

DAFTAR ISI

PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iii
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR NOTASI	xvii
INTISARI	xx
ABSTRACT	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	5
1.3. Batasan Masalah	6
1.4. Tujuan Penelitian	6
1.5. Manfaat Penelitian	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1. Permasalahan dalam Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	8
2.1.1. Korosi	9
2.1.2. Pengendapan/ <i>Scaling</i>	10
2.2. Separator Uap-Air Panas Bumi	10
2.2.1. Separator Uap-Air Vertikal	12
2.2.2. Separator Uap-Air Horizontal	15

viii

2.3. Penggunaan CFD dalam Analisis Aliran Fluida pada Separator	16
BAB 3 LANDASAN TEORI	18
3.1. Jenis-Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi.....	18
3.1.1. <i>Single Flash Steam Cycle</i>	18
3.1.2. <i>Double Flash Steam Cycle</i>	20
3.1.3. <i>Direct Dry Steam Cycle</i>	20
3.1.4. <i>Brine Binary Cycle</i>	21
3.1.5. <i>Combined Cycle</i>	22
3.2. Persamaan Termodinamis dari Sistem <i>Single-Flash Steam</i>	22
3.2.1. Diagram Temperature-Entropy	23
3.2.2. <i>Flashing Process</i>	24
3.2.3. Proses Separasi.....	24
3.2.4. Ekspansi Turbin	25
3.2.5. Proses Kondensasi	26
3.3. Metode Perancangan Separator.....	26
3.4. Penentuan Geometri Separator Uap-Air Vertikal	29
3.5. Performa Separator Uap-Air Vertikal	32
3.5.1. Efisiensi.....	32
3.5.2. <i>Centrifugal Efficiency</i>	33
3.5.3. <i>Entrainment Efficiency</i> (η_A).....	36
3.5.4. Kualitas Uap Keluaran (X_o)	36
3.5.5. <i>Pressure Drop</i>	37
3.6. Perancangan Komponen-Komponen Separator Vertikal.....	37
3.6.1. <i>Standard Code</i>	37
3.6.2. <i>Shell</i>	46

3.6.3. <i>Head</i>	47
3.6.4. <i>Nozzle</i>	50
3.6.5. <i>Skirt Support</i> pada bejana tekan vertikal	54
3.7. <i>Computational Fluid Dynamics</i>	58
3.7.1. <i>Finite Volume Method</i>	59
3.7.2. Persamaan Atur	60
3.7.3. Model Turbulensi.....	61
3.7.4. Model aliran dua fase (<i>Two-Phase Model</i>).....	64
3.7.5. <i>Particle Tracking</i>	65
BAB 4 METODE PENELITIAN	68
4.1. Diagram Alir Penelitian	68
4.2. Alat Penelitian.....	69
4.3. Bahan Penelitian	72
4.4. Perhitungan Desain Separator Uap-Air Vertikal	75
4.5. Proses Simulasi CFD	77
4.5.1. <i>Pre-processing</i>	77
4.5.2. <i>Solving</i>	81
4.5.3. <i>Post-Processing</i>	88
BAB 5 PEMBAHASAN	89
5.1. Hitung Pengkondisian Desain Separator	89
5.2. Hitung Properti Aliran Fluida	90
5.2.1. Kualitas Uap Masukan (X_v).....	90
5.2.2. Laju Volumetrik Fluida / Debit.....	90
5.2.3. Pola Aliran Fluida	91
5.2.4. <i>Droplet diameter</i> (d_w).....	92

