

**PERANCANGAN SKEMA PELEPASAN BEBAN DAN ANALISIS
STABILITAS TRANSIEN DI PERUSAHAAN MINYAK DAN GAS
BALIKPAPAN**

TUGAS AKHIR

Diajukan Sebagai Syarat Untuk Mencapai Derajat Strata-1 Pada

Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Disusun Oleh:

HADYAN ALLAM MAFAZI

20130120182

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

2017

HALAMAN PERNYATAAN

Nama : Hadyan Allam Mafazi

NIM : 20130120182

Jurusan : Teknik Elektro

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, semua yang tertulis dan dikutip di Tugas Akhir ini disebutkan dalam daftar pustaka

Yogyakarta, 14 April 2017

Yang menyatakan,



Hadyan Allam Mafazi

PRAKATA



Assalamualaikum wr wb

Alhamdulillah, dengan mengucap puji syukur kepada Allah Yang Maha Besar dan Maha Penyayang, yang telah memberikat Rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini. Dalam penulisan Tugas Akhir ini, penulis mendapat banyak sekali bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, izinkan penulisan menyampaikan ucapan syukur dan terima kasih penulis kepada :

1. Allah SWT Yang Maha Pemurah, Yang Maha Tinggi serta Yang Maha Kuasa atas segala sesuatu yang terjadi dimuka bumi ini sehingga berkat izin-Nya segala urusan Tugas Akhir ini diberi kemudahan oleh-Nya.
2. Kedua orang tua saya, Subali dan Puji Pristiati, yang telah memberikan segalanya kepada saya, yang tidak berhenti-berhentinya mendoakan kesuksesan dan kelancaran kehidupan di akhirat. Semoga Allah membalas segala kebaikan beliau dengan surga dan selalu diberi perlindungan oleh-Nya.

3. Rahmat Adiprasetya Al Hasibi, S.T., M.Eng. dan Anna Nur Nazilah Chamim, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing yang telah rela meluangkan banyak waktu dalam penulisan Tugas Akhir ini.
4. Rama Okta Wiyagi, S.T., M.Eng. selaku dosen penguji pada saat pelaksanaan sidang Tugas Akhir ini.
5. Arif Himawan, Alaroffi (Bocil), Candra Dwi Sukardi, Hanif Iqbal Saputro, Tio Hardiyanto, Tri Novita Sari, Siva Aprillia, Sri Indah Lestari dan Zidni sebagai sahabat dan teman seperjuangan saya semasa di BPH KMTE 2015/2016.
6. Tiara Cahya Atikasari vitamin yang selalu mengingatkan hal baik dan selalu memberi saya semangat.
7. Seluruh Pengurus KMTE periode 2015/2016 yang telah berjuang dalam 1 tahun bersama dalam membuat saya menjadi pribadi yang lebih baik.
8. Seluruh pihak yang terlibat dalam klub EPS (*Electrical Power Studies*) yang mengisi waktu kosong saya dengan hal yang bermanfaat.
9. Seluruh mahasiswa dan mahasiswi elektro kelas D yang telah menemani perjuangan perkuliahan saya dari awal hingga akhir.
10. Seluruh mahasiswa teknik elektro UMY yang telah banyak membantu dalam perkuliahan saya.

Penulis menyadari akan adanya kekurangan dalam penulisan Tugas Akhir ini yang jauh dari sempurna, mengingat kemampuan saya sebagai manusia yang terbatas. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dalam penelitian selanjutnya. Hanya ucapan terima kasih yang dapat penulis berikan.

Akhir kata, penulis mengharapkan semoga Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak terutama bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Wassalamualaikum wr wb

Yogyakarta, 14 April 2017

Yang Menyatakan,

Hadyan Allam Mafazi

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i	
HALAMAN PENGESAHAN	ii	
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii	
HALAMAN PERNYATAAN	iv	
PRAKATA.....	v	
DAFTAR ISI	viii	
DAFTAR TABEL.....	xi	
DAFTAR GAMBAR	xii	
INTISARI	xvi	
BAB 1 PENDAHULUAN		
1.1 Latar Belakang	1	
1.2 Rumusan Masalah.....	3	
1.3 Batasan Masalah.....	3	
1.4 Tujuan Penelitian.....	3	
1.5 Manfaat Penelitian	4	
1.6 Sistematika Penulisan	4	
BAB II TINJAUAN PUSTAKA		6
2.1 Tinjauan Pustaka	6	
2.2 Dasar Teori.....	7	
2.2.1 Stabilitas Sistem Tenaga Listrik	7	
2.2.1.1 Stabilitas Sudut Rotor	9	

