

KAJIAN SKEMA BARU *OVER LOAD SHEDDING* DI GITET PAITON

Muhammad Yusril Ihza Al Hakam^{*1)}, Muhammad Fahmi Hakim²⁾, Saddani Djulihenanto³⁾

^{1, 2, 3)}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang

^{*}ihzaalhakam12@gmail.com

Abstrak

Perkembangan dan kemajuan teknologi mengakibatkan adanya pembebanan pada suatu sistem tenaga listrik akan meningkat. Oleh sebab itu dibutuhkan Defence Scheme yang baik dalam mencegah terjadinya kegagalan sistem ketika terjadi kondisi beban melebihi kapasitas generator, sehingga penting untuk dilakukan Load Shedding upaya mencegah terjadinya pemadaman pada sistem transmisi 150 kV. PT. PLN (Persero) berupaya menjaga kontinuitas sistem, dengan melakukan pelepasan beban lebih atau Over Load Shedding (OLS) jika terjadi gangguan tersebut. Penelitian menyajikan Pemodelan sistem dan simulasi aliran daya skema baru Over Load Shedding pada kondisi normal dan kondisi abnormal menggunakan ETAP 12.6. Berdasarkan simulasi menurut skema Over Load Shedding yang dibuat oleh PT. PLN (Persero) dengan total beban yang dilepas sebesar 339,78 MW atau 38,2 persen dari beban total. Hasil simulasi tersebut menunjukkan beban-beban prioritas kelas 1 yang dilepas, sehingga diperlukan adanya skema baru Over Load Shedding dengan memperhatikan beban prioritas dan beban non prioritas agar beban yang dilepas lebih kecil. Simulasi total beban yang dilepas pada skema baru sebesar 223,76 MW atau 25,2 persen dari beban total. Sehingga selisih beban yang dilepas dari skema PT. PLN dengan skema baru sebesar 116,02 MW.

Kata Kunci: aliran daya, load shedding, beban prioritas, gardu induk, simulasi.

Abstrak

Technological developments and advances result in an increase in the load on an electric power system. Therefore, a good Defense Scheme is needed to prevent system failure when the load condition exceeds the generator capacity, so it is important to do Load Shedding in an effort to prevent blackouts in the 150 kV transmission system. PT. PLN (Persero) strives to maintain system continuity, by releasing excess load or Over Load Shedding (OLS) in the event of such a disturbance. The research presents system modeling and power flow simulation of a new Over Load Shedding scheme under normal and abnormal conditions using ETAP 12.6. Based on the simulation according to the Over Load Shedding scheme made by PT. PLN (Persero) with a total load released of 339.78 MW or 38.2 percent of the total load. The simulation results show that class 1 priority loads are removed, so a new Over Load Shedding scheme is needed by paying attention to priority loads and non-priority loads so that the released loads are smaller. The simulation of the total load released in the new scheme is 223.76 MW or 25.2 percent of the total load. So that the difference in the load released from the PT scheme. PLN with a new scheme of 116.02 MW.

