

SKRIPSI

STUDI PEMANFAATAN POTENSI GEOTERMAL
MENJADI ENERGI LISTRIK PADA PLTP AREA
ULUBELU LAMPUNG

Disusun Sebagai Tugas Sarjana Untuk Memenuhi Syarat
Sarjana Teknik



RONIH MALAU
03121005046

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

407

621.310 407 599 18
Mal
5
2017

- 10425 -

SKRIPSI

STUDI PEMANFAATAN POTENSI GEOTERMAL MENJADI ENERGI LISTRIK PADA PLTP AREA ULUBELU LAMPUNG



Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik



RONI H MALAU
03121005046

JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2017

HALAMAN PENGESAHAN

STUDI PEMANFAATAN POTENSI GEOTERMAL MENJADI ENERGI LISTRIK PADA PLTP AREA ULUBELU LAMPUNG

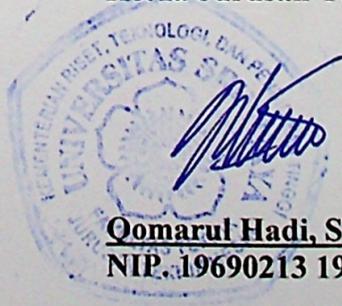
SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar
Sarjana Teknik

Oleh:

RONI H MALAU
03121005046

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



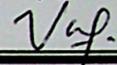
Qomarul Hadi, ST. MT
NIP. 19690213 199503 1 001

Indralaya, Maret 2017
Diperiksa dan disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi

A handwritten signature in blue ink, likely belonging to Dr. Ir. H. Darmawi Bayin, MT. MT.

Dr. Ir. H. Darmawi Bayin, MT. MT
NIP. 19580615 198703 1 002

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Agenda : 009/TM/AF/2017
Diterima Tgl. : 14/3-2017
Paraf : 

SKRIPSI

Nama : Roni H Malau
NIM : 03121005046
Jurusan : Teknik Mesin
Judul Skripsi : Studi Pemanfaatan Potensi Geotermal Menjadi Energi
Listrik pada PLTP Area Ulubelu Lampung
Diberikan : 08 Agustus 2016
Selesai : 28 Februari 2017

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Qomarul Hadi, ST. MT
NIP. 19690213 199503 1 001

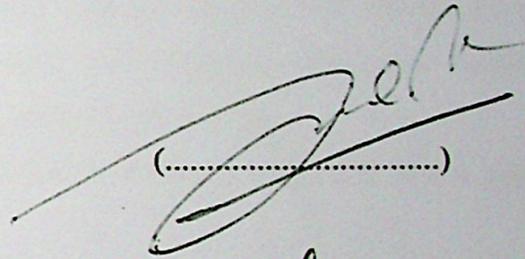
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi ini dengan judul “Studi Pemanfaatan Potensi Geotermal Menjadi Energi Listrik Pada PLTP Area Ulubelu Lampung” telah dipertahankan di hadapan Tim Penguji Sidang Sarjana Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya pada tanggal 28 Februari 2017.

Indralaya, 28 Februari 2017

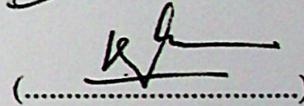
Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Berupa Skripsi :

Ketua : H. Ismail Thamrin, ST, MT.
NIP. 19720902 199702 1 001



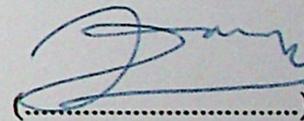
(.....)

Anggota : 1. Prof. Dr. Ir. H. Kaprawi, DEA
NIP. 19570118 198503 1 004



(.....)

2. Ir. H. M. Zahri Kadir, MT
NIP. 19590823 198903 1 001



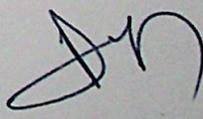
(.....)

Menyetujui,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

Diperiksa dan Disetujui oleh,
Pembimbing Skripsi



Oमारul Hadi, ST, MT
NIP. 19690213 199503 1 001



Dr. Ir. H. Darmawi Bayin, MT, MT
NIP. 19580615 198703 1 002

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Roni H Malau

NIM : 03121005046

Judul Skripsi : Studi Pemanfaatan Potensi Geotermal Menjadi Energi Listrik Pada PLTP Area Ulubelu Lampung

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan/plagiat. Apabila ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.



