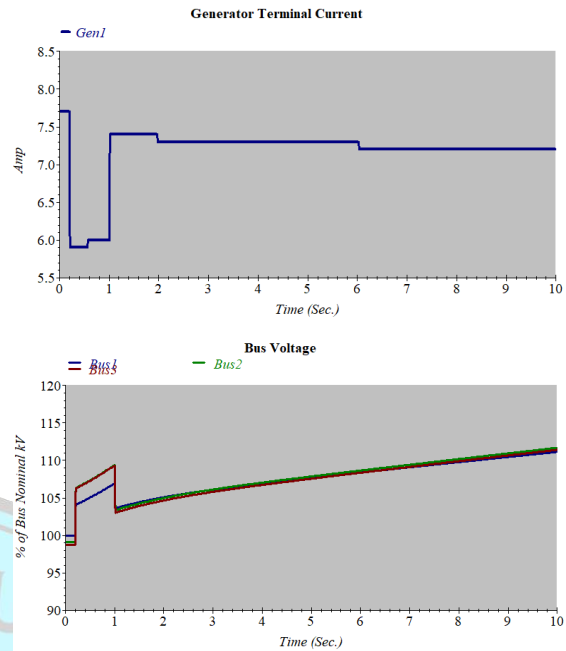
Pada gambar merupakan kurva kondisi tegangan pada masing masing bus, yakni pada bus 1, bus 2, serta bus 3 pada skema 50% pelepasan beban. Pada kurva saat pengujian 50% pelepasan beban tegangan mula mula pada bus 1 sebesar 100pu, pada bus 2 sebesar 99.1pu, pada bus 3 sebesar 98.7pu. kemudian dilakukan skema pelepasan beban untuk mengetahui kondisi stabilitas transien agar generator dapat kembali kedalam sistem seperti awal keadaan normal. Pada saat terjadi pelepasan beban 50%, kondisi tegangan

pada bus 1 mengalami kenaikan sebesar 104.2pu, pada bus 2 sebesar 106.7pu, pada bus 3 sebesar 106.7pu pada skema waktu $t = 0.2s$. kemudian saat kondisi puncak kenaikan tegangan pada bus 1 sebesar 107.5pu, pada bus 2 sebesar 110.7pu, pada bus 3 sebesar 110.8pu pada skema waktu $t = 1s$. dan setelah mencapai kondisi kenaikan tegangan puncak, tegangan mengalami penurunan yang di sebabkan beban kembali pada sistem hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu tercepat untuk dapat kembali ke keadaan semula normal. Terlihat pada bus 1 sebesar 103.6pu, pada bus 2 sebesar 103.1pu, pada bus 3 sebesar 102.8pu.