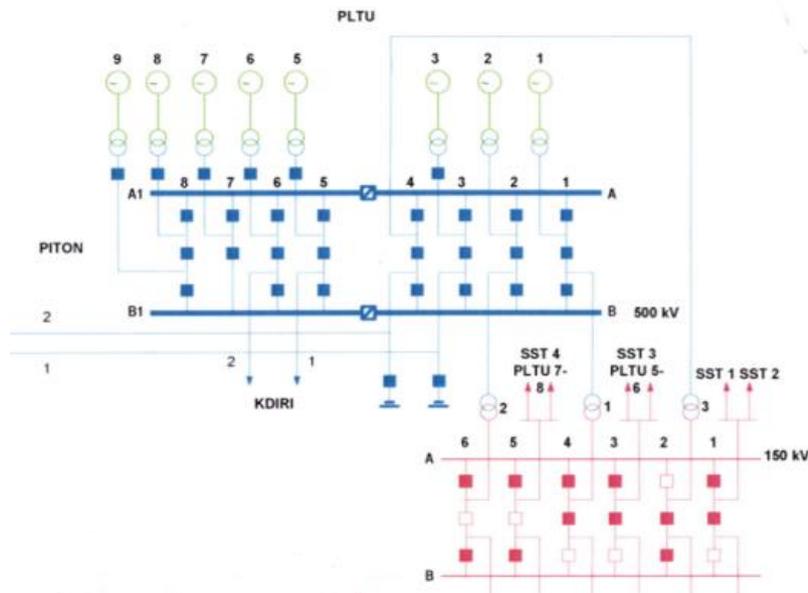
Keywords: power flow, load shedding, priority load, substation, simulation.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan dan kemajuan teknologi mengakibatkan adanya pembebanan pada suatu sistem tenaga listrik akan meningkat. Oleh sebab itu dibutuhkan Defence Scheme yang baik dalam mencegah terjadinya kegagalan sistem ketika terjadi kondisi beban melebihi kapasitas generator, sehingga penting untuk dilakukan Load Shedding upaya mencegah terjadinya pemadaman pada sistem transmisi 150 kV. PT. PLN (Persero) berupaya menjaga kontinuitas sistem, dengan melakukan pelepasan beban lebih atau Over Load Shedding (OLS) jika terjadi gangguan tersebut. Kondisi jatuhnya salah satu unit pembangkit dapat dideteksi dengan adanya penurunan frekuensi sistem yang drastis. Jika frekuensi menurun, maka setelah mencapai titik puncak dilakukan pelepasan beban

tahap pertama sesuai dengan frekuensi yang menurun dan seterusnya sampai tahap yang telah ditentukan berdasarkan besarnya perubahan frekuensi. Hingga mencapai titik frekuensi puncak yang telah mencapai keseimbangan atau normal kembali, dikatakan seperti itu setelah melalui beberapa tahap pelepasan beban. Semakin besar unit pembangkit yang jatuh yang berarti semakin besar pula daya yang hilang, maka frekuensi akan menurun dengan cepat.

Berdasarkan skema Over Load Shedding yang dibuat oleh PT. PLN (Persero), terdapat beban-beban prioritas kelas 1 yang dilepas. Sehingga diperlukan adanya skema baru Over Load Shedding dengan memperhatikan beban prioritas dan beban non prioritas serta beban yang dilepas lebih kecil.



Gambar 2. Single line diagram GITET Paiton

OLS dan tahapan beban lebih, (11) Menjalankan simulasi pelepasan beban lebih oleh OLS, (12) Analisis hasil skema pembuatan skema OLS, (13) Apakah sesuai standart? Jika ya lanjut ke langkah 14, sedangkan jika tidak kembali ke langkah 7, (14) Kesimpulan, (15) Saran, (16) Selesai.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Innitial Condition GITET Paiton

Pada tanggal 26 April 2019 pada pukul 19.00 WIB GITET Paiton mensuplai daya ke Sub Sistem Kediri, GITET Grati, dan GITT Paiton 150 kV. Daya yang disuplai ke Sub Sistem Kediri sebesar 1485 MW, sedangkan daya yang disuplai ke GITET Grati sebesar 1830 MW, dan pada GITT Paiton 150 kV terdapat 2 bus, yaitu bus A dan bus B, dimana bus tersebut tidak terkopel, bus A terdapat 2 IBT yaitu IBT 1 dan IBT 2, pada IBT 1 mensuplai daya sebesar 318 MW, pada IBT 2 mensuplai sebesar 329 MW. Sedangkan di Bus B terdapat 1 IBT yaitu IBT 3, pada IBT tersebut mensuplai 357 MW. Gambar 4.1 adalah Single Line Diagram GITET Paiton.

