

LAPORAN KULIAH KERJA PRAKTIK

Analisis Kinerja *Cooling Tower* untuk Penurunan Temperatur POME Mentah pada Proses Produksi Biogas di PLTBg Sei Mangkei

*Diajukan Dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Syarat Akademik Guna Memperoleh
Gelara Sarjana Terapan Teknik (S.Tr.T) dalam Bidang Teknologi Rekayasa
Bioproses Energi Terbarukan Diploma IV Politeknik ATI Padang*



OLEH : KRISTANTI OKTRIPANI LUBIS
NO.BP : 2113014

PROGRAM STUDI
TEKNOLOGI REKAYASA BIOPROSES ENERGI TERBARUKAN

KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN REPUBLIK INDONESIA
BADAN PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA INDUSTRI
POLITEKNIK ATI PADANG
2025

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kristanti Oktripani Lubis

Buku Pokok : 2113014

Jurusan : Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan

Judul Tugas Khusus : Analisis Kinerja *Cooling Tower* untuk Penurunan
Temperatur POME Mentah pada Proses Produksi Biogas
di PLTBg Sei Mangkei

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa :

1. Laporan Kuliah Kerja Praktik ini adalah hasil karya tulis saya dan bukan merupakan plagiat dari kepunyaan orang lain
2. Apabila ternyata dalam Laporan Kuliah Kerja Praktik ini dapat dibuktikan terdapat unsur- unsur plagiat, saya bersedia Laporan Kuliah Kerja Praktik ini digugurkan dan gelar akademik yang saya peroleh dibatalkan sesuai dengan ketentuan hukum yang berlaku
3. Laporan Kuliah Kerja Praktik ini dapat dijadikan sumber kepustakaan yang merupakan hak bebas *Royalty* Non Eksklusif.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Padang, 11 Juli 2025

Saya yang menyatakan



Kristanti Oktripani Lubis

LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KKP

LAPORAN KULIAH KERJA PRAKTIK

DI PT PERTAMINA NEW & RENEWABLE ENERGY

Simalungun, 14 Maret 2025

Di setuju oleh:

Dosen Pembimbing Institusi,



Khairul Akli, M.T
NIP. 198503122010121001

Pembimbing Lapangan,



Dony Prabowo

Mengetahui,

Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses

Energi Terbarukan,



Khairul Akli, M.T

NIP. 198503122010121001

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya sehingga Laporan Kuliah Kerja Praktik di PT. Pertamina Power Indonesia (PLTBg Sei Mangkei) dapat terselesaikan dengan baik. Laporan Kuliah Kerja Praktik Lapangan ini dibuat untuk memenuhi persyaratan Program Studi Kuliah Kerja Praktik Lapangan Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan Politeknik ATI Padang.

Penulis menyadari bahwa penyusunan laporan ini tidak akan berjalan baik tanpa adanya dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Isra Mouludi, M. Kom selaku Direktur Politeknik ATI Padang
2. Bapak Khairul Akli, M.T selaku Ketua Program Studi Teknologi Rekayasa Bioproses Energi Terbarukan serta Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Kuliah Kerja Praktik di Politeknik ATI Padang
3. Bapak Rein Nasution selaku Koordinator RAIM di PLTBg Sei Mangkei
4. Bapak Dony Prabowo selaku Pembimbing Lapangan Kuliah Kerja Praktik di PLTBg Sei Mangkei.
5. Kedua orangtua, atas segala pengorbanan, tulus kasih dan dukungan yang diberikan. Beliau memang tidak pernah merasakan pendidikan bangku perkuliahan, namun mereka mampu memberikan yang terbaik, tak kenal lelah mendoakan dan memberi dukungan sehingga penulis mampu menyelesaikan pendidikan sampai meraih gelar sarjana.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan KKP ini masih terdapat kekurangan. Penulis mengharapkan saran dan kritikan untuk perbaikan laporan yang akan datang. Demikian laporan ini penulis buat. Atas perhatian, kerja sama dan bantuan Bapak/Ibu penulis ucapkan terima kasih.

Padang, 11 Juli 2025



Kristanti Oktripani Lubis

DAFTAR ISI

<u>Nomor</u>	<u>Halaman</u>
SURAT	PERNYATAAN
Error! Bookmark not defined.	
LEMBAR PENGESAHAN LAPORAN KKP	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan KKP	3
1.3 Ruang Lingkup	4
1.4 Manfaat KKP	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>Introduction</i>	6
2.1.1 Profil PLTBg Sei Mangkei.....	6
2.1.2 <i>Palm Oil Mill Effluent (POME)</i>	7
2.1.3 Biogas	9
2.1.4 <i>Health, Safety, Security, and Environment (HSSE)</i>	9
2.1.5 <i>Flowchart dan Job Description</i> Tiap-Tiap Unit.....	16
2.1.6 Alat Pendukung	32
2.1.7 Instruksi Kerja sesuai <i>Standard Operating</i> <i>Procedure (SOP)</i>	36
2.1.8 Proses Perlakuan Bahan Baku dan Penunjang	36
2.1.9 Struktur Organisasi	37
2.2 Unit Bioproses	41
2.2.1 Hidrolisis	42
2.2.2 Asidogenesis	43
2.2.3 Asetogenesis	43
2.2.4 Metanogenesis	44
2.2.5 <i>Pre-Treatment</i> Bahan Baku	46

