



Analisis Kestabilan Transien di PT. Petrokimia Gresik Akibat Integrasi Pabrik I, II, III, Unit Batu Bara dan PLN Menggunakan Sistem Distribusi Ring

Nama : Muhammad Wimas Adhyatma

NRP : 2213105066

Dosen Pembimbing :

1. Dr. Ir. Margo Pujiantara, MT.
2. Dr. Eng. Ardyono Priyadi, ST., M.Eng.

**Ujian Tugas Akhir
Teknik Sistem Tenaga – Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri - ITS**

Kestabilan Transien

Kestabilan transien merupakan kemampuan sistem tenaga listrik untuk mempertahankan sinkronisasi antara daya *input* mekanis (P_m) dengan daya *output* elektrik (P_e) yang dihasilkan oleh generator menuju beban listrik.



Latar Belakang

Pada PT. Petrokimia Gresik, stabilitas transien belum dianalisis secara mendalam sehingga perlu dilakukan studi stabilitas transien untuk mengetahui kestabilan sistem saat mengalami gangguan transien pada sistem distribusi ring.



Permasalahan

- Analisis kestabilan sistem melalui respon frekuensi, tegangan, dan sudut rotor akibat adanya gangguan besar seperti lepasnya pembangkit, *starting motor*, dan hubung singkat secara tiba-tiba dengan menggunakan standar ANSI/IEEE.
- Menentukan skema pelepasan beban yang handal berdasarkan kondisi sistem kelistrikan PT. Petrokimia Gresik dari beberapa studi kasus seperti generator lepas, *starting motor*, dan hubung singkat.