GITET Paiton memiliki tiga buah Inter Bus Transformer. Pada GITT Paiton 150 kV terdapat 2 bus, yaitu bus A dan bus B, dimana bus tersebut tidak terkopel, bus A terdapat 2 IBT yaitu IBT 1 dan IBT 2, pada IBT 1 mensuplai daya sebesar 318 MW, pada IBT 2 mensuplai sebesar 329 MW. Sedangkan di Bus B terdapat 1 IBT yaitu IBT 3, pada IBT tersebut mensuplai 357 MW. Perhitungan pembebanan masing-masing IBT adalah sebagai berikut:

$$\%loading_{(IBT1)} = \frac{\sqrt{314,43^2 + 67,41^2}}{500} = 64,31\%$$

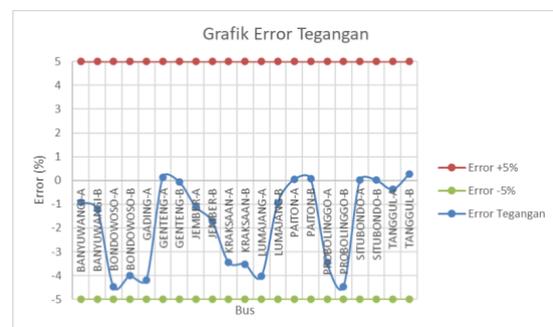
$$\%loading_{(IBT2)} = \frac{\sqrt{328,93^2 + 69,16^2}}{500} = 67,2\%$$

$$\%loading_{(IBT3)} = \frac{\sqrt{357,39^2 + 57,26^2}}{500} = 72,38\%$$

4.2 Data setting overload shedding

Perhitungan setting arus OLS pada IBT 1,2 sebesar 1900 A, setting OCR sebesar 2320 A menurut data dari TJBTB, sedangkan setting untuk CT sebesar 2000/1 A. Setting arus OLS pada IBT 3 500 MVA sebesar 1900 A, setting OCR sebesar 2280 A menurut data dari TJBTB, sedangkan setting untuk CT sebesar 2000/1 A.

Dalam kondisi normal, profil tegangan beberapa gardu induk yang terhubung dengan GITET Paiton dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Profil tegangan

Berdasarkan peraturan menteri ESDM No. 03 tahun 2007 untuk tegangan system 150 kV harus dipertahankan dalam Batasan +5% yaitu 157,5 kV dan -10% yaitu 135 kV. Dalam tabel 4.4 tegangan terendah berada pada bus Tanggul A yaitu sebesar

136,487 kV, sedangkan untuk tegangan tertinggi berada pada bus Paiton A yaitu sebesar 148,436 kV. Sehingga untuk tegangan sistem masih berada dalam Batasan.

4.3 Analisis pembebanan kondisi normal

Tabel 1 menunjukkan total beban sebesar 888,48 MW dan -84,01 MVar. total pembebanan generator sebesar 946,435 MW dan 246,242 MVar.

TABEL 1. GENERAL INFO DARI HASIL ANALISIS ALIRAN DAYA GITET PAITON

NO	Aliran Daya	Innitial
1	Load-MW	888,48
2	Load-Mvar	-84,01
3	Generation-MW	946,435
4	Generation-Mvar	246,242

Tabel 2 diketahui Gen-1 dan Gen-2 sebagai generator suplai mempunyai rating sebesar 370 MW daya suplai sebesar 362,013 MW dengan %Pembanaan sebesar 97,8%. Gen-3 sebagai generator swing mempunyai rating sebesar 815 MW daya suplai sebesar 222,409 MW dengan %Pembanaan sebesar 27,3%.

