

**ANALISIS STABILITAS TEGANGAN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI  
UNIT II DI UPJP KAMOJANG**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1  
Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



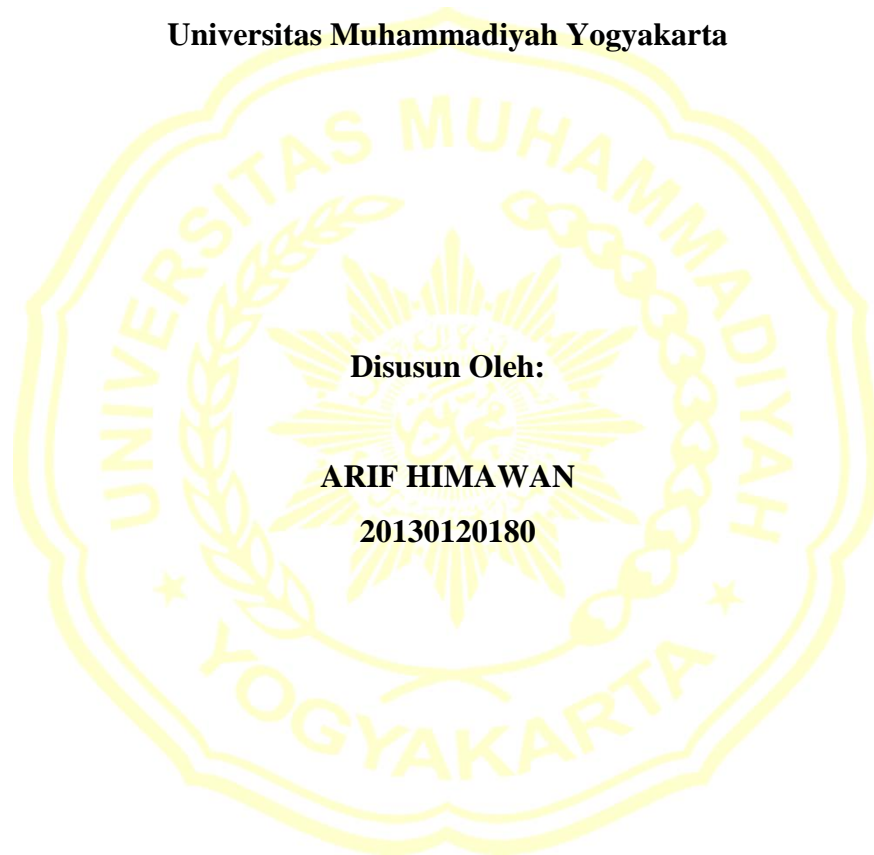
**Disusun oleh :  
ARIF HIMAWAN  
20130120180**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA  
2017**

**ANALISIS STABILITAS TEGANGAN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI  
UNIT II DI UPJP KAMOJANG**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Persyaratan Untuk Mencapai Derajat Strata-1  
Pada Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta**



**Disusun Oleh:**

**ARIF HIMAWAN**

**20130120180**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**TUGAS AKHIR**

**ANALISIS STABILITAS TEGANGAN  
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI  
UNIT II DI UPJP KAMOJANG**

Disusun Oleh:

**ARIF HIMAWAN**

**20130120180**

Telah diperiksa dan disetujui:

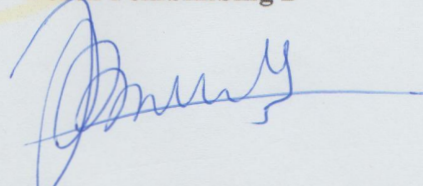
**Dosen Pembimbing 1**



**Dr. Ramadoni Syahputra, S.T., M.T.**

**NIP. 19741010201010 123 056**

**Dosen Pembimbing 2**



**Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T.**

**NIK.19900619201604 123 092**

## HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : ARIF HIMAWAN  
NIM : 20130120180  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknik  
Universitas : Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa naskah Tugas Akhir “**Analisis Stabilitas Tegangan Pembangkit Tenaga Panas Bumi Unit II di UPJP Kamojang**” ini merupakan hasil karya tulis saya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjaanaan di Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan penulis juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau dipublikasikan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan sumbernya dalam naskah dan daftar pustaka dengan mengikuti tata cara dan etika penulisan karya tulis ilmiah yang lazim.