Indralaya, Maret 2017

Penulis



Roni H Malau

NIM. 03121005046



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

Jl. Raya Palembang - Prabumulih KM.32 Inderalaya (OI) Telp. (0711) 580272

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Roni H Malau
NIM : 03121005046
Judul : Studi Pemanfaatan Potensi Geotermal Menjadi Energi Listrik pada PLTP Area Ulubelu Lampung.

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan karya penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan Pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

Demikian, pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, Maret 2017

Penulis,

Roni H Malau

NIM. 03121005046

RIWAYAT PENULIS

Penulis bernama lengkap Roni Hasudungan Malau, dilahirkan di Parsaoran, pada tanggal 25 November 1994 merupakan anak pertama dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Odison Malau dan Ibu Purnama Silalahi. Penulis memulai pendidikan di SD Negeri 095174 Gambiri Kab. Simalungun pada tahun 2000 selama enam tahun. Kemudian pada tahun 2006 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Swasta RK Cinta Rakyat 1 Pematangsiantar.

Setelah menyelesaikan pendidikan di SMP Swasta RK Cinta Rakyat 1 Pematangsiantar pada tahun 2009, penulis melanjutkan pendidikannya di SMA Swasta RK Bintang Timur Pematangsiantar selama tiga tahun dan memilih jurusan Sains atau IPA. Setelah menamatkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas pada tahun 2012, melalui jalur SBMPTN (test tertulis) penulis melanjutkan pendidikannya di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Angkatan 2012.

Penulis juga memiliki pengalaman dalam dunia industri yaitu Kerja Praktek di PT. Pertamina Talisman Jambi Merang pada tahun 2016 dengan Laporan Kerja Praktek berjudul “Kajian Aplikasi *Booster Pump* untuk Mengalirkan *Leant Solvent* di PT. Pertamina Hulu Energi *Joint Operating Body (JOB)* - Talisman Jambi Merang”. Penulis juga memiliki pengalaman mengambil data riset untuk skripsi di PT. Pertamina Geothermal Energy Area Ulubelu Lampung.

Motto dan Persembahan

- Hasil yang kau peroleh adalah pertimbangan dari usahamu
- Jangan pernah ragu untuk berbuat baik
- Bagaimanapun keadaanmu, bersyukurlah selalu
- Hiduplah seakan esok engkau dipanggilNya.

Kupersembahkan Karya Tulis ini kepada :

- Tuhan Yesus Kristus
- Kedua Orang Tuaku Tercinta
- Opung ku Tercinta
- Keluarga Besar ku
- Dosen Pembimbing Skripsiku
- Teman-teman yang selalu mendukungku
- Almamaterku

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala berkat dan anugerah-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi ini merupakan salah satu syarat bagi mahasiswa untuk menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini, adapun pihak tersebut :

1. Bapak . Dr. Ir. Darmawi Bayin M.T, M.T. selaku Dosen Pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya membimbing, mengarahkan, penulis dari awal hingga selesainya skripsi ini.
2. Bapak Qomarul Hadi, S.T., M.T. Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Ir. Dyos Santoso, M.T. Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Firmansyah Burlian, M.T. selaku Pembimbing Akademik.
5. Staf Pengajar di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Staf Administrasi di Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
7. Keluarga Penulis, Ayah O. Malau, Ibu P. Silalahi, dan Oppung ku tersayang R Sitio beserta adik-adikku Peni, April, Raditya yang selalu memberikan dukungan materil, dan spiritual, serta doa dan kasih sayang yang berlimpah.
8. Teman-teman mahasiswa teknik mesin batak, terkhusus buat teman-teman satu angkatan (Dedi, Jecky, Eben, Maryan, Pulo, Evan, Yope korintus, Riska) yang menjadi kawan seperjuangan di bumi sriwijaya.

9. Adek tingkat Kristian Nago dan Ferdi Tanggang yang telah banyak membantu selama kuliah dan penyelesaian skripsi ini.
10. Teman-teman seperjuangan “Teknik Mesin *Solidarity Forever*” selama ini terutama Teknik Mesin angkatan 2012 yang telah melalui banyak cerita dan kenangan selama masa perkuliahan ini.
11. Teman satu bedeng araffi, Erwin dan rey sebagai teman satu kamar , dan rio, jamin, bang amin, rumbo serta anggi-anggiku Jogi, Doni, Albert, Gagas, yang selalu memberi dukungan semangat dan doa untuk penyelesaian skripsi ini.
12. Almamaterku Teknik Mesin yang selalu ku banggakan.

Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini masih banyak pengembangan yang perlu dilakukan, pasti terdapat banyak kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran serta masukan yang bersifat membangun sangat diharapkan guna membantu dalam perbaikan untuk penulisan selanjutnya.

Akhirnya penulis mengharapkan semoga skripsi dengan judul “ Studi Pemanfaatan Potensi Geotermal Menjadi Energi Listrik pada PLTP Area Ulubelu Lampung “ dapat berguna dan memberikan manfaat bagi kita semua untuk kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, terima kasih.

Indralaya, Maret 2017

Penulis

RINGKASAN

STUDI PEMANFAATAN POTENSI GEOTERMAL MENJADI ENERGI LISTRIK PADA PLTP AREA ULUBELU LAMPUNG

Karya tulis ilmiah berupa skripsi, februari 2017

Roni H Malau ; Dibimbing oleh Dr. Ir, H. Darmawi Bayin, MT, MT.

Study of the use of geothermal potential into electrical energy in the PLTP Area Ulubelu Lampung

xx + 60 halaman, 25 gambar, 37 tabel.

Potensi sumber energi terbarukan di Indonesia sangat besar. Pemanfaatan yang optimal dan efektif diyakini akan membantu mengatasi krisis energi dan permasalahan-permasalahan pada pemanfaatan sumber energi konvensional seperti ketersediaan pasokan bahan bakar dan efek negatif pada lingkungan. Salah satu dari energi terbarukan tersebut adalah energi panas bumi. Energi panas bumi adalah energi panas yang tersimpan dalam batuan dibawah permukaan bumi dan fluida yang terkandung didalamnya. Energi panas bumi yang relatif tidak menimbulkan polusi dan terdapat menyebar diseluruh kepulauan Indonesia sesungguhnya merupakan salah satu energi yang tepat untuk dimanfaatkan untuk pembangkit listrik guna memenuhi sebagian dari kebutuhan listrik nasional yang cenderung terus meningkat. Dalam pengoperasian sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi terdapat masalah terhadap proses produksi uap. Kondisi *brine* (fluida panas bumi) ternyata mempunyai kadar silika yang sangat tinggi, sehingga dalam proses produksi silika dapat menyebabkan *scaling* dalam pipa-pipa produksi. Dimana silika dapat mengendap didalam pipa produksi yang mengakibatkan berkurangnya diameter pipa apabila silika tersebut tidak larut dalam *brine*, sehingga menghambat aliran fluida panas bumi pada jalur perpipaan. Berkurangnya diameter pipa tersebut dapat mempengaruhi nilai daya listrik yang dihasilkan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melakukan analisis daya listrik yang dihasilkan pada PLTP, setelah dilakukan analisis maka hasil perhitungan dibandingkan dengan daya listrik yang dihasilkan berdasarkan data lapangan yang tercatat pada *control room*. Hasil dari perhitungan daya listrik adalah sebesar

53,47 MW sedangkan daya listrik yang dihasilkan dan tercatat di control room adalah sebesar 54,02 MW sehingga dapat dikatakan hasil perhitungan sudah mendekati dengan nilai sebenarnya dilapangan. Kajian juga dilakukan terhadap variasi tekanan seperator antara tekanan 7,0 bar sampai 8,0 bar. Variasi tekanan seperator guna untuk melihat berapa besar pengaruhnya terhadap daya listrik yang dihasilkan. Setelah dilakukan perhitungan ternyata variasi tekanan seperator menunjukkan semakin rendah tekanan seperator semakin besar pula daya listrik yang dihasilkan. Oleh karena itu, variasi tekanan seperator tidak dapat digunakan untuk meninjau daya listrik optimum yang dihasilkan. Dalam penelitian ini juga dianalisis apakah siklus yang digunakan pada PLTP memiliki potensi terjadinya kerak (*silica scaling*). Analisis dilakukan dengan metode Fournier, Di Pippo, dan metode SSI (Silica Scaling Index). Metode Fournier menunjukkan dengan kandungan silika sebesar 599 ppm, temperatur saturasinya adalah sebesar 150°C sedangkan dengan metode Di Pippo menunjukkan temperatur saturasi dari silika adalah sebesar 148°C. Dengan meninjau temperatur seperator dioperasikan pada temperatur 170°C maka dapat dikatakan bahwa siklus yang digunakan tidak memiliki potensi terjadinya kerak. Sedangkan dengan metode SSI, apabila nilai SSI yang didapat dengan kandungan silika tertentu > 1 maka siklus yang digunakan dapat menyebabkan timbulnya potensi kerak, dan apabila nilai SSI yang didapat < 1 maka siklus yang digunakan dapat dikatakan aman dari potensi terjadinya kerak atau *silica scaling*. Setelah dilakukan analisis, didapat nilai SSI sebesar 0,845 maka dengan metode tersebut dapat dikatakan bahwa siklus yang digunakan pada PLTP tidak memiliki potensi terjadinya kerak.