2.2.6	Kondisi Temperatur untuk Proses Pembentukan Biogas	47
2.3	Unit Separasi.....	48
2.3.1	<i>Rotary Screen</i>	49
2.3.2	<i>Bioscrubber</i>	50
2.3.3	<i>KO-POT</i> atau <i>Cyclone</i>	51
2.4	Unit Perpindahan Panas.....	52
2.4.1	Jenis-Jenis Perpindahan Kalor.....	52
2.4.2	<i>Cooling Tower</i>	55
2.4.3	<i>Water Chiller</i>	56
2.4.4	Kondensor (<i>Shell and Tube Exchanger</i>).....	57
2.4.5	Isolasi Panas	58
2.4.6	<i>Scaling</i>	60
2.5	Unit Transportasi	61
2.5.1	Transportasi Bahan Padat	61
2.5.2	Transportasi Bahan Cair	62
2.5.3	Transportasi Bahan Gas.....	63
2.5.4	<i>Valve</i>	64
2.6	<i>Maintenance</i>	67
2.6.1	Tujuan <i>Maintenance</i>	67
2.6.2	Periode <i>Maintenance</i>	68
2.6.3	Jenis-Jenis <i>Cleaning in Place (CIP)</i>	73
2.6.4	Pelakuan pada Proses <i>Maintenance</i>	75
2.7	Proses dan <i>Quality Control</i>	76
2.7.1	Kebijakan dan Aturan yang Berlaku Terkait Kualitas.....	77
2.7.2	Sistem <i>Sampling</i> yang digunakan.....	79
2.8	<i>Design Engineering</i>	80
2.8.1	Pemilihan Material dan Jenis Peralatan.....	81
2.8.2	Jenis-Jenis <i>Safety Device</i>	83
BAB III	PELAKSANAAN KKP	86
3.1	Waktu dan Tempat KKP.....	86
3.2	Tugas dan Tanggung Jawab di Perusahaan	86
3.3	Uraian Kegiatan yang Dilakukan Selama KKP	87

3.4 Uraian Pencapaian Kompetensi.....	90
BAB IV IMPLEMENTASI INDUSTRI 4.0.....	95
4.1 Identifikasi Industri 4.0.....	95
4.2 Analisis Solusi	99
4.3 Rencana Implementasi.....	100
BAB V TUGAS AKHIR.....	101
5.1 Latar Belakang.....	101
5.1.1 Tujuan.....	103
5.1.2 Rumusan Masalah	104
5.1.3 Batasan Masalah.....	104
5.2 Metode Penyelesaian	104
5.2.1 Alat	104
5.2.2 Bahan.....	105
5.2.3 Teknik Pengumpulan Data	105
5.2.4 Teknik Pengukuran <i>Temperature Wet Bulb</i>	105
5.2.5 Teknik Pengolahan Data.....	105
5.2.6 Diagram Alir Penelitian.....	108
5.2.7 Diagram Alir <i>Cooling Tower</i>	109
5.3 Variabel Penelitian	109
5.3 Data Pengamatan	110
5.4 Hasil.....	112
5.5 Pembahasan	114
5.6 Penutup	120
5.6.1 Kesimpulan.....	120
5.6.2 Saran.....	121
BAB VI PENUTUP	123
6.1 Kesimpulan.....	123
6.2 Saran	124
DAFTAR PUSTAKA	125
LAMPIRAN A CONTOH PERHITUNGAN.....	127
LAMPIRAN B	131