Yogyakarta, 10 Mei 2017

Penulis



Arif Himawan

**LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR**

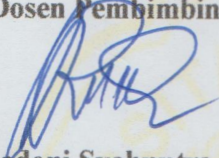
**ANALISIS STABILITAS TEGANGAN PEMBANGKIT TENAGA PANAS  
BUMI UNIT II DI UPJP KAMOJANG**

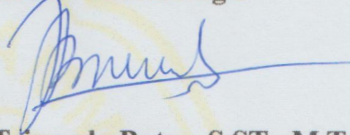
**Disusun Oleh:  
ARIF HIMAWAN  
20130120180**

Telah Dipertahankan di Depan Tim Penguji Pada Tanggal 10 Mei 2017  
Susunan Tim Penguji:

**Dosen Pembimbing 1**

**Dosen Pembimbing 2**

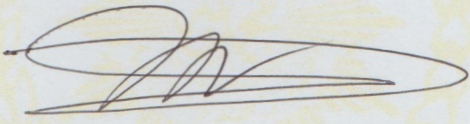
  
**Dr. Ramadan Svahputra, S.T., M.T.**

  
**Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T.**

**NIP. 19741010201010 123 056**

**NIK. 19900619201604 123 092**

**Penguji**

  
**Muhamad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng.**

**NIP. 19880508201504 123 073**

Tugas Akhir ini telah dinyatakan sah sebagai salah satu persyaratan untuk  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

Mengesahkan  
Ketua Program Studi Teknik Elektro



**Agus Jamal, M.Eng.**

**NIK. 19660829199502 123 020**

## MOTO

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا, إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

**Artinya : “*Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.  
Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.*”**

**(QS. Alam Nasyroh: 5-6)**

**“Sesungguhnya Allah tidak merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka  
merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.”**

**(QS. Ar-Ra’d: 11)**

**"Jika Kamu tidak dapat menahan lelahnya belajar, Maka kamu harus  
sanggup menahan perihnya Kebodohan."**

**(Imam Syafi'i)**

**“Barang siapa merintis jalan mencari ilmu maka Allah akan memudahkan  
baginya jalan ke surga“**

**(H.R Muslim)**

**“*Man Jadda Wa Jadda*”**

**Barang siapa yang bersungguh – sungguh ia akan mendapatkannya.**

## INTISARI

Pertumbuhan Permintaan Energi Listrik, Ketersediaan Bahan Bakar Fosil, Pemanfaatan Energi Terbarukan dan Potensi Energi Panas Bumi (*Geothermal*) di Indonesia yang mencapai 40% dari potensi panas bumi dunia menjadi urgensi dilakukan penelitian ini. Tujuan penulisan skripsi ini untuk mengetahui kestabilan tegangan yang dihasilkan oleh Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi (PLTP) unit 2 di UPJP Kamojang. Suhu panas bumi sebagai sumber utama penggerak pembangkit, beban listrik di jaringan dan tekanan suhu panas bumi yang saat bersamaan sering berubah-ubah, arus eksitasi dianalisis untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kestabilan tegangan yang dihasilkan oleh pembangkit. UPJP Kamojang merupakan pembangkit listrik yang memanfaatkan uap panas bumi terbesar di Indonesia. Oleh karena penggeraknya adalah panas bumi (*geothermal*), untuk mengetahui besaran suhu, beban, dan arus eksitasi dari tanggal 1 Januari 2016 sampai 30 Juni 2016 yang dihasilkan pembangkit untuk menjaga kestabilan tegangan di unit 2 PLTP Kamojang dilakukan pengecekan 1x dalam seminggu. ETAP 12.6 diaplikasikan untuk menganalisis aliran *drop* tegangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kestabilan tegangan di pembangkit unit 2 UPJP Kamojang dipengaruhi oleh kestabilan suhu panas bumi, kebutuhan beban di jaringan sebanding lurus dengan besar tekanan suhu ke sistem pembangkit, dan arus eksitasi. Besarnya nilai jatuh tegangan ( $V_{drop}$ ) dipengaruhi oleh besarnya nilai beban di jaringan.

