

SIMULASI PELEPASAN BEBAN (*LOAD SHEDDING*) PADA SISTEM JARINGAN DISTRIBUSI TRAGI SIBOLGA 150/20 KV (STUDI KASUS PADA PENYULANG TRAGI SIBOLGA, SUMUT)

Rio Parohon Tua Tambunan^{*)}, Karnoto, and Susatyo Handoko

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia

^{*)}*Email : Ryopram@gmail.com*

Abstrak

Pada sistem tenaga listrik, frekuensi merupakan indikator dari keseimbangan antara daya yang dibangkitkan dengan total beban sistem. Frekuensi akan naik apabila terjadi kelebihan pembangkitan dan sebaliknya frekuensi akan turun bila terjadi kekurangan pembangkitan atau kelebihan beban. Pelepasan beban terjadi dikarenakan adanya gangguan dan beban total pada penyulang. Untuk menjaga stabilitas sistem dilakukan pelepasan beban dengan tahapan under/overfrekuensi sebesar 48Hz-52,2Hz untuk penyulang 20KV dengan ETAP7.0. Pada simulasi dilakukan dua analisa yakni variasi Pelepasan beban, dan perhitungan nilai ENS. Dari simulasi, frekuensi sistem dapat pulih sekitar 4-10 detik setelah terjadi gangguan berupa gangguan pada CB, Busbar penyulang tergantung pada besar kelebihan beban penyulang Tragi Sibolga 150/20KV. Pada simulasi kinerja dari CB akan berhenti pada detik antara 10-15 detik pada CB 307 yang merupakan CB terakhir pada sistem jaringan Tragi Sibolga 150/20 KV. Maka dari hasil simulasi pelepasan beban yang dilakukan diperoleh besar nilai ENS beban Tragi Sibolga adalah sebesar Rp.249.680.943 untuk sekali periode pelepasan beban Tragi Sibolga.

Kata kunci : pelepasan beban, ENS, frekuensi, penyulang, gangguan

Abstract

In power system, the frequency is an indicator of the balance between the total power generated by the system load. The frequency will rise when there is excess generation and reverse frequency will go down when there is a generation or overloaded. Load shedding occurs due to disturbance and total fool on penyulang. Untuk maintain system stability with load shedding performed under the stage / overfrekuensi of 48Hz-52, 2Hz for 20KV feeders with ETAP7.0. In the simulations performed two analyzes the release of load variation, and the calculation of the value of ENS. From the simulations, the frequency of the system can be recovered approximately 4-10 seconds after an interruption in the form of interference on CB, Busbar feeders and plants that depend on a large detachable feeder overload tragi Sibolga 150/20KV. In the simulation performance of the CB will stop at the second between 10-15 seconds at CB CB 307 Thus the simulation results obtained unburdening done great value tragi Sibolga ENS load amounted Rp.249.680.943 ENS values for all periods of load shedding tragi Sibolga.

Keywords: load shedding, ENS, frequency, feeders, interference

1. Pendahuluan

Kebutuhan listrik dewasa ini semakin meningkat. Listrik merupakan energi yang sangat berpengaruh dalam kehidupan manusia. Oleh karena itu, kualitas listrik yang baik haruslah dipenuhi agar kebutuhan konsumen terpenuhi. Perubahan beban yang bervariasi berdampak pada kestabilan sistem. Jika daya mekanik pada poros penggerak awal tidak dengan segera menyesuaikan dengan besarnya daya elektrik pada beban listrik, maka frekuensi dan

tegangan akan bergeser dari posisi normal. Perubahan yang signifikan dapat menyebabkan sistem keluar dari batas stabil. Oleh karena itu, perubahan beban harus diikuti dengan perubahan daya penggerak generator. Hal ini dimaksudkan agar terjadi keseimbangan antara daya beban dan daya suplai. Rencana tugas akhir ini berawal dari adanya ketidakstabilan pembangkit yang terjadi pada sistem pembangkitan disibolga, yaitu sering terjadinya pemadaman bergilir dengan alasan umum yaitu adanya perbaikan pembangkit, kerusakan jaringan, beban penuh (overload) kualitas sistem transmisi dan sistem

distribusi, adanya perubahan siklus saluran interkoneksi. Hal ini menyebabkan sering terjadi kegagalan operasi optimal pada sistem Tragi (transmisi dan gardu induk) Sibolga, pada Tragi sibolga 150/20 kv terhubung pada beberapa gardu induk dengan jarak – jarak yang jauh pada saluran transmisi ataupun saluran distribusi kebeban yang terhubung pada setiap penyulang gardu induk. Berdasarkan alasan tersebut, penulis mencoba membuat simulasi pelepasan beban dan pelepasan pembangkit untuk mengetahui kestabilan transien pada Tragi Sibolga dengan simulasi program *analysis transient stability ETAP 7.0*