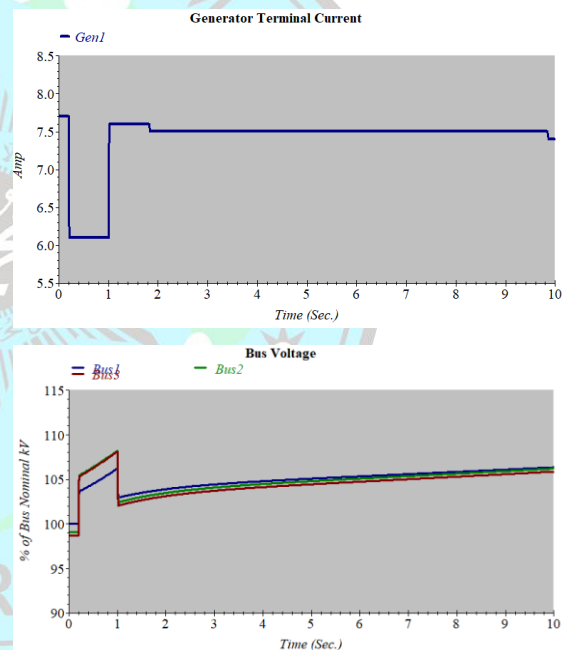
B. Skema 40% Pelepasan Beban



C. Skema 35% Pelepasan Beban



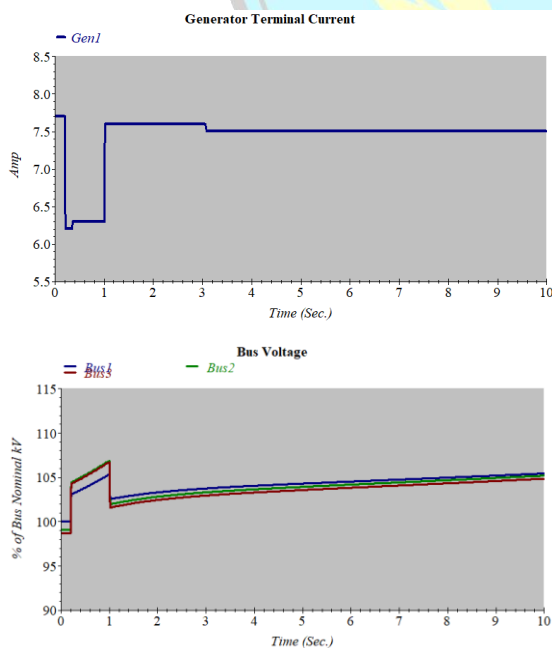
D. Skema 30% Pelepasan Beban



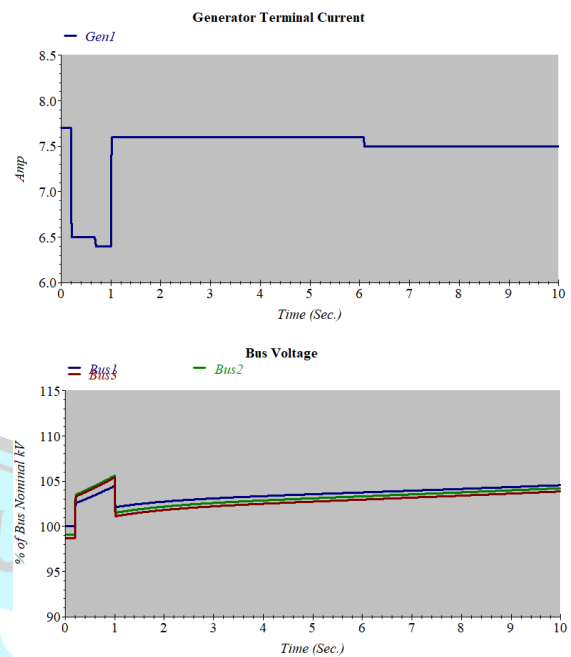
Pada gambar merupakan kurva kondisi tegangan pada masing masing bus, yakni pada bus 1, bus 2, serta bus 3 pada skema 30% pelepasan beban. Pada kurva saat pengujian 30% pelepasan beban tegangan mula mula pada bus 1 sebesar 100pu, pada bus 2 sebesar 99.1pu, pada bus 3 sebesar 98.7pu. kemudian dilakukan skema pelepasan beban untuk mengetahui

kondisi stabilitas transien agar generator dapat kembali kedalam sistem seperti awal keadaan normal. Pada saat terjadi pelepasan beban 30%, kondisi tegangan pada bus 1 mengalami kenaikan sebesar 103.1pu, pada bus 2 sebesar 104.4pu, pada bus 3 sebesar 104.3pu pada skema waktu $t = 0.2s$. kemudian saat kondisi puncak kenaikan tegangan pada bus 1 sebesar 106.1pu, pada bus 2 sebesar 108.2pu, pada bus 3 sebesar 108.1pu pada skema waktu $t = 1s$. dan setelah mencapai kondisi kenaikan tegangan puncak, tegangan mengalami penurunan yang di sebabkan beban kembali pada sistem hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu tercepat untuk dapat kembali ke keadaan semula normal. Terlihat pada bus 1 sebesar 102.9pu, pada bus 2 sebesar 102.4pu, pada bus 3 sebesar 102.pu.