5.3. Validasi Geometri Ukuran Separator	92
5.4. Hitung Perancangan Komponen Separator	93
5.4.1. <i>Shell</i>	93
5.4.2. <i>Head</i>	94
5.4.3. <i>Nozzle</i>	94
5.5. Perkiraan Massa dari Separator	98
5.6. Beban Akibat Gaya Eksternal	99
5.6.1. Beban Eksternal akibat Angin	99
5.6.2. Beban Eksternal akibat <i>Seismic</i>	101
5.7. Hitung Perancangan <i>Skirt Support</i>	102
5.8. Hitung Perancangan <i>Anchor Bolts</i> dan <i>Base Plate</i>	104
5.9. Hitung Efisiensi Separasi	105
5.10. Hitung Kualitas Keluaran Uap (X_o)	110
5.11. Hitung Perkiraan <i>Pressure Drop</i>	112
5.12. Simulasi CFD <i>Vertical Geothermal Steam-Water Separator</i>	113
5.12.1. Parameter Umum Simulasi	113
5.12.2. Efisiensi Separasi	114
5.12.3. Kualitas Uap Keluaran (X_o)	117
5.12.4. Profil Kecepatan	118
5.13. Validasi Data Perhitungan dan Data Simulasi	124
5.14. Analisis Tegangan Struktural	127
5.14.1. <i>Meshing</i>	128
5.14.2. Hasil Simulasi	128
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	131
6.1. Kesimpulan	131

6.2. Saran	132
DAFTAR PUSTAKA	133
LAMPIRAN	135

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Diagram Flash Steam Power Plant.....	4
Gambar 2.1	Knock Out Drum & U-Bend Separator.....	11
Gambar 2.2	Top outlet cyclone separator dan Bottom outlet cyclone separator	12
Gambar 2.3	Separator Uap-Air Horizontal.....	15
Gambar 3.1	Single Flash Steam Power Plant	19
Gambar 3.2	Double Flash Steam Power Plant.....	20
Gambar 3.3	Direct Dry Steam Power Plant	21
Gambar 3.4	Binary Cycle Power Plant	22
Gambar 3.5	Geothermal Combined Cycle Power Plant	22
Gambar 3.6	Diagram T-S Single Flash Steam Cycle	23
Gambar 3.7	Jenis Pola Aliran Dua Fase pada Aliran Horizontal	27
Gambar 3.8	Baker's map	27
Gambar 3.9	Peta Baker Termodifikasi.....	29
Gambar 3.10	Geometri Vertical Steam-Water Separator	31
Gambar 3.11	Grafik Kecepatan Masuk Aliran - Kualitas Uap Keluaran	32
Gambar 3.12	Klasifikasi ASME BPVC Section VIII Div. 1	39
Gambar 3.13	Distribusi Gaya dan Momen akibat Angin.....	45
Gambar 3.14	Distribusi Gaya akibat Seismic	45
Gambar 3.15	Spherical / Hemispherical Head	48
Gambar 3.16	2:1 Ellipsoidal Head.....	48
Gambar 3.17	Conical Head.....	49
Gambar 3.18	Torispherical Head.....	49
Gambar 3.19	Nozzle Reinforcement.....	50
Gambar 3.20	Distribusi Gaya dan Momen pada Nozzle	53
Gambar 3.21	Top Plate Base Ring.....	57
Gambar 3.22	Gambar Teknik Top Plate Base Ring.....	57
Gambar 3.23	Finite Volume Method	60
Gambar 3.24	Jenis Interaksi Partikel terhadap Domain Fluida.....	67
Gambar 4.1	Diagram Alir Penelitian	68
Gambar 4.2	Tampilan Antarmuka Microsoft Excel.....	69

