

PERANCANGAN SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA PEMBANGKIT LISTRIK PERTAMINA TALISMAN DENGAN MENGGUNAKAN RELAY SR3B261FU

Teguh Baruna¹⁾, Herman Ahmad²⁾, Nefo Alamsyah³⁾, Yusro Hakimah⁴⁾

Abstrak: Pada sistem kelistrikan PT. Pertamina Talisman memiliki sistem pembangkit listrik sendiri yang terdiri dari PLTG dan PLTD. Pembangkit-pembangkit ini memiliki fungsi yang sangat vital yaitu mensuplai listrik kilang dan sumur minyak terutama pada unit-unit produksi.

Pada saat terjadi gangguan pada salah satu pembangkit (trip genset), maka akan terjadi pelepasan beban agar pembangkit lain tidak overload dan bisa menimbulkan black out. Pelepasan beban yang pertama adalah area di block station dimana akan mematikan pompa-pompa minyak dan air sebagai prioritas pertama. Pelepasan beban kedua ditujukan kepada MCB di area Hiline 3 yg akan mematikan sumur dengan produksi yang rendah. Sedangkan pelepasan beban ke tiga adalah area Hiline 2 untuk jumlah produksi yang sedang. Relay SR3B261FU akan mengatur sistem pelepasan beban dimana apabila terjadi trip pada pembangkit 310 kW maka waktu yg dibutuhkan untuk mengembalikan frekuensi ke posisi normal 50 Hz adalah 2,2 detik.

Apabila terjadi trip pada pembangkit 484 kW, waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke frekuensi normal adalah 2,6 detik. Jika terjadi trip pada pembangkit 725 kW waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke 50 Hz adalah 4,4 detik. Sedangkan jika terjadi trip pada pembangkit 1050 kW yang merupakan pembangkit paling besar, waktu yang dibutuhkan untuk kembali ke 50 Hz adalah 13,4 detik.

Kata kunci: Pelepasan beban, Relay SR3B261FU, Frekuensi.

Abstract: PT Pertamina Talisman has electrical power system which consist of PLTG and PLTD. These power generators have to supply the electrical refineries and oil well especially for the production units as its main function.

If there is one generator having trip, there will be load shedding and the other generators are not overloaded which result in black out. The first shedd of the load is an area block station where shutdown the oil and water pump as the main priority. For the second load shedd, the MCB in Hiline 3 area will turn off the pump with low oil production. Meanwhile the last load shedd is in the Hiline 2 area for the medium oil production.

Relay SR3B261FU will organize the load shedd system, where as if there's outage on 310 kW generator, it needs 2,2 second for 50 Hz frequency back to normal.

If the generator 484 kW having trip, the time needed to normal frequency is 2,6 second. For the generator 725 kW having trip, it needs 4,4 second back to 50 Hz. While for generator 1050 kW having trip which is the biggest one, it needs 13,4 second for normal 50 hz frequency.

Key word: Load shedding, Relay SR3B261FU, Frequency.

PENDAHULUAN

Latar belakang

JOB Pertamina Talisman merupakan sebuah perusahaan yang bergerak dibidang pengeboran minyak dan berlokasi di daerah Air Serdang Prabumulih.

Salah satu penyebab gangguan pengiriman daya listrik adalah kegagalan pembangkit dalam mensupply energi listrik. Pada saat terjadi gangguan pada salah satu pembangkit (trip), akan terjadi pelepasan beban agar pembangkit

¹⁾ Alumni Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

^{2,3,4)} Dosen Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Tridianti Palembang