Kata Kunci : Panas Bumi, Daya Listrik, silika, Metode fournier, Di Pippo, SSI.

Kepustakaan : 13 (1973 – 2015)

SUMMARY

STUDY OF THE USE OF GEOTHERMAL POTENTIAL INTO ELECTRICAL ENERGY IN PLTP AREA ULUBELU LAMPUNG
Scientific paper in the form of skripsi, february 2017

Roni H Malau ; Advised by Dr. Ir, H. Darmawi Bayin, MT, MT.

Studi Pemanfaatan Potensi Geotermal Menjadi Energi Listrik pada PLTP Area Ulubelu Lampung

xx + 60 Pages, 25 figures, 37 tables

The potential of renewable energy sources in indonesia is very large. The optimal and effective utilization believed will help to resolve the crisis of energy and problems in the use of conventional energy sources such as fuel supply and the negative effects on the environment. One of the renewable energy is geothermal energy. Geothermal energy is a hot energy the stored in rocks under the earth's surface and the fluidthat contained therein. A relatively geothermal energy does not create the pollution and spread through in indonesian island actually is one of the right energy to be used in energy generator in order to satisfy part of the national needs are likely continue to rise. In the operation of power plants geothermal system there is a problem on steam prodction. The conditions of brine (geothermal fluid) has a very high silica content, so in the process of silica production can cause the scaling in pipes production. Where the silica can precipitate within pipeline production which resulting in the reduced of pipe's diameter if the silica does not dissolve in the brine, thus inhibiting the flow of geothermal fluid in the piping. The reduced of pipe's diameter can affect the value of the electrical energy that already produced. The purpose of the study was to analyze the electrical energy that produced on PLTP, after doing the analysis the result compared with the electrical energy based on the field's data was recorded in the control room. The results of electrical energy calculation is 53,47 MW while the electrical energy that produced and recorded in the control room is 54,02 MW it can be said the result is already approaching to actual value in the field. Study is also conducted the seperator pressure variations between 7,0 bar to

8,0 bar. The separator pressure variations in order to see how big the influence on the electrical energy that already produced. After calculation, the separator pressure variations shows that the lower the pressure the greater the electrical energy that already produced. Therefore, separator pressure variations can not use to review the optimum the electrical energy that already produced. In this study also analyzed is cycles that is used on PLTP has the potential for crust (silica scaling). The analysis was conducted using Fournier method, Di Pippo method, and the method of SSI (Silica Scaling Index). The Fournier method shows that the silica content is 599 ppm, the saturation temperature is 150°C while the method of Di Pippo shows that the saturation temperature from silica is 148°C. By reviewing separator temperature is operated on temperature of 170 °C, it can be said that the cycles that is used do not have the potential for crust. While using the method of SSI, if the value of SSI that is obtained with the specific silica content > 1 so the cycles that is used can cause the potential crust, and if the value of SSI that obtained < 1 so the cycles that is used can be said safe from potential scale or silica scaling. After the analysis, finally is obtained the score of SSI is 0,845 then with this method can be said that the cycles that is used on PLTP does not have the potential for crust.

Keywords : Geothermal, electrical energy, silica, Fournier, Di Pippo, SSI.