Kata kunci : UPJP, *Geothermal*, , ETAP

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Skripsi ini penulis persembahkan untuk :

1. Ibu dan Bapakku, yang telah mendukungku, memberiku motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat besar yang tak mungkin bisa ku balas dengan apapun.
2. Adiku Yusuf Suryana dan Ahmad Setiawan yang sangat aku banggakan.
3. Adik-adik angkatku Beri, Nurul, Zizah, Eulis, Dzati, Wulan, Oktri, Dina, Nani, Enab, Rahma, Nadya, Gianina, Anisa, Jihan,, Arivia, Jannah, Dedes makasih telah memberikan motivasi, doa dan dukungan
4. Kakak-kakakku Mbak Dara, Mbak Nurul, Mbak Ade, Mbak Nabila, Mbak Defitra, Mbak Qumi, Mbak Rifat, Teh Ririn, Mbak Nanda, Mbak Yulanda, Mbak Fanny, Mbak Pebri, Teh Risma makasih selalu menasehati, menyemangati, memotivasi, dan mendukungku
5. Teman-teman sekaligus keluarga sekosan saya Haidar, Bang Imam, Bang Yayan, Bang Aphek, Khusni, Tedy terimakasih atas semangat dan motivasinya



6. Teman-teman sekaligus keluarga sewaktu ngontrak Candra, Danang, Budi, Putra, Tito, Satria, Awang, dan Fadrun terimakasih untuk kenangan, motivasi dan cintanya.
7. Teman-teman sekaligus keluarga tercinta saya di KMTE UMY yang selalu menyemangati dan mendukung.
8. Teman-teman sekaligus keluarga tercinta saya di KSR PMI IX UMY yang selalu menyemangati dan mendukung.
9. Teman-teman sekaligus keluarga tercinta saya di kelas elektro D yang gokil abis terimakasih untuk doa dan semangatnya
10. Teman-teman saya di Tim Supporting Ikatan Ilmuwan Indonesia Internasional yang selalu menyemangati dan mendukung.
11. Teman-teman sekaligus keluarga tercinta saya di Forum Indonesia Muda Regional Yogyakarta yang selalu menyemangati dan mendukung.
12. Teman-teman sekaligus keluarga tercinta saya di Indonesia Initiative Leader Forum yang selalu menyemangati dan mendukung.

13. Keluarga tercinta saya di Inspirator Indoneis yang selalu menyemangati, mendoakan dan mendukung.
14. Sahabat-sahabat saya yang saya banggakan Hadyan, Hanif, Tio, Candra, Rofi, Andi yang gokil, ngeselin tapi ngangenin terimakasih buat semangat, motivasi, dan dukungan
15. Sahabat-sahabat saya yang luar biasa menginspirasi Nia, Intan, Zuha, Mas Neo, Ifra, Bang Yudha, Mas Dhafi, Firdha, lin, Titik, Uda Poby, Anshori, Hanna, Nafis, Nayra, Vika, Nonov, Ifa, Dita, Mas Danang, Eqwar, Miya, Dicky, Mufid, Array, Entin, Hayay, Nunu, Santi, Anisa, Dhani, Ida, Mas Fadly, Mbak Jane, Rini, Mbak Yeni, Desi, Baid, Ai, Alvina, Mas Fikar, Via, Fatya terimakasih untuk motivasi, doa, semangat, dan dukungan
16. Teman-teman selama menjalani kerja praktik Dery, Reza, Gaji, Guntara, Ihsan, Dhika, Euis, dkk terimakasih untuk doa dan semangatnya
17. Teman-teman KKN Kelompok 65 (Keluarga Cemara) Azam, Rega, Hedy, Arul, Akbar, Hasbi, Lu'lu, Selvi, lilis

## KATA PENGANTAR



**Assalammu'alaikum Wr. Wb.**

Dengan mengucapkan Puji dan Syukur penulis panjatkan akan kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan skripsi dengan judul:

**“ANALISIS STABILITAS TEGANGAN PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA PANAS BUMI UNIT II DI UPJP KAMOJANG”**

Berbagai upaya telah penulis lakukan untuk menyelesaikan skripsi ini, tetapi karena keterbatasan kemampuan penulis, maka penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya karena masih banyak kekurangan-kekurangan dalam penyusunan laporan skripsi ini, baik dalam susunan kata, kalimat maupun sistematika pembahasannya. Penulis berharap laporan skripsi ini dapat memberikan sumbangan yang cukup positif bagi penulis khususnya dan pembaca sekalian pada umumnya.

Terwujudnya laporan Skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan dorongan berbagai pihak yang sangat artinya. Dan dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan rasa terimakasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan hidayah Nya.
2. Rasulullah SAW yang telah menunjukkan jalan terang benderang.
3. Ibu dan Bapakku, yang telah mendukungku, memberiku motivasi dalam segala hal serta memberikan kasih sayang yang teramat besar yang tak mungkin bisa ku balas dengan apapun.
4. Bapak Ir. Agus Jamal, M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Bapak sebagai Dosen Pembimbing I Dr.Ramadoni Syahputra, S.T.,M.T. yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.

