

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa untuk segala hal yang dianugerahkan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini dengan baik dan tepat pada waktunya.

Laporan tugas akhir yang berjudul "*Studi Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi 2 x 5,65 MW di Sibayak*". Laporan ini disusun sebagai syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan Studi Sarjana bagi mahasiswa Universitas Medan Area Jurusan Teknik Elektro.

Di dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, baik berupa material, spiritual, informasi maupun segi administrasi sehingga penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. A. Ya'kub Martondang, MA, selaku Rektor Universitas Medan Area.
2. Ibu Ir. Hj. Hanizah, MT, sebagai Dekan FT-UMA.
3. Bapak Ir. H. Usman Harahap, MT, sebagai Kepala Jurusan Teknik Elektro FT-UMA.
4. Bapak Ir. Hermansyah Alam, MT, sebagai Dosen Pembimbing 1.
5. Bapak Andi Robiantara, ST, MT, sebagai Dosen Pembimbing 2.
6. Seluruh dosen dan staf pengajar Program Studi Teknik Listrik Jurusan Teknik Elektro FT-UMA yang telah sabar dan tabah dalam mengajar selama kuliah di Universitas Medan Area.

7. Buat kedua orang tuaku serta saudara-saudara kami yang tercinta yang telah memberi dukungan baik dalam bentuk semangat, nasihat, serta materi terlebih dalam dukungan doa sehingga kami dapat menyelesaikan pendidikan S-1 Universitas Medan Area.
8. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini baik secara tidak langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari masih banyak terdapat kekurangan dalam skripsi ini, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun dan mendidik semoga skripsi ini bermanfaat bagi penulis dan pembaca lainnya.

Medan, Mei 2014

Hormat kami,

Charles Gultom

DAFTAR ISI

LEMBAR PERNYATAAN	i
RIWAYAT HIDUP	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penulisan	4
1.4 Metode Penulisan	5
1.5 Sistematika Penulisan	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Potensi Panas Bumi (Geothermal) di Indonesia.....	7
2.2 Faktor Yang Mempengaruhi Panas Bumi (Geothermal) Gunung Merapi Sehingga Dapat Dijadikan Sebagai Sumber Energi PLTP	8
2.2.1 Geokimia	9
2.2.2 Geofisika	12
2.2.3 Geologi	14
2.3 Panas Bumi Gunung Merapi Sebagai Sumber Energi PLTP	17
BAB III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Panas Bumi	21
3.1.1 Siklus Uap Cetus Tunggal.....	22

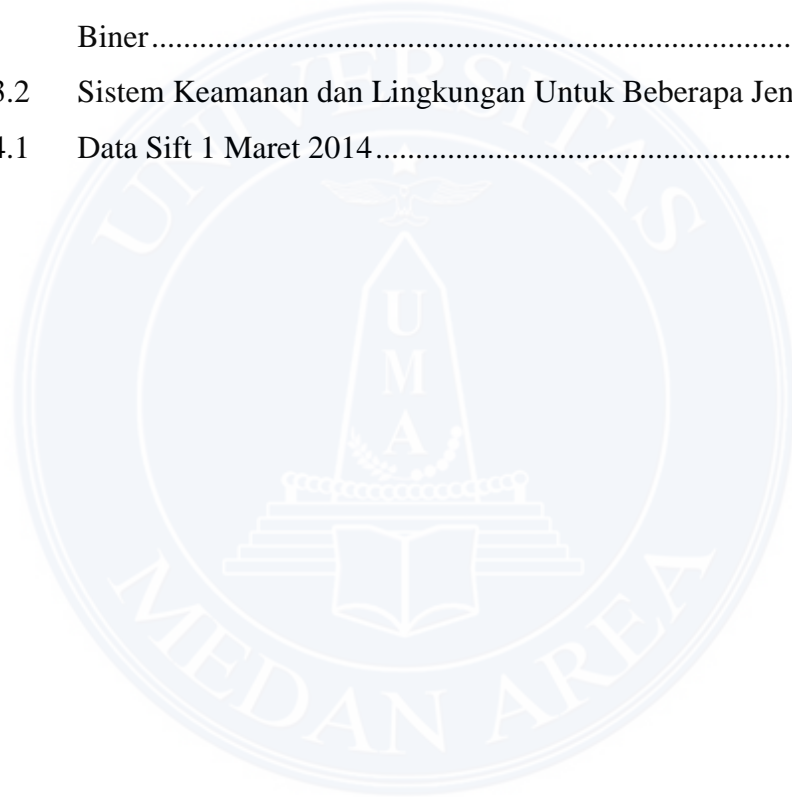
3.1.2 Siklus Biner.....	23
3.1.3 Siklus Kombinasi	25
3.2 Peralatan Penting Pada Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	26
3.2.1 Sumur Produksi.....	26
3.2.2 Tabung Pengumpul Uap (<i>Steam Receiving Header</i>)	27
3.2.3 Pelepas Uap (<i>Vent Structure</i>).....	28
3.2.4 <i>Sperator</i> (Komponen Pemisah Fasa Fluida)	29
3.2.5 Demister	30
3.2.6 Turbin.....	31
3.2.7 Generator.....	37
3.2.8 Trafo Utama	51
3.2.9 <i>Switch Yard</i>	56
3.2.10 Kondensor	57
3.2.11 Pompa (<i>Feedwater Pump</i>).....	58
3.2.12 Cooling Tower	59
3.3 Pemilihan Fluida Kerja	59
3.3.1 Sifat Thermodinamika.....	60
3.3.2 Faktor Kesehatan, Keamanan, dan Lingkungan	61
3.4 Pembentukan Kerak (<i>Scaling</i>).....	62
3.5 Skema PLTP	64
3.6 Kelebihan dan kekurangan PLTP.....	65
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	67
4.1 One Line Diagram PLTP Sibayak.....	67
4.1.1 Proses Distribusi dari PLN-Dizamatra dan Dizamatra- PLN	68
4.1.2 Pengoperasian Pembangkit (Start Unit)	69
4.1.3 Pengoperasian Pembangkit (Auto Prosedur)	72
4.1.4 Pengoperasian Pembangkit (Operasi Sinkron).....	73
4.2 Sistem Proteksi PLTP Sibayak.....	75

