

SKRIPSI

**ANALISA STABILITAS TRANSIEN DAN PERANCANGAN
SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA SISTEM TENAGA
LISTRIK DI HESS (INDONESIA-PANGKAH) LTD. DENGAN
BANTUAN *ETAP POWER STATION 6.0***



Disusun oleh:

Nama : Achmad Komarudin
No. Reg : 08.632.013

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK
2011**

SKRIPSI

ANALISA STABILITAS TRANSIEN DAN PERANCANGAN SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DI HESS (INDONESIA-PANGKAH) LTD. DENGAN BANTUAN *ETAP POWER STATION 6.0*

**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Program Studi Teknik Elektro Jenjang S-1 Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Gresik**

Disusun oleh:

**Nama : Achmad Komarudin
No. Reg : 08.632.013**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH GRESIK
2011**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISA STABILITAS TRANSIEN DAN PERANCANGAN SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DI HESS (INDONESIA-PANGKAH) *LTD.* DENGAN BANTUAN *ETAP POWER STATION 6.0*

Disusun oleh:

Nama : Achmad Komarudin
No. Reg : 08.632.013

Gresik, 15 Agustus 2011

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Hadi Suroso, M.Sc.

Deny Irawan, S.T.

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Misbah, S.T., M.T.

PENGESAHAN SKRIPSI

ANALISA STABILITAS TRANSIEN DAN PERANCANGAN SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DI HESS (INDONESIA-PANGKAH) LTD. DENGAN BANTUAN *ETAP POWER STATION 6.0*

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji

Pada tanggal, 22 Agustus 2011

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Ir. Hadi Suroso, M.Sc.

Deny Irawan, S.T.

Dosen Penguji I

Dosen Penguji II

Hendra Ariwinarno, S.T.

Misbah, S.T., M.T.

Mengetahui,
Ketua Program Studi

Misbah, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, atas segala limpahan rahmat dan kemudahan dariNya hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul:

“ ANALISA STABILITAS TRANSIEN DAN PERANCANGAN SISTEM PELEPASAN BEBAN PADA SISTEM TENAGA LISTRIK DI HESS (INDONESIA-PANGKAH) LTD. DENGAN BANTUAN *ETAP POWER STATION 6.0*”.

Skripsi ini dilakukan untuk memenuhi beban SKS yang harus ditempuh sebagai persyaratan akademis di program studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Gresik untuk menyelesaikan program pendidikan Sarjana Srata-1 Teknik Elektro.

Dalam kesempatan ini kami sampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak M. Nuruddin, S.T., M.T. sebagai Dekan Fakultas Teknik.
2. Bapak Misbah, S.T., M.T. sebagai Ketua Program Studi Teknik Elektro.
3. Bapak Ir. Hadi Suroso, M.Sc. sebagai Dosen pembimbing Prodi Teknik Elektro.
4. Bapak Deny Irawan, S.T sebagai dosen pembimbing dalam menyusun skripsi ini, yang sudah banyak meluangkan waktunya untuk memberikan masukan dan saran-saran.

5. Bapak Hendra Ariwinarno, S.T. yang selalu membagi pengalamannya dengan antusias.
6. Istriku tercinta, yang tak henti-hentinya memberi do'a, semangat, serta dukungan.
7. Bapak dan Ibu di rumah, yang selalu memberikan do'a dan semangat.
8. Rekan-rekan semuanya yang tak dapat disebutkan satu persatu.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama penyusunan skripsi ini. Dan penulis mengharapkan semoga dapat bermanfaat dan menambah wawasan bagi kita semua.

Wassalaamu'alaikum Wr.Wb.