Gambar 4.3	Tampilan Antarmuka Autodesk Inventor Professional 2019.....	70
Gambar 4.4	Tampilan Antarmuka ANSYS Design Modeller	71
Gambar 4.5	Tampilan Antarmuka ANSYS Meshing	71
Gambar 4.6	Geometri Unit 1 Lumut Balai Separator	74
Gambar 4.7	Diagram Alir Tahap Pre-Processing	77
Gambar 4.8	Domain Fluida.....	78
Gambar 4.9	Spektrum Kualitas Meshing.....	79
Gambar 4.10	Meshing dan Inflation	80
Gambar 4.11	Tampilan Antarmuka Pengaturan Umum Simulasi	81
Gambar 4.12	Tampilan Antarmuka Pengaturan Model Simulasi.....	82
Gambar 4.13	Tampilan Antarmuka Pengaturan Material.....	83
Gambar 4.14	Tampilan Antarmuka Pengaturan Kondisi Operasi Simulasi	83
Gambar 4.15	Tampilan Antarmuka Pengaturan Kondisi Batas Simulasi.....	84
Gambar 4.16	Tampilan Antarmuka Pengaturan Metode Solusi	85
Gambar 4.17	Tampilan Antarmuka Pengaturan Syarat Konvergensi.....	86
Gambar 4.18	Tampilan Antarmuka Pengaturan Inisialisasi Solusi	86
Gambar 4.19	Tampilan Antarmuka Pengaturan Iterasi Simulasi	87
Gambar 4.20	Diagram Alir Post-Processing.....	88
Gambar 5.1	Residual Iterasi.....	114
Gambar 5.2	Distribusi Kecepatan pada $Y=4.8$ m	119
Gambar 5.3	Streamline Velocity pada kecepatan aliran 26 m/s	120
Gambar 5.4	Streamline Velocity pada kecepatan aliran 30 m/s	121
Gambar 5.5	Streamline Velocity pada kecepatan aliran 34 m/s	122
Gambar 5.6	Streamline Velocity pada kecepatan aliran 38 m/s	123
Gambar 5.7	Grafik Efisiensi Separasi dan Kecepatan Inlet Fluida.....	124
Gambar 5.8	Grafik Kualitas Uap Keluaran terhadap Kecepatan Inlet Fluida ..	126
Gambar 5.9	Domain Analisis Tegangan.....	127
Gambar 5.10	Hasil Meshing	128
Gambar 5.11	Von Mises Stress.....	129
Gambar 5.12	Von Mises Strain.....	130

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Potensi Energi Terbarukan di Indonesia	2
Tabel 1.2. Potensi Panas Bumi Indonesia per Pulau.....	3
Tabel 1.3.Kondisi reservoir di beberapa field	4
Tabel 2.1. Klasifikasi Reservoir.....	8
Tabel 2.2. Persebaran Separator Uap-Air Vertikal	14
Tabel 3.1 Klasifikasi Koefisien Aliran	35
Tabel 3.2 ASME Boiler and Pressure Vessel Code	38
Tabel 3.3 Koefisien Exposure.....	43
Tabel 4.1 Spesifikasi Hardware Penelitian	69
Tabel 4.2 Properti Fluida pada Rated Condition	72
Tabel 4.3 Properti Fluida pada kondisi tekanan konstan	73
Tabel 4.4 Properti Fluida pada Kondisi Tekanan Maksimum	73
Tabel 4.5 Data Desain Unit 1 Lumut Balai Separator	74
Tabel 4.6 Material Komponen Separator.....	75
Tabel 4.7 Kualitas Meshing	80
Tabel 4.8 Skenario Umum Simulasi	81
Tabel 4.9. Properti Fluida dalam Simulasi.....	82
Tabel 4.10 Metode Solusi	84
Tabel 5.1 Hubungan Kecepatan Inlet terhadap Pola Aliran Fluida	92
Tabel 5.2 Perhitungan Validasi Geometri Separator	93
Tabel 5.4 Spesifikasi Nozzle.....	94
Tabel 5.5 Hitung Perancangan Reinforcing Pad pada Nozzle	95
Tabel 5.6 Hitung Efektifitas Penambahan Reinforcing Pad	96
Tabel 5.7 Perhitungan Gaya dan Momen pada Nozzle tanpa repad	97
Tabel 5.8 Perhitungan Gaya dan Momen pada Nozzle dengan repad	98
Tabel 5.9 Perhitungan Gaya dan Momen Akibat Angin.....	100
Tabel 5.10 Tabel Allowable Stress pada Skirt.....	102
Tabel 5.11 Perhitungan Geometri Separator terhadap Kecepatan Inlet.....	106
Tabel 5.12 Centriugal Efficiency	106
Tabel 5.13 Parameter Entrainment Efficiency	108

Tabel 5.14 Hasil Particle Tracking	115
Tabel 5.15. Hasil Perhitungan Efisiensi Separasi	117
Tabel 5.16 Hasil Kualitas Uap Keluaran	118
Tabel 5.17 Validasi Nilai Efisiensi Separator	124
Tabel 5.18 Validasi Nilai Kualitas Uap Keluaran.....	125
Tabel 5.19 Spesifikasi Simulasi dan Material.....	127
Tabel 5.20 Spesifikasi Meshing	128