Citations : 13 (1973 – 2015)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN AGENDA	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI	v
RIWAYAT PENULIS	vi
MOTTO DAN HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
RINGKASAN	x
SUMMARY	xii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
DAFTAR SIMBOL	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	5
2.2 Pemanfaatan Energi Panas Bumi	5
2.2.1 Sektor Non Listrik	6
2.2.2 Sektor Listrik	7
2.3 Jenis Siklus Pada PLTP	9

2.3.1 Siklus Biner (<i>Binary Cycle</i>)	10
2.3.2 Siklus Uap Kering (<i>Dry Steam Cycle</i>)	11
2.3.3 <i>Double Flash Stem</i>	12
2.3.4 Siklus <i>Single Flash Steam</i>	13
2.3.5 Siklus uap hasil pemisahan (<i>Separated steam</i>)	14
2.4 Fasilitas produksi uap dan Pembangkit panas bumi	14
2.4.1 Fasilitas Produksi Uap	15
2.4.2 Fasilitas Pembangkit Listrik Panas Bumi	18
2.5 Penentuan Daya Listrik	19
2.5.1 Siklus <i>Separated steam</i>	19
2.6 Analisis Terjadinya Potensi Kerak	22
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Alur Penelitian	25
3.2 Studi Kepustakaan	26
3.3 Deskripsi Sistem	26
3.4 Spesifikasi komponen PLTP	27
3.4.1 Spesifikasi Seperator	27
3.4.2 Spesifikasi Scruber	27
3.4.3 Spesifikasi Turbin	28
3.4.4 Spesifikasi Kondenser	28
3.4.5 Spesifikasi <i>cooling tower</i>	28
3.5 Pengumpulan Data	28
3.6 Teknik Pengumpulan Data	29
3.7 Analisis dan pembahasan	29
3.8 Kesimpulan dan saran	29
BAB 4 ANALISIS DAN PEMBAHASAN	
4.1 Data Penelitian	30
4.2 Analisis Daya Listrik	30
4.3 Analisis potensi terjadinya kerak (<i>silica scaling</i>)	38
4.3.1 Metode Fournier	39

4.3.2 Metode Di Pippo	40
4.3.3 Metode SSI	41
4.4 Perhitungan pengaruh variasi tekanan seperator	42
4.5 Pembahasan	56
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	
6.1 Kesimpulan	59
6.2 Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Aplikasi Pemanfaatan geotermal berdasarkan temperatur	6
Gambar 2.2 Pemanfaatan geotermal di beberapa daerah Indonesia	7
Gambar 2.3 Produksi listrik panas bumi tahun 2005-2014	8
Gambar 2.4 Potensi panas bumi indonesia	8
Gambar 2.5 Skema Siklus <i>Biner</i>	10
Gambar 2.6 Skema Siklus Uap Kering	11
Gambar 2.7 Skema Siklus <i>Double Flash Steam</i>	12
Gambar 2.8 Skema Siklus <i>Single Flash Steam</i>	13
Gambar 2.9 Skema diagram siklus uap hasil pemisahan	14
Gambar 2.10 Skema Rangkaian Pipa Selubung di Sumur Panasbumi	15
Gambar 2.11 Contoh Rangkaian <i>Valve</i> di Kepala Sumur	16
Gambar 2.12 Diagram P-H siklus <i>Separated steam</i>	19
Gambar 2.13 Diagram T-S Siklus <i>Separated steam</i>	20
Gambar 2.14 Diagram Kelarutan <i>Silica</i> Terhadap Temperatur	22
Gambar 2.15 Kandungan <i>Silica</i> dalam bentuk <i>Quartz</i> terhadap temperatur	23
Gambar 2.16 Kelarutan <i>Amorphous Silica</i> Terhadap temperatur	24
Gambar 3.1 Diagram Alir penelitian	25
Gambar 3.2 Skema PLTP unit 3 & 4	26
Gambar 4.1 Skema PLTP unit 3 PT.PGE Ulubelu Lampung	31
Gambar 4.2 Diagram T-S siklus <i>separated steam</i>	31
Gambar 4.3 Diagram P-H siklus <i>Separated steam</i>	32
Gambar 4.4 Grafik kandungan silika terhadap temperatur saturasi	40
Gambar 4.5 Grafik kandungan silika terhadap temperatur saturasi	41
Gambar 4.6 Diagram antara SSI terhadap temperatur	42
Gambar 4.7 Grafik tekanan separator dengan daya turbin	57
Gambar 4.8 Grafik tekanan separator dengan kualitas uap	58