Jika terjadi gangguan dalam sistem yang menyebabkan daya yang tersedia tidak dapat melayani beban, misalnya disebabkan oleh adanya unit pembangkit yang trip, maka untuk mencegah terjadinya collapse pada sistem perlu dilakukan pelepasan beban. Kondisi jatuhnya salah satu unit pembangkit dapat dideteksi dengan adanya penurunan frekuensi sistem yang drastis.

Demikian berpengaruhnya besar laju penurunan frekuensi terhadap pelepasan beban, maka perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi besar laju penurunan frekuensi. Faktor-faktor tersebut antara lain:

- a. Konstanta inersia
- b. Daya mekanik generator
- c. Daya elektrik yang dibutuhkan beban

Besar kelebihan beban biasanya dinyatakan dalam prosentase (H. E. Lokay, 1968):

$$\text{kelebihan beban} = \frac{\text{beban} - \text{suppy Generator}}{\text{suppy Genarator}} \times 100\%$$

$$\text{kelebihan beban} = \frac{\text{kekurangan pembangkit}}{\text{pembangkitan tersisa}} \times 100\%$$

Dalam suatu sistem tenaga listrik terdapat berbagai macam beban. Beban tersebut dapat berupa motor-motor induksi yang dimanfaatkan di lingkungan industri maupun lampu penerangan di bangunan dan jalan. Beban-beban tersebut memiliki nilai prioritas kebutuhan dan nilai ekonomi bagi penggunaannya.

Oleh sebab itu, beban-beban yang disuplai oleh suatu generator yang terpasang sebaiknya diurutkan menurut parameter - parameter sebagai berikut :

- a. Sensitif terhadap kegiatan perekonomian
- b. Tingkat kesulitan pengasutan (starting)
- c. Daya yang dibutuhkan

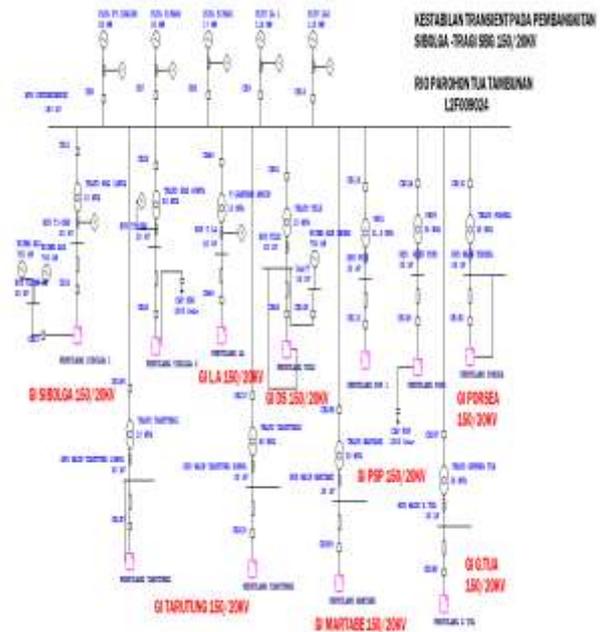
Besar beban yang dilepaskan dari suatu sistem untuk memulihkan frekuensi generator disesuaikan dengan tingkat frekuensi acuan yang telah diatur pada rele. Untuk mendapatkan besarnya nilai beban - beban yang harus dilepaskan terdapat beberapa parameter yang harus ditentukan dengan mempertimbangkan keandalan sistem, yaitu:

- a. Frekuensi diharapkan setelah pelepasan beban
- b. Waktu pemulihan

2. Metode

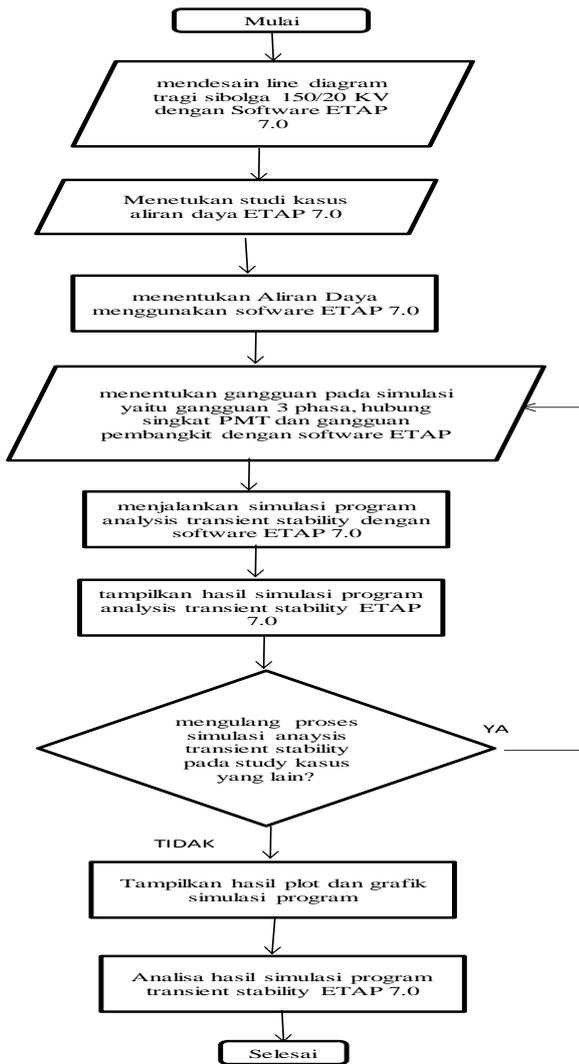
2.1. Pembuatan Program Simulasi

Data yang digunakan pada simulasi ini adalah data existing atau data beban real pada penyulang 20KV dan data pembangkit, transmisi dari UPB dan UPT Pematang siantar



Gambar 2.1. Program Simulasi *Analysis Transient Stability*

Secara umum metodologi penelitian untuk analisa pelepasan beban dan pembangkit menggunakan simulasi ETAP dapat dilihat pada diagram alir gambar 2.2.



Gambar 2.2. Metodologi Penelitian Pelepasan Beban

Dalam simulasi pelepasan beban ada beberapa bagian yang diperlukan yaitu beban yang dilepas dan beban yang merupakan prioritas yang halnya tidak bisa dilepas karena ada faktor tertentu.

Tabel 2.1. Beban yang Dilepas

BEBAN YANG DILEPAS					
NO	GI	KAPASITAS TRAF0	PENYULANG	BEBAN(KVA)	KW
1	SIBOLGA	60 MVA	SB1-S2	5345 KVA	4543
			SB4-3	8760 KVA	7446
			SB4-4	8700 KVA	7395
2	TELE	10 MVA	TELE3-1	1100 KVA	935
3	PSP1	31,5 MVA	PSP1-2	8085 KVA	6872
4	PSP2	30 MVA	PSP8-1	3476 KVA	2955
			PSP8-2	2920 KVA	2482
			PSP8-4	3820 KVA	3247
5	TARUTUNG	60 MVA	TAR5-1	6375 KVA	5419
			TAR5-5	4250 KVA	3613
			TAR4-S1	4350 KVA	3698
			TAR4-S4	5535 KVA	4705
			TAR4-S6	4262 KVA	3623
6	MARTABE	30 MVA	TAR3-S2	2691 KVA	2287
			MARTABE-S2	2500 KVA	2125
7	G.TUA	30 MVA	MARTABE2-S2	3255 KVA	3513
			GUNUNG1-S3	3300 KVA	2805
			GUNUNG2-S3	4255 KVA	3617