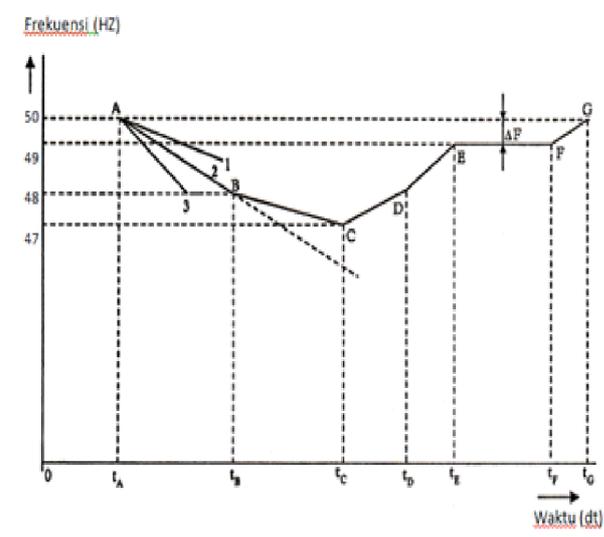
lain tidak overload dan bisa menimbulkan black out. Untuk itu diperlukan pemilihan beban yang akan dilepaskan sesuai dengan tingkat prioritas beban tersebut. Agar pemilihan pelepasan beban tidak mempengaruhi proses produksi, maka digunakan system pelepasan beban atau load shedding sehingga proses produksi pada sumur-sumur minyak masih tetap berjalan.

Pembatasan Masalah

Tulisan ini membahas mengenai pemasangan dan pemrograman Relay SR3B261FU pada system pelepasan beban dan cara kerja relay tersebut saat terjadi gangguan pembangkit (trip genset).

LANDASAN TEORI

Pada gambar berikut diperlihatkan perubahan frekuensi sebagai fungsi waktu dengan adanya pelepasan beban.



Perubahan Frekuensi Karena Beban lebih

Untuk lebih memudahkan dalam menghitung, bagaimana frekuensi menurun sebagai fungsi waktu maka perlu dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

- a. Diambil selang-selang waktu yang cukup kecil misalnya 0,1 detik. Dalam selang waktu ini nilai $\frac{df}{dt}$ dianggap konstan.

- b. Pada akhir selang waktu yang pertama yang merupakan permulaan selang waktu yang kedua yaitu pada saat t_1 , nilai frekuensi adalah:

$$f_1 = f_0 + \left(\frac{df}{dt}\right)_{0-1} \cdot (t_1 - t_0)$$

Dengan $\left(\frac{df}{dt}\right)_{0-1}$ adalah $\frac{df}{dt}$ nilai dalam selang waktu t_0 dan t_1 .

- c. Untuk selang waktu berikutnya yaitu antara t_1 dan t_2 , harus dilakukan perhitungan mencari nilai permulaan dari frekuensi dan selisih daya yang dibangkitkan dengan beban.

$$\begin{aligned} p_{s1} &= p_1 - p_{B1} \\ &= (p_{G0} - p_{S0}) - p_{B1} \end{aligned}$$

Dimana :

- p_1 : daya yang dibangkitkan saat t_1
- p_{B1} : beban sistem setelah ada gangguan
- p_{G0} : daya yang dibangkitkan dalam sistem sebelum ada gangguan dari unit pembangkit.

Dengan cara yang sama seperti ketika menghitung nilai $\left(\frac{df}{dt}\right)_{0-1}$ maka :

$$\left(\frac{df}{dt}\right)_{1-2} = \frac{f_1 (p_{G0} - p_{S0}) - p_{B1}}{2H (p_{Got} - p_{Sot})}$$

Sistem Pelepasan Beban

Load Shedding merupakan suatu bentuk tindakan pelepasan beban yang terjadi secara otomatis ataupun manual untuk pengamanan operasi dari unit-unit pembangkit dari kemungkinan terjadinya padam total (black out). Untuk menghitung perubahan frekuensi setelah dilakukan pelepasan beban menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\left(\frac{df}{dt}\right)_{1-2} = \frac{f_1 \left(p_{S0} - (p_{S0} - p_{BR}) - p_{B1} \right)}{2H (p_{Got} - p_{Dot})}$$

Beban-Beban Penting (Essential Load)

Yang dimaksud dengan beban-beban yang penting ialah beban-beban yang memegang peranan dalam proses suatu produksi dimana bila terjadi suatu gangguan dapat menyebabkan berhentinya operasional pabrik. Kriteria yang diinginkan dari setiap program Load Shedding adalah:

1. Program harus menahan frekuensi system agar tidak melewati batas minimum tertentu untuk kehilangan pembangkitan terberat yang diperkirakan (Beban yang dilepas harus cukup).
2. Program harus sedemikian rupa sehingga tidak ada suatu kondisi kehilangan pembangkitan tertentu yang hanya diikuti pelepasan beban yang tidak terlalu kecil, sehingga memungkinkan frekuensi system terlalu lama pada daerah berbahaya.
3. Frekuensi pelepasan beban bukan untuk mengatur frekuensi. Maka pelepasan beban sebaiknya hanya dilakukan pada saat dibutuhkan, jadi jika tingkat penurunan frekuensi sistem masih dalam batas yang diizinkan sebaiknya pengaturan dilakukan melalui AVR (Automatic Voltage Regulator) yang mempunyai fungsi untuk mengatur output tegangan dari generator.

Penambahan Smart Relay

Keuntungan menggunakan Smart Relay adalah :

1. Pemrograman yang sederhana. Adanya layar LCD yang besar dengan backlight memungkinkan dilakukannya pemrograman melalui front panel atau menggunakan Zelio Soft 2 Software.
2. Instalasi yang mudah dan harga lebih murah dibandingkan dengan menggunakan PLC.

3. Fleksibel, kompak dan dapat ditambahkan modul tambahan bila diperlukan, dual programming language, dan multiple power capabilities (12VDC, 24VDC, 24VAC dan 100VAC s/d 240 VAC).
4. Open connectivity. Sistem Zelio dapat dimonitor secara jarak jauh dengan cara menambahkan extension modul berupa modem. Juga tersedia modul modbus sehingga Zelio dapat menjadi slave PLC dalam suatu jaringan PLC.



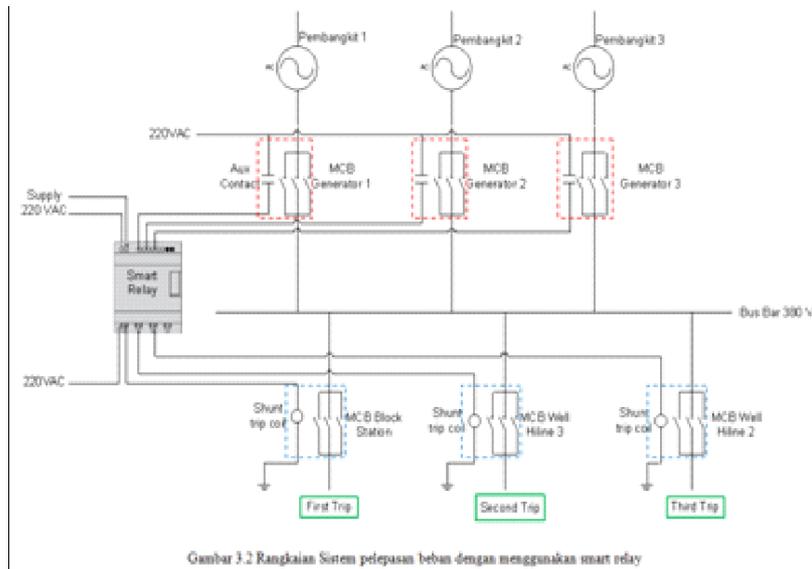
Smart Relay Telemecanique SR3B261FU

PERENCANAAN SISTEM PELEPASAN BEBAN

Data-Data Pembangkit Pertamina Talisman

No	Type Pembangkit	Kapasitas	Beban actual
1	GENSET # 1 (CAT G-3412)	310 kW	158 kW
2	GENSET # 2 (WAUKESHA L5790)	484 kW	358 kW
3	GENSET # 3 (WAUKESHA L5790)	484 kW	358 kW
4	GENSET # 4 (WAUKESHA L5790)	484 kW	358 kW
5	GENSET # 5 (WAUKESHA L5790)	484 kW	358 kW
6	GENSET # 6 (WAUKESHA L5790)	484 kW	358 kW
7	GENSET # 7 (CAT G-3516)	1050 kW	768 kW
8	GENSET # 8 (CAT G-3516)	1050 kW	768 kW
9	GENSET # 9 (CAT G-3516)	1050 kW	768 kW
10	GENSET # 10 (CAT G-3512)	725 kW	573 kW
11	GENSET # 11 (CAT G-3516)	1050 kW	768 kW
Total		7655 kW	5593 kW