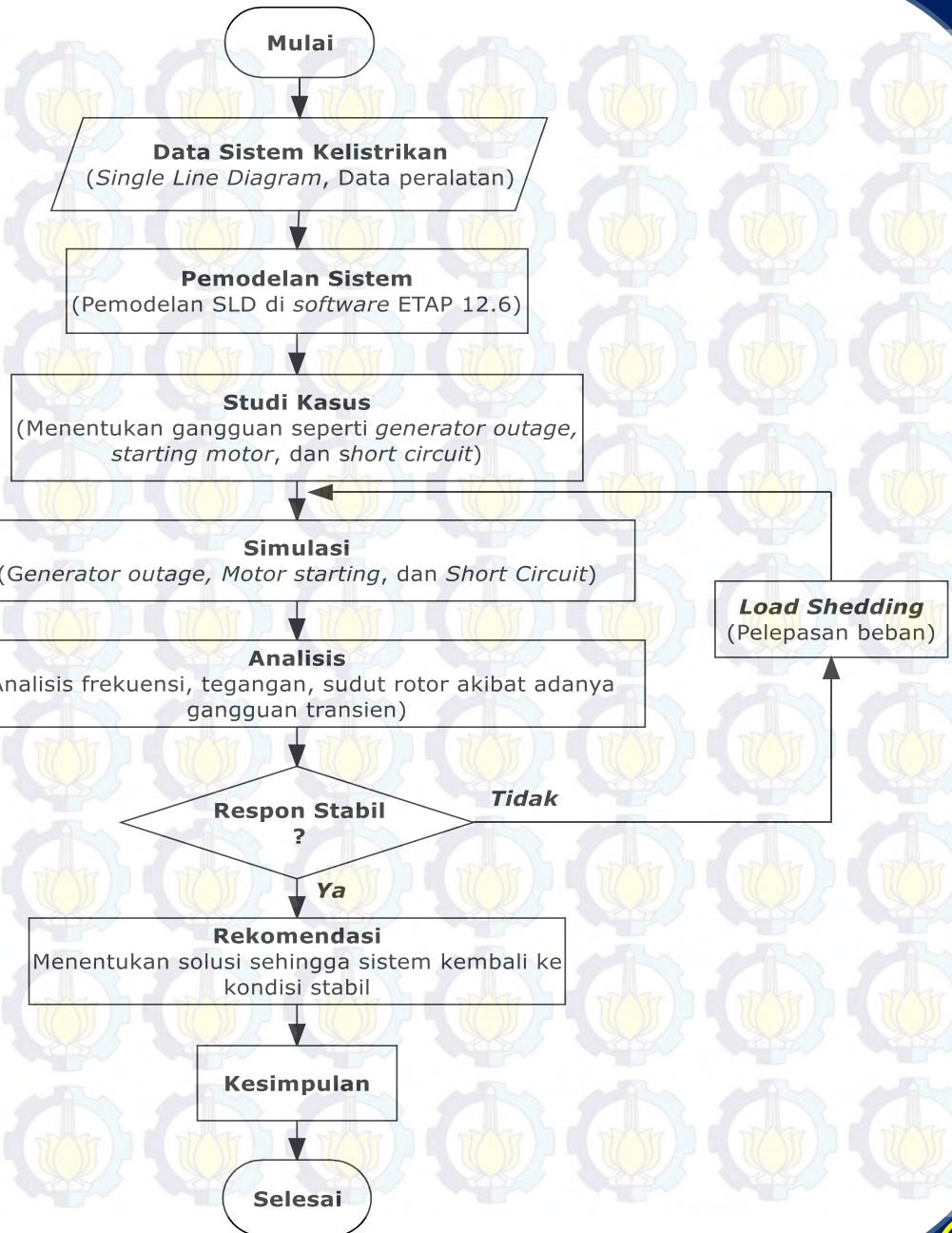


Tujuan

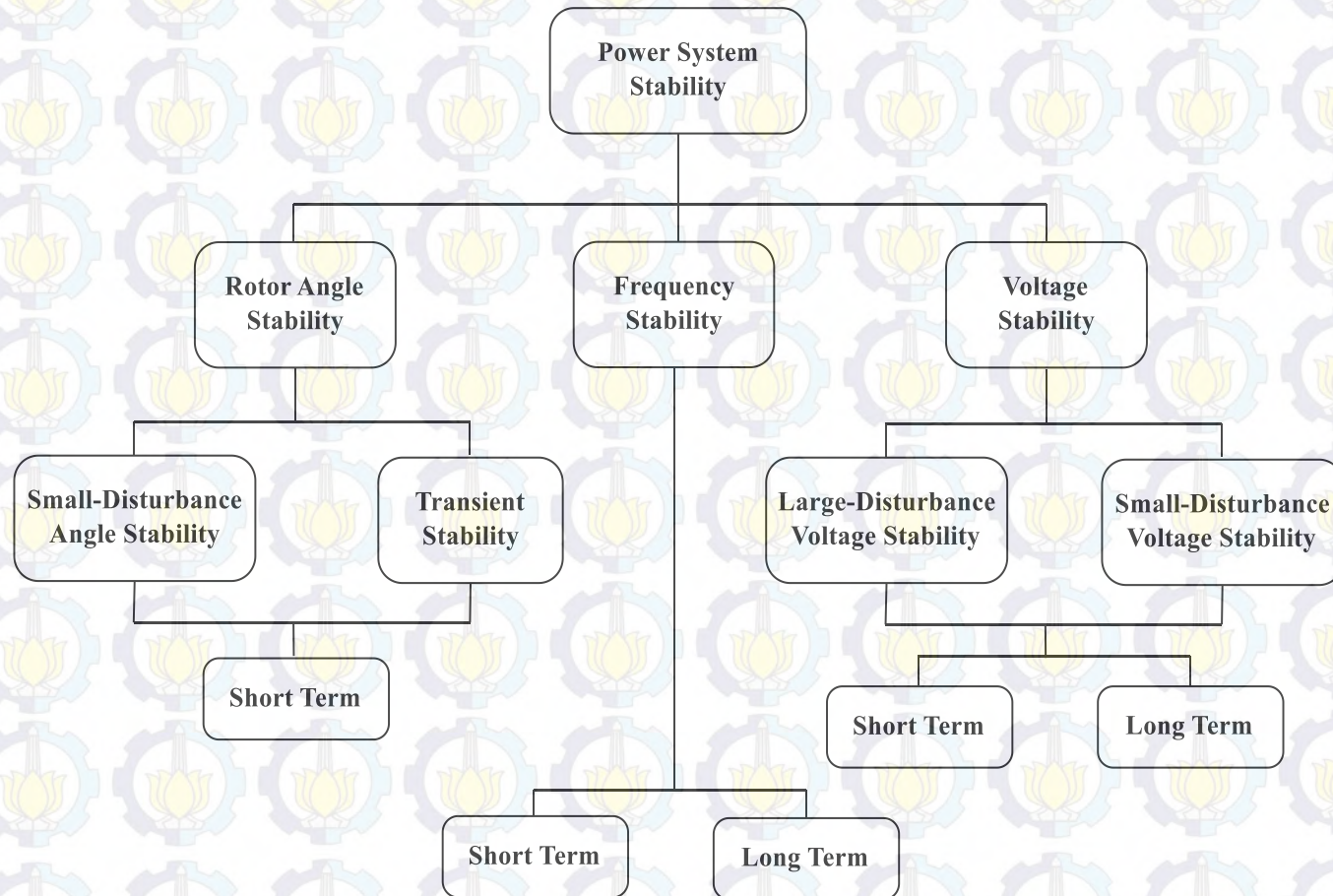
- 1) Mengetahui pengaruh respon frekuensi, tegangan, dan sudut rotor sistem akibat adanya *trip* pada pembangkit, *starting motor*, dan hubung singkat pada sistem kelistrikan PT. Petrokimia Gresik
- 2) Melaksanakan studi kestabilan di PT. Petrokimia Gresik untuk mendapatkan rekomendasi yang sesuai sehingga gangguan-gangguan yang terjadi dapat diamankan dengan baik.
- 3) Merancang skema pelepasan beban yang handal sehingga sistem dapat segera kembali ke kondisi stabil.
- 4) Dapat menentukan langkah-langkah/solusi yang harus dilakukan akibat adanya gangguan pada sistem.