2.2.1.2 Stabilitas Tegangan	10
2.2.1.3 Stabilitas Frekuensi	11
2.2.2 Stabilitas Transien	11
2.2.2.1 Konstanta Inersia	13
2.2.3 Gangguan Beban Lebih (<i>Overload</i>)	13
2.2.3.1 Akibat Beban Lebih pada Sistem Tenaga Listrik	14
2.2.3.2 Penanggulangan Untuk Gangguan Beban Lebih	15
2.2.4 Pelepasan Beban	17
2.2.4.1 Perancangan Skema Pelepasan Beban	19
2.2.4.2 Pelepasan Beban Secara Manual	20
2.2.4.3 Pelepasan Beban Secara Otomatis	20
2.2.5 Penurunan Frekuensi Akibat Beban Lebih	21
2.2.5.1 Laju Penurunan Frekuensi	21
2.2.5.2 Frekuensi Pelepasan Beban	22
2.2.5.3 Laju Pemulihan Frekuensi	24
2.2.6 Standar pada Stabilitas Transien	25
2.2.6.1 Standar Frekuensi Kerja Generator	25
2.2.6.2 Tegangan Rendah	27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	29
3.1 Metode Penelitian	29
3.2 Langkah-Langkah Penyusunan Tugas Akhir	30
3.3 Simulasi dengan ETAP 12.6	34
3.3.1 Diagram Alur Simulasi Stabilitas Transien	34
3.3.2 Diagram Alur Perancangan Skema Pelepasan Beban	36
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN	38
4.1 Sistem Tenaga Perusahaan Minyak dan Gas Balikpapan	38
4.1.1 Sistem Pembangkitan Listrik <i>LEX Plant</i>	38
4.1.2 Sitem Pembangkitan Listrik <i>Process Plant</i>	39
4.1.3 Beban-Beban Perusahaan Minyak dan Gas Balikpapan	39

4.2 Pelepasan Beban	46
4.2.1 Kombinasi-Kombinasi Pelepasan Generator	46
4.2.2 Laju Penurunan Frekuensi	47
4.2.3 Frekuensi Pelepasan Beban	53
4.2.4 Prioritas Beban Berdasarkan Kepentingan Produksi	59
4.2.5 Laju Pemulihan dan Besar Beban yang Dilepas	63
4.2.6 Beban yang Dipilih untuk Dilepas	65
4.3 Pengaturan <i>Under Frequency Relay</i> pada Perangkat Lunak ETAP	67
4.4 Simulasi dan Analisis Hasil.....	68
4.4.1 Generator G801A Lepas	69
4.4.2 Generator G1B Lepas	72
4.4.3 Generator G801A dan G801B Lepas	76
4.4.4 Generator G801A, G801B dan G801C	79
4.4.5 Generator G1C dan G801A Lepas	82
4.4.6 Generator G1B dan G1C Lepas	86
4.4.7 Generator G1B, G801A dan G801B Lepas	89
4.4.8 Generator G1D, G801A dan G801C Lepas	93
4.4.9 Generator G1B, G1C dan G1D Lepas	95
4.4.10 Generator G1B, G1C, G1D, G801A dan G801B Lepas	98
BAB V KESIMPULAN	101
5.1 Kesimpulan	101
5.2 Saran	103
DAFTAR PUSTAKA.....	104

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Durasi dan Persen Deviasi Tegangan Kedip.....	28
Tabel 4.1 Beban-Beban <i>LEX Plant</i>	42
Tabel 4.2 Beban-Beban <i>LEX Plant</i>	43
Tabel 4.3 Beban-Beban <i>Process Plant</i>	45
Tabel 4.4 Kombinasi Generator Lepas.....	47
Tabel 4.5 Kapasitas dan Konstanta Inersia Generator.....	49
Tabel 4.6 Frekuensi <i>Pick-Up</i>	59
Tabel 4.7 Prioritas Pelepasan Beban	61
Tabel 4.8 Prioritas Pelepasan Beban	62
Tabel 4.9 Besar Daya Pelepasan Beban	66
Tabel 4.10 Pengaturan Rele Frekuensi	67
Tabel 4.11 Pengaturan Rele Frekuensi	68
Tabel 5.1 Beban-Bean Perusahaan Minyak dan Gas Balikpapan	101