Rangkaian Pembangkit Listrik Pertamina Talisman Dengan Smart Relay

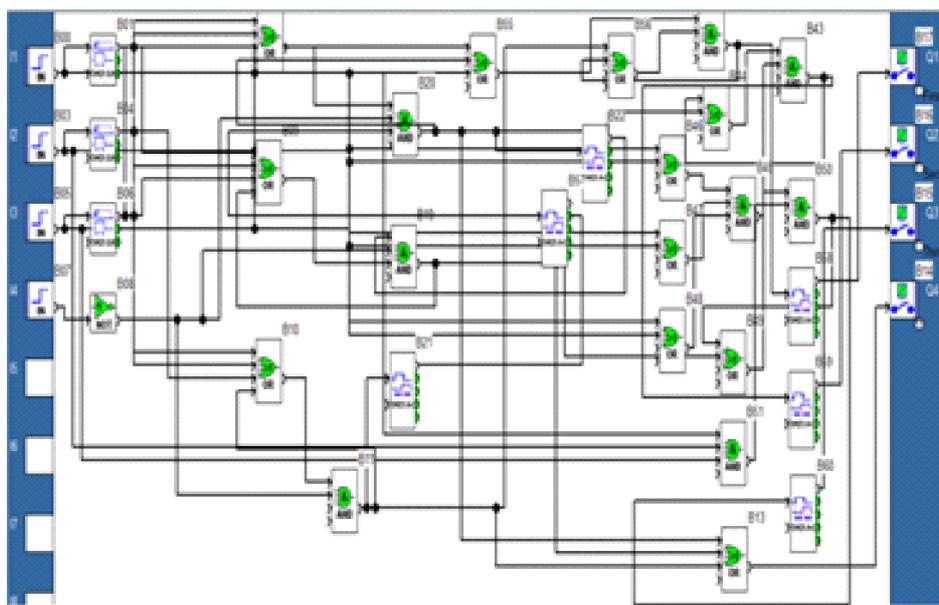


Cara kerja smart relay :

Pada saat pembangkit mengalami gangguan dan trip (shutdown) maka MCB pada generator pembangkit tersebut akan open. Pada MCB generator terdapat aux contact yang akan close jika MCB tersebut open. Dengan close nya aux contact, maka arus listrik masuk ke dalam smart relay.

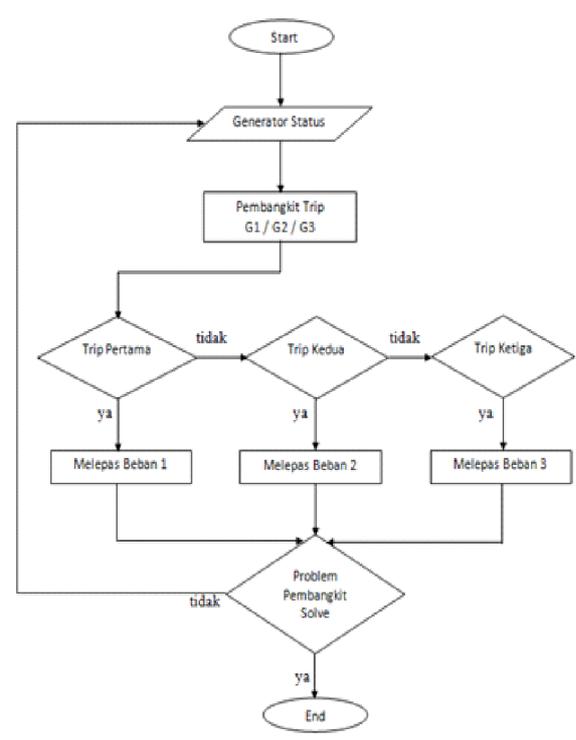
Masuknya arus listrik dalam input relay akan membuat relay tersebut bekerja sesuai dengan program yang sudah kita masukkan. Pada salah satu output smart relay akan mengalir arus listrik menuju shunt trip coil di Circuit Breaker untuk membuka CB tersebut sehingga beban akan dilepaskan.