Gambar 2.3. Aliran Daya Tragi Sibolga 150/20KV

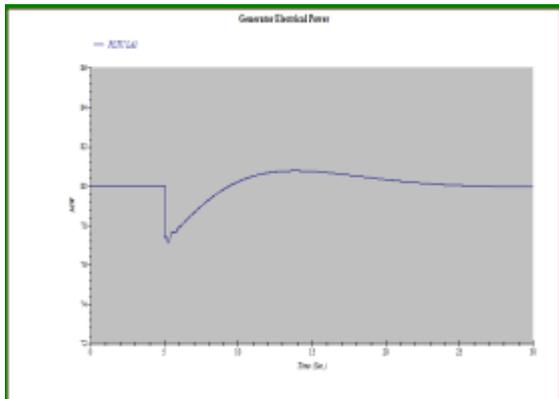
3. Hasil dan Analisa

3.1. Studi kasus stabilitas Transien

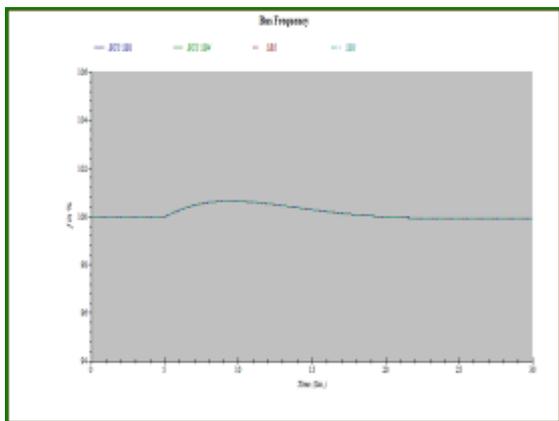
Pada simulasi program ini, ada beberapa variasi pelepasan beban dan pembangkit,

1. Simulasi lepasnya PLTU LA2
2. Simulasi Pelepasan Beban 1
3. Simulasi Pelepasan Beban 2
4. Simulasi Pelepasan Beban 3

3.2. Simulasi Pelepasan Beban
1. pada PLTU Labuhan Angin 2



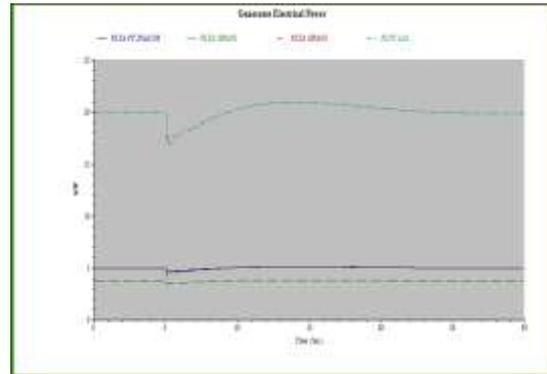
Gambar 3.7. Daya aktif PLTU LA2



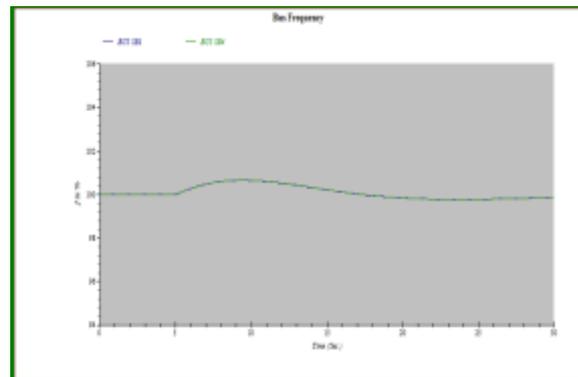
Gambar 3.8. Frekuensi penyulang GI Sibolga

Stabilitas generator ada perubahan yakni pada detik ke-5 generator kehilangan daya hingga 6MW dikarenakan adanya CB307 yang bekerja yaitu pada penyulang Gunung2 GI gunung tua, dan sistem pulih kembali pada detik ke-15. Untuk terminal arus juga terjadi perubahan dengan menurunnya besarnya akibat bekerjanya CB307 yaitu pada detik ke-5 antara 376-360A, adanya penurunan hingga 16A, karena penyulang gunung2 mengalami gangguan, dan bekerja pada frekuensi 49,97HZ, kemudian pemulihan sistem pada detik ke-10. Untuk Bus frekuensi GI Sibolga dan bus frekuensi Tarutung cenderung tidak mengalami perubahan yang signifikan dikarenakan gangguan hanya terjadi pada penyulang di GI lainnya, hanya ada perubahan pada detik ke-5 karena CB307 bekerja dengan kenaikan frekuensi dari 50HZ – 51,1HZ dan frekuensi pulih kembali pada detik ke-10.