Metodologi

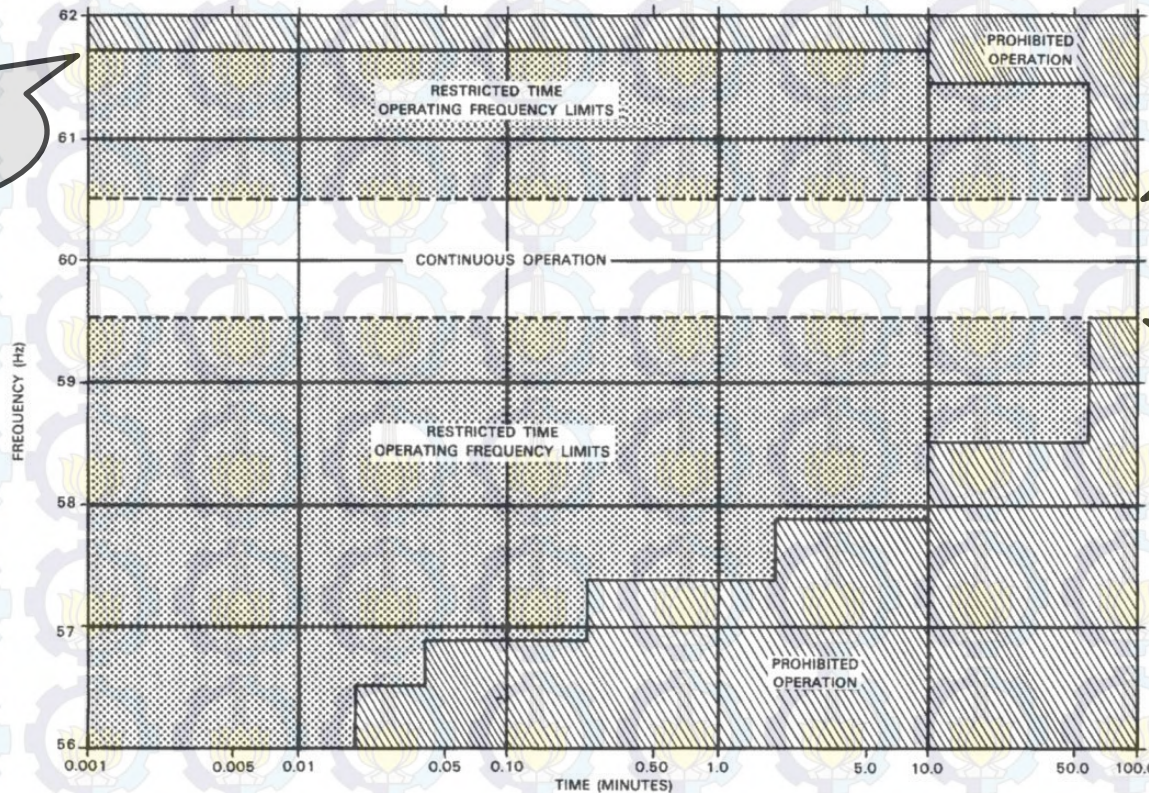


Kestabilan Sistem Tenaga Listrik



Referensi : Klasifikasi Kestabilan Sistem Tenaga
(IEEE Transactions on Power System vol. 19, no. 2, may 2004)

Standar Frekuensi Turbin Uap



Referensi : Standar Frekuensi *Steam Turbin Generator*
(IEEE StdC37.106-2003)