E. Skema 25% Pelepasan Beban



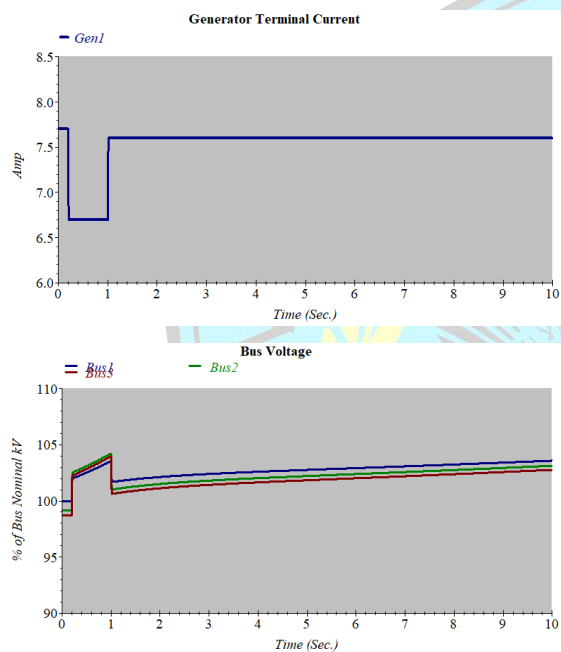
F. Skema 20% Pelepasan Beban



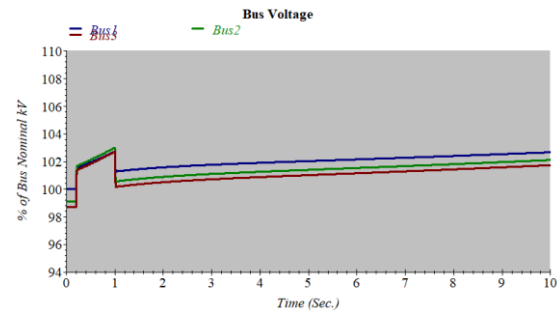
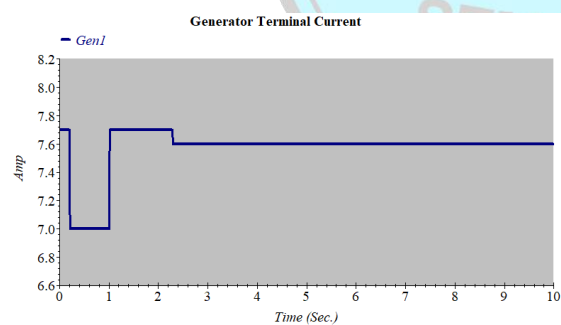
Pada gambar merupakan kurva kondisi tegangan pada masing masing bus, yakni pada bus 1, bus 2, serta bus 3 pada skema 20% pelepasan beban. Pada kurva saat pengujian 20% pelepasan beban tegangan mula mula pada bus 1 sebesar 100pu, pada bus 2 sebesar 99.1pu, pada bus 3 sebesar 98.7pu. kemudian dilakukan skema pelepasan beban untuk mengetahui kondisi stabilitas transien agar generator dapat kembali kedalam sistem seperti awal keadaan normal. Pada saat terjadi pelepasan beban 20%, kondisi tegangan pada bus 1 mengalami kenaikan sebesar 102pu, pada bus 2 sebesar 102.6pu, pada bus 3 sebesar 102.3pu pada skema waktu $t = 0.2s$. kemudian saat kondisi puncak kenaikan tegangan pada bus 1 sebesar 104.4pu, pada bus 2 sebesar 105.5pu, pada bus 3 sebesar 105.3pu pada skema waktu t

= 1s. dan setelah mencapai kondisi kenaikan tegangan puncak, tegangan mengalami penurunan yang di sebabkan beban kembali pada sistem hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu tercepat untuk dapat kembali ke keadaan semula normal. Terlihat pada bus 1 sebesar 102.1pu, pada bus 2 sebesar 101.5pu, pada bus 3 sebesar 101.1pu.

G. Skema 15% Pelepasan Beban



H. Skema 10% Pelepasan Beban



Pada gambar merupakan kurva kondisi tegangan pada masing masing bus, yakni pada bus 1, bus 2, serta bus 3 pada skema 10% pelepasan beban. Pada kurva saat pengujian 10% pelepasan beban tegangan mula mula pada bus 1 sebesar 100pu, pada bus 2 sebesar 99.1pu, pada bus 3 sebesar 98.7pu. kemudian dilakukan skema pelepasan beban untuk mengetahui kondisi stabilitas transien agar generator dapat kembali kedalam sistem seperti awal keadaan normal. Pada saat terjadi pelepasan beban 10%, kondisi tegangan pada bus 1 mengalami kenaikan sebesar 101.1pu, pada bus 2 sebesar 101pu, pada bus 3 sebesar 100.7pu pada skema waktu t = 0.2s. kemudian saat kondisi puncak kenaikan tegangan pada bus 1 sebesar 102.7pu, pada bus 2 sebesar 102.9pu, pada bus 3 sebesar 102.7pu pada skema waktu t = 1s. dan setelah mencapai kondisi kenaikan tegangan puncak, tegangan mengalami penurunan yang di sebabkan beban kembali pada sistem hal ini dilakukan untuk mengetahui berapa waktu tercepat untuk dapat kembali ke keadaan semula normal. Terlihat pada bus 1

sebesar 101.2pu, pada bus 2 sebesar 100.5pu, pada bus 3 sebesar 100.1pu.