2. Simulasi Pelepasan Beban 1



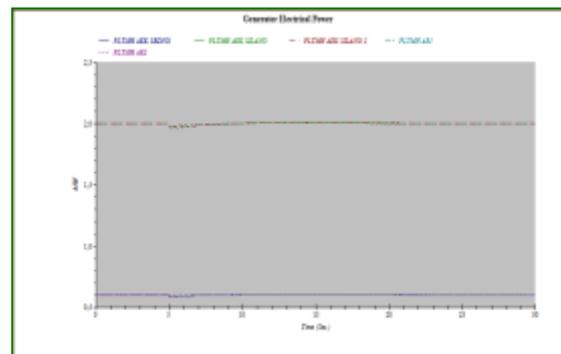
Gambar 3.9. Daya aktif generator PLTA inalum, sipan1, sipan2 dan PLTU LA1



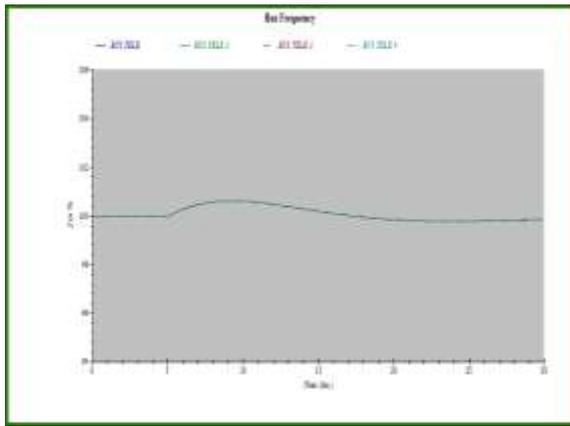
Gambar 3.10. Frekuensi bus SB1 dan SB4

Pada simulasi 1 besar daya supplay dari pembangkit dengan kategori 75% dari daya kirim normal, seperti pada PLTU LA2 yang normalnya beroperasi dengan daya 80MW menjadi 20MW dan begitu juga dengan pembangkit lainnya. Untuk pelepasan beban (1) yaitu pada GI Sibolga dengan penyulang SB1-S2 (5345KVA), SB4-3 (8760KVA) dan SB4-4 (8700KVA).

5. Simulasi Pelepasan Beban 2



Gambar 3.11. Daya aktif pada gen PLTMH AR,AB,AS

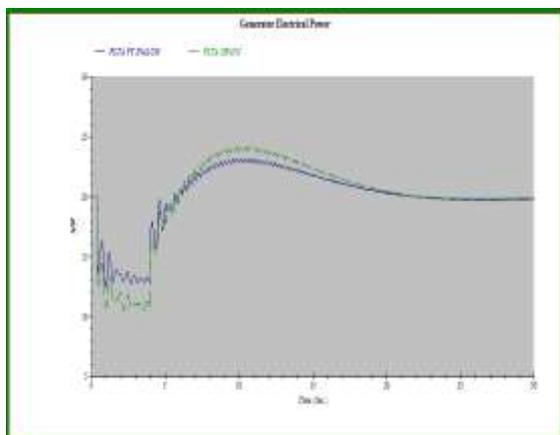


Gambar 3.12. Frekuensi bus TELE1,2,3,4

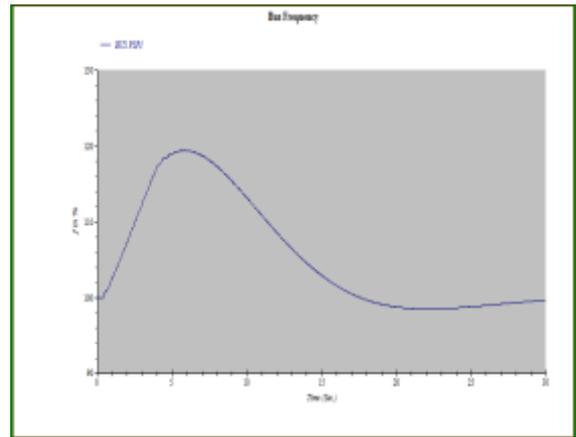
Simulasi (3)-pelepasan (2) yaitu dengan skenario pelepasan pembangkit dan pelepasan beban pada sistem Tragi Sibolga. Pada simulasi pelepasan pembangkit (3) yaitu lepasnya PLTA sipan1 dan sipan2, PLTA Inalum, PLTMH hutaraja, PLTA parilitan, PLTHM perluasan dan PLTHM batang gadis. Sedangkan skenario pelepasan beban (2) yaitu pada penyulang tele TELE3-1 (1100KVA).