6. Bapak Karisma Trinanda Putra, S.ST., M.T. sebagai Dosen Pembimbing II yang dengan sabar membimbing, membagi ilmunya dan mengarahkan penulis selama melaksanakan penelitian Tugas Akhir hingga dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini.
7. Bapak Muhammad Yusvin Mustar, S.T., M.Eng. sebagai penguji pada saat pendadaran.
8. Segenap Dosen pengajar di jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, terima kasih atas segala bantuan yang selama ini telah diberikan.
9. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
10. Staf Laboratorium Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, hal ini mengingat kemampuan dan pengalaman dalam penyusunan skripsi ini yang sangat terbatas. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang siatnya membangun untuk perbaikan dan pengembangan penelitian selanjutnya. Tidak ada yang dapat penulis berikan selain ucapan terimakasih atas seluruh bantuan yang telah diberikan.

Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan memberi tambahan ilmu bagi para pembaca. Semoga Allah SWT meridhoi kita semua, aamiin.

**Wassalammu'alaikum Wr. Wb.**

Yogyakarta, 10 Mei 2017

Yang menyatakan,

Arif Himawan

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR</b> .....	v
<b>MOTO</b> .....	vi
<b>INTISARI</b> .....	vii
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN</b> .....	viii
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	4
1.5 Manfaat Penulisan .....	4
1.6 Sistematika Penulisan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	6
2.1. Tinjauan Pustaka .....	6
2.2. Dasar Teori .....	7
2.3. Panas Bumi ( <i>Geothermal</i> ) .....	7
2.4 Sistem Pembangkitan Listrik Tenaga Panas	
Bumi UPJP Kamojang .....	8
2.5 Sistem Pasokan Uap (Sumur Uap) .....	11
2.6 <i>Steam Receiving Header</i> .....	13

2.7	<i>Vent Structure</i>	13
2.8	Separator	14
2.9	Demister	15
2.10	Katup Pengatur ( <i>Governor Valve</i> )	16
2.11	Katup Utama ( <i>MSV dan ECV</i> )	17
2.12	Turbin	17
2.13	Switch Yard	18
2.14	Sistem Uap Bantu	18
2.15	Kondensor	19
2.16	<i>Main Cooling Water Pump</i>	20
2.17	Cooling Tower	21
2.18	Single Line Diagram Sistem Tenaga Listrik	
	PLTP Kamojang	22
2.19	Transformator	24
2.20	Generator	25
2.21	Stabilitas Tegangan Sistem Tenaga Listrik	26
2.22	Karakteristik Beban Listrik	27
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN</b>	<b>31</b>
3.1.	Alat dan Bahan Penelitian	31
3.2.	Langkah-langkah Penyusunan Karya Tulis	32
<b>BAB IV</b>	<b>HASIL DAN ANALISIS</b>	<b>35</b>
4.1	Pengaruh Suhu Panas Bumi Terhadap Stabilitas Tegangan	
	PLTP Unit 2 di UPJP Kamojang	36
4.1.1	Mekanisme Kerja dan Kapasitas Pembangkit	
	PLTP di UPJP Kamojang	36
4.1.2	Analisis Pengaruh Temperatur Uap, Air, dan Tekanan	

