

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PEMBIMBING	ii
LEMBAR PENGESAHAN DOSEN PENGUJI	iii
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	iv
NASKAH SOAL TUGAS AKHIR	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
NOMENKLATUR	xxii
INTISARI	xxv
ABSTRACT	xxvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan dan Asumsi Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pengembangan Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	6
2.2 Aplikasi Pemulihan Panas Buang di Industri	8
2.2.1 Industri Petrokimia	9
2.2.2 Industri Kertas	9
2.2.3 Industri Pembangkit Listrik	10
2.2.4 Industri Kaca	11
2.2.5 Industri Baja	11
2.2.6 Industri Semen	12
2.3 Pengembangan Pemulihan Panas Buang <i>Brine</i> pada PLTP	13

2.4	Status Teknologi Siklus ORC	14
2.5	Status Teknologi Siklus Daya CO ₂ Superkritis	16
BAB III LANDASAN TEORI		21
3.1	Jenis-Jenis Pembangkit Listrik Tenaga Panas Bumi	21
3.1.1	PLTP Jenis Uap Kering	21
3.1.2	PLTP Jenis <i>Flash</i>	22
3.1.3	PLTP Jenis Siklus Biner	23
3.1.4	PLTP Jenis Siklus Kombinasi <i>Flash-Binary</i>	24
3.2	Pemulihan Panas Buang	24
3.2.1	Klasifikasi Sumber Panas Buang	25
3.2.2	Siklus Daya Termal untuk WHR	26
3.2.3	Sistem Kogenerasi	27
3.3	Siklus Rankine Uap Ideal	28
3.4	Siklus Brayton Ideal	29
3.5	Pompa	30
3.6	Kompresor	32
3.7	Penukar Kalor	34
3.7.1	Koefisien Perpindahan Kalor Keseluruhan	34
3.7.2	Perbedaan Temperatur Rata-Rata Logaritmik	35
3.7.3	Temperatur <i>Pinch-Point</i>	38
3.8	Mesin Ekspansi	40
3.9	<i>Air-Cooled Condenser</i> dan <i>Dry Cooler</i>	42
3.10	Sistem Aliran Mantap	43
3.10.1	Tekanan	44
3.10.2	Entalpi	45
3.10.3	Kalor Jenis	45
3.10.4	Entropi	46
3.11	Siklus Rankine Organik	46
3.11.1	Pemilihan Fluida Kerja Organik	47
3.11.2	Konfigurasi dan Analisis Energi Siklus ORC Sederhana	49
3.11.3	Konfigurasi dan Analisis Energi Siklus ORC <i>Recuperative</i>	52
3.12	Siklus Brayton CO ₂ Superkritis	55

3.12.1	Fluida CO ₂ Superkritis	56
3.12.2	Konfigurasi dan Analisis Energi Siklus SCBC Sederhana	58
3.12.3	Konfigurasi dan Analisis Energi Siklus SCBC <i>Recuperative</i>	60
3.13	<i>Capital Expenditure</i>	63
3.14	<i>Net Present Value</i>	65
3.15	<i>Internal Rate of Return</i>	66
3.16	Periode Pengembalian	67
BAB IV	METODE PENELITIAN	68
4.1	Alat dan Data yang Dibutuhkan	68
4.2	Diagram Alir Penelitian	68
4.3	Analisis Termodinamika	70
4.4	Analisis Keekonomian	72
BAB V	HASIL DAN PEMBAHASAN	74
5.1	Analisis Termodinamika Siklus ORC Sederhana	74
5.1.1	Analisis Termodinamika Pompa Umpan	74
5.1.2	Analisis Termodinamika <i>Preheater</i> dan Evaporator	75
5.1.3	Analisis Termodinamika Turbin ORC	76
5.1.4	Analisis Termodinamika <i>Air-Cooled Condenser</i>	77
5.1.5	<i>Rating</i> Komponen Utama	78
5.1.6	Perhitungan Daya <i>Output</i> Neto dan Efisiensi Termal	79
5.1.7	Validasi Permodelan Termodinamika	81
5.2	Analisis Termodinamika Siklus ORC <i>Recuperative</i>	82
5.2.1	Analisis Termodinamika Pompa Umpan	82
5.2.2	Analisis Termodinamika <i>Recuperator</i>	83
5.2.3	Analisis Termodinamika <i>Preheater</i> dan Evaporator	84
5.2.4	Analisis Termodinamika Turbin ORC	85
5.2.5	Analisis Termodinamika <i>Air-Cooled Condenser</i>	86
5.2.6	<i>Rating</i> Komponen Utama	87
5.2.7	Perhitungan Daya <i>Output</i> Neto dan Efisiensi Termal	88
5.2.8	Validasi Permodelan Termodinamika	90
5.3	Analisis Termodinamika Siklus SCBC Sederhana	90
5.3.1	Analisis Termodinamika Kompresor	91

5.3.2	Analisis Termodinamika <i>Heater</i>	91
5.3.3	Analisis Termodinamika Turbin sCO ₂	92
5.3.4	Analisis Termodinamika <i>Dry Cooler</i>	93
5.3.5	<i>Rating</i> Komponen Utama	94
5.3.6	Perhitungan Daya <i>Output</i> Neto dan Efisiensi Termal	95
5.3.7	Validasi Permodelan Termodinamika	97
5.4	Analisis Termodinamika Siklus SCBC <i>Recuperative</i>	97
5.4.1	Analisis Termodinamika Kompresor	97
5.4.2	Analisis Termodinamika <i>Recuperator</i>	98
5.4.3	Analisis Termodinamika <i>Heater</i>	99
5.4.4	Analisis Termodinamika Turbin sCO ₂	100
5.4.5	Analisis Termodinamika <i>Dry Cooler</i>	101
5.4.6	<i>Rating</i> Komponen Utama	102
5.4.7	Perhitungan Daya <i>Output</i> Neto dan Efisiensi Termal	103
5.4.8	Validasi Permodelan Termodinamika	104
5.5	Perbandingan Daya <i>Output</i> Neto dan Efisiensi Termal	105
5.6	Analisis Keekonomian	107
5.6.1	Perhitungan CAPEX	107
5.6.2	Perbandingan CAPEX, NPV, IRR, dan Periode Pengembalian	108
BAB VI PENUTUP		110
6.1	Kesimpulan	110
6.2	<i>Future Work</i>	111
DAFTAR PUSTAKA		112
LAMPIRAN		123