Jadi pada hasil plot terlihat adanya perubahan pada detik ke-5, ke-9 dan detik ke-21, hal ini diakibatkan adanya beberapa CB dan relay yang bekerja dan terjadinya kuantitas penurunan suplay beban terhadap penyulang atau seksi masing-masing. Pulih kembali pada detik ke-25, Perubahan yang terjadi mulai pada detik ke-5 hingga detik ke-20 untuk frekuensi bus dan rasio frekuensinya antara 50-50,5Hz

6. Simulasi 5- Pelepasan Beban 3



Gambar 3.13. Daya aktif PLTA Inalum, PLTA Sipan2



Gambar 3.14. Frekuensi bus psp1

Pada simulasi(5) dan pelepasan beban (3) yaitu skenario pelepasan pembangkit dan pelepasan beban dari sistem interkoneksi. Pada simulasi(5) yaitu pelepasan pembangkit PLTA sipan1, PLTMH aek sibundong, PLTMH aek raisan. Untuk pelepasan beban yaitu pelepasan beban pada penyulang PSP1-2 (8085KVA). Pada simulasi ini hanya satu penyulang aja dilepas untuk tujuan normalisasi tegangan standar pada penyulang GI PSP.

hasil plot pada PLTA inalum dan PLTA sipan adanya tidak stabilnya mulai pada detik ke 0,5 hingga detik ke-4 yaitu penurunan pada PLTA inalum dan PLTA sipan adanya tidak stabilnya mulai pada detik ke 0,5 hingga detik ke-4 yaitu penurunan. Perubahan stabilitas pada bus PSP1 yaitu perubahan frekuensi dan perubahan tegangan yang terlihat pada plot, pada frekuensi terjadi kenaikan tegangan hingga menjadi 59,5Hz. Sistem kembali ke frekuensi normal setelah gangguan pulih pada detik ke-22.

3.3. Perhitungan Biaya Pelepasan Beban pada skenario Simulasi Program

Perhitungan ENS atau nilai atau besarnya beban dan yang tidak dilayani ataupun beban yang dilepas dikarenakan adanya gangguan pada sistem, yakni dengan rumus :

$$ENS = I \times V \times \cos \varphi \times Kw_{beban} \times$$

Disederhanakan menjadi ,

$$ENS = beban \times ENS (Kw) \times TTL$$

$$ENS(SB1-S2) = beban \times TTL(Rp)$$

$$ENS = 4543 \times Rp. 1.145,00$$

$$= \text{Rp. 5.201.753,00}$$

Pada sistem terjadi gangguan hingga pemulihan hingga detik ke 20, maka, $60/20 \times \text{Rp.}5.201.753 = \text{Rp.}15.605.259,00$ (lima belas juta enam ratus lima ribu dua ratus lima puluh sembilan rupiah)

Dengan perhitungan yang sama, maka besar nilai ENS pada saat dilakukan pelepasan beban adalah :

Tabel 3.1 Biaya ENS

NO	PENYULANG	ENS(Rp)/JAM
1	SB1-S2	15.605.259
2	SB4-3	27.455.433
3	SB4-4	29.994.120
4	TELE3-1	3.211.725
5	PSP1-2	21.865.600
6	PSP8-1	11.940.060
7	PSP8-2	9.118.363
8	PSP8-4	13.121.700
9	TAR5-1	20.685.600
10	TAR5-5	14.598.750
11	TAR4-S1	14.942.250
12	TAR4-S4	19.012.725
13	TAR4-S6	13.942.829
14	TAR3-S2	8.037.900
15	MARTABE-S2	6.870.000
16	MARTABE2-S2	8.944.740
17	GUNUNG1-S3	9.446.250
18	GUNUNG2-S3	11.294.905
	TOTAL	249.680.943

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa beban dengan evaluasi cost terbesar adalah pada penyulang SB4-3 dengan Rp. 29.994.120 untuk beban penyulang dengan evaluasi beban cost terkecil adalah penyulang pada TELE3-1 dengan Rp. 3.211.725. untuk total ENS Tragi Sibolga dalam satu jam adalah Rp. **249.680.943** dengan syarat dalam satu hari hanya terjadi satu kali gangguan, dan untuk nilai rata –rata ENS cost adalah Rp. **13.871.163**.