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data Lapangan	30
Tabel 4.2 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	33
Tabel 4.3 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	33
Tabel 4.4 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	34
Tabel 4.5 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	34
Tabel 4.6 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	35
Tabel 4.7 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	35
Tabel 4.8 Interpolasi pada tekanan 8,2 Kpa	36
Tabel 4.9 Interpolasi pada tekanan 8,2 Kpa	36
Tabel 4.10 Interpolasi pada tekanan 8,2 Kpa	37
Tabel 4.11 Interpolasi pada tekanan 8,2 Kpa	37
Tabel 4.12 Perbandingan hasil perhitungan dengan data lapangan	38
Tabel 4.13 Data komposisi kimia fluida panas bumi	39
Tabel 4.14 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	43
Tabel 4.15 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	44
Tabel 4.16 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	44
Tabel 4.17 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	45
Tabel 4.18 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	45
Tabel 4.19 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	45
Tabel 4.20 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	47
Tabel 4.21 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	47
Tabel 4.22 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	47
Tabel 4.23 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	48
Tabel 4.24 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	48
Tabel 4.25 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	49
Tabel 4.26 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	50
Tabel 4.27 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	50
Tabel 4.28 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	51

Tabel 4.29 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	51
Tabel 4.30 Interpolasi pada tekanan 0,8 Mpa	52
Tabel 4.31 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	52
Tabel 4.32 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	53
Tabel 4.33 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	54
Tabel 4.34 Interpolasi pada tekanan 0,6 Mpa	54
Tabel 4.35 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	55
Tabel 4.36 Interpolasi pada tekanan 0,65 Mpa	55
Tabel 4.37 Tabel hasil perhitungan variasi tekanan seperator	56

DAFTAR SIMBOL

Lambang	Keterangan	Satuan
h	Entalpi	Kj/Kg
h_f	Entalpi Cair Jenuh	Kj/Kg
h_g	Entalpi Uap Jenuh	Kj/Kg
P	Tekanan	Bar
S	Entropi	Kj/Kg.K
S_f	Entropi Cair Jenuh	Kj/Kg.K
S_g	Entropi Uap Jenuh	Kj/Kg.K
η	Efisiensi	%
\dot{m}	Laju Massa Aliran	Kg/s
\dot{W}	Daya Listrik	Watt
Δh	Perbedaan Entalpi	Kj/Kg
X	Kualitas Uap	%
SSI	Silica Scaling Index	%
SI	Kandungan Silika	Ppm

BAB 1

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Potensi sumber energi terbarukan di Indonesia sangat besar. Pemanfaatan yang optimal dan efektif diyakini akan dapat membantu mengatasi krisis energi dan permasalahan-permasalahan pada pemanfaatan sumber energi konvensional seperti ketersediaan pasokan bahan bakar dan efek negatif pada lingkungan. Beberapa sumber energi terbarukan tersebut adalah panas bumi, mikrohidro, matahari dan arus laut dengan persebaran potensi yang cukup luas di seluruh wilayah republik Indonesia.

Energi panas bumi adalah energi panas yang tersimpan dalam batuan di bawah permukaan bumi dan fluida yang terkandung didalamnya. Meningkatnya kebutuhan akan energi telah memacu negara-negara lain, termasuk Amerika Serikat, untuk mengurangi ketergantungan mereka pada minyak dengan cara memanfaatkan energi panas bumi. Saat ini energi panas bumi telah dimanfaatkan untuk pembangkit listrik di 24 negara, termasuk Indonesia. Disamping itu fluida panas bumi juga dimanfaatkan untuk sektor non-listrik di 72 negara, antara lain untuk pemanasan ruangan, pemanasan air, pemanasan rumah kaca, pengeringan hasil produk pertanian, pemanasan tanah, pengeringan kayu, kertas dan lain-lain (Bertani, 2009).