TABEL 2. PEMBEBANAN GENERATOR KONDISI NORMAL

ID	Rating	MW
Gen1	370 MW	362,013
Gen2	370 MW	362,013
Gen3	815 MW	222,409

4.3 Analisis pembebanan kondisi abnormal

Tabel 3 saat Gen-1 lepas memiliki total beban sebesar 888,48 MW dan -84,01 Mvar. Sedangkan total pembebanan generator sebesar 946,435 MW dan 246,242 MVar. Hasil sama dengan kondisi normal dikarenakan Gen-3 sebagai generator swing.

TABEL 3. ALIRAN DAYA KONDISI ABNORMAL

NO	Aliran Daya	Innitial
1	Load-MW	888,48
2	Load-MVAr	-84,01
3	Generation-MW	946,435
4	Generation-MVAr	246,242

Tabel 4 diketahui Gen-2 sebagai generator suplai mempunyai rating sebesar 370 MW daya suplai sebesar 362,013 MW dengan %Pembanaan sebesar 97,8%. Gen-3 sebagai generator swing mempunyai rating sebesar 815 MW daya suplai sebesar 584,422 MW dengan %Pembanaan sebesar 71,7%.

TABEL 4. PEMBEBANAN GENERATOR KONDISI ABNORMAL

ID	Rating	MW	% Generation
Gen2	370 MW	362,013	97,8
Gen3	815 MW	584,422	71,7

4.4 Penempatan Skema Over Load Shedding

Tabel 5 Diketahui saat Generator 1 lepas, didapatkan total beban pada tahap 1 sebesar 848,68 MW + j-90,83 Mvar, pada tahap 2 total beban sebesar 670,81 MW + j-117,57 MVAR, dan pada tahap 3 total beban sebesar 548,7 MW + -128,96 MVar. Sedangkan total pembebanan generator pada tahap 1 sebesar 900,247 MW + 192,7 MVar, pada tahap 2 didapatkan total pembebanan generator sebesar 699,477 MW + j5,274 MVar, dan pada tahap 3 total pembebanan generator sebesar 568,7 MW + j-71,566 MVar.

TABEL 5. TOTAL PEMBEBANAN SAAT TERJADI OLS

No	Kejadian Abnormal	Aliran Daya	Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3
1	Generator 1 Lepas	Load-MW	848,6	670,81	548,7
2		Load-Mvar	-90,83	-117,57	-128,96
3		Gen-MW	900,24	699,47	568,08
4		Gen-Mvar	192,7	5,27	-71,56

Profil pembebanan generator saat terjadi load shedding ditunjukkan oleh Tabel 6. Menurut Tabel 6 saat Generator 1 lepas, didapatkan Gen-2 daya pada tahap 1, tahap 2, dan tahap 3 sebesar 362,01 MW dengan %Pembanaan sebesar 97,8%. Di Gen-3 pada tahap 1 dayanya sebesar 538,23 MW dengan %Pembanaan sebesar 66%, pada tahap 2 daya yang didapatkan sebesar 337,464 MW dengan %Pembanaan sebesar 41,4%, dan pada tahap 3 daya yang didapatkan sebesar 206,07 MW dengan %Pembanaan sebesar 25,3%.

TABEL 6. % GENERATION SAAT LOAD SHEDDING

ID	Rating (MW)	% Generation		
		Tahap 1	Tahap 2	Tahap 3
Gen2	370	97,8	97,8	97,8
Gen3	815	66	41,4	25,3

4.5 Penempatan Skema Baru OLS

Pembebanan total saat terjadi load shedding untuk skema yang baru ditunjukkan oleh Tabel 7. Menurut Tabel 7, saat Generator 1 lepas, didapatkan bahwa total beban pada tahap 1 sebesar 831,43 MW dan -91,34 Mvar, pada tahap 2 total beban sebesar 664,72 MW dan -114,64 Mvar. Sedangkan total pembebanan generator pada tahap 1 sebesar 880,299 MW dan 174,745 MVar, pada tahap 2 didapatkan total pembebanan generator sebesar 693,656 MW dan 10,043 MVar.