Pemrograman Smart Relay Menggunakan FBD



Gambar 3.3 Program smart relay untuk sistem pelepasan beban dengan menggunakan FBD

Flow Chart Sistem Pelepasan Beban



PERHITUNGAN DAN ANALISA

Simulasi Penurunan Frekuensi Karena Gangguan Pada Pembangkit

Dengan menggunakan data pembangkit pada BAB II maka penghitungan penurunan frekuensi karena trip pada pembangkit 1 sebagai berikut:

$$f_0 = 50 \text{ Hz} \quad p_{s0} = 158 \text{ kW}$$

$$p_{g0t} = 7655 \text{ kW} \quad p_{s0t} = 310 \text{ kW}$$

$$h = 2 \text{ detik} \quad t_0 = 0 \text{ detik} \quad t_1 = 0,2 \text{ detik}$$

$$\frac{df}{dt} = -\frac{f_0}{2H} \frac{p_{s0}}{p_{g0t} - p_{s0t}}$$

$$\frac{df}{dt} = -\frac{50}{2.2} \times \frac{158}{7655 - 310}$$

$$\left(\frac{df}{dt}\right)_{0-1} = -0,26889 \frac{\text{Hz}}{\text{dt}}$$

$$f_1 = f_0 + \left(\frac{df}{dt}\right)_{0-1} \cdot (t_1 - t_0)$$

$$f_1 = 50 + (-0,26889 \times 0,2)$$

$$f_1 = 49,94622 \text{ Hz}$$

Tabel 1. Penurunan frekuensi karena pembangkit 1 trip.

Tahap	Delay (detik)	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
1	0	0	50
2	0,2	-0,2688	49,9462
3	0,4	-0,2583	49,8945
4	0,6	-0,2482	49,8448
5	0,8	-0,2386	49,7971
6	1	-0,2293	49,7513
7	1,2	-0,2204	49,7072
8	1,4	-0,2119	49,6648
9	1,6	-0,2037	49,6240
10	1,8	-0,1958	49,5849
11	2	-0,1883	49,5472

Dengan menggunakan rumus yang sama maka penurunan frekuensi untuk pembangkit 2,7 dan 10 sebagai berikut.

Tabel 2. Penurunan frekuensi karena pembangkit 2 trip.

Tahap	Delay (detik)	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
1	0	0	50
2	0,2	-0,6240	49,8751
3	0,4	-0,5982	49,7555
4	0,6	-0,5735	49,6408
5	0,8	-0,5500	49,5308
6	1	-0,5275	49,4253
7	1,2	-0,5061	49,3241
8	1,4	-0,4856	49,2269
9	1,6	-0,4660	49,1337
10	1,8	-0,4472	49,0443
11	2	-0,4293	48,9584

Tabel 3. Penurunan frekuensi karena pembangkit 7 trip

Tahap	Delay (detik)	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
1	0	0	50
2	0,2	-1,4534	49,7093
3	0,4	-1,3838	49,4325
4	0,6	-1,3181	49,1689
5	0,8	-1,2562	48,9176
6	1	-1,1978	48,6780
7	1,2	-1,1425	48,4495
8	1,4	-1,0903	48,2315
9	1,6	-1,0409	48,0233
10	1,8	-0,9940	47,8245
11	2	-0,9497	47,6345

Tabel 4. Penurunan frekuensi karena pembangkit 10 trip.