Untuk energi panas bumi, dalam "Road Map Pengelolaan Energi Nasional", Pemerintah menetapkan rencana peningkatan pemanfaatan energi panas bumi di Indonesia secara bertahap, dari 1438,5 MW pada tahun 2015 hingga 4000 MW pada tahun 2020. Pada saat ini kapasitas pembangkit listrik panas bumi Indonesia baru mencapai 1438,5 MW. Dilihat dari sisi potensi, Indonesia diperkirakan mempunyai sumberdaya panas bumi dengan potensi listrik sebesar 28.910 MWe, sekitar 30-40% potensi panas bumi dunia, dengan potensi cadangan 16.560 MWe, terdiri dari cadangan terduga 13.449 Mwe, cadangan mungkin 823 MWe dan cadangan terbukti 2288 MWe (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2014).

Energi panas bumi yang relatif tidak menimbulkan polusi dan terdapat menyebar diseluruh kepulauan Indonesia sesungguhnya merupakan salah satu energi yang tepat untuk dimanfaatkan untuk pembangkit listrik guna memenuhi sebagian dari kebutuhan listrik nasional yang cenderung terus meningkat.

Dari sekian banyak wilayah yang memiliki potensi panas bumi, baru beberapa daerah saja yang sudah dimanfaatkan, sementara yang lainnya memerlukan kajian dan pengembangan lebih lanjut. Diperlukan teknologi dan pengetahuan yang luas untuk dapat memanfaatkan sumber energi panas bumi di suatu wilayah. Oleh karena itu, pembangkit listrik dari sumber energi panas bumi menjadi sesuatu yang menarik untuk dipelajari.

Pada sistem pembangkit listrik tenaga panas bumi, uap untuk menggerakkan turbin diperoleh dari reservoir panas bumi yang terdapat di bawah permukaan tanah. Uap tersebut mengalir melalui sumur-sumur produksi kemudian dialirkan ke *power plant* dengan menggunakan sistem perpipaan. Ketika memasuki bagian turbin, uap berekspansi menghasilkan energi mekanis untuk memutar turbin. Dengan sistem *coupling*, putaran tersebut diteruskan untuk memutar rotor unit generator sehingga menghasilkan energi listrik.

Dalam pengoperasiannya terdapat masalah terhadap proses produksi uap. Kondisi *brine* ternyata mempunyai kadar silica yang sangat tinggi, sehingga dalam proses produksi terjadi *scaling* di dalam pipa-pipa produksi. *Silica* tersebut melekat pada diameter dalam pipa produksi. Adanya *scaling* menyebabkan pipa-pipa produksi tersumbat karena di dalamnya dipenuhi oleh *silica* yang menyebabkan berkurangnya diameter pipa, sehingga menghambat aliran *brine* pada jalur perpipaan. Tersumbatnya pipa tersebut dapat mempengaruhi nilai daya listrik yang dihasilkan.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisa kapasitas daya listrik yang dapat dihasilkan pada Pembangkit Listrik Tenaga Panas bumi. Kajian dilakukan terhadap variasi tekanan separator untuk melihat pengaruhnya terhadap daya listrik yang dihasilkan.

1.2. Perumusan Masalah

Pada sumur produksi panas bumi, biasanya fluida akan keluar dalam bentuk fasa campuran antara uap dengan cairan (*brine*). Fluida tersebut akan melalui proses *flashing* dengan menggunakan katup, tujuannya adalah meningkatkan kualitas uap dari fluida panas bumi tersebut. Fluida tersebut kemudian akan dipisahkan dalam alat yang bernama *separator*. Fluida dengan fasa uap jenuh akan menuju turbin untuk diekspansi, sedangkan fluida dengan fasa cair jenuh (*brine*) biasanya akan diinjeksikan kembali ke sumur injeksi. Dalam beberapa keadaan, *brine* yang dihasilkan masih dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan listrik karena masih memiliki energi yang tinggi.

Dalam tugas akhir ini akan dikaji pemanfaatan panas bumi untuk menghasilkan listrik. Siklus yang digunakan dalam analisis adalah siklus *separated steam*. Siklus *separated steam* digunakan pada saat fluida panas bumi yang digunakan terdiri dari fasa campuran. Pemisahan dilakukan dengan alat *separator*. Fluida dengan fasa uap jenuh kemudian akan diekspansi di dalam turbin dan akan mengalami proses kondensasi di kondensor.

Kajian dilakukan terhadap variasi tekanan separator. Variasi tekanan tersebut untuk melihat berapa besar pengaruhnya terhadap daya keluaran pembangkit panas bumi. Variasi juga dilakukan dengan memperhitungkan potensi terjadinya kerak (*silica scaling*) pada pipa produksi. Dimana *Silica* dapat mengendap pada pipa produksi karena kandungan *silica* yang sangat tinggi pada *brine* dan mengendapnya *silica* dapat menyebabkan pipa produksi tersumbat. Tersumbatnya pipa produksi akibat kandungan *silica* dapat mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan.