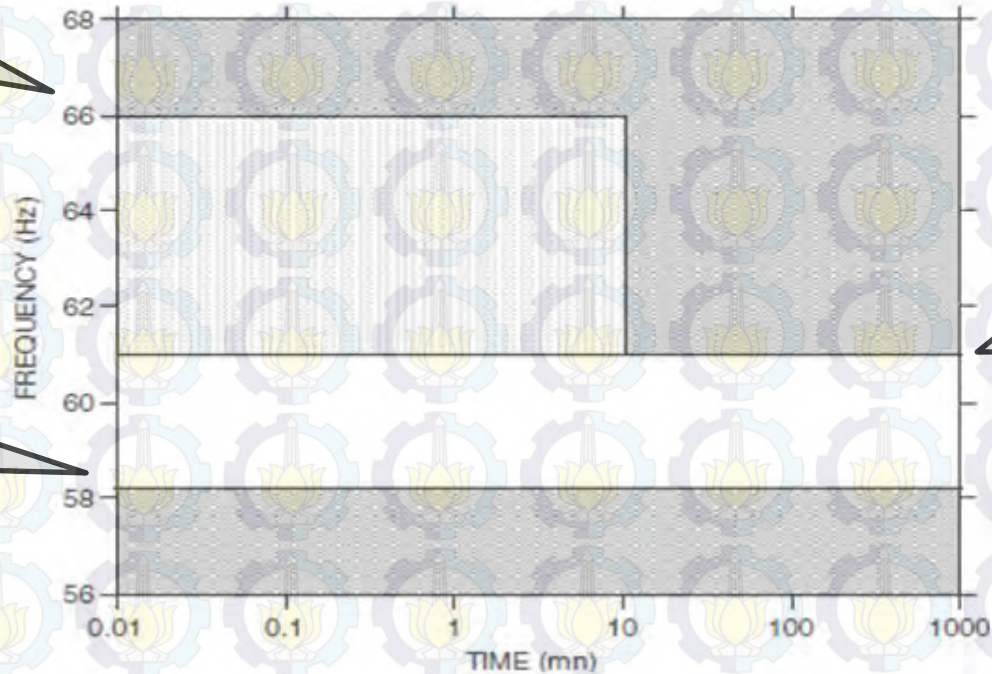
Standar Frekuensi Gas Turbin

Continuous Operation
Restricted Time Operation
Prohibited Operation

66 Hz
(110%)

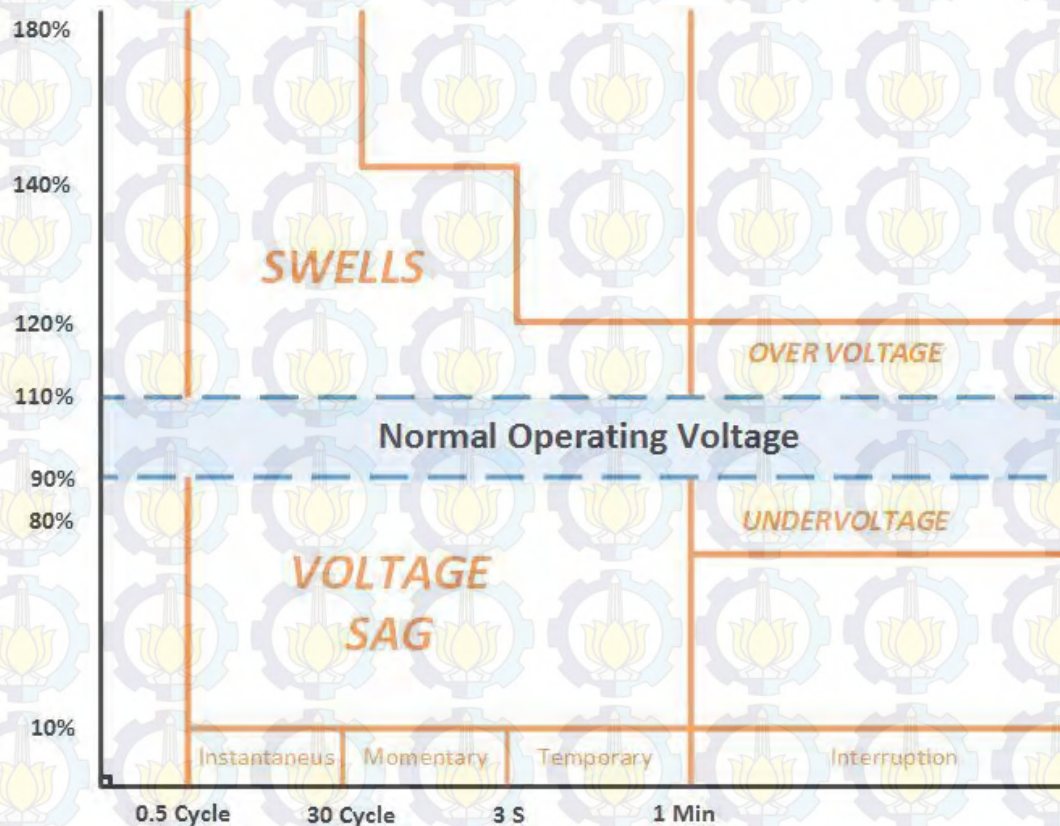
58,2 Hz
(97%)

61 Hz
(101,67%)



Referensi : Standar Frekuensi Gas Turbin Generator
(IEEE StdC37.106-2003)

Standar Tegangan



Referensi : Definisi Voltage Magnitude Event
(IEEE 1195-1995)

Pelepasan Beban / Load Shedding

□ Pelepasan beban 3 langkah

Step	Frequency Trip Point		Percent	Percent of Load Shedding (%)	Fixed Time Delay (Cycles) on Relay
	60 Hz	50 Hz			
1	59,3	49,42	98,84%	10	6
2	58,9	49,08	98,16%	15	6
3	58,5	48,75	97,5%	As required to arrest decline before 58,2 Hz (97 %)	