Tahap	Delay (detik)	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
1	0	0	50
2	0,2	-1,0335	49,7932
3	0,4	-0,9877	49,5957
4	0,6	-0,9442	49,4068
5	0,8	-0,9030	49,2262
6	1	-0,8638	49,0535
7	1,2	-0,8266	48,8881
8	1,4	-0,7912	48,7299
9	1,6	-0,7575	48,5784
10	1,8	-0,7254	48,4333
11	2	-0,6949	48,2943

Perubahan Frekuensi Setelah dilakukan Pelepasan Beban

Sebagai akibat dari terganggunya unit pembangkit dalam sistem, maka akan terjadi penurunan frekuensi. Turunnya frekuensi yang disebabkan gangguan unit pembangkit dapat membahayakan sistem. Sehingga untuk menghindari gangguan yang lebih besar perlu dilakukan pelepasan beban. Berdasarkan table perhitungan sebelumnya, kita bisa mengetahui nilai dari masing-masing frekuensi pembangkit saat mulai melakukan pelepasan beban seperti table berikut :

Tabel 5.

NO	Pembangkit	Delay	Frekuensi lepas beban
1	Generator 1	1,6	49,62
2	Generator 2	1,6	49,13
3	Generator 7	1,6	48,02
4	Generator 10	1,6	48,57

Dengan data frekuensi lepas beban kita bisa menghitung lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mencapai frekuensi normal setelah dilakukan pelepasan beban. Berikut data perhitungan untuk masing-masing pembangkit setelah dilakukan pelepasan beban.

Perubahan frekuensi setelah dilakukan pelepasan beban akibat pembangkit 1 trip.

$$\left(\frac{df}{dt}\right)_{1-2} = \frac{f_1}{2H} \left\{ \frac{p_{go} - (p_{So} - p_{BR}) - p_{B1}}{p_{Got} - p_{Dot}} \right\}$$

Dimana :

f_1 : Frekuensi lepas beban 49.62 Hz.

p_{BR} : Besarnya beban yang dilepas oleh relay 790 kW.

p_{So} : Daya yang dibangkitkan unit terganggu 158 kW.

p_{go} : Daya dibangkitkan unit-unit sebelum ada gangguan 5593 kW.

p_{Got} : Daya terpasang dari unit-unit yang beroperasi 7655 kW.

p_{Dot} : Penambahan kemampuan pembangkit karena adanya pelepasan beban = 790 kW.

p_{B1} : Beban sistem sebelum gangguan.

$$p_{B1} = \frac{49.62}{50} \times 5593 = 5550,49 \text{ kW}$$

$$\left(\frac{df}{dt}\right)_{1-2} = \frac{49.62}{2.2} \left\{ \frac{5593 - (158 - 790) - 5550,49}{7655 - 790} \right\}$$

$$\left(\frac{df}{dt}\right)_{1-2} = 1,2188 \frac{\text{Hz}}{\text{dt}}$$

$$f_2 = f_1 + \left(\frac{df}{dt}\right)_{1-2} \cdot (t_2 - t_1)$$

$$f_2 = 49.89 + 1,2188 \times (1,8 - 1,6) \quad f_2 = 49,86 \text{ H}$$

Tabel 6. Perubahan frekuensi setelah pelepasan beban akibat pembangkit 1 trip.

Beban yang dilepas	Frekuensi lepas beban	Selang waktu	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
790 kW	49,62 Hz	1,6	1,2188	49,62
		1,8	1,1753	49,86
		2,0	1,1329	50,09

Tabel 7. Perubahan frekuensi setelah pelepasan beban akibat pembangkit 2 trip.

Beban yang dilepas	Frekuensi lepas beban	Selang waktu	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
790 kW	49,13 Hz	1,6	0,9470	49,13
		1,8	0,9126	49,31
		2,0	0,8791	49,50
		2,2	0,8467	49,67
		2,4	0,8152	49,84
		2,6	0,7846	50,01