Gresik, 20 Agustus 2011

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSETUJUAN	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
<i>ABSTRACT</i>	xviii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Sistematika Penulisan	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Stabilitas Transien.....	7
2.1.1. Pengertian Hilangnya Sinkronisasi	7
2.1.2. Faktor Utama dalam Masalah Stabilitas.....	8

2.1.3. Hal-hal yang dapat Mempengaruhi Kestabilan	9
2.1.4. Metode Mempertahankan Stabilitas Sistem dari Gangguan	10
2.2. Dinamika Rotor dan Persamaan Ayunan	11
2.3. Menentukan Stabilitas Transien Dengan Methode Kriteria Sama Luas	18
2.4. <i>Load Shedding</i>	21
2.4.1. <i>Fast Load Shedding</i>	21
2.4.2. <i>Slow Load Shedding</i>	22
2.5. ETAP <i>Power Station 6.0</i>	23
2.5.1. Perkembangan ETAP <i>Power Station</i>	23
2.5.2. Fitur-fitur pada ETAP <i>Power Station 6.0</i>	25
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN.	27
3.1. Pengumpulan Data.	27
3.2. Pemodelan.	27
3.3. Studi <i>Case</i> dan Simulasi.	28
3.4. Analisa Data.	28
3.5. Perancangan Pelepasan Beban.	28
BAB IV. PEMODELAN STABILITAS TRANSIEN SISTEM TENAGA LISTRIK DI HESS (Indonesia-Pangkajene) <i>Ltd.</i>	30
4.1. Sistem Kelistrikan di Hess (Indonesia-Pangkajene) <i>Ltd.</i>	30
4.1.1. Rating Tegangan	31
4.1.2. Sistem Pembangkit.	32

4.1.3. Sistem Transmisi dan Distribusi.....	33
4.1.4. <i>Substation</i>	35
4.2. Pemodelan Stabilitas Transien di Hess (Indonesia-Pangkajene-	
<i>Ltd</i>	36
BAB V. SIMULASI DAN ANALISA STABILITAS TRANSIEN SISTEM	
TENAGA LISTRIK DI HESS (Indonesia-Pangkajene- <i>Ltd</i>	44
5.1. Simulasi dan Analisa Stabilitas Transien di Hess.....	44
5.1.1 Studi kasus terhadap starting motor	44
5.1.2 Studi kasus terhadap hubung singkat	53
5.1.3 Studi kasus terhadap hilangnya salah satu pembangkit	57
5.2. Rancangan Pelepasan Beban Pada Sistem Tenaga Listrik di	
Hess	62
5.3. Ringkasan Hasil Studi Kasus yang Telah Disimulasi	65
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1. Kesimpulan	67
6.2. Saran.....	68
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	71

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Berbagai perbedaan sudut rotor akibat terjadinya gangguan	8
Gambar 2.2 Faktor utama masalah kestabilan	8
Gambar 2.3 Representasi suatu rotor mesin yang membandingkan arah perputaran serta momen putar mekanis dan listrik untuk (a) generator dan (b) motor (Stevenson, 1996:352).....	12
Gambar 2.4 Kriteria luas sama pada perubahan beban mendadak (Cekdin.2006:235).....	20
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> proses analisa stabilitas transient dengan menggunakan <i>ETAP Power Station 6.0</i>	29
Gambar 4.1 Pemodelan sistem tenaga listrik di Hess	37
Gambar 4.2 <i>Toolbar</i> menjalankan studi stabilitas transien	38
Gambar 4.3 Membuat studi kasus stabilitas transien	38
Gambar 4.4 <i>Toolbar</i> untuk melakukan perubahan studi kasus	38
Gambar 4.5 Halaman <i>transient stability study editor</i>	39
Gambar 4.6 Halaman <i>event</i> dari simulasi yang akan dijalankan	40
Gambar 4.7 Halaman peralatan yang masuk dalam <i>plot</i>	41
Gambar 4.8 Halaman <i>Dyn model</i>	42
Gambar 4.9 Halaman <i>adjustment</i>	42
Gambar 4.10 <i>Toolbar</i> stabilitas transien	43
Gambar 5.1 Respon generator saat <i>starting</i> motor 135-PM-30C	45
Gambar 5.2 Perubahan frekuensi <i>bus</i> saat <i>starting</i> motor 135-PM-30C	46