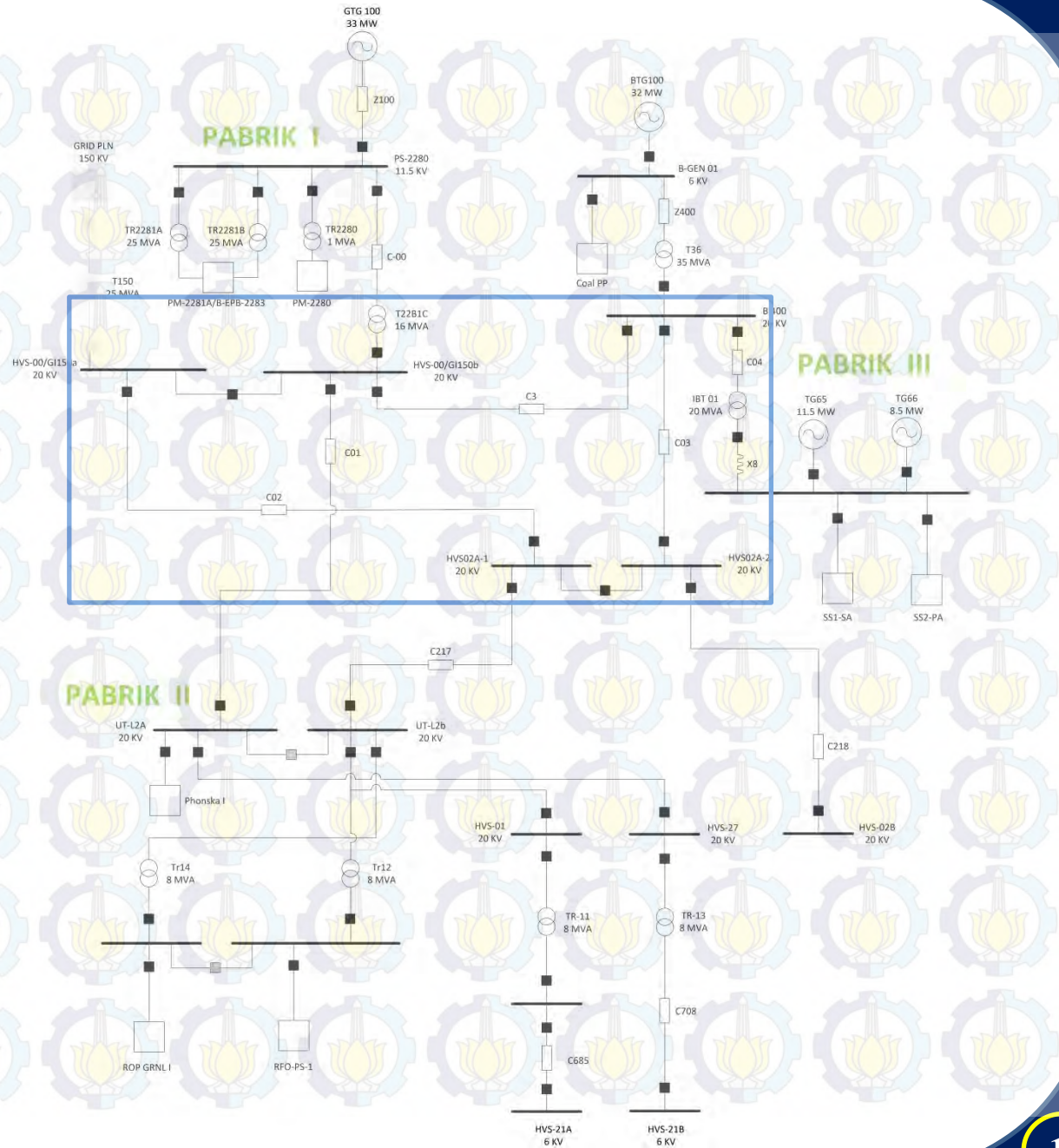
□ Pelepasan beban 6 langkah

Step	Frequency Trip Point		Percent	Percent of Load Shedding (%)	Fixed Time Delay (Cycles) on Relay
	60 Hz	50 Hz			
1	59,5	49,58	99,16%	10	6
2	59,2	49,33	98,66%	10	6
3	58,8	49	98%	5	6
4	58,8	49	98%	5	14
5	58,4	48,67	97,34%	5	14
6	58,4	48,67	97,34%	5	21

Referensi : Load Shedding (ANSI/IEEE C37.106-1987)

Sistem Kelistrikan

PT. Petrokimia Gresik



Studi Kasus

Kasus yang akan dibahas pada analisis kestabilan transien antara lain :

- 1) **Generator Outage** : Terjadi kasus lepasnya 1 hingga 2 generator dari sistem kelistrikan ketika sistem sedang beroperasi.
- 2) **Starting Motor** : Terjadi *start* motor dengan daya sebesar 4000 kW ketika sistem sedang beroperasi.
- 3) **Short Circuit** : Terjadi gangguan hubung singkat 3 fasa pada salah satu bus ketika sistem sedang beroperasi.

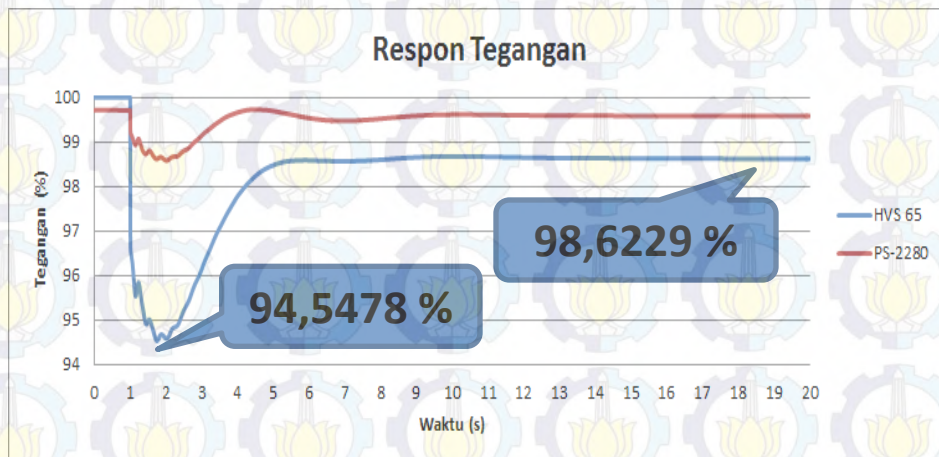
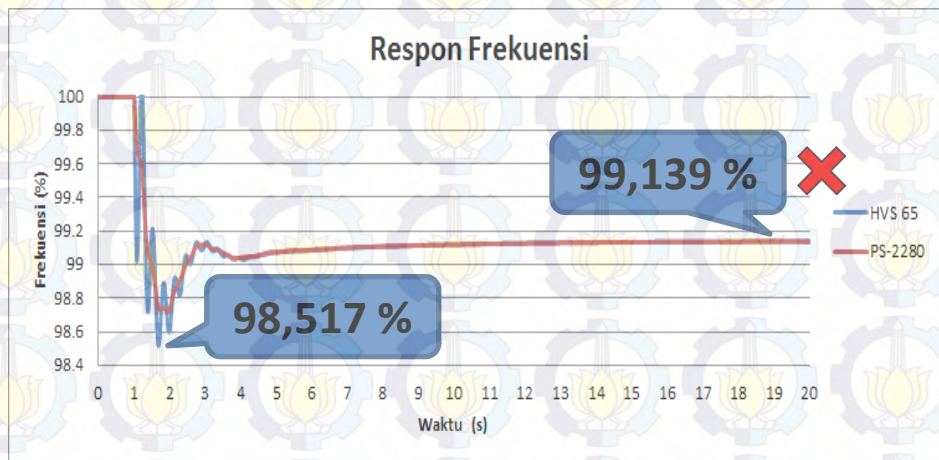