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Stabilitas Sistem Daya	8
Gambar 2.2 Grafik Perubahan Frekuensi	18
Gambar 2.3 Standar Frekuensi Generator Turbin Gas	26
Gambar 2.4 Jenis-jenis Gangguan Tegangan	27
Gambar 2.5 Kurva Kapabilitas Tegangan Kedip Standar SEMI F47	29
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Metodologi Penulisan	30
Gambar 3.4 <i>Flowchart</i> Simulasi Stabilitas Transien	35
Gambar 3.5 <i>Flowchart</i> Perancangan Skema Pelepasan Beban	36
Gambar 4.1 <i>Single Line Diagram</i>	45
Gambar 4.2 <i>Action List</i> Generator G801A Lepas	69
Gambar 4.3 Perubahan Frekuensi Bus A Saat Generator G801A Lepas	70
Gambar 4.4 Perubahan Daya Aktif Seluruh Saat Generator G801A Lepas	71
Gambar 4.5 Perubahan Tegangan Saat Generator G801A Lepas	71
Gambar 4.6 <i>Action List</i> Generator G1B Lepas	73
Gambar 4.7 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G1B Lepas	73
Gambar 4.8 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G1B Lepas	74
Gambar 4.9 Perubahan Frekuensi Seluruh Generator Saat Generator G1B Lepas	74
Gambar 4.10 <i>Action List</i> Generator G801A dan G801B Lepas	76

Gambar 4.11 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G801A dan G801B Lepas	76
Gambar 4.12 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G801A dan G801B Lepas	77
Gambar 4.13 Perubahan Frekuensi Seluruh Generator Saat Generator G801A dan G801B Lepas	78
Gambar 4.14 <i>Action List</i> Generator G801A, G801B dan G801C Lepas	79
Gambar 4.15 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G801A, G801B dan G801C Lepas	80
Gambar 4.16 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G801A, G801B dan G801C Lepas	81
Gambar 4.17 Perubahan Frekuensi Saat Generator G801A, G801B dan G801C Lepas	81
Gambar 4.18 <i>Action List</i> Generator G1C dan G801A Lepas	83
Gambar 4.19 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G1C dan G801A Lepas	83
Gambar 4.20 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G1C dan G801A Lepas	84
Gambar 4.21 Perubahan Frekuensi Saat Generator G1C dan G801A Lepas	84
Gambar 4.22 <i>Action List</i> Generator G1B dan G1C Lepas	86
Gambar 4.23 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G1B dan G1C Lepas	86

Gambar 4.24 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G1B dan G1C Lepas	88
Gambar 4.25 Perubahan Frekuensi Saat Generator G1B dan G1C Lepas	88
Gambar 4.26 <i>Action List</i> Generator G1B, G801A dan G801B Lepas	90
Gambar 4.27 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G1B, G801A dan G801B Lepas	90
Gambar 4.28 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G1B, G801A dan G801B Lepas	91
Gambar 4.29 Perubahan Frekuensi Saat Generator G1B, G801A dan G801B Lepas	91
Gambar 4.30 <i>Action List</i> Generator G1D, G801A, G801B dan G801C Lepas ...	93
Gambar 4.31 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G1D, G801A, G801B dan G801C Lepas	93
Gambar 4.32 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G1D, G801A, G801B dan G801C Lepas	94
Gambar 4.33 Perubahan Frekuensi Saat Generator G1D, G801A, G801B dan G801C Lepas	94
Gambar 4.34 <i>Action List</i> Generator G1B, G1C dan G1D Lepas	96
Gambar 4.35 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G1B, G1C dan G1D Lepas	96

Gambar 4.36 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G1B, G1C dan G1D	97
Gambar 4.37 Perubahan Frekuensi Saat Generator G1B, G1C dan G1D Lepas	97
Gambar 4.38 <i>Action List</i> Generator G1B, G1C, G1D, G801A dan G801B Lepas	98
Gambar 4.39 Perubahan Daya Aktif Saat Generator G1B, G1C, G1D, G801A dan G801B Lepas	98
Gambar 4.40 Perubahan Tegangan Bus A Saat Generator G1B, G1C, G1D, G801A dan G801B Lepas	99
Gambar 4.41 Perubahan Frekuensi Saat Generator G1B, G1C, G1D, G801A dan G801B Lepas	100

INTISARI

Gangguan beban (*overload*) lebih akibat lepasnya generator tidak dapat dihindari dalam sistem tenaga listrik yang dapat menyebabkan kontinuitas pasokan energi listrik kepada konsumen terganggu. Sehingga perlu dilakukan pelepasan beban untuk dapat menanggulangi beban lebih. Pada Perusahaan Minyak dan Gas Balikpapan telah dilakukan perancangan skema pelepasan beban secara 4 tahap, yaitu: 49.32 Hz (*Housing* dan *Dispatch*), 49.11 Hz (Pompa P-71 dan *Main Office*), 48.73 Hz (*AB Train*) dan 48.46 Hz (MCC B, MCC D dan *Warehouse*). Perancangan skema pelepasan beban yang dibuat dan disimulasikan pada ETAP 12.6 telah memenuhi standar frekuensi berdasarkan IEEE C37.106-2003 serta standar tegangan berdasarkan IEEE 1159-1995 dan SEMI F4

Kata Kunci: *Overload*, Pelepasan, Beban, Frekuensi, Tegangan