Pendingin Pembangkit Unit 2 Terhadap Stabilitas Tegangan di PLTP Kamojang .....	40
4.2 Kualitas Stabilitas Tegangan PLTP Unit 2 di UPJP Kamojang Pada Saat Suhu Panas Bumi Berubah-ubah dan Beban Berubah- ubah Secara Bersamaan .....	47
4.2.1 Hasil Analisis Data Stabilitas Tegangan PLTP Unit 2 di UPJP Kamojang Pada Saat Suhu Panas Bumi Berubah- ubah dan Beban Berubah-ubah .....	47
4.3 Pengaruh Arus Eksitasi Terhadap Stabilitas Tegangan Output Generator Unit 2 di UPJP Kamojang .....	54
4.4. Simulasi Aliran Tegangan Pembangkit Unit 2 di UPJP Kamojang .....	57
<b>BAB V KESIMPULAN</b> .....	67
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	69
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Flow Diagram PLTP Kamojang .....	8
Gambar 2.2 <i>Steam Receiving Header</i> .....	13
Gambar 2.3 <i>Vent Structure</i> .....	14
Gambar 2.4 Separator Unit 2 dan 3.....	14
Gambar 2.5 Demister .....	15
Gambar 2.6 Turbin.....	17
Gambar 2.7 <i>Switch Yard</i> .....	18
Gambar 2.8 Kondensor .....	19
Gambar 2.9 <i>Ejector First Stage</i> .....	20
Gambar 2.10 <i>Main Cooling Water Pump</i> .....	20
Gambar 2.11 <i>Cooling Tower</i> PLTP Kamojang.....	21
Gambar 2.12 Single Line Diagram Sistem Tenaga Listrik PLTP Kamojang ....	22
Gambar 2.13 <i>Main Transformator</i> 11.8 KV/150 KV .....	25
Gambar 2.14 Generator.....	26
Gambar 2.15 Arus dan Tegangan Beban Resistif .....	28
Gambar 2.16 Gelombang Sinusoidal Beban Resistif.....	28
Gambar 2.17 Gelombang Sinusoidal Beban Induktif .....	29
Gambar 2.18 Gelombang Listrik AC beban kapasitas murni .....	30
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> metodologi penelitian .....	32
Gambar 4.1 Lokasi PT. Indonesia Power PLTP Kamojang .....	35
Gambar 4.2 Flow Diagram Kontrol dan Pengaturan Temperatur Udara di UPJP Kamojang.....	37
Gambar 4.3 Emisi gas dari bermacam-macam pembangkit .....	38
Gambar 4.4 Data mengenai <i>stem reservoir</i> pada sistem PLTP di UPJP Kamojang .....	39
Gambar 4.5 Grafik tekanan air pendingin PLTP di UPJP Kamojang terhadap perubahan waktu .....	43
Gambar 4.6 Grafik perubahan stabilitas tegangan pembangkit unit 2 PLTP Di UPJP Kamojang selama 24 jam .....	45
Gambar 4.7 Grafik kondisi beban pada pukul 00.00-00.00 WIB .....	50



Gambar 4.8 Grafik tekanan air pendingin dari pukul 00.00-00.00 WIB .....	52
Gambar 4.9 Grafik hubungan antara arus eksitasi terhadap stabilitas tegangan generator pada unit 2 di UPJP Kamojang .....	56
Gambar 4.10 Single Line Diagram Sistem PLTP di UPJP Kamojang .....	58
Gambar 4.11 Representasi simulasi pembangkitan di UPJP Kamojang.....	59
Gambar 4.12 Hasil simulasi representasi pembangkitan di UPJP Kamojang....	60
Gambar 4.13 Grafik nilai profil tegangan dengan nilai nominal busbar 0,38 KV.....	63
Gambar 4.14 Grafik nilai profil tegangan dengan nilai nominal busbar 6,3 KV.....	64
Gambar 4.15 Grafik drop tegangan dari hasil simulasi PLTP unit 2 UPJP kamojang.....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data suhu udara, air, dan air tekanan pendingin pembangkit unit 2 di UPJP Kamojang .....	41
Tabel 4.2 Data tekanan air pendingin pembangkit unit 2 di UPJP Kamojang...	42
Tabel 4.3 Data perubahan tegangan yang didapatkan dari pembangkit unit 2 selama 24 jam di UPJP Kamojang .....	44
Tabel 4.4 Data tegangan pada saat suhu panas bumi berubah dan beban berubah-ubah selama 24 jam .....	48
Tabel 4.5 Data tegangan dan kondisi beban dari pukul 00.00-00.00 WIB .....	49
Tabel 4.6 Data tekanan air pendingin dan tegangan yang dihasilkan dari pukul 00.00-00 WIB .....	51
Tabel 4.7 Data arus eksitasi terhadap tegangan output generator pada pembangkit unit 2 di UPJP Kamojang .....	54
Tabel 4.8 Tegangan nominal dan drop tegangan simulasi di UPJP Kamojang	67
Tabel 4.9 Tegangan nominal dan drop tegangan pada busbar dengan nilai nominal 0,38 KV .....	62
Tabel 4.10 Tegangan nominal dan drop tegangan pada busbar dengan nilai nominal 6,3 KV .....	64
Tabel 4.11 Tegangan nominal dan drop tegangan (%) .....	65