Studi Kasus Analisis Transien di PT. Petrokimia Gresik

No.	Studi Kasus	Keterangan
1.	1Gen.OFF	Generator TG65 lepas dari sistem.
2.	1Gen.OFF + Load shedding (LS1)	Generator TG65 lepas dari sistem kemudian dilanjutkan dengan pelepasan beban 1.
3.	2Gen.OFF	Generator TG65 & TG66 lepas dari sistem.
4.	2Gen.OFF + Load shedding 1 (LS1)	Generator TG65 & TG66 lepas dari sistem kemudian dilanjutkan dengan pelepasan beban (1 langkah).
5.	2Gen.OFF + Load shedding 2 (LS2)	Generator TG65 & TG66 lepas dari sistem kemudian dilanjutkan dengan pelepasan beban (2 langkah).
6.	1 Motor Start (MS1)	Motor ID MC-1301 (4000 kW) pada bus SS#1-SA start saat 1 detik setelah sistem berjalan.
7.	Hubung Singkat 1 / Short Circuit 1 (SC1)	Gangguan hubung singkat 1 pada bus HVS 65 (6 kV) kemudian dilanjutkan dengan CB CB 01-HVS-02 2 open 0,3 detik setelah terjadi gangguan.
8.	Hubung Singkat 2 / Short Circuit 2 (SC2)	Gangguan hubung singkat 2 pada bus HVS-27 (20 kV) kemudian dilanjutkan dengan CB 02CB33 open 0,3 detik setelah terjadi gangguan.



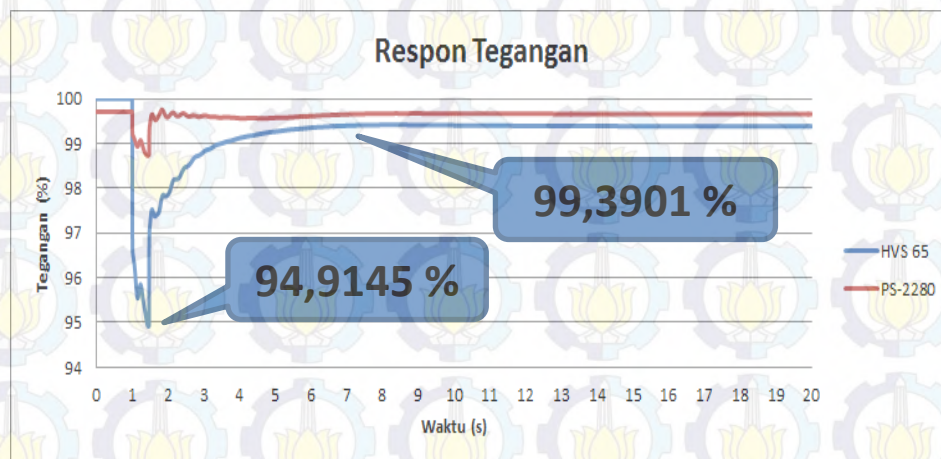
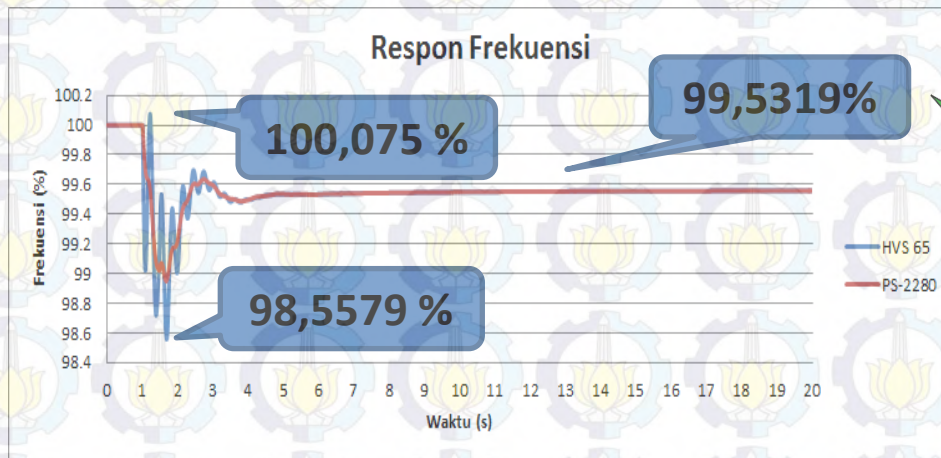
1GEN.OFF (Generator TG65 OFF)



Analisis:

- Penurunan frekuensi terendah terjadi pada 98,517 % dan batas operasi normal frekuensi harus berada di $99,16 \% < f < 100,83 \%$ berdasarkan standar frekuensi IEEE StdC37.106-2003.
- Tegangan beroperasi pada batas aman
- Load shedding sebesar 10% dari beban total harus dilakukan pada 98,812 %.