Gambar 5.3 Perubahan tegangan <i>bus</i> saat <i>starting</i> motor 135-PM-30C.....	47
Gambar 5.4 Perubahan daya generator pada saat <i>starting</i> motor 339-CM-01A...	48
Gambar 5.5 Perubahan frekuensi <i>bus</i> akibat <i>starting</i> motor 339-CM-01A.....	49
Gambar 5.6 Perubahan tegangan <i>bus</i> akibat <i>starting</i> motor 339-CM-01A	50
Gambar 5.7 Perubahan daya generator 160-GTG-01A&B akibat <i>starting</i> motor 339-CM-01A.	51
Gambar 5.8 Perubahan frekuensi <i>bus</i> akibat <i>starting</i> motor 339-CM-01A, setelah generator 160-GTG-01A&B paralel.	52
Gambar 5.9 Perubahan tegangan <i>bus</i> akibat <i>starting</i> motor 339-CM-01A, setelah generator 160-GTG-01A&B paralel.....	52
Gambar 5.10 Perubahan daya generator, akibat adanya hubung singkat pada kabel yang menuju <i>bus</i> 160-ES-12.....	54
Gambar 5.11 Perubahan frekuensi <i>bus</i> adanya hubung singkat pada kabel yang menuju <i>bus</i> 160-ES-12.....	54
Gambar 5.12 Perubahan tegangan <i>bus</i> adanya hubung singkat pada kabel yang menuju <i>bus</i> 160-ES-12.....	55
Gambar 5.13 Perubahan daya pada generator akibat adanya hubung singkat pada kabel yang menuju <i>bus</i> 160-ES-12	56
Gambar 5.14 Perubahan frekuensi <i>bus</i> akibat adanya hubung singkat pada kabel yang menuju <i>bus</i> 160-ES-12.....	56
Gambar 5.15 Perubahan tegangan <i>bus</i> adanya hubung singkat pada kabel yang menuju <i>bus</i> 160-ES-12.....	57

Gambar 5.16 Perubahan beban generator 160-GTG-01A saat generator B mengalami gangguan, pada beban normal tanpa adanya aktifitas <i>loading</i> minyak	58
Gambar 5.17 Perubahan frekuensi <i>bus</i> saat generator 160-GTG-01B mengalami gangguan, pada beban normal tanpa adanya aktifitas <i>loading</i> minyak	59
Gambar 5.18 Perubahan tegangan <i>bus</i> saat generator 160-GTG-01B mengalami gangguan, pada beban normal tanpa adanya aktifitas <i>loading</i> minyak	59
Gambar 5.19 Perubahan beban generator 160-GTG-01A saat generator B mengalami gangguan, pada saat adanya aktifitas <i>loading</i> minyak..	60
Gambar 5.20 Perubahan frekuensi <i>bus</i> saat generator 160-GTG-01B mengalami gangguan, pada saat aktifitas <i>loading</i> minyak	61
Gambar 5.21 Perubahan tegangan <i>bus</i> saat generator 160-GTG-01B mengalami gangguan, pada saat adanya aktifitas <i>loading</i> minyak.....	61
Gambar 5.22 Perubahan daya generator 160-GTG-01A setelah dilakukan pelepasan beban (<i>load shedding</i>).....	63
Gambar 5.23 Perubahan frekuensi tiap <i>bus</i> , setelah dilakukan pelepasan beban (<i>load shedding</i>)	64
Gambar 5.24 Perubahan tegangan tiap <i>bus</i> , setelah dilakukan pelepasan beban (<i>load shedding</i>)	64
Gambar 5.25 Rancangan diagram logika sistem pelepasan beban (<i>load shedding</i>) di Hess.....	65

Gambar 5.25 Standard osilasi tegangan berdasarkan SEMI F47, IEC 61000-4-11,
dan IEC 61000-4-34 (sumber: www.netaworld.org) 66