Pembebanan Generator Skema Baru OLS diperlihatkan pada Tabel 8. Menurut Tabel 8 Generator 1 lepas, didapatkan bahwa Gen-2 sebagai generator suplai mempunyai rating sebesar 370 MW daya suplai pada tahap 1, dan tahap 2 sebesar 362,013 MW dengan %Pembanaan sebesar 97,8%. Kemudian di Gen-3 sebagai generator swing mempunyai rating sebesar 815 MW, pada tahap 1

daya suplai sebesar 518,286 MW dengan %Pembebanan sebesar 63,6%, pada tahap 2 daya suplai sebesar 331,643 MW dengan %Pembebanan sebesar 40,7%.

TABEL 7. TOTAL PEMBEBANAN SKEMA BARU OLS

No	Kondisi Abnormal	Aliran Daya	Tahap 1	Tahap 2
1	Generator 1 Lepas	Load-MW	831,43	664,72
2		Load-Mvar	-91,34	-114,64
3		Generation-MW	880,299	693,656
4		Generation-Mvar	174,745	10,043

TABEL 8. %GENERATION SKEMA BARU OLS

ID	Rating	MW		% Generation	
		Tahap 1	Tahap 2	Tahap 1	Tahap 2
Gen2	370 MW	362,013	362,013	97,8	97,8
Gen3	815 MW	518,286	331,643	63,6	40,7

Pemodelan Skema Baru Over Load Shedding, berdasarkan kategori beban prioritas dan non prioritas. Berikut adalah kategori beban prioritas dan non prioritas berdasarkan Skema Overload Shedding PLN.

Berdasarkan Tabel 9 Masih terdapat beban prioritas kelas 1 yang dilepas. Pada tahap 1 di transformator Banyuwangi-2 dan pada tahap 2 di transformator Genteng-2. Sehingga akan dibuat Skema OLS yang tidak melibatkan beban prioritas kelas 1 dan meminimalisir beban yang dilepas tidak terlalu banyak. Berikut adalah Skema Baru OLS berdasarkan beban prioritas dan non prioritas.

TABEL 9. BEBAN PRIORITAS DAN NON PRIORITAS BERDASARKAN SKEMA OLS PLN

N O	TAHAP	BEBAN	KELAS ASET	KATEGORI	MW	MVA R
1	TAHAP 1	BANYUWANGI-2	Kelas 1	Prioritas	10,01	1,91
2		BANYUWANGI-3	Kelas 2		15,36	2,57
3		SITUBONDO-2	Kelas 3	Non Prioritas	14,43	2,34
4	TAHAP 2	JEMBER-3	Kelas 2	Prioritas	34,19	6,38
5		JEMBER-4	Kelas 2		34	11
6		BONDOWOSO-1	Kelas 2		18,33	1,56
7		GENTENG-2	Kelas 1		41,35	7,8
8		SHEDDING 1 50 MW	Non Prioritas		50	0
9	TAHAP 3	PROBOLINGGO-2	Kelas 2	Prioritas	15,21	3,51
10		LUMAJANG-2	Kelas 2		33,54	4,68
11		TANGGUL-2	Kelas 2		23,36	3,2
12		SHEDDING 2 50 MW	Non Prioritas		50	0
TOTAL					339,78	44,95

TABEL 10. SKEMA BARU OLS BERDASARKAN BEBAN PRIORITAS DAN NON PRIORITAS

N O	TAHAP	BEBAN	KELAS ASET	KATEGORI	MW	MVA R
1	TAHAP 1	TANGGUL 2	Kelas 2	Prioritas	23,36	3,2
2		BANYUWANGI 3			15,36	2,57
3		BONDOWOSO 1			18,33	1,56
SUB TOTAL TAHAP 1					57,05	7,33
5	TAHAP 2	GENTENG 1	Kelas 2	Prioritas	31,98	6,24
6		LUMAJANG 2			33,54	4,68
7		JEMBER 3			34,19	6,38
8		SITUBONDO 3			17	6
9		SHEDDING 2 50 MW	Non Prioritas		50	0
SUB TOTAL TAHAP 2					166,71	23,3
TOTAL					223,76	30,63