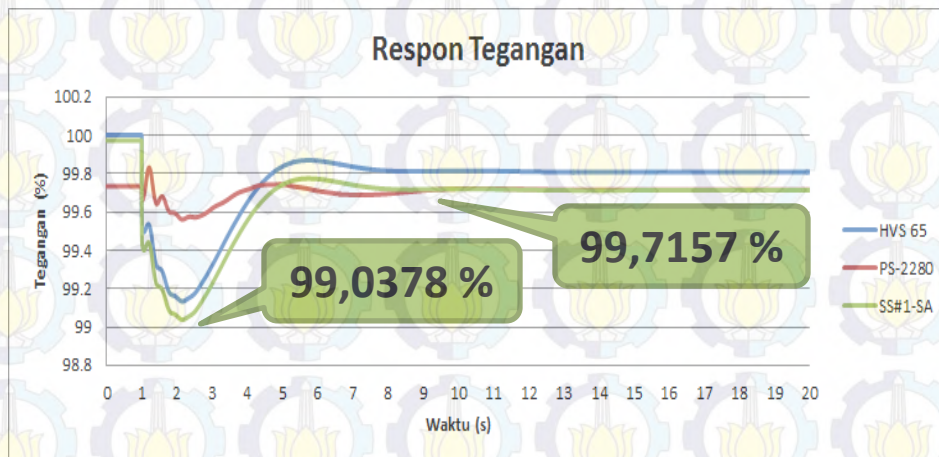
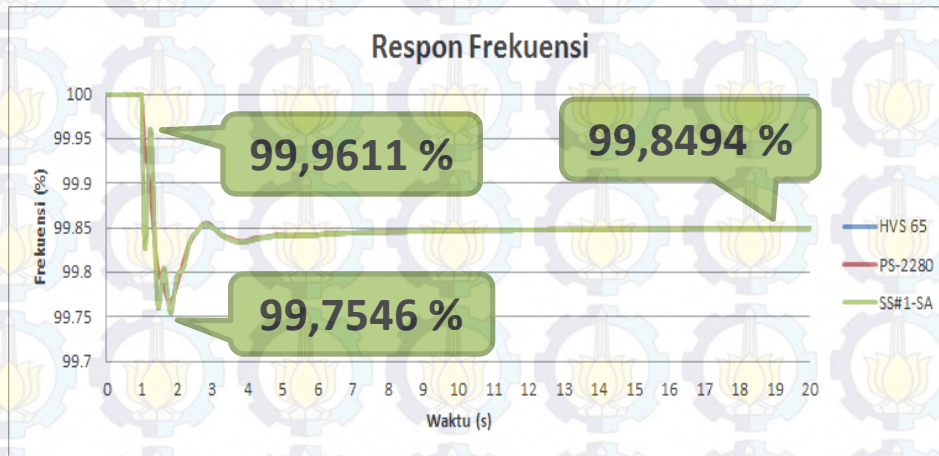
1GEN.OFF (Generator TG65 OFF) + Load Shedding (LS1)



Analisis:

- Setelah dilakukan load shedding sebesar 10% (5,5 MW), Penurunan frekuensi terendah = 98,5579 % dan operasi normal frekuensi di 99,5319 %.
- Respon tegangan pada operasi normal semakin baik karena respon naik dari 98,6229 % menjadi 99,3901 %.

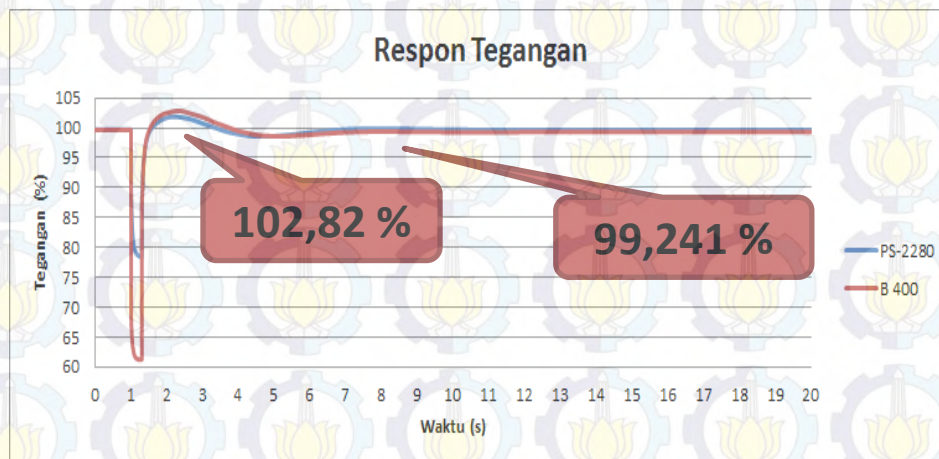
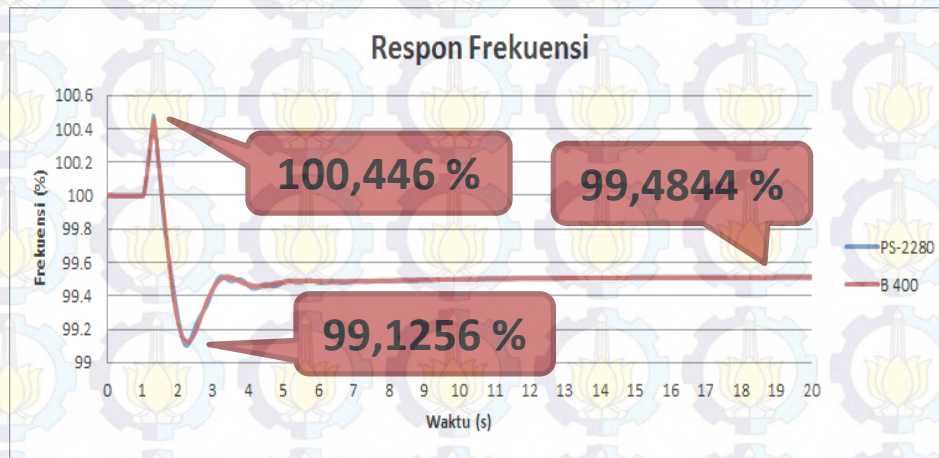
MS1 : Starting motor MC-1301 (4000 kW)