4.2.1 Sistem Proteksi Generator PLTP Sibayak	76
4.3 Kalkulasi Data	82
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	87
5.1 Kesimpulan	87
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA	89



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kapasitas Terpasang Pusat Listrik Tenaga Panas Bumi (MW)	3
Tabel 2.1	Hasil analisa kimia batuan beku Gunung Merapi, 1997	9
Tabel 2.2	Hasil Analisa Gas Vulkanik Gunung Merapi, Mei 2001	10
Tabel 2.3	Hasil Analisa Kimia Air Sumur Penduduk Desa Sewukan (Lereng Barat Merapi), Juli 1998 dan Mei 1999.....	11
Tabel 3.1	Sifat Thermo dinamika Beberapa Fluida Kerja Untuk Siklus Biner	60
Tabel 3.2	Sistem Keamanan dan Lingkungan Untuk Beberapa Jenis Fluida	61
Tabel 4.1	Data Sift 1 Maret 2014.....	82



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Potensi Panas Bumi (Geothermal) di Indonesia.....	7
Gambar 2.2	Daerah Potensi Sumber Panas Bumi di Indonesia	8
Gambar 2.3	Sismograf	12
Gambar 2.4	Penghitungan dengan Deformasi	13
Gambar 2.5	Peta Geologi Gunung Merapi	14
Gambar 2.6	Material Gunung Merapi.....	16
Gambar 2.7	Proses Pengolahan Panas Bumi	17
Gambar 2.8	Proses Pengolahan Air Panas	19
Gambar 2.9	Proses Pengolahan Batuan Panas	20
Gambar 3.1	Skema siklus uap cetus tunggal sederhana.....	22
Gambar 3.2	Skema siklus uap cetus tunggal sederhana. [1].....	23
Gambar 3.3	Skema siklus biner sederhana pada sistem pembangkit.....	24
Gambar 3.4	Diagram T-s untuk siklus biner sederhana [1]	24
Gambar 3.5	Skema siklus kombinasi sederhana pada sistem pembangkit	25
Gambar 3.6	Diagram T-s siklus kombinasi sederhana [1].....	26
Gambar 3.7	Sumur Produksi.....	27
Gambar 3.8	<i>Steam Receiving Header</i>	27
Gambar 3.9	<i>Vent Structure</i>	28
Gambar 3.10	Seperator	30
Gambar 3.11	Demister	31
Gambar 3.12	Turbin-generator untuk siklus biner.....	31
Gambar 3.13	Skema sistem turbin uap	32
Gambar 3.14	Diagram temperature vs entropi.....	33
Gambar 3.15	Diagram Generator AC Satu Fasa Dua Kutub	38
Gambar 3.16	Diagram Generator AC Tiga Fasa Dua Kutub.....	39
Gambar 3.17a	Bentuk rotor kutub silinder.....	41
Gambar 3.17b	Bentuk Stator.....	41
Gambar 3.18	Inti Stator dan Alur pada Stator	42

Gambar 3.19	Belitan Satu Lapis Generator Sinkron Tiga Fasa.....	43
Gambar 3.20	Urutan Fasa ABC	43
Gambar 3.21	Belitan Berlapis Ganda Generator Sinkron Tiga Fasa	44
Gambar 3.22	a dan b Kurva Rangkaian Ekuivalen Generator Tanpa Beban	45
Gambar 3.23	Sistem Eksitasi dengan sikat (<i>Brush Excitation</i>)	47
Gambar 3.24	Sistem Eksitasi tanpa sikat (<i>Brushless Excitation</i>)	49
Gambar 3.25	Konstruksi Transformator	52
Gambar 3.26	Switch Yard.....	57
Gambar 3.27	Kondensor	58
Gambar 3.28	Pompa (<i>Feedwater Pump</i>).....	58
Gambar 3.29	Diagram T-s untuk fluida kerja organik [1]	61
Gambar 3.30	Kelarutan berbagai bentuk silica [3]	63
Gambar 3.31	Skema PLTP	64
Gambar 4.1	One Line Diagram PLTP Sibayak.....	67
Gambar 4.2	Panel Sistem Proteksi Nari Production	75
Gambar 4.3	Main Switch Relay Protection untuk MGT 102 NARI.....	76
Gambar 4.4	Main Switch Relay Protection untuk MGT 122 NARI.....	78
Gambar 4.5	Grafik Daya Semu, Daya Ril dan Daya Buta.....	84
Gambar 4.6	Grafik Daya Terpasang dan Daya Estimasi	86