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Skema <i>load shedding</i> tiga langkah	22
Tabel 2.2 Skema <i>load shedding</i> enam langkah.....	22
Tabel 2.3 Perkembangan ETAP <i>Power Station</i> (Sumber: <i>www.etap.com</i>)	24
Tabel 2.4 Perkembangan ETAP <i>Power Station</i> (Sumber: <i>www.etap.com</i>) lanjutan	25
Tabel 4.1 Data generator	32
Tabel 4.2 Detail data kabel.....	33
Tabel 4.3 Detail data kabel (lanjutan)	34
Tabel 4.4 Data transformator	34
Tabel 4.5 Data <i>switchboard</i> pada setiap substation	35
Tabel 4.6 Data MV motor	35
Tabel 4.7 Data beban pada setiap LV <i>bus</i>	36
Tabel 5.1 Detail keseluruhan studi kasus <i>starting</i> motor.....	45
Tabel 5.2 Perubahan daya dari generator saat motor 135-PM-30C di <i>start</i>	46
Tabel 5.3 Perubahan tegangan <i>bus</i> saat motor 135-PM-30C di <i>start</i>	48
Tabel 5.4 Perubahan daya dari generator saat motor 339-CM-01A di <i>start</i>	49
Tabel 5.5 Perubahan tegangan <i>bus</i> akibat <i>start</i> motor 339-CM-01A	50
Tabel 5.6 Detail studi kasus hubung singkat.....	53
Tabel 5.7 Detail studi kasus lepasnya salah satu pembangkit.....	58
Tabel 5.8 Prioritas <i>load shedding</i>	62
Tabel 5.9 Detail studi kasus <i>load shedding</i> (TS4).....	63

Tabel 5.10 Logika kebenaran pelepasan beban (<i>Load shedding</i>)	65
Tabel 5.11 Ringkasan hasil keseluruhan studi kasus	65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 <i>One line diagram</i> sistem tenaga listrik di Hess (Indonesia-Pangkah) <i>Ltd</i>	71
Lampiran 2 Data masukan <i>ETAP Power Station 6.0</i>	72
Lampiran 3 Kurva simulasi studi kasus <i>starting</i> motor (TS1)	81
Lampiran 4 Kurva simulasi studi kasus hubung singkat (T2)	90
Lampiran 5 Kurva simulasi studi kasus lepasnya salah satu pembangkit (TS3) .	96
Lampiran 6 Kurva simulasi studi kasus <i>load shedding</i> (TS4)	102
Lampiran 7 HESS electrical design philosophy.....	105
Lampiran 8 Spesifikasi <i>circuit breaker</i>	114

ABSTRAK

HESS (Indonesia-Pangkajene) *Ltd.* merupakan perusahaan asing yang bergerak dalam bidang industri hulu gas bumi, seiring berjalannya waktu, perusahaan ini melakukan pengembangan dengan menambah unit produksi minyak mentah (*Oil Processing Facilities*) dan unit produksi gas LPG (*Liquid Petroleum Gas Facilities*). Hal ini berakibat adanya penambahan beban dari 2.8 MW menjadi 5.2 MW pada sistem pembangkitan tenaga listrik yang dimiliki oleh perusahaan tersebut.

Dalam skripsi ini dilakukan analisa stabilitas transien dengan bantuan ETAP *Power Station 6.0*, serta perancangan sistem pelepasan beban (*load shedding*) bila terjadi gangguan pada sistem tenaga listrik. Jenis gangguan yang sering terjadi pada saat operasional adalah gangguan akibat *starting motor*, *short circuit*, dan lepasnya salah satu pembangkit.

Gangguan akibat lepasnya salah satu pembangkit pada saat aktivitas *loading crude oil* mengakibatkan terjadinya *under voltage* 83,2%, *under frequency* 79%, dan *over load* 121% pada pembangkit. Diperlukan adanya *fast load shedding system* untuk melepas keempat motor *crude oil*, sehingga tegangan menjadi 87%, frekuensi 98%, dan *load demand factor* 77%.

Kata kunci: transien, *load shedding*, *under voltage*, *under frequency*, ETAP *Power Station 6.0*.

ABSTRACT

HESS (Indonesia-Pangkajene) Ltd. is a foreign gas exploration company, it has been expanding its businesses by building up Oil Processing Facilities (OTF) and Liquid Petroleum Gas Facilities (LPGF). This has impacted the load demand of their electrical power system from 2.8 MW to 5.2 MW.

In this thesis, transient stability has been analyzed using ETAP Power Station 6.0, and a load shedding system is designed for electrical disturbances. Regular electrical disturbances during normal operation, such as starting a motor, short circuit, and generator tripping, are considered.

Generator tripping during crude oil loading activities would result in under voltage (83.2%), under frequency (79%), and over load (121%) at the generator. A fast load shedding system is needed to shed the fourth crude oil motor, to achieve a voltage level of 87%, frequency of 98%, and a load demand factor of 77%.

Key word: *transient, load shedding, under voltage, under frequency, ETAP Power Station 6.0*