4. Kesimpulan

Skenario pelepasan beban dan pelepasan pembangkit yang telah dilakukan menunjukkan adanya perubahan keadaan pada sistem Tragi Sibolga. Dari hasil analisa stabilitas transient dengan simulasi yang telah dibuat terlihat terjadi gangguan pada detik ke 4, dengan gangguan pada busbar berupa gangguan 3 phasa, gangguan pada CB dan gangguan pada pembangkit. Pada pelepasan PLTU LA2 yang merupakan pembangkit terbesar, terjadi droop pada pembangkit lainnya, diakibatkan beban yang besar tidak seimbang dengan pembangkit yang beroperasi hal ini mengharuskan melakukan pelepasan beban yang lebih banyak untuk normalisasi frekuensi dan tegangan pada sistem. Pada simulasi sistem kembali pulih pada rentang detik ke-20 hingga ke detik ke-25.

Perubahan frekuensi akibat adanya gangguan pada sisi penyulang dan busbar yakni sekitar 50Hz – 52,2Hz

Pada Studi ini diharapkan dikembangkan dengan analisa kestabilan transien karena pengaruh penempatan kapasitor pada jarak radial terdistribusi penyulang gardu induk dengan tujuan pengoptimalan tegangan dan frekuensi dan analisa harmonisa pada sistem Tragi Sibolga dan evaluasi koordinasi relay OCR,UFR dan GFR untuk stabilitas dan keandalan sistem Tragi Sibolga..

Referensi

- [1]. Hidayat, Fani Irfan. (2004). Simulasi Pelepasan Beban Pada Sistem Tenaga Listrik. Depok: Departemen Elektro Fakultas Teknik UI.
- [2]. IEEE Guide for Abnormal Frequency Protection for Power Generating Plants.(2003). New York: IEEE The Institute of Electrical and Electrical Engineers Inc.
- [3]. Lokay, H.E., and and V. Burtnyk. (1968). Application of Underfrequency Relays for Automatic Load Shedding.
- [4]. Yuli, Asiffudin. (1998). Studi Aplikasi Pelepasan Beban Pada Penurunan Frekuensi Sistem Tenaga Listrik. Depok: Jurusan Elektro Fakultas Teknik UI.
- [5]. Karim, Khairuddin., Adi Soeprijanto, Mauridhi Hery Purnomo. (2008). Pelepasan Beban Otomatis Menggunakan ANN-CBP-FLC Pada Sistem Tenaga Listrik Industri Besar. Yogyakarta: Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Informasi.
- [6]. Survey of Underfrequency Relay Tripping of Under Emergency Conditions. (1968).New York: IEEE Committee Report.
- [7]. Saadat, Hadi. “Power System Analysis”. McGraw Hill. 1999.
- [8]. Stevenson, William D. 1983. “Analisis Sistem Tenaga Listrik”. Erlangga. 1996.
- [9]. Istiandy Frandy,(2012).”Analisa stabilitas transien dan koordinasi proteksi pada PT.line indonesia Gresik akibat penambahan beban kompresor 3x400W”, Departemen Elektro Fakultas Teknik ITS
- [10]. Saadat,Hadi,(2004), “Power System Analysis (Second Edition)”, McGraw-Hill Education (Asia), Singapore
- [11]. UPT/UPB PLN (persero), (2010),”Data-prt-Trans-Upt-2010”,Sumbagut
- [12]. P3B SUMATERA UPT P. SIANTAR,(2010), “data SUTT UPT,PSTR 2011
- [18]. PT PLN (PERSERO) P3B SUMATERA UPT PEMATANG SIANTAR, (2011), “data teknis Trafo 2011, Sumbagut