I. Analisa Keberhasilan Minimalisasi Pelepasan Beban

Setelah proses pengujian yang dilakukan, mulai dari pengujian *short circuit*, *load flow*, pengujian transien, *load shedding* 50%, *load shedding* 40%, *load shedding* 35%, *load shedding* 30%, *load shedding* 25%, *load shedding* 20%, *load shedding* 15%, dan *load shedding* 10%. Maka dapat dihitung menggunakan persamaan untuk mengetahui keberhasilan minimalisasi pelepasan beban yang disebabkan gangguan hubung singkat, untuk memperbaiki stabilitas transien.

$$\% \frac{t = 0.0s - t = 1s}{data\ awal} \times 100\%$$

Waktu $t = 0.0s$ yang di maksud merupakan data awal saat kondisi sistem belum mengalami drop tegangan, lepas generator, *under voltage* pada tiap tiap bus, serta *short circuit*. Untuk kondisi waktu $t = 1s$ merupakan skema pada pengujian saat sistem kembali ke keadaan awal dan menguji respon dari generator serta bus untuk penerapan metode sensitivitas bus.

pengujian (%)	kondisi awal (t = 0.0s)	kondisi sistem mengalami gangguan (t = 0.2s)	kondisi kembali ke sistem (t = 1)
50%	7.7 A	5.7A	6.9A
40%	7.7 A	5.8A	7.1A
35%	7.7 A	6.2A	7.4A
30%	7.7 A	6.4A	7.6A
25%	7.7 A	6.6A	7.6A
20%	7.7 A	6.8A	7.6A
15%	7.7 A	7.0A	7.6A
10%	7.7 A	7.2A	7.7A

Pada tabel didapatkan hasil akhir pada pengujian, untuk meminimalisasi pelepasan beban. Pada pengujian 50% di dapat saat kondisi generator diupayakan kembali ke sistem, pada pengujiannya masih belum dapat kembali ke sinkron atau kembali kedalam sistem, yakni masih mengalami penurunan sebesar 0.8. kemudian dilakukan sampai pada pengujian 10% didapatkan. Pada pengujian 10% generator bisa masuk ke sinkron dan untuk kondisi masing masing bus tidak mengalami lonjakan yang signifikan. Hal tersebut digunakan untuk memperbaiki stabilitas transien saat terjadi gangguan, dan dapat untuk meminimalisasi pelepasan beban saat terjadi *short circuit* / gangguan hubung singkat pada generator dan *undervoltage* pada masing masing bus.

pengujian (%)	kondisi awal (t = 0.0s)	kondisi kembali ke sistem (t = 1)	presentase minimalisasi (%)
50%	7.7 pu	6.9 pu	0.8
40%	7.7 pu	7.1 pu	0.6
35%	7.7 pu	7.4 pu	0.3
30%	7.7 pu	7.6 pu	0.1
25%	7.7 pu	7.6 pu	0.1
20%	7.7 pu	7.6 pu	0.1
15%	7.7 pu	7.6 pu	0.1
10%	7.7 pu	7.7 pu	0

Pada tabel merupakan hasil akhir pada pengujian, yang didapatkan pada pengujian 10%, dapat digunakan untuk meminimalkan pelepasan beban dengan menggunakan metode sensitivitas bus. Pada pengujian 10% pelepasan beban kondisi generator dapat pulih dan kembali