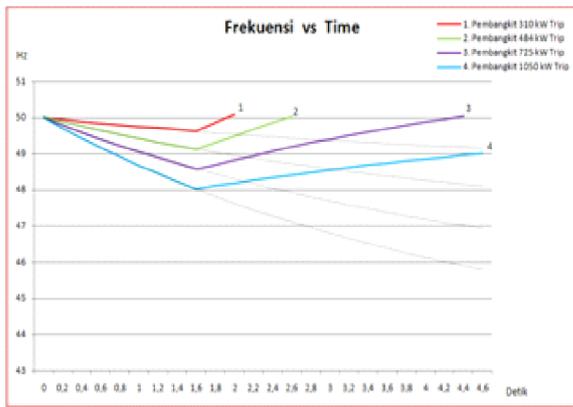
Tabel 8. Perubahan frekuensi setelah pelepasan beban akibat pembangkit 7 trip.

Beban yang dilepas	Frekuensi lepas beban	Selang waktu	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
790 kW	48 Hz	1,6	0,4257	48
		1,8	0,4098	48,1051
		2,0	0,3944	48,1871
		2,2	0,3795	48,2660
		2,4	0,3652	48,3419
		2,6	0,3513	48,4149
		2,8	0,3380	48,4852
		3,0	0,3251	48,5528
		3,2	0,3126	48,6178
		13,4	0,0393	50,0033

Tabel 9. Perubahan frekuensi setelah pelepasan beban akibat Pembangkit 10 trip.

Beban yang dilepas	Frekuensi lepas beban	Selang waktu	$\frac{df}{dt}$	Frekuensi (Hz)
790 kW	48,57 Hz	1,6	0,6667	48,57
		1,8	0,6421	48,7033
		2,0	0,6182	48,8317
		2,2	0,5951	48,9554
		2,4	0,5728	49,0744
		4,4	0,3868	50,0420

Gambar berikut menunjukkan perubahan frekuensi saat terjadi gangguan pada masing-masing pembangkit dan perubahan frekuensi setelah dilakukan pelepasan beban. Pada perhitungan tersebut pengaruh dari governor masing-masing pembangkit tidak diperhitungkan.



Gambar. Perubahan Frekuensi Saat Gangguan

KESIMPULAN

1. Sistem pelepasan beban dengan relay SR3B261FU dapat menggunakan input dua pilihan yaitu dari MCB Generator saat terjadi trip atau inputnya dari Under Frekuensi Relay yang bekerja sesuai dengan setting frekuensi yang kita inginkan.
2. Urutan pelepasan beban digunakan skala prioritas sesuai tingkat kepentingan penggunaan beban.
3. Kecepatan menurunnya frekuensi dan kembalinya frekuensi ke posisi normal tergantung dari besar kecilnya pembangkit yang trip seperti ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 10. Pelepasan Beban

No	Pembangkit	Kapasitas	Beban Actual	Beban yang dilepas	Frekuensi lepas beban	Waktu untuk kembali ke frekuensi normal
1	Generator 1	310 kW	158 kW	790 kW	49,62 Hz	2,0 detik
2	Generator 2	484 kW	358 kW	790 kW	49,13 Hz	2,6 detik
3	Generator 7	1050 kW	768 kW	790 kW	48,02 Hz	13,4 detik
4	Generator 10	725 kW	573 kW	790 kW	48,57 Hz	4,4 detik

DAFTAR PUSTAKA

- Ir. Djiteng Marsudi, *Operasi Sistem Tenaga Listrik*, Graha Ilmu, 2006, Edisi Kedua, Jakarta.
- Sri Mawar Said, *Pelepasan Beban Menggunakan Under Frekuensi Relay pada Pusat Pembangkit Tello*, Jurnal Penelitian Engineering vol.12. No.2, 2009, Makassar.
- Ari Nugraheni dan Rudi Setiabudy, *Simulasi pelepasan beban dengan menggunakan rele frekuensi pada sistem tenaga listrik CNOOC SES LTD*. 2009, Jakarta.
- Lukas Willa, *Teknik digital, mikroprosesor dan mikrokomputer*, Informatika, 2010, Edisi Pertama, Bandung.
- PT Schneider, *Daftar harga parts Schneider* 2013, Jakarta.
- PT JOB Pertamina Talisman Air serdang, Prabumulih.