Analisis:

- Starting motor MC-1301 menyebabkan penurunan frekuensi terendah = 99,7546 %. Operasi normal frekuensi berada di 99,8494 %.
- Respon tegangan terendah terjadi pada 99,0378 %. Operasi tegangan berada pada daerah normal di 99,7157 %.

SC1 : Hubung singkat di bus HVS 65



Analisis:

- Hubung singkat pada bus HVS 65 menyebabkan naiknya frekuensi sehingga dilakukan pembukaan CB TG9 (0,3 s) untuk menstabilkan sistem yang mengakibatkan penurunan frekuensi terendah = 99,1256 %.
- Pembukaan CB mengakibatkan tegangan naik tertinggi terjadi pada 102,82 %.

Rekapitulasi Data

Studi Kasus	Load Shedding	Waktu (s)	Beban (%)	MW
Gen1.OFF	1	1,471 s	10 %	5,5 MW
Gen2.OFF	1	1,401 s	10%	5,5 MW
	2	1,692 s	15%	8,2 MW
Total			25%	13,7 MW

Studi Kasus	Bus ID	f min. (%)	Waktu (s)	V min. (%)	Waktu (s)	Kondisi	
						f	V
MS1	SS#1-SA	99,7546	1,821	99,0378	2,151	√	√

Studi Kasus	Bus ID	f max. (%)	Waktu (s)	V max. (%)	Waktu (s)	Kondisi	
						f	V
SC1	B 400	100,446	1,301	102,82	2,321	√	√
SC2	UT-L2A	101,453	1,661	109,432	2,871	√	√

Studi Kasus	Bus ID	f min. (%)	Waktu (s)	V min. (%)	Waktu (s)	Kondisi	
						f	V
1Gen.OFF	HVS 65	98,517	1,681	94,5478	1,751	x	√
1Gen.OFF + LS1	HVS 65	98,5579	1,682	94,9145	1,451	√	√
2Gen.OFF	HVS 65	97,7826	1,811	77,2039	1,141	x	x
2Gen.OFF + LS1	HVS 65	98,8191	1,281	77,2437	1,121	x	x
2Gen.OFF + LS2	HVS 65	98,1557	1,572	86,2679	1,592	√	√



Kesimpulan

❖ Kesimpulan :

- 1) Gangguan lepasnya generator pada kasus 1Gen.OFF sebelum dilakukannya *load shedding* dari sistem, mengakibatkan kondisi kestabilan sistem berpotensi membahayakan kelistrikan PT. Petrokimia Gresik. Kasus tersebut menyebabkan penurunan frekuensi terendah pada bus HVS 65 sebesar 98,517% di 1,681 detik.
- 2) Pelepasan beban/*load shedding* pada kasus 1Gen.OFF sebesar 5,5 MW harus dilakukan untuk mempertahankan kestabilan sistem kembali pada keadaan yang diizinkan berdasarkan pada standar frekuensi ANSI/IEEE Std C37.106-2003.
- 3) *Starting motor* dengan daya sebesar 4000 kW (MC-1301) di PT. Petrokimia Gresik secara langsung ketika 4 generator beroperasi masih diizinkan. *Starting motor* MC-1301 menyebabkan penurunan respon frekuensi terendah sebesar 99,7546% di 1,821 detik dan penurunan respon tegangan terendah sebesar 99,0378% di 2,151 detik.
- 4) Gangguan hubung singkat/*short circuit* dapat mengakibatkan respon frekuensi dan tegangan sistem kelistrikan PT. Petrokimia Gresik menjadi tidak stabil. Namun, sistem pengamanan bekerja dengan baik pada 0,3 detik setelah gangguan pada bus HVS 65 (6 kV) sehingga respon frekuensi di bus B 400 menjadi stabil hingga mencapai keadaan *steady state* sebesar 99,4844% di 6,361 detik dan respon tegangan berada dalam kondisi yang sama pada 99,241% di 7,031 detik.



Terima Kasih