kedalam sinkron nya, kondisi pada masing masing bus berupa tegangan, frekuensi dapat kembali ke keadaan normal saat dilakukan stabilitas transien. Dari pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan untuk meminimalkan pelepasan beban saat terjadi gangguan berupa short circuit, undervoltage, bisa dilakukan dengan melepaskan beban sebesar 10% dari total keseluruhan beban.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang didapatkan melalui proses pengambilan data, studi literatur, pengujian data dan sistem, serta analisis minimalisasi pelepasan beban pada PT. FMC *Agricultural Manufacturing* yang disebabkan gangguan hubung singkat dengan menggunakan *software electrical transien analysis program* (ETAP) untuk memperbaiki stabilitas transien menggunakan metode sensitivitas bus, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Memodelkan *single line diagram* PT. FMC *Agricultural Manufacturing* dengan menambahkan generator *mode swing*, serta menerapkan metode sensitivitas bus, pada masing masing bus pada sistem, untuk mendapatkan hasil stabilitas transien optimal saat terjadi

gangguan, agar generator dapat kembali ke sinkron dan kondisi bus tidak mengalami under voltage. Dan pada hasil pengujian pada skema hubung singkat, kondisi generator bisa kembali ke sinkron dengan melakukan pelepasan beban senilai 10%.

2. Didapatkan hasil akhir dengan pengujian menggunakan skema pelepasan beban 50%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, serta 10%. Dengan menggunakan metode sensitivitas bus, pada skema pelepasan beban 10% mendapatkan hasil yang optimal untuk meminimalisasi yakni dapat kembali ke dalam sistem dengan kondisi awal $t = 0.0s$ sebesar 7.7pu dan pada kondisi setelah terjadi gangguan $t = 1s$ sebesar 7.7pu. jadi dengan skema pelepasan beban 10% bisa digunakan, agar sistem bisa kembali sinkron serta stabilitas transien pada sistem kelistrikan dapat optimal dan mencapai kestabilan baru.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariansyah, F. Ardyono, P. dan Margo, P. 2016. Analisis Kestabilan Transien dan Pelepasan Beban Pada Sistem Integrasi 33KV PT. Pertamina RU IV Cilacap Akibat Penambahan

- Beban RFCC dan PLBC. Jurnal Teknik ITS Vol 5, No 1.
- Hadi, A. Erfianto, E. Studi Pelepasan Beban Dengan Menggunakan Relai Frekuensi Kurang Pada Sistem Tenaga Listrik. Jom F. TEKNIK. 2016. 3 (2).
- Hakim, M, F. 2015 Analisis Stabilitas Transien Mengguna-Kan Metode Trajektori Kritis Pada Sistem Multi Mesin Dengan Mempertimbangkan Avr Dan Governor [Tesis]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Marselina, S. Ontoseno, P. dan IGN Satriyadi H. 2015. Analisis Transien dan Penggunaan Metode Synchronous Closing Breaker untuk Mengurangi Efek Transien Capacitor Bank Switching. Proceeding Teknik Elektro FTI ITS
- Rahmatullah, D. 2017. Setting DOCR Adaptif pada Sistem Distribusi dengan Pembangkit Tersebar menggunakan Algoritma PSO – Neural Network [Tesis]. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ram, B. Vishwakarma. Power System Protection and Switchgear. New Delhi: McGraw Hill. 1995.
- Rezky, P P. Ontoseno, P. dan Ni Ketut, A. 2016. Studi Analisa Stabilitas Transien Sistem Jawa-Madura-Bali (JAMALI) 500KV Setelah Masuknya Pembangkit Paiton 1000MW Pada Tahun 2021. Jurnal Teknik ITS Vol 5, No 2.
- Rizal, F, R. Sasongko, P, H. 2015. Analisis Kondisi Transient Stability Menggunakan Program ETAP Pada Sistem Kelistrikan PT. Badak NGL Kalimantan Timur. Science And Engineering National Seminar 1 (SENS 1).
- Saadat, H. Power System Analysis. McGraw Hill. 1999.
- Stevenson, W, D. 1983. Analisis Sistem Tenaga Listrik. Kamal Idris. Jakarta: Erlangga. 1996.
- Sucahyo, R. A. (2015). Analisis stabilitas transien dan pelepasan beban di PT. Petrokimia Gresik menggunakan metode rate of change of frequency (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- Winarso. Yoga, Y. 2017. Analisa dan Simulasi Stabilitas Transien dengan Pelepasan Beban Pada Sistem Pembangkit Tenaga Listrik PT. Indo Bharat Rayon. Dinamika Rekayasa Vol 13, No 2.

Zakaria, R. A. (2017). Analisa Undervoltage Load Shedding Pada Sistem Jawa-Bali 500 Kv Untuk Mencegah Voltage Collapse (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).