1.3. Batasan Masalah

Penelitian yang dilakukan ini memiliki batasan-batasan masalah yang ditujukan untuk menjaga ruang lingkup masalah yaitu:

1. Analisis dilakukan hanya pada ruang lingkup kegiatan di Area Ulubelu Lampung
2. Analisis dilakukan berdasarkan data produksi PLTP setempat.

3. Analisis dilakukan terhadap variasi tekanan separator untuk melihat berapa besar pengaruhnya terhadap daya listrik yang dihasilkan.
4. Variasi tekanan dilakukan dengan memperhitungkan potensi terjadinya kerak (*silica scaling*).

1.4. Tujuan penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan nilai daya listrik yang dapat dihasilkan.
2. Mendapatkan pengaruh tekanan separator pada daya listrik yang dihasilkan.
3. Mendapatkan temperatur minimum agar tidak terjadi kerak pada pipa.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian skripsi ini antara lain :

1. Memperkaya kajian mengenai Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.
2. Mengetahui pengaruh tekanan separator terhadap daya listrik yang dihasilkan.
3. Dijadikan referensi untuk penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.

1.6. Sistematika Penulisan

Pada penelitian ini, penulis membuat sistematika penulisan yang terdiri dari beberapa bab, dimana pada setiap bab terdapat uraian-uraian yang mencakup pembahasan proposal skripsi ini secara keseluruhan. Diantaranya adalah berikut :

- BAB 1 : Merupakan pendahuluan yang berisi latar belakang, rumusan masalah , batasan masalah, tujuan dan manfaat dari penulisan serta sistematika penulisan.
- BAB 2 : Berisikan dasar teori yang melandasi dilakukannya penelitian ini.
- BAB 3 : Berisikan metodologi penelitian.
- BAB 4 : Berisikan hasil dan pembahasan dari penelitian ini.
- BAB 5 : Berisikan kesimpulan dan saran dari penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA



- Aditya, Mario. 2010. Kaji Termodinamika siklus *Single Flash Steam* Pembangkit Listrik Panas Bumi. ITB. Bandung.
- Bertani, R. 2009. *Geothermal Energy : An Overview on Resources and Potensial*. Italy : Enel Green Power.
- Cengel, Y.A., & Boles, M.A., 2006, *Thermodynamics: An Engineering Approach*, 5th ed, McGraw-Hill.
- Ciptadi, Sapto & Salvius Patangke. 2001. Evaluasi Potensi *Silica Scaling* pada Pipa Produksi Lapangan Panas Bumi Lahendong, Sulawesi Utara.
- Dippipo, Ronald.2008.” *Geotermal Power Plant, Principles Aplications, Case Studies And Environmental Impact.*” Elsevier, Massachusetts.
- Direktorat Jenderal Energi Baru, Terbarukan dan Konservasi Energi Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral. 2015. Statistik EBTKE. Jakarta.
- EL-Wakil, M. M. 1984. *Power Plant Technology*. McGraw Hill, Inc.
- Eka Rachmania Dimitri Balkis, Dkk, 2012.” Optimasi Daya Listrik pada PT *Pertamina Geothermal Energy Area* Kamojang, Jawa Barat. ITS. Surabaya.
- Fournier, Robert.O.1973.*The Solubility Of Silica in Hidrothermal Solutions, Practical Aplications*.US Geological Survey.USA.
- Indriawati, Katherin & Junaldi. 2012. “ Prediksi Daya Listrik *Geothermal Power Plant* Berdasarkan *Metode Weighted Moving Average* di PT. Geo Dipa Energi Unit Dieng.” ITS. Surabaya.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, 2014, *Hand Book of Energy and Economic Statistics of Indonesia*, Jakarta.
- Raihansyah, Muhammad. 2011. Studi Analisis Kapasitas Energi Listrik Panas Bumi Gunung Seulawah Agam Aceh.Unsyiah. Aceh.
- Saptadji, N.M. 2009. Teknik Panas Bumi (*Geotermal Energy*). Bandung.