DAFTAR GAMBAR

<u>Nomor</u>	<u>Halaman</u>
Gambar 2.1 PT PLTBg Sei Mangkei	7
Gambar 2.2 PID Produksi Biogas di PLTBg Sei Mangkei	18
Gambar 2.3 <i>Flowchart</i> Produksi Biogas di PLTBg Sei Mangkei.....	19
Gambar 2.4 Bak kontrol POME	20
Gambar 2.5 <i>Rotary screen</i> dan <i>hot pond</i>	21
Gambar 2.6 <i>Cooling Tower</i>	22
Gambar 2.7 <i>Combined Steel Tank</i>	23
Gambar 2.8 <i>Covered Anerobic Digester</i>	24
Gambar 2.9 <i>Buffer Tank</i>	25
Gambar 2.10 <i>Bioscrubber</i>	26
Gambar 2.11 <i>Packing media bioscrubber</i> (a) <i>Bioball</i> ; (b) Media plastik.....	26
Gambar 2.12 <i>Chiller</i>	27
Gambar 2.13 Kondensor	28
Gambar 2.14 KO-POT (<i>cyclone</i>)	29
Gambar 2.15 <i>Flame Arrestor</i>	30
Gambar 2.16 <i>Dry Cooler</i>	31
Gambar 2.17 <i>Gas Engine</i>	31
Gambar 2.18 <i>Venting</i>	32
Gambar 2.19 <i>Flare</i>	33
Gambar 2.20 <i>Water seal</i>	34
Gambar 2.21 <i>Panel Control</i>	34
Gambar 2.22 <i>Lightning system</i>	35
Gambar 2.23 Struktur Organisasi PLTBg Sei Mangkei.....	38
Gambar 2. 24 Contoh alat perpindahan panas konduksi di PLTBg Sei Mangkei.....	53
Gambar 2.25 <i>Alumunium foil foam laminated</i>	59
Gambar 2.26 <i>Felt thermal insulation</i>	59
Gambar 2.27 <i>Scaling</i>	60
Gambar 2.28 Pompa.....	63
Gambar 2.29 <i>Blower</i>	64

Gambar 2.30 <i>Check Valve</i>	65
Gambar 2.31 <i>Butterfly Valve</i>	66
Gambar 2.32 <i>Ball Valve</i>	67
Gambar 2.33 Penggantian filter oli	70
Gambar 2.34 Penggantian <i>belt</i> pada pompa.....	70
Gambar 2.35 Perbaikan kebocoran pipa	71
Gambar 2.36 Pembersihan <i>bioscrubber</i>	72
Gambar 2.37 Pembersihan penumpukan sulfur pada <i>packing media</i> dalam <i>bioscrubber</i>	72
Gambar 2.38 Pembersihan <i>sludge</i> pada <i>Cooling tower</i>	73
Gambar 2.39 Pembersihan <i>bioscrubber</i>	74
Gambar 2.40 Pembersihan kondensor.....	75
Gambar 3.1 <i>Breather valve</i>	87
Gambar 3.2 Tahapan proses produksi Biogas di PLTBg Sei Mangkei.....	87
Gambar 3.3 Struktur organisasi di PLTBg Sei Mangkei	87
Gambar 3.4 <i>Induction K3</i> dan ketentuan jam kerja	87
Gambar 3.5 <i>Covered anaerobic digester</i> di PLTBg Sei Mangkei	88
Gambar 3.6 Perawatan pada <i>rotary screen</i>	88
Gambar 3.7 Pengamatan kondisi gas dengan <i>gas analyzer</i> sebelum masuk ke <i>bioscrubber</i>	88
Gambar 3.8 Perawatan pada kondensor	88
Gambar 3.9 Penggantian <i>freon</i> pada <i>water chiller</i>	88
Gambar 3.10 Membantu operator melakukan sirkulasi POME	89
Gambar 3.11 Perawatan pada pompa dengan <i>top up</i> oli.....	89
Gambar 3.12 Pembersihan dan perawatan <i>evaporator fan radiator</i>	89
Gambar 3.13 Mengamati dan mencatat data harian operator	89
Gambar 3.14 Pengambilan <i>sampling</i>	89
Gambar 3.15 <i>Safety device</i>	90
Gambar 4.1 Grafik INDI 4.0 Pilar Manajemen dan Organisasi.....	96
Gambar 4.1 Grafik INDI 4.0 Pilar Orang dan budaya	96
Gambar 4.1 Grafik INDI 4.0 Pilar Produk dan Layanan	97
Gambar 4.1 Grafik INDI 4.0 Pilar Teknologi	98
Gambar 4.1 Grafik INDI 4.0 Pilar Operasi Pabrik.....	98

Gambar 5.1 Diagram Alir Penelitian	108
Gambar 5.2 Diagram Alir <i>Cooling Tower</i>	109
Gambar 5.3 Kurva Pengaruh Massa POME terhadap Efisiensi Perpindahan Panas	115
Gambar 5.4 Kurva Pengaruh <i>T Approach</i> terhadap Efektivitas	117
Gambar 5.5 Kurva Pengaruh <i>Number of Transfer Unit</i> terhadap Efektivitas <i>Cooling Tower</i>	119
Gambar 7.1 Diagram Neraca Massa <i>Cooling Tower</i>	127
Gambar 7.2 Grafik <i>Humidity Chart</i>	131
Gambar 7.3 Grafik Operasi <i>Cooling Tower</i>	132

DAFTAR TABEL

<u>Nomor</u>	<u>Halaman</u>
Tabel 2.1 Komposisi biogas	9
Tabel 3.1 Uraian kegiatan	87
Tabel 3.2 Uraian pencapaian kompetensi	90
Tabel 5.1 Data Pengamatan Kondisi pada <i>Cooling Tower</i>	110
Tabel 5.2 Hasil Pengolahan Data	112