Tabel 10 adalah profil aliran daya kategori beban prioritas untuk skema baru OLS. Berdasarkan Tabel 10 beban yang dilepas tidak melibatkan beban prioritas kelas 1. Beban yang dilepas lebih sedikit dengan asumsi bahwa sistem kembali normal.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut: Analisis skema OLS yang telah dibuat oleh PLN di GITET Paiton ditemukan bahwa ada beberapa tahap pelepasan beban. Tahap 1 dengan total beban yang dilepas sebesar 39,8 MW dengan t=3 detik, Tahap 2 dengan total beban yang dilepas sebesar 177,87 MW dengan t=3,5 detik, dan Tahap 3 dengan total beban yang dilepas sebesar 122,11 MW dengan t=4 detik. Jadi total beban yang dilepas sebesar 339,78 MW. Menentukan skema baru ketika terjadi OLS di GITET Paiton ditentukan dengan melibatkan beban prioritas dan non prioritas. Sehingga beban yang dilepas lebih kecil sebesar 223,76 MW. Melalui 2 tahap pelepasan beban, Tahap 1 dengan total beban yang dilepas sebesar 57,05 MW, dan Tahap 2 dengan total beban yang dilepas sebesar 166,71 MW.

REFERENSI

- [1] S. Suropto, Sistem Tenaga Listrik, Yogyakarta: LP3M UMY, 2017.
- [2] D. P. Kothari and I. J. Nagrath, Power System Engineering Second Edition, New Delhi: McGraw-Hill, 2008.
- [3] Anonim1, Pedoman Pembebanan Transformator Terendam Minyak. Jakarta: SPLN 17, 1979.
- [4] J. Soekarno, Sistem Pengaman Tenaga Listrik, 1985.
- [5] Anonim2, International Electrotechnical Vocabulary. IEC 6005. IEC ref 603-04-32, 1986.
- [6] Hajar, I., & Ridho, M. (2020). Review dan Resetting Skema Overload Shadding Interbus Transformer 500/150 kV 1,3 Gandul dan 2 Kembangan. ENERGI & KELISTRIKAN, 12(1), 32 - 42. <https://doi.org/10.33322/energi.v12i1.942>
- [7] PRADNYA, Made Ananta; ARJANA, I G Dyana; WIJAYA, I Wayan Arta. Studi Analisis Dampak Pemasangan Over Load Shedding Terhadap Pembebanan Pada Saluran Transmisi 150KV di Bali. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 41-48, oct. 2016. ISSN 2503-2372.

- [8] ADRIANTI, Adrianti; NASIR, Muhammad; SALVAYER, Adiv Rama. Skema Pelepasan Beban Menggunakan Relai Rate of Change of Frequency dengan Supervisi Under Frequency Relay. *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 249-254, dec. 2020. ISSN 2503-2372.
- [9] J. A. Pongtiku, M. Tuegeh, I. H. Tumaliang, and J. T. Elektro-ft, "Analisa Stabilitas Transien Untuk Menentukan Waktu Pemutusan Kritis (Critical Clearing Time) Pada Jaringan Transmisi 70 Kv Plta Tanggari Ii-Gi Sawangan Dengan Menggunakan Program Matlab," *J. Tek. Elektro dan Komput.*, vol. 3, no. 2, pp. 53–58, 2014.
- [10] R. P. T. Tambunan, Karnoto, and S. Handoko, "Simulasi Pelepasan Beban (Load Shedding) Pada Sistem Jaringan Distribusi Tragi Sibolga 150 / 20 Kv (Studi Kasus Pada Penyulang Tragi Sibolga , Sumut)," *Transient*, vol. 3, no. 2, p. 213, 2014.